

Center for Evolutionary Psychology  
University of California  
Santa Barbara

# PSICOLOGIA EVOLUTIVA: A PRIMER

Leda Cosmides y John Tooby

1997

Traducido del original por  
José Rodríguez Sanfuentes  
La Encierra  
2015

**INTRODUCCION**

El objetivo de la investigación en la psicología evolutiva es descubrir y entender el diseño de la mente humana. En la psicología evolutiva, es un acercamiento a la psicología, que utiliza el conocimiento y principios de la biología evolutiva en la investigación de la estructura de la mente humana. No es un área de estudio como la visión, el razonamiento o el comportamiento social. Es una forma de pensar sobre la psicología que se puede aplicar a cualquier tópico dentro de ésta.

Desde este punto de vista, la mente es una serie de máquinas procesadoras de información que fueron diseñadas por la selección natural para resolver problemas de adaptación enfrentados por nuestros ancestros cazadores-recolectores. Esta manera de pensar sobre el cerebro, mente y comportamiento cambia el enfoque como los investigadores abordan viejos tópicos y abren otros nuevos.

Este capítulo es un “primer”

### **Abriendo la mente: Psicología evolutiva, pasado y presente**

En las páginas finales del *Origin of Species* después de presentar la teoría de la evolución a través de selección natural, Darwin, hace una atrevida predicción: “En el futuro lejano veo campos abiertos para investigaciones mucho más importantes. La psicología estará basada en un nuevo fundamento dado por la adquisición necesaria y gradual de fuerza mental y capacidad”. Treinta años más tarde, William James trata de hacer justamente esto en su libro pionero *Principles of Psychology*, que es uno de los trabajos fundacionales de la psicología experimental (James 1890). En *Principles*, James habla mucho de los “instintos”, término utilizado para referirse (a grandes rasgos) a circuitos neurales especializados, que son comunes en cada miembro de las especies producto de su historia evolutiva. Tomados en su conjunto, estos circuitos constituyen (en nuestra propia especie) aquello que uno puede pensar como la “naturaleza humana”.

Fue (y es) común pensar que otros animales son gobernados por sus “instintos” mientras que los humanos los perdieron y son gobernados por la “razón” y es por eso que somos mucho más flexiblemente inteligentes que otros animales. William James tomó un punto de vista opuesto. El argumento que el comportamiento humano es más flexiblemente inteligente que el de otros animales porque tenemos *más* instintos de los que ellos tienen, no menos. Sin embargo, tendemos a ser ciegos a la existencia de estos instintos precisamente porque ellos trabajan tan bien - procesan la información sin esfuerzo y automáticamente. El (James) argumentó que ellos estructuran nuestro pensamiento tan poderosamente, que resulta difícil imaginar como las cosas podrían ser de otra forma. Como resultado, asumimos el comportamiento como “normal”. No pensamos que el comportamiento “normal” necesita ser explicado. Esta “ceguera al instinto” dificulta el estudio de la psicología. Para superar este problema James, sugirió que tratemos de hacer que lo “natural parezca extraño”:

*“Se requiere... una mente muy abierta al conocimiento para llevar a cabo el proceso de hacer que lo natural parezca extraño y que nos preguntemos el por qué de cada acto*

*instintivo humano. Sólo al metafísico se le puede ocurrir preguntarse: ¿Por qué sonreímos y no fruncimos el entrecejo cuando estamos satisfechos? ¿Por qué somos incapaces de hablar ante una multitud como hablamos a un amigo? ¿Por qué una joven en particular nos hace andar de cabeza? El hombre común solo puede decir: Desde luego sonreímos, desde luego nuestro corazón palpita al ver una multitud, desde luego amamos a esa joven, ataviada en forma perfecta con un alma hermosa, tan palpable y notoriamente hecha para ser amada por toda la eternidad.*

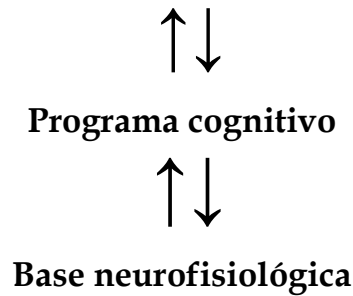
*Y así probablemente, cada animal siente acerca de las cosas que tiende a hacer en presencia de ciertos sujetos particulares... Para el león es la leona la que está hecha para ser amada, para el oso, la osa.*

*Para la gallina clueca, la noción que exista un ser en este mundo para el que un nido lleno de huevos no sea algo absolutamente fascinante y precioso y que nunca sea demasiado el permanecer sentada sobre ellos, es probablemente una idea monstruosa.*

*Así, podemos estar seguros que aunque nos parezcan misteriosos los instintos de algunos animales, nuestros instintos aparecerán no menos misteriosos para ellos" (Williams James, 1890).*

Dado nuestro punto de vista, William James tenía razón sobre la psicología evolutiva. No es natural hacer que lo natural parezca extraño - se requiere ver la idea desde otro punto de vista, como por ejemplo, en las caricaturas de Guy Larson. Sin embargo, es una parte fundamental de la iniciativa. Muchos psicólogos evitan el estudio de las aptitudes naturales, pensando que no hay nada ahí para ser explicado. Como resultado los psicólogos sociales están decepcionados a menos que encontraran un fenómeno que "debería asombrar a sus abuelas" y los psicólogos cognitivos gastan más tiempo estudiando cómo resolvemos problemas en materias en que somos malos, como aprender matemáticas o jugar ajedrez, mientras existen otras materias en que somos buenos. Pero nuestras competencias naturales - nuestras habilidades para ver, hablar, para encontrar algo bello, para devolver un favor, para temer a las enfermedades, para enamorarse, para iniciar un ataque, para experimentar una indignación moral, para recorrer el campo y miles de otras - son factibles solamente porque hay un vasto y heterogéneo arreglo de una compleja maquinaria computacional, sosteniendo y regulando estas actividades. Esta máquina trabaja tan bien, que no nos damos cuenta de que existe. Todos sufrimos de ceguera a los instintos. Como resultado, los psicólogos hemos descuidado el estudio de algunas de los más interesantes mecanismos de la mente humana.

## **Problema adaptativo**



**Figura 1.** Tres niveles complementarios de explicación en la psicología evolutiva. Inferencias (representadas por las flechas) pueden hacerse de un nivel a otro.

El enfoque evolutivo proporciona poderosos lentes que corrigen la ceguera a los instintos. Permite reconocer que las competencias naturales existen, indica que la mente es una heterogénea colección de estas competencias y más importante, proporciona positivas teorías de sus diseños. Einstein, una vez comentaba, “Es la teoría la que decide lo que podemos observar”. Un enfoque evolutivo es útil para los psicólogos, quienes estudian un sistema biológico de extraordinaria complejidad, porque los intrincados aspectos de la mente se delinean claramente, la teoría de problemas adaptativos puede guiar la búsqueda de programas cognitivos que los resuelvan; reconociendo la existencia de programas cognitivos que entonces guían la búsqueda de su base neural, (Figura 1).

### **El Modelo Estándar de la Ciencia Social**

Uno de nuestros colegas, Don Symons, es aficionado a decir que no se puede entender lo que una persona está diciendo a menos que se entienda cuáles son sus argumentos. Aplicar la biología evolutiva al estudio de la mente, ha llevado a muchos psicólogos evolutivos a un conflicto con la visión tradicional de su estructura, que surgió mucho antes que Darwin. Esta visión no es una reliquia histórica: permanece con mucha influencia más de un siglo después de los escritos de Darwin y William James.

Tanto antes como después de Darwin, una visión común entre los filósofos y científicos ha sido que la mente humana se parece a una tabula rasa, virtualmente libre de contenidos, hasta ser escrita por la mano de la experiencia. De acuerdo a Aquinas, “no hay nada en el intelecto que no estuviera previamente en los sentidos”. Trabajando con este marco los empiristas británicos y sus sucesores produjeron elaboradas teorías de como la experiencia reflejada por un puñado de procedimientos mentales innatos, grabaron contenidos en la pizarra mental en blanco.

La visión de David Hume fue típica y estableció el patrón para muchas teorías psicológicas y de la ciencia social: “... parece haber solamente tres principios de conexión entre las ideas, denominados Semejanza, Continuidad en el tiempo y en el espacio y Causa o Efecto”.

A través de los años la metáfora tecnológica usada para describir la estructura de la mente humana ha sido consistentemente actualizada desde la "tabula rasa" a una central de conexiones a un computador de propósitos generales, pero el principio general de esta visión empirista ha permanecido igual. Efectivamente, se ha convertido en la ortodoxia predominante en la corriente principal de la antropología, sociología y de muchas áreas de la psicología. De acuerdo a esta ortodoxia, todos los contenidos específicos de la mente humana originalmente derivan desde el "exterior" - del medio ambiente y del mundo social - y la arquitectura desarrollada en la mente consiste solamente o predominantemente en un pequeño número de mecanismos de propósito general que son contenido-independientes y que aparecen bajo los nombres tales como "aprendizaje", "inducción", "imitación", "racionalidad", "capacidad para la cultura" o simplemente "cultura".

De acuerdo a esta visión, los mismos mecanismos son los que gobiernan como se adquiere el lenguaje, como se aprende a reconocer las expresiones emocionales, como se piensa sobre el incesto o como se adquieren ideas y actitudes sobre los amigos y la reciprocidad - todo menos percepción. Esto es así porque se asume que los mecanismos que gobiernan el razonamiento, aprendizaje y memoria operan uniformemente de acuerdo a principios inmutables independientemente del contenido en que están operando o de la mayor categoría o del dominio considerado. (Por esta razón, ellos son descritos como *contenido-independientes* o *de dominio general*). Tales mecanismos, por definición, no tienen un contenido pre-existente desarrollado para sus procedimientos, no están diseñados para construir ciertos contenidos más fácilmente que otros y no tienen características especializadas para procesar particulares tipos de contenidos. Como estos mecanismos mentales hipotéticos no tienen un contenido para impartir, todos los contenidos particulares sobre los que pensamos y sentimos, derivan externamente del mundo físico y social. El mundo social organiza e incorpora significados en las mentes individuales, pero nuestra arquitectura psicológica humana universal no tiene una estructura distintiva que organice el mundo social o lo impregne con contenidos característicos. De acuerdo a esta visión familiar a la que hemos denominado el - Modelo Estándar de la Ciencia Social - los contenidos de las mentes humanas son primariamente (o enteramente) construcciones sociales libres y las ciencias sociales son autónomas y desconectadas de cualquier fundamento evolutivo o psicológico, (Tooby y Cosmides, 1992).

Tres décadas de progreso y convergencia en psicología cognitiva, biología evolutiva y neurociencia han mostrado que dicha visión de la mente humana es radicalmente equivocada. La psicología evolutiva proporciona un marco de trabajo alternativo que está empezando a reemplazarla. En esta visión, todas las mentes normales desarrollan de forma fidedigna una colección estándar de razonamientos y circuitos regulatorios que son funcionalmente especializados y frecuentemente de dominio-específico. Estos circuitos organizan el modo en que interpretamos nuestras experiencias, introducen ciertos conceptos recurrentes y motivaciones en nuestra vida mental y proporcionan marcos universales de significados que permiten entender las acciones e intenciones de los otros. Bajo el nivel de la variabilidad superficial, todos los humanos comparten ciertas visiones y suposiciones sobre la naturaleza del mundo y la acción humana, en virtud de estos circuitos humanos universales de razonamiento.

## Vuelta a lo Básico

¿Cómo los psicólogos evolutivos llegaron a esta visión? Cuando repensamos un campo, es algunas veces necesario volver a los primeros principios preguntándose cuestiones básicas, como “¿Qué es el comportamiento?” “¿Qué entendemos por mente?” “¿Cómo puede haber evolucionado algo tan intangible como la mente y cuál es su relación con el cerebro?”. Las respuestas a tales preguntas proporcionan el marco dentro del cual operan los psicólogos evolutivos. Nosotros trataremos aquí de resumir algunas de estas:

La psicología es la rama de la biología que estudia (1) cerebros (2) cómo los cerebros procesan la información y (3) como los programas de procesamiento de la información de los cerebros generan un comportamiento. Una vez que se considera que la psicología es una rama de la biología, las herramientas inferenciales de la biología - sus teorías, principios y observaciones - pueden ser usadas para entender la psicología. Hay aquí cinco principios básicos - todos tomados de la biología - que la psicología evolutiva aplica en sus intentos para entender el diseño de la mente humana. Los Cinco Principios pueden ser aplicados a cualquier tópico de la psicología. Ellos organizan las observaciones de una forma que permiten ver las conexiones entre áreas tan aparentemente diferentes como la visión, el razonamiento y la sexualidad.

**Principio 1: El cerebro es un sistema físico. Funciona como un computador. Sus circuitos son diseñados para generar un comportamiento que es apropiado a sus circunstancias ambientales.**

El cerebro es un sistema físico cuya operación es gobernada por las leyes de la química y física. ¿Qué significa esto? Significa que todos tus pensamientos, esperanzas, sueños y deseos son producidos por reacciones químicas que tienen lugar en nuestra cabeza (un pensamiento aleccionador). La función del cerebro es procesar información. En otras palabras, es un computador que está hecho de componentes orgánicos (basados en el carbono) en vez de un trozo pequeño de silicio (silicon-chips). El cerebro está compuesto de células: primariamente neuronas y sus estructuras de soporte. Las neuronas son células especializadas en la transmisión de información. Las reacciones electroquímicas activan el funcionamiento de las neuronas.

Las neuronas están conectadas unas a otras en una forma altamente organizada. Se puede pensar en estas conexiones como circuitos - al igual que los circuitos de un computador. Estos circuitos determinan como el cerebro procesa la información al igual que los circuitos de nuestro computador determinan como procesar la información. Los circuitos neurales en nuestro cerebro están conectados a grupos de neuronas que circulan a través de nuestro cuerpo. Algunas de estas neuronas están conectadas a receptores sensoriales, como la retina de nuestro ojo. Otros están conectados a nuestros músculos. Los receptores sensoriales son células especializadas en reunir información sobre el mundo exterior y de otras partes del cuerpo. (Se puede sentir el estómago agitado debido a que posee receptores sensoriales, pero no se puede sentir en el bazo porque éste carece de ellos). Los receptores sensoriales están conectados a neuronas, que transmiten esta información al cerebro. Otras neuronas envían información desde el cerebro a neuronas motoras. Las

neuronas motoras están conectadas a los músculos y hacen que los músculos se muevan. Este movimiento es lo que nosotros denominamos *comportamiento*.

Organismos que no se mueven, no tienen cerebro. Los árboles no tienen cerebro, los arbustos no tienen cerebro, las flores no tienen cerebro. En realidad hay algunos animales que no se mueven durante ciertas etapas de sus vidas. Y durante estas etapas, ellos no tienen cerebro. La ascidia (sea squirt), por ejemplo, es un animal marino que habita en los océanos. Durante la primera etapa de su vida activa, la "ascidia" se desplaza libremente buscando un buen lugar para adherirse permanentemente. Una vez que encuentra la roca adecuada, se adhiere a ella y ya no necesita el cerebro porque nunca más necesitará moverse nuevamente. Así que se come (reabsorbe) gran parte de su cerebro. Después de todo, ¿para qué desperdiciar energía en un órgano que ahora es inútil?. Mejor obtener un buen alimento de él.

En resumen, los circuitos del cerebro están diseñados para generar movimiento - comportamiento - en respuesta a la información del medio ambiente. La función del cerebro - ese computador húmedo - es generar un comportamiento que sea apropiado a tus circunstancias medio ambientales.

**Principio 2. Nuestros circuitos neurales fueron diseñados por selección natural para resolver problemas que nuestros ancestros enfrentaron durante la historia evolutiva de nuestra especie.**

Decir que la función de nuestro cerebro es generar un comportamiento que es "apropiado" a las circunstancias ambientales es no decir demasiado, al menos que se tenga una definición de que significa "apropiado". ¿Qué se considera un comportamiento "apropiado"?

"Apropiado" tiene diferentes significados para diferentes organismos. Existen receptores sensoriales que son estimulados por la visión y el olor de las fecas en el medio ambiente - para decirlo más claramente, usted puede ver y oler los excrementos. Así lo puede hacer la "mosca de los excrementos". Pero al detectar la presencia de las fecas en el medio ambiente, lo que se supone como comportamiento apropiado para usted, difiere de lo que es un comportamiento adecuado para la mosca de los excrementos. Al oler las fecas, el comportamiento adecuado para una hembra es dirigirse a las fecas, posarse en ellas y colocar sus huevos. Los excrementos son alimento para las larvas, por lo tanto, el comportamiento adecuado para una larva de la mosca de los excrementos es comer fecas. Y, debido a que la hembra se encuentra cerca de los montones de excrementos, el comportamiento adecuado para un macho es zumar alrededor de estos montones tratando de aparearse, por lo tanto, para un macho de la mosca de los excrementos un montón de fecas es un punto de encuentro.

Pero para usted, las fecas son una fuente de enfermedades contagiosas. No son alimentos, no son un buen lugar para que los niños crezcan y no son un buen lugar para pensar en una cita amorosa. Dado que un montón de excrementos es una fuente de enfermedades contagiosas, para los humanos el comportamiento apropiado es moverse lejos de la fuente

de olor. A lo mejor tus músculos faciales formarían la universal y transcultural expresión de asco, en la que la nariz se arruga para proteger los ojos y nariz de los olores y sacará ligeramente la lengua, como si fuera a expulsar algo de la boca.

Para usted, la pila de excremento es “asquerosa”. Para una hembra de la “mosca de los excrementos” aparece como un buen vecindario y una hermosa casa para criar a sus hijos, este montón de excrementos es una bella visión – es una mansión. (Ver una pila de excremento como una mansión - es lo que William James entiende como hacer que lo natural parezca extraño).

El punto es que los ambientes no especifican en y por sí mismos que se considera un comportamiento “apropiado”. En otras palabras no se puede decir, “¡Mi medio ambiente me obliga a hacerlo!” y dejarlo en eso. En principio, un computador o un circuito podrían ser diseñados para correlacionar cualquier estímulo dado en el ambiente con cualquier tipo de comportamiento. Este comportamiento da lugar a un estímulo que es una función del circuito neural del organismo. Esto significa que si usted fuera un diseñador de cerebros, usted podría haber construido un cerebro humano para responder a cualquier cosa que usted quisiera y correlacionar cualquier estímulo del medio ambiente con cualquier comportamiento – usted podría haber hecho una persona que se relame los labios y pone la mesa cuando huele una pila de excremento fresco.

Pero, ¿que hizo el diseñador del cerebro humano y por qué? ¿por qué encontramos la fruta dulce y el excremento asqueroso? En otras palabras, ¿cómo obtuvimos los circuitos que tenemos, en vez de los que tiene la “mosca de los excrementos”?

Cuando hablamos acerca de un computador, la respuesta a esta pregunta es simple: los circuitos fueron diseñados por un ingeniero y el ingeniero los diseñó de una forma en vez de otra, así, ellos deberían resolver los problemas que el ingeniero *quería* resolver, problemas como sumar o restar o acceder a una dirección en particular en la memoria del computador. Tus circuitos neurales también fueron diseñados para resolver problemas. Pero no fueron diseñados por un ingeniero. Fueron diseñados por un proceso evolutivo y la selección natural es la única fuerza evolutiva que es capaz de crear máquinas complejamente organizadas.

La selección natural no trabaja “por el bien de las especies” como piensa mucha gente. Como discutiremos en más detalle más adelante, es un proceso en el cual las características del diseño fenotípico *causa su propia dispersión a través de la población* (lo cual puede pasar aún en casos donde esto lleve a la extinción de las especies). Mientras tanto, (para continuar con nuestro ejemplo escatológico), usted puede pensar de la selección natural como el principio “coma excremento y muera”. Todos los animales necesitan circuitos neurales que gobiernan lo que ellos comen – conocer que es seguro para comer es un problema que todos los animales deben resolver. Para los humanos las fecas no son seguras para comer – éstas son una fuente de enfermedades contagiosas. Ahora imagine un humano ancestral que tiene circuitos neurales que hacen que el excremento huelga dulce – eso haría que lo quisiera extraer cada vez que pase por una olorosa pila. Esto aumentaría su probabilidad de contraer una enfermedad. Si como resultado se enferma, el estaría muy cansado para encontrar más alimento, demasiado exhausto para aparearse y finalmente



podría incluso morir. Por el contrario, una persona, con circuitos neurales diferentes - que le hagan evitar los montones de fecas - estaría enferma menos a menudo. Así, tendrá más tiempo para encontrar comida y aparearse y vivirá una larga vida. La primera persona comerá excremento y morirá; la segunda lo evitara y vivirá. Como resultado, el "comedor de excremento" tendrá menos hijos que el que evita comer excremento. Dado que el circuito neural de los hijos tenderá a ser similar al de los padres, en la siguiente generación habrá menos comedores de excremento y serán más los que eviten comerlo. Como el proceso continúa generación tras generación, los comedores de excremento desaparecerán de la población. ¿Por qué? Ellos comieron excremento y murieron. El único tipo de gente que permanecerá en la población será aquella que como usted y yo - que descendemos de los que evitaron comer excremento. No quedará uno que tenga circuitos neurales que consideren que el excremento es delicioso.

En otras palabras, la razón de por qué tenemos un grupo de circuitos en vez de otros es que, esos circuitos fueron mejores que otros circuitos alternativos para resolver los problemas que nuestros ancestros enfrentaron durante la historia evolutiva de nuestra especie. El cerebro es un sistema computacional construido naturalmente, cuya función es resolver problemas adaptativos de los procesos de información (como reconocimiento del rostro, interpretación de amenazas, adquisición del lenguaje o navegación). Durante el tiempo de evolución, estos circuitos fueron añadidos acumulativamente porque "razonar" o "procesar información" de una forma, incrementa la regulación adaptativa del comportamiento y la fisiología.

El darse cuenta que la función del cerebro es procesar información ha permitido a los científicos cognitivos resolver (por lo menos en una versión) el problema mente-cuerpo. Para los científicos cognitivos, cerebro y mente son términos que se refieren al mismo sistema, que puede ser descrito de dos formas complementarias - ya sea en términos de sus propiedades físicas (cerebro) o en términos de la operación de procesamiento de información (mente). La organización física del cerebro evolucionó porque trajo consigo ciertas relaciones de procesamiento de la información - algunas de las cuales fueron adaptativas.

Es importante saber que nuestros circuitos no fueron diseñados para resolver solamente cualquier tipo de problemas. Ellos fueron diseñados para resolver problemas adaptativos. Los problemas adaptativos tienen dos características bien definidas. Primero, aparecen inesperadamente una y otra vez durante la historia de la evolución de una especie. Segundo, son problemas cuya solución afecta la reproducción de organismos individuales - sin importar si la causal puede ser indirecta y sin importar si tiene un efecto pequeño en el número de descendientes. Esto es porque la reproducción diferencial (y no la sobrevivencia *per se*) es la máquina que impulsa la selección natural. Considera el destino de un circuito que tuvo el efecto, en promedio, de aumentar la tasa de organismos que lo poseen, pero acortando su largo de vida (por ejemplo, aquel que causa el riesgo de perder la vida de la madre por salvar a su hijo). Si este efecto persistió sobre muchas generaciones, entonces su frecuencia en la población debería aumentar. En cambio, cualquier circuito cuyo efecto promedio fue disminuir la tasa de reproducción de los organismos que lo tenían, eventualmente desaparecerían de la población. La mayoría de los problemas adaptativos tienen que ver con como un organismo hace su vida: que come,

quienes lo comen, con quien se aparea, con quien socializa, como se comunica, etc. La *única* clase de problemas para los cuales la selección natural puede diseñar circuitos para resolverlos, son los problemas adaptativos.

Obviamente, nosotros somos capaces de resolver problemas que un cazador-recolector nunca tuvo que resolver – podemos aprender matemáticas, conducir automóviles, usar computadores. Nuestra habilidad para resolver otros tipos de problemas es un efecto lateral o subproductos de circuitos que fueron diseñados para resolver problemas adaptativos. Por ejemplo, cuando nuestros ancestros llegaron a ser bípedos – comenzaron a caminar en dos piernas en vez de cuatro – ellos tuvieron que desarrollar un muy buen sentido del equilibrio. Para alcanzarlo, contamos con intrincados mecanismos en el oído medio que nos permiten alcanzar nuestro excelente sentido del equilibrio. Ahora, el hecho que podamos equilibrarnos bien en dos piernas mientras nos movemos, significa que podemos hacer otras cosas además de caminar – significa, que podemos subirnos a un skate o montar sobre las olas en una tabla de surf. Pero nuestros ancestros cazadores-recolectores no hacían túneles en los rizos de las olas en esa época. El hecho que podamos surfear o subir a un skate son subproductos de adaptaciones diseñadas para equilibrarnos mientras caminamos en dos piernas.

**Principio 3. La conciencia es solo la punta del iceberg, la mayor parte de lo que ocurre en nuestra mente queda oculto para uno. Como resultado, tu experiencia consciente puede engañarte pensando que nuestro sistema de circuitos es más simple de lo que realmente es. La mayoría de los problemas que a tu experiencia consciente parecieran fáciles son muy difíciles de resolver – ya que requieren un conjunto de circuitos neurales muy complicados.**

Usted no está y no puede llegar a estar, conscientemente, enterado de la mayoría de las actividades en curso en su cerebro. Considere al cerebro como el gobierno federal y a su conciencia como el Presidente de USA. Ahora piense de usted mismo – el mismo que usted conscientemente experimenta como “yo” – como el Presidente. Si usted fuera Presidente ¿cómo podría conocer lo que está sucediendo en el mundo? Miembros del Gabinete, como el Secretario de Defensa, podría venir y contarle cosas - por ejemplo, que los serbio-bosnios han violado el acuerdo de cese al fuego. ¿Cómo hacen los miembros del Gabinete para conocer cosas como estas? Debido a que miles de burócratas en el Departamento de Estado, miles de agentes de la CIA en Serbia y en otras partes del mundo, miles de tropas estacionadas en ultramar y cientos de reporteros investigadores están reuniendo y evaluando enormes cantidades de información que llega desde todo en el mundo. Pero usted, como Presidente, no conoce – y de hecho, no puede conocer - lo que cada uno de estos miles de individuos hicieron cuando reunieron toda esta información sobre los últimos pocos meses - lo que cada uno de ellos vio, lo que cada uno de ellos leyó, lo que cada uno de ellos conversó, que conversaciones fueron clandestinamente grabadas, que oficinas tuvieron con micrófonos ocultos. Todo lo que usted como Presidente conoce, es la conclusión final a la que el Secretario de Defensa llegó basándose en la información que le entregaron. Y a su vez, todo lo que el Secretario de Defensa conoce es lo que otros oficiales de alto nivel le entregaron y así sucesivamente. En la realidad ningún individuo en particular, conoce todos los hechos sobre la situación debido a que estos datos están

distribuidos entre miles de personas. Más aun, cada uno de estos miles de individuos involucrados conoce todo tipo de detalles sobre la situación que ellos decidieron no era suficientemente importante para pasarla a niveles más altos.

Así sucede con tu experiencia consciente. Las únicas cosas sobre las que se toma conciencia son unas pocas conclusiones de alto nivel que han pasado por miles y miles de especializados mecanismos: algunos que están reuniendo información sensorial a través del mundo, otros que están analizando y evaluando esa información, chequeando inconsistencias, llenando los vacíos, resolviendo que significa todo.

Es importante para cualquier científico que está estudiando la mente humana guardar esto en mente. Imaginando como trabaja la mente, tu propia experiencia consciente y el mundo, pueden surgir algunas valiosas hipótesis. Pero esas mismas intuiciones, también, pueden confundir seriamente. Ellas pueden engañar al hacer pensar que el conjunto de circuitos neurales es más simple de lo que realmente es.

Considere la visión. Su experiencia consciente le dice que ver es simple. Usted abre los ojos, la luz alcanza la retina y - voila! - usted ve. Sin esfuerzo, automático, confiable, rápido, inconsciente y no requiere ninguna instrucción explícita - nadie tiene que ir a la escuela para aprender como ver. Pero esta aparente simplicidad es engañosa. Su retina es una lámina bi-dimensional de células sensibles a la luz que se encuentra cubriendo la superficie interna del globo ocular. Descifrar que existen en el mundo objetos tridimensionales que pueden ser vistos basándose solamente en las reacciones químicas dependientes de la luz, que están ocurriendo en un arreglo bi-dimensional de células, es un problema enormemente complejo - en efecto, tan complejo que ningún programa computacional ha sido capaz de crear un robot que pueda ver como nosotros lo hacemos. Usted ve con su cerebro, no solo con sus ojos y su cerebro contiene una amplia serie de circuitos dedicados a propósitos especiales - cada uno de ellos especializado en resolver los diferentes componentes del problema. Por ejemplo, usted necesita todo tipo de circuitos solo para ver a su madre caminando. Usted tiene circuitos que están especializados para (1) analizar la *forma* de los objetos, (2) detectar la presencia de *movimiento*, (3) detectar la *dirección* del movimiento, (4) juzgar la *distancia*, (5) analizar el *color*, (6) identificar un objeto como *humano*, (7) reconocer que el rostro que ves es el rostro de tu madre, en vez de cualquier otro. Cada circuito individual está entregando su información a circuitos de niveles más altos, los cuales chequean los "datos" generados por un circuito con los "datos" generados por otros resolviendo las contradicciones. Entonces estas conclusiones son transmitidas a los circuitos de aún más alto nivel, los cuales reúnen a todas las piezas y envían el informe final al Presidente - su conciencia. Pero todos estos "presidentes" nunca llegan a ser conscientes de que esta es la visión de *Mamá caminando*. Aunque cada circuito está especializado para resolver una determinada tarea, ellos trabajan juntos para producir un coordinado producto funcional - en este caso, tu experiencia consciente del mundo visual. Ver sin esfuerzo, automática, confiable y rápidamente ocurre, porque precisamente, tenemos dedicada toda esta complicada maquinaria.

En otras palabras, nuestras intuiciones pueden engañarnos. Nuestra experiencia consciente de una actividad como "fácil" o "natural" puede llevarnos a subestimar

burdamente la complejidad de los circuitos que la hacen posible. Desde el punto de vista ingenieril, lo natural, fácil o automático es raramente simple. Encontrar a alguien hermoso, enamorarse, sentir celos – todo puede parecer tan simple; automático y fácil como abrir los ojos y ver. Tan simple que parece que no hay mucho más que explicar. Pero estas actividades parecen fáciles solamente debido a que existe un enorme arreglo de un complejo conjunto de circuitos neurales regulándolas y sustentándolas.

**Principio 4: Diferentes circuitos neurales están especializados para resolver distintos problemas adaptativos.**

Un principio ingenieril básico es que una misma maquinaria es difícilmente capaz de resolver bien a la vez, dos problemas diferentes. Contamos tanto con desatornilladores como con sierras, porque cada uno de ellos resuelve un problema en particular mejor que el otro. Solo imagina tratando de cortar planchas de madera con un desatornillador o atornillar con una sierra.

Nuestro cuerpo está dividido en órganos como el corazón y el hígado exactamente por esa misma razón. Bombear sangre a través del cuerpo y desintoxicar el organismo son dos problemas muy diferentes. Consecuentemente, tu cuerpo tiene una maquinaria diferente para resolver cada uno de ellos. El corazón está especialmente diseñado para bombear sangre, el hígado está especialmente diseñado para eliminar venenos y desintoxicar. Tu hígado no puede funcionar como una bomba y tu corazón no es bueno para desintoxicar.

Por esta misma razón, nuestras mentes consisten en un gran número de circuitos que están *funcionalmente especializados*. Por ejemplo, tenemos algunos circuitos neurales, cuyo diseño los hace estar especializados para la visión. Todo lo que hacen es ayudar para que usted vea. Otros circuitos neurales están especializados para oír. Todo lo que ellos detectan son cambios en la presión del aire y extraen la información. Ellos no participan en la visión, vómitos, vanidad, venganza o cualquier otra cosa. Así, otros circuitos neurales están especializados en la atracción sexual – por ejemplo, ellos gobiernan lo que tu encuentras sexualmente excitante, lo que tu miras como hermoso, con quien te gustaría tener una cita, etc.

Tenemos todos estos circuitos neurales especializados debido a que el mismo mecanismo es difícilmente capaz de resolver diferentes problemas adaptativos. Por ejemplo, tenemos un conjunto de circuitos neurales diseñados para escoger alimentación nutritiva en base al gusto y al olor – conjunto de circuitos que gobiernan nuestra relación con la comida. Pero imagina a una mujer que use este mismo conjunto de circuitos para aparearse. Ella elegiría por cierto una extraña pareja (¿quizás una enorme barra de chocolate?). Para resolver el problema adaptativo de encontrar la pareja adecuada para aparearse, nuestra selección debe ser guiada por *estándares cualitativos diferentes* de aquellos utilizados para elegir la comida o el hábitat adecuado. Consecuentemente, el cerebro debe estar compuesto por una gran colección de circuitos, con diferentes circuitos especializados para resolver diferentes problemas. Usted puede considerar cada uno de estos circuitos especializados como un mini-computador que está dedicado a resolver un problema. Tales mini-computadores son algunas veces llamados *módulos*. Tiene sentido entonces, ver el cerebro

como una colección de disciplinados mini-computadores - una colección de módulos. Debe haber, desde luego, circuitos cuyo diseño está especializado en integrar el producto de todos estos mini-computadores y producir comportamiento. Así, más precisamente, uno puede ver el cerebro como una colección de disciplinados mini-computadores cuyas operaciones están funcionalmente integradas para producir comportamiento.

Los psicólogos han conocido desde hace tiempo que la mente humana contiene circuitos que están especializados para distintas formas de percepción, como la visión y el oído. Pero hasta recientemente, se pensaba que la percepción y quizás el lenguaje, eran las únicas actividades originadas por procesos cognitivos que están especializados (Fodor, 1983). Otras funciones cognitivas - como aprendizaje, razonamiento, toma de decisiones - se pensaba que eran realizados por circuitos de propósitos muy generales, "aprendiz de todo y experto en nada". Los primeros candidatos fueron los "algoritmos racionales": aquellos que implementan métodos formales para razonamientos inductivos y deductivos, como la regla de Bayes o el cálculo proposicional (una lógica formal). Se pensaba que la "inteligencia general" - una facultad hipotética compuesta por circuitos de razonamiento simple que son pocos en número, de contenido-independiente y propósito general - era el motor que genera soluciones para resolver los problemas de razonamiento. Al igual, se pensaba que la flexibilidad del razonamiento humano - o sea nuestra habilidad para resolver varios tipos de problemas diferentes - era una evidencia del carácter general de los circuitos que la generaban.

Una perspectiva evolutiva sugiere otra cosa (Tooby y Cosmides, 1992). Las máquinas biológicas están calibradas al medio ambiente en las que evolucionan y contienen la información sobre las propiedades establemente recurrentes de estos mundos ancestrales, (por ejemplo, los mecanismos de la constancia del color son calibrados con cambios naturales en la iluminación terrestre; como resultado el pasto se ve verde tanto al amanecer como al atardecer, aunque las propiedades espectrales de la luz que se refleja cambian dramáticamente). Algoritmos racionales no funcionan porque son contenido-independientes. La Figura 2, muestra dos leyes de inferencia de cálculo proposicional, un sistema que permite deducir conclusiones verdaderas a partir de premisas verdaderas no importando a que refieren P y Q. La regla de Bayes, una ecuación para computar la probabilidad de una hipótesis dado los datos, es también de contenido-independiente. Se puede aplicar indiscriminadamente en diagnósticos médicos, juego de cartas, éxito de caza o cualquier otro tipo de asunto. No contiene un conocimiento de dominio específico, por lo que no puede dar soporte a inferencias que se aplicarían a la elección de pareja para el apareamiento por ejemplo, pero si a las que se aplicarían para cazar. (Este es el precio que se paga por el contenido-independiente).

<i>Modus ponens</i>	<i>un ejemplo:</i>
Si P entonces Q	si dormías, entonces tuviste sueños
P	tú dormías
-----	-----
entonces Q	entonces tú tuviste sueños
 <i>Modus tollens</i>	
Si P entonces Q	si dormías, entonces tuviste sueños
no Q	tu no tuviste sueños
-----	-----
entonces no P	entonces no dormías

**Figura 2.** Dos reglas de inferencia de cálculo proposicional. Estas leyes son válidas dadas premisas verdaderas, ellas generan conclusiones verdaderas. Ellas son también de contenido-independiente, P y Q pueden utilizarse para cualquier proposición, no importa de que se trate.

Actuales “solucionadores de problemas” están equipados con “torpedos” (cribsheet): ellos llegan a un problema conociendo mucho sobre él. Por ejemplo, el cerebro de un recién nacido tiene sistemas de respuestas que “anticipa” los rostros que están presentes a su alrededor: bebés con menos de 10 minutos de vida mueven sus ojos y cabeza en respuesta a lo que ellos reconocen como patrón de rostros, pero no a mezclas de versiones del mismo patrón con frecuencias espaciales idénticas, (Johanson y Morton, 1991). Los niños hacen fuertes suposiciones ontológicas sobre cómo funciona el mundo y que tipo de cosas contiene - aún a los dos meses y medio (edad en la cual ellos pueden ver suficientemente bien para ser evaluados). Ellos suponen, por ejemplo, que contendrá objetos rígidos que son continuos en el tiempo y en el espacio y tienen formas muy eficientes para dividir el mundo en objetos separados (Baillergeon, 1986; Spelke, 1990). Ignorando forma, color y textura, ellos tratan cualquier superficie que es cohesiva, definida y que se mueve, como una unidad, como un objeto particular. Cuando un objeto sólido parece pasar a través de otro, estos niños se sorprenden. Así, un sistema con hipótesis no “privilegiadas” - un verdadero sistema de “mentes abiertas” - no debería ser alterado por tales demostraciones. Observando la interacción de los objetos, los niños menores de un año de edad distinguen entre eventos causales de los eventos no-causales que tengan similares propiedades espacio-temporal; ellos distinguen objetos que se mueven solamente cuando son propulsados de los que actúan con movimiento propio (distinción entre objetos animados/inanimados), ellos asumen que el movimiento de propulsión propia de los objetos animados es causada por un estado interno invisible - metas e intencionalidad - cuya presencia debe ser inferida desde estados internos que no pueden ser vistos (Baron-Cohen, 1995; Leslie 1988, 1994). Niños de uno a dos años tienen un sistema bien desarrollado de “lectura mental”, que usa la dirección del ojo y el movimiento para inferir lo que otras personas quieren, saben y creen (Baron-Cohen, 1995). (Cuando este sistema está dañado, como en el autismo, el niño no puede inferir lo que otros desean). Cuando un

adulto pronuncia una palabra como un sonido mientras señala un nuevo objeto, los niños de uno a dos años asumen que la palabra se refiere al objeto completo en vez de a una de sus partes (Markman, 1989).

Sin estas hipótesis privilegiadas – sobre rostros, objetos, causalidad física, otras mentes, significados de palabras y otros – un niño en desarrollo podría aprender muy poco sobre su medio ambiente. Por ejemplo, un niño con autismo que tiene un CI normal y sistemas perceptivos intactos, es incapaz de hacer simples inferencias sobre estados mentales (Baron-Cohen, 1995). Niños con el Síndrome de Williams que son profundamente retardados y tienen dificultades de aprendizaje aún con tareas espaciales muy simples, son buenos para inferir otros estados mentales en las personas. Algunos de sus mecanismos de razonamiento están dañados pero su sistema de “lectura mental” está intacto.

Diferentes problemas requieren diferentes “torpedos”. Por ejemplo, el conocimiento sobre las intenciones, creencias y deseos, que permiten inferir el comportamiento de las personas será engañoso si se aplica a los objetos inanimados. Dos máquinas son mejores que una cuando el “torpedo” que ayuda a resolver un problema en un dominio, es engañoso en otro. Esto sugiere que muchos mecanismos computacionales evolucionados serán “dominio-específicos” y serán activados en algunos dominios pero no en otros. Algunos de éstos contendrán métodos racionales, pero otros tendrán una metodología de inferencia que no responde a una forma lógica sino a un “procedimientos de contenido tipo”, que trabajan bien dentro de una estructura ecológica estable de un dominio en particular aún cuando ellos guíen a inferencias falsas o contradictorias si fueron modificadas fuera del dominio.

Mientras un sistema más “torpedos” tiene, más problemas puede resolver. Un cerebro equipado con una multiplicidad de procesadores especializados en inferencia será capaz de generar un sofisticado comportamiento capaz de sintonizar finamente con su medio ambiente. En este caso, la flexibilidad y fuerza, a menudo atribuidas a algoritmos “contenido-independientes” es ilusoria. En todo caso, un sistema rico en contenidos será capaz de inferir más que un sistema pobre en contenidos.

Procesadores limitados a ejecutar la regla de Bayes, modus ponens y otros procedimientos “racionales” que han derivado de las matemáticas o la lógica son computacionalmente débiles comparados con el sistema descrito más arriba (Tooby y Cosmides, 1992). Las teorías de racionalidad que las caracteriza están “libres del medio ambiente” – ellas fueron diseñadas para producir inferencias válidas en *todos* los dominios. Pueden ser aplicadas a una amplia variedad de ellos, sin embargo, debido solamente a la falta de cierta información podrían ser útiles en un dominio pero no en otro. No teniendo “torpedos” es poco lo que se puede deducir sobre un dominio; no teniendo hipótesis privilegiadas, es poco lo que ellas pueden deducir antes que su operación sea convertida en una explosión de combinaciones. La diferencia entre los métodos de “dominio-específico” y los de “dominio-independiente” es semejante a la diferencia entre expertos y novatos: los expertos pueden resolver problemas más rápida y eficientemente que los novatos, debido a que ya conocen mucho acerca del dominio del problema.

La visión de la mente de William James, que fue ignorada por gran parte del siglo XX, está siendo reivindicada hoy día. Ahora hay evidencia de la existencia de circuitos que están especializados para razonar sobre objetos, causalidad física, números, mundo biológico, creencias y motivaciones en forma individual o en interacciones sociales (Hirschfeld y Gelman, 1994). Ahora es conocido que los mecanismos de aprendizaje que gobiernan la adquisición del lenguaje son diferentes de aquellos que gobiernan la adquisición de la aversión a ciertas comidas y ambos son diferentes a los mecanismos que gobiernan la adquisición de la fobia a las serpientes (Gercía, 1990; Pinker, 1994; Mineka y Cooke, 1985). Ejemplos abundan.

A menudo se piensa en los “instintos” como el polo opuesto de “razonamiento” y “aprendizaje”. El *Homo sapiens* es considerado como un “animal racional”, una especie cuyos instintos, obviados por la cultura, fueron borrados por la evolución. Pero los circuitos del razonamiento y los circuitos del aprendizaje discutidos anteriormente tienen las siguientes cinco propiedades: (1) están completamente estructurados para resolver un tipo específico de problemas adaptativos, (2) se desarrollan como pruebas fidedignas en todos los seres humanos normales, (3) se desarrollan sin esfuerzo consciente y en ausencia de cualquier instrucción formal. (4) son aplicados sin conciencia de su lógica subyacente y (5) son distintos de aptitudes más generales para procesar información o comportarse inteligentemente. En otras palabras, dichos circuitos tienen el sello de lo que se piensa usualmente como “instinto” (Pinker, 1994). De hecho, uno puede pensar en estos sistemas computacionales de propósito especial como instintos del razonamiento e instintos de aprendizaje. Ellos hacen cierto tipo de inferencias, que a nosotros los humanos nos parecen tan fáciles, rápidas y “naturales”, tanto como una araña hila una telaraña o una hormiga establece su posición en un desierto.

Los estudiantes a menudo preguntan si el comportamiento fue causado por “instinto” o por “aprendizaje”. Una mejor pregunta podría ser “¿qué instintos causan el aprendizaje?”

### **Principio 5. Nuestros cráneos modernos están habitados por una mente de la edad de piedra.**

En la selección natural, el proceso que diseñó nuestro cerebro toma un largo tiempo para diseñar un circuito de alguna complejidad. El tiempo que toma construir circuitos que son adecuados para un determinado medio ambiente es tan lento que es difícil aún de imaginarlo – es como una piedra que ha sido esculpida por la arena soplada por el viento. Aún cambios relativamente simples pueden tomar cientos de miles de años.

El medio ambiente en el que los humanos – y, por lo tanto, las mentes humanas – evolucionaron, fue muy diferente de nuestro medio ambiente moderno. Nuestros ancestros pasaron más del 99% de la historia de la vida evolutiva de nuestra especie viviendo en sociedades de cazadores-recolectores. Esto significa que nuestros antepasados vivieron en pequeñas bandas nómadas de muy pocas docenas de individuos, quienes obtenían la alimentación de cada día recolectando plantas o cazando animales. Cada uno de nuestros ancestros estuvo, en efecto, en un paseo campestre de una vida entera y esta forma de vida duró gran parte de estos últimos 10 millones de años.



Generación tras generación, por 10 millones de años, la selección natural esculpió lentamente el cerebro humano, favoreciendo un conjunto de circuitos que eran buenos para resolver los problemas del día a día de nuestros ancestros cazadores-recolectores, problemas de cómo encontrar pareja para el apareamiento, cazar animales, recolectar plantas comestibles, negociar con los amigos, defenderse de una agresión, criar a los niños, elegir un buen hábitat, etc. Aquellos cuyos circuitos fueron mejor diseñados para resolver estos problemas dejaron más niños y nosotros somos descendiente de ellos.

Nuestra especie vivió como cazadores-recolectores por un tiempo 1000 veces más largo que ninguna otra. El mundo que parece tan familiar para usted y para mí, un mundo con calles, escuelas, tiendas de comida, fábricas, granjas y estados-naciones ha durado solamente un “abrir y cerrar de ojos” si se compara con nuestra historia evolutiva completa. La edad del computador es solamente un poco mayor que el típico estudiante universitario y la revolución industrial tiene escasos 200 años. La agricultura apareció en la tierra sólo hace 10.000 años y no fue hasta alrededor de 5.000 años atrás, que la mitad de la población humana se ocupó en esta actividad en vez de cazar y recolectar. La selección natural es un proceso lento y no ha habido suficientes generaciones para diseñar circuitos que estén bien adaptados a nuestra vida post-industrial.

En otras palabras, nuestros cráneos modernos están habitados por una mente de la edad de piedra. La clave para entender cómo trabaja la mente moderna es considerar que los circuitos no fueron diseñados para resolver los problemas del día a día de un americano moderno - ellos fueron diseñados para resolver los problemas del día a día de nuestros ancestros cazadores-recolectores. Las prioridades de la edad de piedra produjeron un cerebro mucho mejor para resolver algunos problemas que otros. Por ejemplo, es más fácil para nosotros tratar con grupos pequeños de personas, grupos del tamaño de las bandas de los cazadores-recolectores, que con multitudes de miles; es más fácil para nosotros aprender a temer a las serpientes que a los enchufes eléctricos, aún cuando los enchufes eléctricos representan una mayor amenaza que las serpientes en gran parte de las comunidades americanas. En muchos casos, nuestro cerebro es mejor para resolver la clase de problemas que nuestros ancestros enfrentaban en la sabana africana que, para resolver las tareas más cotidianas que enfrentamos en la sala de clases o en una ciudad moderna. Al decir que nuestro moderno cerebro habita en una mente de la edad de piedra, no significa que nuestras mentes no sean sofisticadas. Todo lo contrario: son sofisticados computadores, cuyos circuitos están elegantemente diseñados para resolver el tipo de problema que nuestros ancestros enfrentaban rutinariamente.

Un componente necesario (aunque insuficiente) de cualquier explicación del comportamiento - moderno o de cualquier otro - es una descripción del diseño de la maquinaria computacional que lo genera. El comportamiento en el *presente* es generado por mecanismos de procesamiento de la información que existen porque resolvieron problemas adaptativos en el *pasado* - en los ambientes ancestrales en los cuales la línea humana evolucionó.

Por esta razón, la psicología evolutiva está inexorablemente orientada al pasado. Los mecanismos cognitivos que existen porque resolvieron problemas eficientemente en el

pasado, no generarán necesariamente un comportamiento adaptativo en el presente. Efectivamente, la psicología evolutiva rechaza la idea de que se ha “explicado” un patrón de comportamiento, mostrando que promueve su “aptitud” (fitness) en las condiciones modernas (para artículos de ambos lados de la controversia, vea respuestas en la misma revista de Symons, 1990 y Tooby y Cosmides, 1990).

Aunque se piensa que la línea de los homínidos ha evolucionado en la sabana africana, el Ambiente de la Adaptación Evolutiva o AAE no corresponde a un lugar o a un tiempo. Es la estadística compuesta por la presión selectiva que generó el diseño de una adaptación. Así, el AAE para una adaptación puede ser diferente para un caso que para otro. Las condiciones de la iluminación terrestre, la cual forma parte del AAE, para el ojo de los vertebrados permaneció relativamente constante por cientos de millones de años (hasta la invención del bulbo incandescente); por el contrario, el AAE que selecciona los mecanismos que generan machos humanos que se hacen cargo de su descendencia - situación que se aparta del patrón típico de los mamíferos - parece tener solamente dos millones de años.

\* \* \*

Los Cinco Principios son herramientas para pensar sobre psicología, las cuales pueden ser aplicadas a cualquier tópico: sexo y sexualidad, cómo y porque la gente coopera, si la gente es racional, como los bebés ven el mundo, conformidad, agresión, oído, visión, dormir, comer, hipnosis, esquizofrenia, etc. Estos proporcionan un marco que vincula áreas de estudio y evita ahogarse en particularidades. Cada vez que usted trata de entender algún aspecto del comportamiento humano, se estimula a hacerse las siguientes preguntas fundamentales.

- 1.- ¿Dónde están en el cerebro los circuitos relevantes y como trabajan físicamente?
- 2.- ¿Qué tipo de información es procesada en estos circuitos?
- 3.- ¿Qué programas de procesamiento de la información contienen estos circuitos?
- 4.- ¿Qué logros querían alcanzar con el diseño de estos circuitos? (en el contexto de cazadores-recolectores)?

Ahora que hemos entregado esta aclaración preliminar es tiempo de explicar el marco teórico de donde derivan estos cinco principios - y otros fundamentos de la psicología evolutiva.

## **Entendiendo el diseño de los organismos**

### **La lógica adaptacionista y la psicología evolutiva**

*Explicaciones filogenéticas versus explicaciones adaptacionistas.* La meta de la teoría de Darwin fue explicar el diseño fenotípico. ¿Porqué los picos de los pinzones difieren desde una generación a la siguiente? ¿Porqué los animales gastan energía atrayendo parejas para aparearse en vez de utilizarla en sobrevivir? ¿Porqué las expresiones faciales humanas para una determinada emoción son similares a las encontradas en otros primates?

Dos de los principios evolutivos más importantes que dan cuenta de las características de los animales son (1) la descendencia común y (2) la adaptación impulsada por la selección natural. Si todos estamos relacionados, unos con otros y con todas las otras especies, en virtud del descendiente común se pueden esperar encontrar similitudes entre los humanos y sus más cercanos parientes primates. La **aproximación filogenética** tiene una larga historia en la psicología: impulsa la búsqueda de la continuidad filogenética definida por la herencia de características homólogas de ancestros comunes.

Un **enfoque adaptacionista** de la psicología lleva a la búsqueda del diseño adaptativo que usualmente trae consigo el examen de las habilidades mentales diferenciadas en nichos únicos de las especies que son investigadas. En 1966, el libro de George Williams "*Adaptación y Selección Natural*" clarifica la lógica del adaptacionismo. Este trabajo estableció los fundamentos de la psicología evolutiva moderna. La psicología evolutiva puede ser vista como la aplicación de la lógica adaptacionista al estudio de la arquitectura de la mente humana.

*¿Por qué estructura refleja función?* En la biología evolutiva hay diferentes niveles de explicación que son complementarios y compatibles mutuamente. La explicación a un nivel (función adaptativa) no impide o invalida las explicaciones a otro (neural, cognitiva, social, cultural, económica). La psicología evolutiva usa la teoría de la función adaptativa para guiar sus investigaciones sobre las estructuras fenotípicas. ¿Por qué esto es posible?

El proceso evolutivo tiene dos componentes: azar y selección natural. Solamente, la selección natural es el componente del proceso evolutivo que puede introducir una compleja organización funcional en el fenotipo de las especies (Dawkins, 1986; Williams, 1966).

La función del cerebro es generar un comportamiento que sea adecuado a la información entregada a los organismos por el medio ambiente. Es por lo tanto, un mecanismo de procesamiento de la información. Los neurocientíficos estudian la estructura física y los psicólogos cognitivos estudian los programas de procesamiento de la información efectuados por esa estructura. Hay sin embargo otro nivel de explicación - un nivel funcional. En los sistemas evolutivos, la forma sigue a la función. La estructura física está ahí porque contiene un grupo de programas y los programas están ahí porque ellos resolvieron un problema particular en el pasado. El nivel funcional de explicación es esencial para entender como la selección natural diseña a los organismos.

La estructura fenotípica de un organismo puede ser pensada como una colección de "características del diseño" - microprocesadores, tal como los componentes funcionales del ojo o del hígado. Durante el tiempo de la evolución, nuevas características de diseño son agregadas o descartadas del diseño de la especie debido a sus consecuencias. Una característica diseñada causará su propia propagación sobre las generaciones siguientes si tiene como consecuencia resolver problemas adaptativos: problemas recurrentes a través de generaciones cuya solución promueve la reproducción como la detección de predadores o eliminar venenos a través de la desintoxicación. Si una retina más sensible, que aparece en uno o unos pocos individuos por mutación al azar, permite que los

predadores sean detectados más rápidamente, los individuos que tienen la retina más sensible producirán descendencia a una tasa mayor que aquellos que no la tienen. Favoreciendo la reproducción de sus portadores, la retina más sensible promueve por sí misma su propagación sobre las generaciones, hasta eventualmente reemplazar el primer modelo de retina y convertirse en una característica universal de diseño de la especie.

Por lo tanto la selección natural es un proceso de retroalimentación que “escoge” entre diseños alternativos en base a lo **bien que funcionan**. Es un proceso de escalamiento, en el cual las características de un diseño que resuelven bien un problema adaptativo puede ser eliminado en la competencia con un nuevo diseño que lo resuelve mejor. Este proceso ha producido máquinas biológicas exquisitamente ingenieriles – el ojo de los vertebrados, los pigmentos fotosintéticos, eficientes algoritmos para obtener de alimentos, sistemas de color constante - cuyo desempeño aún no ha tenido como rival una máquina diseñada por humanos.

Al seleccionar diseños en base a lo bien que resuelven problemas adaptativos, este proceso requiere una estrecha relación ingenieril entre la función de un diseño y su estructura. Para entender la relación causal, los biólogos debieron desarrollar un vocabulario teórico que distinga, entre estructura y función. En la biología evolutiva las explicaciones a que se refieren a la estructura de un mecanismo son algunas veces llamadas “próximas”(proximate). Cuando son aplicadas a la psicología estas pueden incluir explicaciones que se centren en la genética, bioquímica, fisiología, desarrollo cognitivo, social y todas las otras causas inmediatas del comportamiento. Explicaciones que apelan a la función adaptativa de un mecanismo son a veces llamadas “últimas” (ultimate) debido a que ellas se refieren a causas que operaron sobre el “tiempo de evolución” (evolutionary time).

*El conocimiento de la función adaptativa es necesario para detallar la naturaleza de las conexiones.* El fenotipo de un organismo puede ser dividido en adaptaciones, que están presentes como sub-productos acoplados a rasgos que fueron seleccionados (por ejemplo, la blancura de los huesos) y el ruido de fondo, el cual fue incorporado como un componente estocástico de la evolución. Como otros procesadores, define solo aproximadamente aspectos que encajan juntos en un sistema funcional: la mayoría de las descripciones del sistema no capturarán sus propiedades funcionales.

Desafortunadamente, algunos han malinterpretado la tesis bien fundamentada de que la selección natural crea una organización funcional, sosteniéndola con la tesis, obviamente falsa, de que todas las características de los organismos son funcionales – premisa que ningún biólogo evolutivo sensato jamás mantendría. Además no todo el comportamiento desarrollado por los organismos es adaptativo. El gusto por lo dulce puede haber sido adaptativo en ambientes ancestrales donde los frutos ricos en vitaminas eran escasos, pero puede ser un comportamiento mal adaptativo en ambientes modernos con abundantes restaurantes de comida rápida. Más aún, cuando un mecanismo de procesamiento de la información ya existe, éste se puede desplegar a actividades que no están relacionadas con su función original – debido a que tenemos evolucionados mecanismos que permiten la adquisición del lenguaje, podemos aprender a escribir. Pero este mecanismo de aprendizaje no fue seleccionado.

**Evidencia del diseño.** Las adaptaciones son máquinas de resolver problemas y pueden ser identificadas usando los mismos estándares de evidencia que uno debería usar para reconocer una máquina hecha por humanos, la evidencia del diseño. Uno puede identificar una máquina como una TV en vez de un horno por encontrar evidencia de un complejo diseño funcional: mostrando, por ejemplo que tiene muchas características de acuerdo al diseño (antenas, tubo de rayos catódicos, etc.) que están completamente especializadas para recibir ondas de TV y transformarlas en un mapa a color de unidades básicas de información (una configuración que no resulta sólo por azar), mientras que su diseño no tiene características que la harían cocinar. El diseño funcional complejo es también la marca típica de las máquinas adaptativas. Uno puede identificar un aspecto del fenotipo como una adaptación si muestra que (1) tiene muchas características del diseño que están especializadas complejamente para resolver problemas adaptativos, (2) es poco probable que estas propiedades fenotípicas son poco probable hayan surgido sólo por el azar, (3) no están mejor explicadas que como sub-producto de mecanismos diseñados para resolver algún problema adaptativo alternativo. Encontrando que un elemento arquitectónico resuelve un problema adaptativo “con seguridad, eficiencia y economía”, es evidencia a primera vista que se ha localizado una adaptación (Williams, 1966).

La evidencia del diseño es importante no sólo para explicar porque un conocido mecanismo existe, sino también para descubrir nuevos mecanismos, algunos que nadie ha pensado en observar. La psicología evolutiva también usa teorías heurísticas de funciones adaptativas para llevar sus investigaciones sobre el diseño fenotípico.

Aquellos que estudian las especies desde una perspectiva adaptacionista adoptan la postura de un ingeniero. Discutiendo el sonar de los murciélagos, por ejemplo, Dawkins (1986) procede como sigue: “... Empezaré por plantear un problema que las máquinas vivas resuelven, entonces consideraré las posibles soluciones al problema que un ingeniero podría considerar y finalmente llegaría a la solución que la naturaleza ya ha adoptado”. Los ingenieros establecen los problemas que quieren resolver y luego diseñan máquinas que son capaces de resolver estos problemas de una manera eficiente. Los biólogos evolutivos presentan los problemas adaptativos que tuvo una especie dada durante su historia evolutiva y entonces se preguntan “¿Cómo sería capaz de resolver bien estos problemas bajo condiciones ancestrales?”. Frente a este planteamiento, empíricamente exploran las características del diseño de las máquinas evolucionadas, que tomadas en su conjunto conforman un organismo. Definiciones de problemas adaptativos no hacen, de seguro, únicamente especificar el diseño de los mecanismos que los resuelven. Porque hay a menudo múltiples formas para alcanzar una solución, son necesarios estudios empíricos para decidir “cuál es el que la naturaleza ha adoptado”. Pero mientras más precisamente se pueda definir como información adaptativa - procesamiento del problema - la meta del procesamiento - más claramente se puede ver que mecanismos serían capaces de producir la solución que se está buscando. Esta estrategia de investigación ha dominado el estudio de la visión por ejemplo, de tal forma que ahora es común pensar en el sistema visual como una colección de mecanismos computacionales integrados funcionalmente, cada uno especializado para resolver un problema diferente en el análisis de la escena - juzgando la profundidad, detectando el movimiento, analizando la forma de la sombra, etc. En nuestra

propia investigación hemos aplicado esta estrategia al estudio del razonamiento social, (ver más abajo).

Para comprender totalmente el concepto de la evidencia del diseño, necesitamos considerar como un adaptacionista piensa sobre la naturaleza y la cultura.

## **Naturaleza y cultura. Una perspectiva adaptacionista**

Debates sobre la relativa contribución de la naturaleza y la cultura (nature/nurture) en la psicología han estado entre los más discutidos. Las premisas en que se fundamentan estos debates son débiles, pero todavía éstas están tan profundamente arraigadas que mucha gente tiene dificultad para ver que hay otras formas de pensar sobre estos temas.

La psicología evolutiva no es solamente otra oscilación del péndulo de la naturaleza/cultura. Una definición característica de este campo, es el rechazo explícito de la usual dicotomía - instinto vs. razonamiento; innato vs. aprendido, biológico vs. cultural. ¿Qué efecto tendrá el medio ambiente en un organismo que depende exclusivamente de los detalles de su evolucionada arquitectura cognitiva? Por esta razón, teorías “ambientalistas” coherentes del comportamiento humano hacen una reivindicación “nativista” sobre la forma exacta de nuestros mecanismos psicológicos evolucionados. Para un psicólogo evolutivo, la cuestión científica real concierne al diseño, naturaleza y número de estos mecanismos evolucionados, no a “la biología versus la cultura” u otras oposiciones mal planteadas.

Hay varios temas relativos al asunto “naturaleza-cultura” que generalmente se confunden. Pongamos éstos aparte para analizarlos separadamente, debido a que algunos no son problemáticos, mientras que otros sí lo son.

*Enfoque en la arquitectura.* En cierto nivel de abstracción cada especie tiene una arquitectura evolucionada universal. Por ejemplo, se puede abrir cualquier página del texto médico *Gray's Anatomy* y encontrar el diseño de esta evolucionada arquitectura hasta el último detalle - no solamente indica que todos tenemos un corazón, dos pulmones, un estómago, intestinos, etc. sino el libro describe la anatomía humana bajo la particularidad de las conexiones nerviosas. Esto no quiere decir que no hay una individualidad bioquímica: dos estómagos no son exactamente iguales - varían en sus propiedades cuantitativas, como tamaño, forma y cuanto HCl producen. Pero todos los humanos tienen estómago y todos ellos tienen el mismo **diseño funcional** básico - cada estómago está ligado, por un lado al final de un esófago y por el otro al intestino delgado, cada uno secreta las mismas sustancias químicas necesaria para la digestión, etc. Presumiblemente lo mismo es cierto para el cerebro y por lo tanto, de la evolucionada arquitectura de nuestros programas cognitivos - de los mecanismos que procesan la información que genera el comportamiento. La psicología evolutiva busca caracterizar la **arquitectura especie-típica** universal de estos mecanismos.

La arquitectura cognitiva al igual que todos los aspectos del fenotipo desde los molares hasta los circuitos de la memoria es el producto de la interacción conjunta de los genes y el

medio ambiente. El desarrollo de la arquitectura es regulado contra la ofensiva de ambos, genética y ambiente, de tal forma que se **desarrolla de manera fidedigna** a través del rango normal de los ambientes (ancestrales) humanos. La psicología evolutiva no asume que los genes juegan un rol más importante en el desarrollo que el medio ambiente o que “factores innatos” son más importantes que el aprendizaje. Por el contrario la psicología evolutiva rechaza estas dicotomías como mal concebidas.

*La psicología evolutiva no es genética del comportamiento.* Genetistas del comportamiento están interesados en el grado en que las diferencias entre las personas en un dado ambiente corresponden a diferencias en sus genes. La psicología evolutiva está interesada en las diferencias individuales solamente si estas son las manifestaciones de una arquitectura compartida por todos los seres humanos. Debido a que la base genética es universal y típica de la especie, la heredabilidad de adaptaciones complejas (del ojo, por ejemplo) es usualmente baja, no alta. Más aún, la recombinación sexual obliga al diseño de sistemas genéticos, de forma que la base genética de cualquier adaptación compleja (tal como un mecanismo cognitivo) debe ser universal y especie-típica. (Tooby y Cosmides, 1990b). Esto significa que la base genética para la arquitectura cognitiva humana es universal, creando lo que algunas veces se denomina “**la unidad síquica de la humanidad**”. La genética, mezcla de meiosis y recombinación sexual puede causar que los individuos difieran ligeramente en propiedades cuantitativas lo que no transforma el funcionamiento de las adaptaciones complejas. Pero dos individuos no difieren en personalidad o morfología porque uno tiene la base genética para una adaptación compleja y al otro le falta. El mismo principio se aplica a las poblaciones humanas: dada esta perspectiva, no hay algo así como “raza”.

En efecto, la psicología evolutiva y el comportamiento genético están sujetos a dos preguntas radicalmente diferentes:

1. ¿Cuál es la evolucionada arquitectura universal que todos compartimos como seres humanos? (psicología evolutiva).
2. Dada una gran población de personas en un medio ambiente específico, ¿Qué grado de diferencias pueden existir entre estas personas tomando en cuenta las diferencias en sus genes? (comportamiento genético)

La segunda pregunta es usualmente contestada considerando un coeficiente de heredabilidad basado en estudios de gemelos idénticos (por ejemplo). “¿Qué contribuye mas a la miopía, los genes o el medio ambiente?” (una ilustración de la segunda pregunta), no tiene una respuesta fija: la “heredabilidad” de un rasgo puede variar de un lugar a otro, precisamente porque el ambiente afecta el desarrollo.

Un coeficiente de heredabilidad mide fuentes de *varianza en una población* (por ejemplo, en un bosque de robles hasta que punto existen diferencias en altura correlacionadas con diferencias de luz solar, ¿todos son iguales?). No dice nada sobre que causó el desarrollo de un *individuo*. Digamos que en un bosque de robles el 80% de la varianza para la altura es causado por la variación de sus genes. Esto no quiere decir que la altura del roble en un jardín es “80% genético”. (¿Qué podría significar esto? ¿Qué en un patio, los genes

contribuyeron más para la altura de los robles que la luz solar? ¿Qué porcentaje de la altura fue causada por el N del suelo? ¿Por la lluvia? ¿Por la presión parcial del CO<sub>2</sub>?). Cuando son aplicados a un individuo estos porcentajes no tienen significancia porque todos estos factores son necesarios para el crecimiento de un árbol. Elimine cualquiera y la altura será cero.

**Producto conjunto de los genes y el medio ambiente:** Confundir individuos con poblaciones ha llevado a mucha gente a definir “la” cuestión naturaleza-cultura de la siguiente forma: ¿Qué es más importante determinar en un fenotipo de un organismo (individual), sus genes o su medio ambiente?

Cualquier biólogo sabe que es una pregunta sin significado. *Cada aspecto del fenotipo de un organismo es el producto conjunto de sus genes y su medio ambiente.* Preguntar cuál de ellos es más importante es lo mismo que preguntar ¿Qué es más importante para determinar el área de un rectángulo, el ancho o el largo? ¿Qué es más importante en causar que un auto se traslade, el motor o la gasolina? Los genes permiten que el medio ambiente influya en el desarrollo de los fenotipos.

Sin duda, los mecanismos de desarrollo de muchos organismos fueron diseñados por la selección natural para producir diferentes fenotipos en diferentes medios ambientes. Ciertos peces pueden cambiar de sexo, por ejemplo, el pez cabeza azul vive en grupos sociales que consisten en un macho y muchas hembras. Si el macho muere, la hembra mayor se convierte en un macho. El pez cabeza azul está diseñado para cambiar de sexo como respuesta a una señal social – la presencia o ausencia de un macho.

Con un mapa de las causas de los mecanismos del desarrollo de las especies, usted puede cambiar el fenotipo que se desarrolla cambiando el medio ambiente. Imagine plantando una semilla de la planta hoja de flecha (arrowleaf) en el agua y una semilla idéntica en un suelo seco. Aquella que está en el agua debería desarrollar amplias hojas y aquella en un suelo seco debería desarrollar hojas angostas. Respondiendo a las características del ambiente la variación es parte del diseño evolutivo de las especies. Pero esto no quiere decir que precisamente cualquier aspecto del medio ambiente pueda afectar el ancho de las hojas de una hoja de flecha. Leerle poesía no afecta el ancho de las hojas. Por la misma razón, no significa que es fácil llevar las hojas a crecer en cualquier forma: fuera de cortadas con un par de tijeras, es probablemente muy difícil que las hojas crezcan en forma de la nave espacial Enterprise.

La gente tiende a ser mística sobre los genes, los trata como “esencias” que inevitablemente dan lugar a un comportamiento, independientemente del medio ambiente en que se han expresado. Pero los genes son simplemente elementos reguladores, moléculas que adaptan el medio que los rodea en un organismo. No hay nada mágico en el proceso: El DNA es transcrito en RNA, dentro de las células, en los ribosomas, el RNA es transformado en proteínas – las enzimas – que regulan el desarrollo. No hay ningún aspecto del fenotipo que no pueda ser influenciado por alguna manipulación del medio ambiente. Solo depende de cuán ingenioso o invasivo usted quiera ser. Si usted deja caer un cigoto humano (un huevo humano fertilizado) en nitrógeno líquido, no se desarrollará



un niño. Si usted fuera a disparar electrones en los ribosomas del cigoto justo en la forma adecuada, podría influenciar el camino a través del cual el RNA es transformado en proteínas. Si usted continúa haciendo esto podría, en principio, causar que un cigoto humano se desarrolle como una sandía o una ballena. Aquí no hay nada mágico, solamente causalidad.

*¿Presente al nacer?* A veces la gente piensa que mostrar que un aspecto del fenotipo es parte de nuestra arquitectura evolucionada debe demostrar que está presente desde el nacimiento. Pero esto es confundir el “estado inicial” del organismo con su arquitectura evolucionada. Los niños no tienen dientes al nacer – ellos los desarrollan bastante después del nacimiento. Pero esto no quiere decir que ellos “aprenden” a tener dientes. ¿Qué sobre los pechos? ¿Las barbas? Se espera que los organismos tengan mecanismos que estén adaptados a su particular estado de vida (considerar la “ascidia”) - después de todo, los problemas adaptativos que enfrenta un niño son diferentes de aquellos que enfrenta en la adolescencia.

Esta concepción equivocada frecuentemente lleva a argumentos mal orientados. Por ejemplo, la gente piensa que si pueden mostrar que existe información en la cultura que refleja cómo se comporta la gente, entonces esa es la causa de su comportamiento. Así, si ven que un hombre en la TV tiene dificultades para llorar cuando tiene problemas, asumen que su ejemplo es el causante de que los muchachos tengan miedo a llorar. Pero ¿cuál es la causa y cuál es el efecto? El hecho que el hombre no llore mucho en la TV enseña a los muchachos a no llorar o simplemente refleja la manera que los muchachos se desarrollan normalmente? En la ausencia de investigación en este particular tópico no hay forma de saberlo. (Para ver esto solo pienso que fácil sería argumentar que las jóvenes aprenden a tener pechos. Considere la presión de sus pares durante la adolescencia ¡para que los tengan! ¡los ejemplos en la TV de glamorosas modelos! - toda la cultura refuerza la idea que las mujeres deberían tener pechos, por lo tanto las jóvenes adolescentes aprenden a desarrollar sus senos.)

En realidad, un aspecto de nuestra arquitectura evolucionada puede, en principio, madurar en cualquier punto en el ciclo de vida y esto se aplica a los programas cognitivos de nuestro cerebro tanto más como a otros aspectos de nuestro fenotipo.

*¿Es el dominio-específico políticamente incorrecto?* Algunas veces la gente favorece la opinión que todo es “aprendido” – lo cual, para ellos significa “aprendido vía circuitos de propósito general” – porque piensan que sostienen ideales democráticos e igualitarios. Piensan que esto considera que cada uno puede lograr el “sueño americano”. Pero la opinión de que cada uno puede lograr o ser lo que quiera conlleva igual base cuando nuestros circuitos son especializados o generales. Cuando hablamos sobre la arquitectura evolucionada de una especie, hablamos sobre algo que es universal y típico de la especie en cuestión – algo que todos nosotros tenemos. Esto es porque la cuestión de la especialización no tiene nada que ver con “ideales democráticos e igualitarios” – todos tenemos la misma dotación biológica básica, ya sea en la forma de mecanismos de propósito general o de propósito especial. Si todos tenemos “un dispositivo de adquisición de lenguaje” de propósito especial, por ejemplo (Pinker, 1994), estamos todos en “igual

pie" cuando procede aprender el lenguaje tal como sería si lo hubiéramos aprendido a través de circuitos de propósito general.

**"Innato" no es el opuesto de "aprendido"** Para la psicología evolutiva la cuestión nunca es "aprendizaje" versus "innato" o "aprendizaje" versus "instinto". El cerebro debe tener un cierto tipo de estructura para aprender cualquier cosa - después de todo, tres libras de harina de avena no aprenden, pero tres libras de cerebro si lo hacen. Si se piensa como un ingeniero esto quedará claro. Para aprender deben existir ciertos mecanismos que determinan que esto ocurra. El aprendizaje no puede ocurrir en ausencia de un mecanismo que lo cause, el mecanismo que lo causa debe ser el mismo no aprendido - debe ser "innato". Ciertos mecanismos de aprendizaje deben ser, por lo tanto, aspectos de nuestra arquitectura evolucionada que se desarrolla en forma fidedigna a través de los tipos de variaciones medio ambientales que los humanos encuentran durante su historia evolutiva. Debemos, en cierto sentido tener lo que se puede pensar como "mecanismos innatos de aprendizaje" o "instintos de aprendizaje". La pregunta interesante es ¿qué son los programas no aprendidos? ¿Están ellos especializados para aprender un tipo particular de cosas, o están diseñados para resolver problemas más generales? Esto nos lleva atrás al Principio 4.

**Especializado o de propósito general?** Una de las pocas cuestiones naturaleza/cultura genuinas es hasta que punto un mecanismo está especializado para desarrollar un determinado resultado. La mayoría de las dicotomías naturaleza/cultura desaparecen cuando se entiende más acerca de la biología del desarrollo, pero este no es el caso. Para la psicología evolutiva, la pregunta importante es: ¿Cuál es la naturaleza de nuestro programa cognitivo evolucionado universal, típico de la especie? ¿Qué tipo de circuitos tenemos en realidad?

El debate sobre la adquisición del lenguaje lleva esta cuestión a un enfoque definido: ¿Los programas cognitivos de propósito general permiten a los niños aprender el lenguaje? o ¿es el lenguaje aprendido por determinados programas que están especializados en ejecutar esta tarea? Esto no puede ser respondido *a priori*. Es una cuestión empírica y los datos recolectados hasta ahora sugieren lo último (Pinker, 1994).

Para cualquier comportamiento dado que se observe, hay tres posibilidades:

1. Es el producto de programas propósito general (si estos existen),
2. Es el producto de programas cognitivos que están especializados para producir ese comportamiento, o
3. Es el sub-producto de programas cognitivos especializados que evolucionaron para resolver un problema diferente. (Escribir, que es una invención cultural reciente, es un ejemplo de esto último).

**Más naturaleza permite más cultura.** No hay una relación de suma y resta cero entre "naturaleza" y "cultura". Para la psicología evolutiva "aprendizaje" no es una explicación es un fenómeno *que requiere explicación*. El aprendizaje está determinado por mecanismos

cognitivos y para entender como ocurre, se necesita conocer la estructura computacional de los mecanismos que lo causan. Cuánto más rica la estructura de estos mecanismos, mas organismos serán capaces de aprender – los niños pueden aprender inglés, mientras que el elefante (con gran cerebro) ni el perro de la familia no pueden, porque la arquitectura cognitiva de los humanos contiene mecanismos que no están presentes en la de los elefantes o perros. Por otra parte, el “aprendizaje” es un fenómeno unitario: los mecanismos que determinan la adquisición de la gramática, por ejemplo, son diferentes de aquellos que causan la adquisición de la fobia a las serpientes. (Lo mismo sucede con el “razonamiento”)

*Qué no es la psicología evolutiva.* Por todas las razones discutidas anteriormente, la psicología evolutiva espera encontrar que la mente humana contiene un gran número de mecanismos procesadores de información que son dominio-específicos y funcionalmente especializados. La propuesta de dominio-especificidad de muchos de estos mecanismos separa la psicología evolutiva desde otras ramas de la psicología que asumen que la mente está compuesta por un pequeño número de dominios generales, contenido-independientes, mecanismos de “propósito general” – el Modelo Estándar de la Ciencia Social.

Esto también separa la psicología evolutiva de aquellas interpretaciones de la evolución del comportamiento humano en las cuales se asume (usualmente implícito) que la “máxima-conveniencia” es una meta representada mentalmente (aunque no conscientemente), y que la mente está compuesta de mecanismos de dominio general que pueden “descifrar” lo que se considera como comportamiento de máxima conveniencia en cualquier ambiente, aun con nuevas evoluciones (Cosmides y Tooby, 1987; Symons 1987, 1992). La mayoría del conocimiento de los psicólogos evolutivos conocen la flexibilidad multipropósito del pensamiento humano y la acción, pero creen que esto es causado por la arquitectura cognitiva que contiene un gran número de evolucionados “sistemas expertos”.

## **Instintos razonadores: Un ejemplo**

En algunas de nuestras propias investigaciones hemos estado explorando la hipótesis que la arquitectura cognitiva humana contiene circuitos especializados para razonar sobre problemas adaptativos planteados por el mundo social de nuestros ancestros. Categorizando las interacciones sociales, hay dos consecuencias básicas en los humanos: ayudar o perjudicar, concediendo beneficios o infligiendo costos. Algunas veces el comportamiento social es incondicional: por ejemplo, uno cuida un niño sin preguntar o pedir algo a cambio. Pero la mayor parte de los actos sociales son realizados condicionalmente. Esto crea una presión de selección por diseños cognitivos que pueden detectar y entender las condiciones sociales en forma segura, precisa y económica (Cosmides, 1985, 1989; Cosmides y Tooby, 1989, 1992). Las dos mayores categorías de condicionales sociales son el intercambio social y la amenaza – ayuda condicional y perjuicio condicional – llevado a cabo por individuos o grupos de individuos. Nosotros inicialmente nos focalizamos en el intercambio social. (para revisión, Cosmides y Toody, 1992).

Seleccionamos este t3pico por algunas razones:

1. Muchos de los aspectos de la teor3a evolutiva del intercambio social (algunas veces denominados cooperaci3n, altruismo o reciprocidad) est3n relativamente bien desarrollados sin ambigüedades. Consecuentemente, ciertas características de la l3gica funcional del intercambio social podr3an ser utilizadas confiadamente en la construcci3n de hip3tesis sobre la estructura de los procedimientos del "procesamiento de la informaci3n" que requiere esta actividad.
2. Adaptaciones complejas son construidas en respuesta a problemas evolutivos de larga duraci3n. Situaciones que envuelven el cambio social han constituido una presi3n de selecci3n de larga duraci3n en la l3nea de los hom3nidos: evidencia desde la primatolog3a y la paleoantropolog3a sugieren que nuestros ancestros se involucraron en el intercambio social por al menos algunos millones de a3os.
3. El intercambio social parece ser una antigua, generalizada y parte central de la vida social humana. La universalidad de un comportamiento fenot3pico no es una condici3n suficiente para se3alar que fue producido por una adaptaci3n cognitiva, pero lo sugiere. Como comportamiento fenot3pico, el intercambio social es ubicuo como el latido del coraz3n humano. El latido del coraz3n es universal porque es el 3rgano que lo genera es en todas partes el mismo. Esta es una explicaci3n austera para la universalidad del intercambio social: el fenotipo cognitivo que lo genera es el mismo en todas partes. Al igual que el coraz3n, su desarrollo parece no requerir condiciones medio ambientales (sociales o de otro tipo) que sean propias de su idiosincrasia o culturalmente contingentes.
4. Las teor3as sobre el razonamiento y la racionalidad han jugado un rol central tanto en la ciencia cognitiva como en las ciencias sociales. La investigaci3n en esta 3rea puede, como un resultado, servir como una fuerte prueba de la suposici3n central del Modelo Est3ndar de la Ciencia Social: que la arquitectura evolucionada de la mente consiste solamente o predominantemente en un peque3o n3mero de mecanismos contenido-independientes y de prop3sito general.

El an3lisis evolutivo del intercambio social es paralelo al concepto econ3mico de comercio. Algunas veces conocido como "altruismo rec3proco", el intercambio social corresponde al principio: "Rasco tu espalda si tu rascas la m3a".

Economistas y bi3logos evolutivos han explorado las dificultades en el inicio o evoluci3n del intercambio social usando la teor3a de juegos, model3ndola como un Dilema del Prisionero repetido. Una importante conclusi3n fue que el intercambio social no puede evolucionar en una especie o ser establemente sostenido en un grupo social a menos que la maquinaria cognitiva de los participantes permita a un cooperador potencial detectar individuos que hacen trampa, de tal forma que ellos puedan ser excluidos para futuras interacciones en las cuales podr3an abusar de los cooperadores (Axelrod, 1984; Axelrod y Hamilton, 1981; Boyd, 1988; Trivers, 1971; Williams, 1966). En este contexto un tramposo

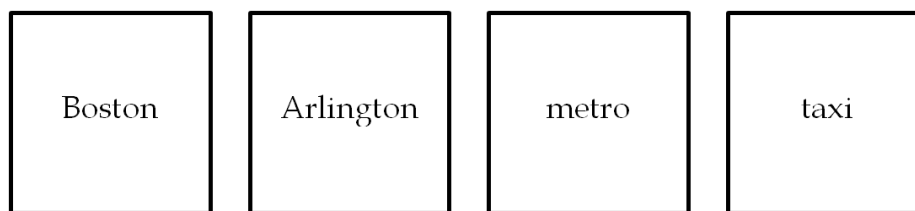
es un individuo que acepta un beneficio sin satisfacer los requerimientos que por el suministro de ese beneficio debiera entregar.

Tales análisis dieron una base de principios para generar detalladas hipótesis sobre los procedimientos del razonamiento que, debido a su estructura dominio especializado, estaría bien diseñada para detectar condicionales sociales, interpretando su significado y resolviendo exitosamente los problemas que ellos presentan. En el caso de intercambio social, por ejemplo, nos llevan a establecer la hipótesis de que la arquitectura evolucionada de la mente humana incluiría procedimientos de inferencia que están especializados para detectar a los tramposos.

Para probar esta hipótesis, usamos un paradigma experimental denominado la Prueba de Selección de Wason (Wason 1966, Wason y Jahnsen-Laird, 1972). Por cerca de 20 años, los psicólogos han estado usando este paradigma (el que originalmente fue desarrollado como un test de razonamiento lógico) para sondear la estructura de los mecanismos del razonamiento humano. En esta prueba el sujeto es cuestionado para buscar violaciones de una ley condicional de la forma *Si P entonces Q*. Considere la prueba de selección de Wason presentada en la figura 3.

Figura 3. Parte de su nuevo trabajo para la ciudad de Cambridge es estudiar la demografía del transporte. Usted lee un reporte previo de los hábitos de los residentes de Cambridge que dice: **“Si una persona va a Boston, entonces esa persona toma el metro”**.

Las cartas presentadas abajo tienen información sobre cuatro residentes de Cambridge. Cada carta representa una persona. Una cara de la carta dice donde fue la persona y la otra cara de la carta nos dice como esa persona llegó allí. Indique solamente aquellas carta(s) que usted necesita definitivamente dar vuelta para **ver si alguna de estas personas viola esta regla**.



Desde un punto de vista lógico, la ley ha sido violada toda vez que alguno vaya a Boston sin tomar el metro. Así la respuesta lógicamente correcta es dar vuelta la carta denominada Boston (ver si esta persona tomó el metro) y la carta taxi (ver si la persona que tomó el taxi fue a Boston). Más generalmente, para una ley de la forma *Si P entonces Q*, uno podría dar vuelta las cartas que representan los valores *P* y *no Q*. (para ver por qué, consulte la Figura 3).

Si la mente humana desarrolla procedimientos especializados de razonamiento para detectar violaciones de la ley condicional, esto sería intuitivamente obvio. Pero no lo es. En general, menos del 25% de los sujetos espontáneamente dan esta respuesta. Más aún, el entrenamiento formal en razonamiento lógico tiene poco efecto en elevar el desempeño de

las reglas descriptivas de este tipo (Cheng, Holyoak, Nisbett y Oliver, 1986; Wason y Johnson-Laird, 1972). De hecho, existe una extensa literatura que muestra que la gente no es muy buena en detectar las violaciones lógicas de las reglas del si-entonces en las pruebas de selección de Wason, *aun cuando estas reglas tratan de contenidos familiares obtenidos de la vida cotidiana* (Manktelow y Evans, 1979; Wason, 1983).

La prueba de selección de Wason proporciona una herramienta ideal para testear hipótesis sobre razonamientos especializados diseñadas para operar en condiciones sociales, tales como intercambio social, amenazas, permisos, obligaciones etc., porque (1) prueba el razonamiento sobre reglas condicionales, (2) la estructura de la prueba permanece constante mientras el contenido de la ley es cambiada, (3) los efectos del contenido son fácilmente suscitados y (4) ya existe un cuerpo de resultados experimentales contra los cuales los resultados sobre un nuevo contenido de dominio serían comparados.

Por ejemplo, para mostrar que las personas que normalmente no pueden detectar las violaciones a las reglas condicionales, pueden hacerlo cuando la violación representa engañar en un contrato social y esto constituiría un apoyo inicial del punto de vista que las personas tienen las adaptaciones cognitivas especializadas para detectar a los tramposos en situaciones de intercambio social. Esas violaciones a las reglas condicionales que son detectadas espontáneamente cuando representan un “farol” frente a una amenaza, deberían por razones similares, sostener el punto de vista que la gente tiene sobre los procedimientos de razonamientos especializados para analizar amenazas. Nuestro plan general de investigación ha sido usar la incapacidad de los sujetos para detectar espontáneamente las violaciones a las reglas condicionales, considerando una amplia variedad de contenidos como una línea base comparativa contra la cual detectar la presencia de los resultados impulsados por las especializaciones del razonamiento. Viendo que las manipulaciones de contenido prenden o apagan el alto desempeño, se puede mapear los límites de los dominios dentro de los cuales la especialización del razonamiento opera exitosamente.

Los resultados de estas investigaciones fueron sorprendentes. Gente que normalmente no puede detectar violaciones de las reglas si-entonces puede hacerlo fácilmente y precisamente cuando esa violación representa engaños en una situación de intercambio social (Cosmides 1985, 1989; Cosmides y Tooby, 1989, 1992). Esta es una situación en la cual se tiene derecho a un beneficio solamente si ha satisfecho el requerimiento (por ejemplo, “Si tú quieres comer estas galletas, entonces primero debes arreglar tu cama”; “Si un hombre come raíces de mandioca, entonces tiene que tener un tatuaje en su pecho” o más generalmente, “Si, recibes un beneficio B, entonces debes satisfacer el requerimiento R”). Engañar es aceptar el beneficio especificado sin satisfacer la condición a que fue suspendida la entrega del beneficio. (Por ejemplo, comer galletas sin haber arreglado primero la cama).

Cuando buscamos las violaciones de contratos sociales de este tipo, la respuesta adaptativamente correcta es inmediatamente obvia para la mayoría de los sujetos, quienes comúnmente experimentan un efecto de sorpresa. No se requiere un enfrentamiento formal. Cuando el contenido de un problema invita a los sujetos buscar tramposos en un intercambio social – aun cuando la situación descrita no es culturalmente familiar y aun

extraña – los sujetos consideran el problema como simple de resolver y su desempeño se eleva dramáticamente. En general, entre el 65 a 80% de los sujetos lo hacen correctamente, el más alto comportamiento encontrado para una prueba de este tipo. Eligen la carta del “beneficio aceptado” (por ejemplo, “comer raíces de mandioca) y a su vez la carta del “costo no pagado” (por ejemplo, no tatuaje) para cualquier condicional social que pueda ser interpretado como un contrato social y en el cual, buscando las violaciones se puede interpretar como buscando tramposos.

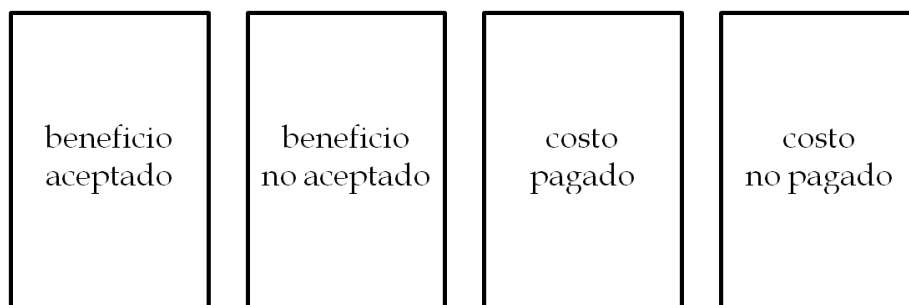
Desde un dominio general o punto de vista formal, las personas investigadas comiendo raíces de mandioca y sin tatuajes son lógicamente equivalente a investigar gente yendo a Boston y gente tomando taxis. Pero en todos los lugares que ha sido probado (adultos en USA, UK, Alemania, Italia, Francia, Hong Kong; niños escolares de Ecuador, cazadores-horticultores del pueblo Shiwiar en la Amazonia ecuatoriana), la gente no trata los problemas de intercambio social como equivalentes a otros tipos de problemas de razonamiento. Sus mentes distinguen los contenidos del intercambio social y razonan como si fueran trasladados desde estas situaciones a primitivas representaciones como “beneficio”, “costo”, “obligación”, “derechos”, “intencional” y “representante”. Además los procedimientos de inferencia relevantes no son activados a menos que el sujeto haya representado la situación como una en la cual uno es beneficiario solamente si uno ha satisfecho un requerimiento.

Más aún, los procedimientos activados por la regla del contrato social no se comportan como si fueran diseñados para detectar lógicas violaciones *per se*; por el contrario, eligen puntualmente esas que deberían ser útiles para detectar a los tramposos, ya sea o no que esto suceda corresponda a selecciones lógicamente correctas. Por ejemplo, para iniciar la orden de requerimiento y beneficio dentro de la estructura si-entonces de la regla, uno puede provocar respuestas que son *funcionalmente* correctas desde el punto de vista de la detección del tramposo, pero *lógicamente* incorrecta (ver Figura 4). Los sujetos eligen la carta del *beneficio aceptado* y la carta del *costo no pagado* - la respuesta adaptativamente correcta si uno busca tramposos - no importa a que categoría lógica corresponden estas cartas.

Considere las siguientes reglas:

Versión estándar (si P entonces Q): Si usted toma el beneficio, entonces usted paga el costo (por ejemplo, “Si yo te doy \$10 entonces tú me das un reloj”).

Versión modificada (si Q entonces P): Si usted paga el costo entonces usted toma el beneficio (por ejemplo, “Si me das tu reloj, entonces te doy \$10”).



Estándar:	P	- P	Q	- Q
Modificada:	Q	- Q	P	- P

Figura 4. Estructura genérica del contrato social.

Para mostrar que un aspecto del fenotipo es una adaptación, se necesita demostrar una relación entre la forma y la función; se necesita la evidencia del diseño. Existen ahora un número de experimentos comparando el funcionamiento en la prueba de selección de Wason en la cual, la regla condicional expresa o no expresa un contrato social. Estos experimentos han proporcionado evidencia para una serie de efectos dominio-específicos, previstos por nuestro análisis de un problema adaptativo que surge en el intercambio social. Los contratos sociales activan reglas de contenido - *dependiente* de inferencia que aparecen ser complejamente especializadas para procesar información sobre este dominio. Además, incluyen subrutinas que están especializadas para resolver un problema particular dentro de ese dominio: la detección del tramposo. Los programas involucrados no operan así para detectar altruistas potenciales (individuos que pagan costo, pero no toman beneficios), tampoco son activados en situaciones de contrato social en los cuales los errores corresponden a un mal entendido más que a una trampa intencional, tampoco están diseñados para resolver problemas extraídos de otros dominios fuera del intercambio social; por ejemplo, no permiten detectar “faroles” y traiciones en situaciones de amenaza, ni permitirán detectar cuando una regla de seguridad ha sido violada. El patrón de resultados obtenidos por un contenido de intercambio social es tan distintivo que creemos que este dominio es gobernado por unidades computacionales que son dominio-específico y funcionalmente distintos: que hemos llamado **algoritmos del contrato social** (Cosmides, 1985, 1989; Cosmides y Tooby, 1992).

Hay, en otras palabras, evidencia del diseño. Los programas que dan lugar al razonamiento en este dominio tienen muchas características coordinadas que están complejamente especializadas en, precisamente, las formas que uno esperaría han sido diseñadas por el computador de un ingeniero para hacer inferencias sobre el intercambio social segura y eficientemente: configuraciones que difícilmente se habrían ordenado solo por el azar (para una revisión, ver Cosmides y Tooby, 1992; Cosmides 1985, 1989; Cosmides y Tooby, 1989; Fiddick, Cosmides y Tooby, 1995; Gigerenzer y Hug, 1992; Maljkovic, 1987; Platt y Griggs, 1993).

Puede parecer extraño estudiar el razonamiento como un tópico tan emocionalmente cargado como engañar - después de todo, mucha gente (empezando por Platón), hablan sobre las emociones como si ellas fueran un “menjunje” que traba las ruedas dentadas del razonamiento. Los psicólogos evolutivos pueden abordar estos tópicos, porque la mayoría de ellos no ven división entre “emoción” y “cognición”. Hay probablemente muchas formas de conceptualizar emociones desde un punto de vista adaptacionista, muchas de las cuales llevarían a interesantes hipótesis. Una que encontramos útil es la siguiente: una emoción es una forma de operación de todo el sistema cognitivo causada por programas que estructuran interacciones entre diferentes mecanismos que funcionan particularmente y armoniosamente cuando se confrontan con situaciones recurrentes generacionalmente cruzadas - especialmente aquellas en que los errores adaptativos son tan costosos que



usted tiene que responder apropiadamente la primera vez que las encuentra (Tooby y Cosmides, 1990a).

El enfoque en problemas adaptativos que se originaron en nuestro pasado evolutivo lleva a la psicología evolutiva a aplicar los conceptos y los métodos de las ciencias cognitivas en muchos tópicos no tradicionales: los procesos cognitivos que gobiernan la cooperación, la atracción sexual, los celos, el amor paterno, las aversiones a la comida, malestares del embarazo, preferencias estéticas que gobiernan nuestra apreciación del medio ambiente natural, la agresión entre coaliciones, evitar el incesto, el asco, forrajear, etc. (Barkow, Cosmides y Tooby, 1992). Iluminando los programas que dan origen a nuestras competencias naturales esta investigación penetra directamente al corazón de la naturaleza humana.

### **Lecturas recomendadas**

Barkow, J., Cosmides, L. and Tooby, J. 1992. *The Adapted Mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. NY: Oxford University Press.

Dawkins, R. 1986. *The blind watchmaker*. NY: Norton.

Pinker, S. 1994. *The language instinct*. NY: Morrow.

Williams, G. 1966. *Adaptation and natural selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

### **Referencias**

Axelrod, R. (1984). *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.

Axelrod, R., and Hamilton, W.D. (1981). The evolution of cooperation. *Science*, 211, 1390-1396.

Baillargeon, R. (1986). Representing the existence and the location of hidden objects: Object permanence in 6- and 8-month old infants. *Cognition*, 23, 21-41.

Barkow, J., Cosmides, L., and Tooby, J. 1992. *The Adapted Mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. NY: Oxford University Press.

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

Boyd, R. (1988). Is the repeated prisoner's dilemma a good model of reciprocal altruism? *Ethology and Sociobiology*, 9, 211-222.

Cheng, P., Holyoak, K., Nisbett, R., & Oliver, L. (1986). Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. *Cognitive Psychology*, 18, 293-328.

Cosmides, L. & Tooby, J. (1987). From evolution to behavior: Evolutionary psychology as the missing link. In J. Dupre (Ed.), *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cosmides, L. & Tooby, J. (1989). Evolutionary psychology and the generation of culture, Part II. Case study: A computational theory of social exchange. *Ethology and Sociobiology*, 10, 51-97.

Cosmides, L. (1985). *Deduction or Darwinian algorithms? An explanation of the "elusive" content effect on the Wason selection task*. Doctoral dissertation, Department of Psychology, Harvard University: University, Microfilms, #86-02206.

Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition*, 31, 187-276.

Cosmides, L., & Tooby, J. (1992). Cognitive adaptations for social exchange. In J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.). *The adapted mind*, New York: Oxford University Press.

Dawkins, R. 1986 *The blind watchmaker*. NY: Norton.

Fiddick, L., Cosmides, L., & Tooby, J. (1995). Priming Darwinian algorithms: Converging lines of evidence for domain-specific inference modules. *Annual meeting of the Human Behavior and Evolution Society*, Santa Barbara, CA.

Fodor, J. (1983). *The modularity of mind: an essay on faculty psychology*. Cambridge: MIT Press.

Garcia, J. 1990. Learning without memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2, 287-305.

Gigerenzer, G., & Hug, K. (1992). Domain-specific reasoning: Social contracts, cheating and perspective change. *Cognition*, 43, 127-171.

Hirschfeld, L. & Gelman, S. 1994. *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. NY: Cambridge University Press.

James, W. 1890. *Principles of Psychology*. NY: Henry Holt.

Johnson, M. & Morton, J. (1991). *Biology and cognitive development: The case of face recognition*. Oxford:Blackwell.

Leslie, A. 1994. ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity. In Hirschfeld, L. & Gelman, S. (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. NY: Cambridge University Press.

Leslie, A. (1988). Some implications of pretense for the development of theories of mind. In J.W. Astington, P.L. Harris, & D.R. Olson (Eds.), *Developing theories of mind* (pp. 19-46). New York: Cambridge University Press.

Maljkovic, (1987). *Reasoning in evolutionarily important domains and schizophrenia: Dissociation between content-dependent and content independent reasoning*. Unpublished undergraduate honors thesis, Department of Psychology, Harvard University.

Manktelow, K., & Evans, J.St.B.T. (1979). Facilitation of reasoning by realism: Effect or non-effect? *British Journal of Psychology*, 70, 477-488.

Markman, E. (1989). *Categorization and naming in children*. Cambridge, MA: MIT Press.

Mineka, S. and Cook, M. 1988. Social learning and the acquisition of snake fear in monkeys. In T. R. Zentall and B. G. Galef (Eds.), *Social learning: Psychological and biological perspectives*. (pp. 51-73). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ohman, A., Dimberg, U., and Ost, L. G. 1985. Biological constraints on the fear response. In S. Reiss and R. Bootsin (Eds.), *Theoretical issues in behavior therapy*. (pp. 123-175). NY: Academic Press.

Pinker, S. 1994. *The Language Instinct*. NY: Morrow.

Platt, R.D. and R.A. Griggs. (1993). Darwinian algorithms and the Wason selection task: a factorial analysis of social contract selection task problems. *Cognition*, 48, 163-192.

Spelke, E.S. (1990). Principles of object perception. *Cognitive Science*, 14, 29-56.

Sugiyama, L., Tooby, J. & Cosmides, L. 1995 Testing for universality: Reasoning adaptations among the Achuar of Amazonia. *Meetings of the Human Behavior and Evolution Society*, Santa Barbara, CA.

Symons, D. 1987. If we're all Darwinians, what's the fuss about? In C. B. Crawford, M. F. Smith, and D. L. Krebs (Eds.), *Sociobiology and psychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Symons, D. 1990. A critique of Darwinian anthropology. *Ethology and Sociobiology* 10, 131-144.

Symons, D. 1992 On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior. In *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (ed. J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby), 137-159.

Tooby J. and Cosmides L. 1990a. The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethology and Sociobiology*, 11, 375-424.

Tooby, J. & Cosmides, L. 1990b. On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation. *Journal of Personality* 58, 17-67.

Tooby, J. & Cosmides, L. 1992. The psychological foundations of culture. In *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (ed. J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby), pp. 19-136. NY: Oxford University Press.

Trivers, R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46, 35-57.

Wason, P. (1983). Realism and rationality in the selection task. In J. St. B. T. Evans (Ed.), *Thinking and reasoning: Psychological approaches*. London: Routledge.

Wason, P. (1966). Reasoning. In B.M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*, Harmondsworth: Penguin.

Wason, P. and Johnson-Laird, P. (1972). *The psychology of reasoning: Structure and content*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Williams, G. (1966). *Adaptation and natural selection*. Princeton: Princeton University Press.  
Copyright John Tooby and Leda Cosmides, 1997. Updated January 13, 1997