

Alejandro Vásquez Echeverría (editor)

Aguirre • Apud • Aznárez • Barg • Carboni • Curione • Elices  
F. González • H. González • Huertas  
Maiche • Martín • Moreira • Pires • Ruiz • Vásquez

# **Manual de introducción a la psicología cognitiva**

# Percepción

ALEJANDRO MAICHE

HELENA GONZÁLEZ

ANA CRISTINA PIRES



## Objetivos de aprendizaje

Al finalizar la lectura de este capítulo el estudiante deberá ser capaz de:

1. Comprender la idea de que la percepción es el resultado de la interacción entre nuestra biología y el mundo en que vivimos.
2. Entender que la función primordial de la percepción es garantizar la supervivencia y, por tanto, que los mecanismos perceptivos están orientados a cumplir con este objetivo.
3. Comprender que la percepción no es un proceso pasivo de recepción de información sino que, por el contrario, se trata de un proceso cognitivo activo de búsqueda de información que implica también aspectos del sistema motor.
4. Conocer las diferentes estructuras involucradas en la percepción, específicamente conocer el recorrido de la vía visual desde el punto de vista fisiológico y anatómico.
5. Entender que algunas capacidades perceptivas se construyen durante el primer año de vida y que la interacción con el ambiente es un factor crucial en el desarrollo perceptivo.



## Introducción

Abrimos los ojos y vemos. Resulta tan fácil y automático que tenemos la sensación de que es algo natural que no merece ninguna explicación. Sin embargo, nada más lejos de la realidad. Llevamos años intentando comprender algunos de los mecanismos que conforman el complejo proceso por el cual vemos.<sup>2</sup> Ocurren un sinnúmero de cosas entre el momento en el que levanto mis párpados y el acto de ver (y lo mismo sucede para el resto de las modalidades sensoriales). De hecho, aún no sabemos a ciencia cierta por qué percibimos las cosas como las percibimos, aunque sí sabemos que el modo en que las percibimos no es, ni por asomo, similar a la imagen<sup>3</sup> que nos llega en primera instancia a nuestras superficies sensoriales.

- 2 En este capítulo hacemos muchas referencias al sentido de la vista, pero salvo aclaración específica, todas las referencias a la vista son válidas también para el resto de las modalidades sensoriales.
- 3 Definimos imagen como la representación sensorial que obtenemos al observar o imaginar un estímulo determinado.

Pensemos por un instante en lo que estamos viendo en este momento al leer. Ese rectángulo blanco con pequeños garabatos negros que llega a mi retina ahora: ¿qué es? Si tuviera que basarme en la información que tengo en mi retina para contestar esa pregunta, es muy probable que no llegara nunca a una respuesta (o al menos no en un tiempo aceptable). La razón es sencilla. Primero, la imagen que llega a mi retina llega invertida. Esto se debe a que el ojo actúa como una cámara oscura (ver texto destacado) y la luz entra por un pequeño<sup>4</sup> agujerito llamado pupila (más adelante veremos en detalle la estructura del ojo). Extrañamente, si acerco mi cabeza a ese rectángulo blanco, se agranda y, si me alejo, se achica. De hecho, lo que recibo en mis retinas son dos imágenes (una por cada ojo) bidimensionales, es decir sin información sobre profundidad. Además, debido a cómo están distribuidos los fotorreceptores en la retina, sucede que justo donde estoy mirando ahora veo claro y nítido (puedo identificar incluso perfectamente qué letra estoy mirando) pero esto no es así para el resto de la imagen.

Haz la prueba de identificar la letra con la que empieza este renglón sin mover los ojos de aquí.

Como habrás notado, no vemos con precisión mucho más allá de lo que estamos mirando fijamente (el área de la retina denominada fovea), aunque tenemos la ilusión de estar viendo todo lo que hay en mi campo visual. En cualquier caso, dado que puedo mover los ojos, miraré hacia el comienzo del renglón para ver de qué letra se trataba. ¡Ups!... Todo se ha movido en mi retina. Claro, al mover rápidamente los ojos (este movimiento se denomina sacada), la imagen que tenía fija y estable en mi retina se ha movido y, durante los 100 milisegundos (ms) que duró el movimiento de mis ojos, todo quedó borroso e inestable en mi retina.

### El ojo como una cámara oscura

Llamamos cámara oscura al fenómeno óptico que ocurre cuando en una habitación oscura se proyecta un haz de luz a través de un pequeño orificio sobre la superficie interna opuesta al orificio. El pequeño orificio actúa como una lente convergente y proyecta la imagen del exterior de manera invertida sobre la superficie interior de la cámara. Se puede construir una cámara oscura con una caja de zapatos. La cámara oscura constituye uno de los dispositivos que dan comienzo a la fotografía ya que si se coloca un papel fotográfico sobre la superficie interna se obtiene una réplica bastante exacta de la imagen exterior del mundo (aunque la imagen del exterior quedará invertida). En el apartado dedicado al sistema visual, veremos que el ojo humano funciona como una cámara oscura (ver Figura 2.3 más adelante).

En definitiva, la imagen del mundo que nos llega a la retina está invertida, es bidimensional y, para colmo, aparece borrosa y movida. O sea que, si viéramos directamente la imagen que recibimos en nuestras superficies sensoriales, veríamos un

4 Para ser precisos, debemos decir que el tamaño de la pupila es variable y depende, fundamentalmente, de la cantidad de luz que hay en el ambiente (ver también Hess, 1965). Cuando hay mucha luz, la pupila se contrae (miosis) y cuando hay poca luz, la pupila se dilata (midriasis).

mundo al revés, deformado y la mayor parte de él se vería desenfocado. Por tanto, debemos asumir, primero que nada, que percibimos con el cerebro y no solamente con los sensores. Sin dudas, necesitamos los receptores sensoriales y la exploración activa del mundo en que vivimos para percibir, pero es el cerebro el encargado de transformar esa imagen inicial en un percepto coherente que servirá de guía a la hora de interactuar con el mundo. Ahora bien: ¿cómo hacemos entonces para percibir lo que percibimos? Existen dos grandes teorías que intentan responder a esta pregunta desde concepciones sutilmente diferentes de la psicología cognitiva.

Como se vio en el Capítulo 1, el paradigma cognitivo derivado de la revolución cognitiva plantea que la mente es un procesador de información simbólica (representaciones) que, a partir de una entrada (*input*), sigue una serie de reglas sintácticas y arroja una salida (*output*). Este enfoque asume a la percepción como un proceso inferencial donde el cerebro debe realizar operaciones de transformación, de análisis, de síntesis y de activación de conocimientos a partir de la imagen inicial que llega a los receptores para entonces construir el percepto final (Pires, Vásquez, Carboni y Maiche, 2013).

Por otro lado, los planteos de las *ciencias cognitivas corporizadas* parten de la idea de que cualquier comportamiento está determinado por la dinámica de la interacción del organismo con el medio ambiente que lo rodea. Las teorías corporizadas se basan en la idea de que no podemos separar la percepción de la acción (Noë y Thompson, 2002). Desde esta concepción, la percepción implica tanto la actividad de las vías sensoriales como la actividad exploratoria que realiza el sujeto que percibe mediante sus sensores.

En este capítulo no profundizaremos en los aspectos específicos de ninguna de las dos teorías dado que excede las posibilidades del mismo. Sin embargo, en el próximo apartado el lector encontrará algunos de los aspectos centrales que conforman nuestra concepción sobre percepción y podrá comprobar que, a nuestro juicio, los planteos de ambas teorías no son contradictorios sino que pueden complementarse.

## Aspectos generales de la percepción humana

### La biología y el mundo

Nacemos con las capacidades sensoriales básicas para poder intercambiar información con el mundo. Sin embargo, el intercambio de información del que somos capaces en los primeros momentos de la vida es muy tosco y primitivo si lo comparamos con el que tendremos hacia los 2 o 3 años de vida. Al nacer, muchas características de nuestros sensores parecen no corresponder con las características del mundo físico. Un buen ejemplo de esto es el que mencionábamos anteriormente con respecto a la bidimensionalidad de las imágenes retinianas. Vivimos en un mundo lleno de objetos tridimensionales, pero disponemos de tan solo dos superficies fotosensibles planas (retinas) para incorporar toda la variedad de objetos tridimensionales y en movimiento al que nos enfrentamos desde que nacemos. Por otro lado, tenemos dos globos oculares que están en continuo movimiento (100.000

veces al día) aunque el mundo que tenemos que decodificar (y, de hecho, el que aproximadamente percibimos) es un mundo estable, sin saltos y nítido. Pensemos, por un momento, cómo se vería un video si la cámara con que registraríamos estuviera en continuo movimiento, saltando de un punto a otro de la escena. El movimiento casi permanente de los ojos es de gran utilidad para mantener la percepción (ver texto destacado al respecto) pero, para el caso que nos ocupa, constituye una de esas características de nuestros sensores que parece no corresponder con las características del mundo físico en el que vivimos (estable y nítido).

### ¿Qué pasaría si dejásemos de mover los ojos?

Los movimientos oculares son una impresionante fuente de información a la hora de entender el sistema visual. Los seres humanos movemos los ojos de una manera particular: con fijaciones. Cada movimiento ocular puede durar entre 100 y 120 milisegundos. Luego vendrá un tiempo variable de fijación donde los ojos prácticamente no se mueven. Ahora bien, ¿existe alguna razón para que estemos moviendo los ojos prácticamente todo el tiempo? Sigue las instrucciones que te indicamos mientras miras la siguiente animación en nuestro sitio web.

Fija tu mirada sin parpadear y sin moverse sobre la cruz que aparece en el centro durante 30 segundos. En determinado momento comenzarás a percibir que el mundo se desvanece, especialmente los puntos rosados que están alrededor de la cruz central. El efecto ilusorio de desvanecimiento es la sensación que tendríamos permanentemente si no moviéramos nuestros ojos. Movemos los ojos porque de esa manera reactualizamos la estimulación que reciben nuestras células sensoriales y así evitamos que dejen de responder (desvanecimiento).

Estos ejemplos, entre otros, muestran que nuestra interacción con el mundo parte de ciertos *desencajes*. Es decir, características de nuestra estructura que, a priori, no encajan con las características del mundo físico que habitamos. La idea de los desencajes puede parecer, a simple vista, un poco extraña. Sin embargo, no debe sorprendernos que existan ciertos desencajes con el mundo físico ya que no tenemos por qué asumir una correspondencia directa entre el surgimiento de la vida y las características del mundo en donde esta se desarrolla. En principio, sería lógico suponer que la vida pudiera desarrollarse en un conjunto de mundos posibles y no solamente en aquel que tuviera ciertas características. Desde nuestro punto de vista, la estructura biológica (para el caso, nos referimos a las características de los sensores) con la que venimos al mundo tiene que ser suficientemente flexible como para permitir la posibilidad de supervivencia en un rango más o menos amplio de mundos posibles. Por tanto, pensamos que el desencaje entre estructura biológica y mundo físico es el mejor punto de partida que tienen los organismos vivos para asegurar su supervivencia allí donde vayan a habitar forzando el necesario proceso de adaptación que los seres vivos con pretensiones de habitar un determinado mundo físico tenemos necesariamente que hacer. Este proceso de adaptación es condición necesaria para la vida ya que, en tanto organismos vivos, somos seres

en permanente cambio<sup>5</sup>. De este proceso de adaptación surgirán los mecanismos perceptivos que permiten, a modo de ejemplo, la transformación de la imagen retiniana en un percepto coherente que nos habilita a interactuar de manera adecuada con el mundo. El desenchaje inicial plantea posibilidades de interacción toscas, pero a partir de la actividad exploratoria que las personas desarrollan durante su evolución, esta se irá refinando con la aparición de nuevos mecanismos perceptivos que, al mismo tiempo, permitirán una interacción más precisa y ajustada con el mundo. Muchos de estos mecanismos constituyen el núcleo central del funcionamiento de nuestra percepción. Por eso afirmamos que la percepción surge como solución de continuidad ante los desenchajes de nuestra estructura con el mundo físico.

De todas maneras, es necesario aclarar que no todos los desenchajes son soportables. El desenchaje inicial entre estructura biológica y mundo físico debe permitir una interacción mínima con el mundo para así dar lugar a que se inicie el proceso de adaptación. Nuestra posibilidad de sobrevivir pasa por adaptarnos al mundo con el que nos encontramos y, para ello, es primordial decodificar la información que proviene del mundo. Ahora bien, como veíamos anteriormente, la información del mundo puede resultar ambigua debido justamente a las características de nuestros sensores.

## La ambigüedad del mundo físico

Una buena parte de los estímulos de nuestro entorno resultan ambiguos para nuestras superficies sensoriales. Un claro ejemplo de ello se muestra en la Figura 2.1 en la que podemos observar cómo diferentes objetos del mundo pueden producir la misma estimulación (imagen) en la retina. Es decir, existen infinitos objetos del mundo a los que les corresponde un mismo patrón de estimulación en la retina. La percepción tendrá por objetivo aportar conocimiento que permita desambiguar estas situaciones a partir de generar hipótesis interpretativas sobre la situación que origina dicha ambigüedad.

Este conocimiento puede venir tanto de conocimiento formal del mundo como de la exploración (en términos de acciones) que realice el sujeto sobre los estímulos. Cualquiera sea el mecanismo que se utilice, supone una ventaja adaptativa, ya que se agrega información a la que proviene de la imagen sensorial.

**La percepción tendrá por objetivo aportar conocimiento que permita desambiguar estas situaciones a partir de generar hipótesis interpretativas sobre la situación que origina dicha ambigüedad.**

<sup>5</sup> De hecho, esto plantea un viejo problema en neurociencias que refiere a cómo mantenemos nuestra identidad basada en buena parte en la memoria, cuando todo el soporte físico de nuestro organismo se renueva permanentemente. Desarrollaremos este problema en el capítulo dedicado a la memoria.

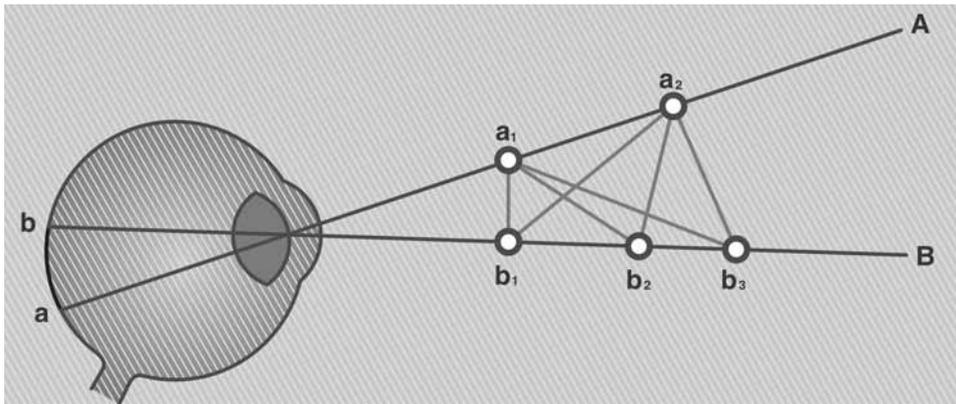


Figura 2.1. Adaptada de Crick, 1994. Todos los objetos que están representados en el espacio de visión de este sujeto producen la misma imagen en la retina. Por tanto, dicha imagen en la retina podría corresponder a cualquiera de estos objetos en el mundo (problema de la ambigüedad).

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

En definitiva, la percepción busca reducir la incertidumbre que llega a nuestras superficies sensoriales desde las señales del entorno. Desde esta concepción, podemos considerarla como un proceso de elección entre alternativas. Fue justamente esta acepción una de las más utilizadas por los romanos cuando querían referirse coloquialmente a la palabra *percepción*. Al parecer, los romanos preferían el uso de *intellego* para referirse al concepto de percepción. *Intellego* proviene de la conjunción de *inter* + *lego* (elegir entre) y refiere a la idea de elegir, que es justamente la función primordial del proceso perceptivo: discernir cuál de todos los objetos que pueden corresponder con esa imagen que recibimos en nuestras superficies sensoriales es el que realmente tenemos enfrente.

## La difícil tarea de percibir

Llegados a este punto esperamos haber convencido al lector de la falsedad de la idea que se esconde bajo la inocente frase con la que comenzamos este capítulo: «abrimos los ojos y vemos». Percibir es una tarea compleja por diferentes razones.

Es un proceso psicológico que parte de elementos físicos (luz, difracción, etc.) pero cuyos resultados dependen, en su mayor parte, de lo que ocurre en el cerebro. La percepción no está determinada simplemente por los patrones de estimulación que recibimos sino por la exploración y el consecuente procesamiento de información en busca de la mejor interpretación de los datos sensoriales iniciales.

También implica la resolución de múltiples problemas. Si bien es cierto que no gastamos recursos cognitivos conscientes en la resolución de estos problemas, buena parte de nuestro cerebro está dedicado a esto, por más que no nos demos cuenta. Pensemos por un momento en cómo podría ser la experiencia visual de un recién nacido al cual nos acercamos. Probablemente, dado que el bebé no tiene aún suficiente interacción con el entorno, su percepción de nosotros esté muy determinada por la imagen retiniana y, en este sentido, sea la de alguien que «se agranda»

a medida que nos acercamos y alguien que «se achica» cuando nos alejamos. Su exploración del mundo aún no ha tenido suficientes repeticiones como para poder asumir que los seres humanos no nos agrandamos de un segundo a otro. Esta información está incorporada en todas nuestras percepciones actualmente ya que, producto de múltiples exploraciones sobre el mundo, hemos asumido que los seres humanos ni se agrandan ni se achican en cuestión de segundos (más allá de que esto sea lo que hay en nuestras retinas cuando alguien se acerca o se aleja de nosotros). El mismo ejemplo puede verse mucho más claramente en cualquier fotografía si comparamos la medida de una persona que aparece cerca del objetivo de la cámara con alguien que aparece lejos (ver Figura 2.2).



Figura 2.2. Si miramos rápidamente la fotografía asumiremos que los hombres que caminan más a lo lejos son personas de tamaño normal. Sin embargo, el tamaño de ellos que nos llega a retina es muy pequeño, tanto que ni llega a las rodillas del caminante que se ve de cerca. A este fenómeno se le llama constancia de tamaño.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

Si bien luego de ver la Figura 2.2 en detalle somos conscientes de los diferentes tamaños físicos que tienen los personajes en la foto, es muy probable que tu percepción indique que tanto la señora como los hombres que caminan a lo lejos tienen el mismo tamaño (en la realidad). En este sentido, decimos que para la percepción lo importante no es exactamente la realidad física (en este caso, de la foto) sino una descripción del mundo que podríamos denominar «realidad psicológica» y que contempla de algún modo el conocimiento de cómo es el mundo en que vivimos. En nuestra percepción prima el conocimiento del mundo que tenemos y, por esta razón, vemos la foto (donde hay fuertes diferencias de tamaño) de manera coherente con el mundo que conocemos y no según las verdaderas medidas de cada persona de la foto. En definitiva, conviene tener claro que la percepción buscará siempre

una descripción funcional para sus propósitos (garantizar la supervivencia) que en general no se corresponde con la descripción física de los estímulos.

## Estímulo distal y proximal

En todas las superficies sensoriales se forman imágenes a partir de los objetos del mundo exterior. Sin embargo, como ya vimos, esta imagen inicial poco tiene que ver con el percepto final que construimos. De alguna manera tenemos que considerar que lo que percibimos es el producto de las múltiples transformaciones que ocurren desde el receptor sensorial hasta la corteza cerebral donde, finalmente, podemos asumir que hacemos consciencia de lo que percibimos. Para comprender mejor esto, los psicólogos de la percepción decimos que existen dos tipos de estímulos en todo proceso perceptivo. El *estímulo distal* que corresponde al objeto físico del mundo y el *estímulo proximal* que corresponde al estímulo que toma contacto con el observador. El estímulo proximal está constituido por aquellas características del objeto que arriban a las superficies sensoriales, por tanto, una imagen con características ciertamente distintas a las del estímulo distal que lo origina. Sin embargo, es a partir del estímulo proximal que el sistema reconstruirá lo que conoce del estímulo distal logrando, en la mayoría de los casos (pero véase el apartado sobre ilusiones visuales y el recuadro sobre alucinationes más adelante), un percepto que representa adecuadamente al estímulo distal. De todas maneras, es necesario tener en cuenta que el estímulo distal en sí mismo es incognoscible para el sujeto, ya que solo podemos conocer sus efectos (el estímulo proximal es uno de ellos).

Brunswick (1955) muestra cómo la similitud entre estímulo distal y percepto es mayor que el parecido entre el estímulo proximal y el percepto. Para seguir con el ejemplo que veíamos anteriormente, el libro (estímulo distal) que estamos viendo en este momento no es ni por asomo parecido a la imagen que existe de este libro ahora en nuestras retinas. En la retina hay una imagen borrosa, invertida y que se mueve cada vez que hacemos un movimiento con los ojos. Sin embargo, nosotros no estamos percibiendo esto al mirar el libro ya que el percepto se construye en relación a los conocimientos sobre el mundo que vamos adquiriendo en la interacción con este. En definitiva, podemos representarnos el proceso perceptivo en dos grandes fases con tres puntos de anclaje bien diferenciados.

El primer anclaje del proceso es el estímulo distal que definimos como el objeto físico en sí (el libro propiamente). El reflejo de la luz en dicho objeto (para el caso del sistema visual, pero es análogo en el resto de modalidades sensoriales) genera una imagen en la superficie sensorial donde dicho objeto se proyecta (la retina, para el caso de la visión) que es lo que llamamos estímulo proximal.

El segundo punto de anclaje del proceso es el estímulo proximal que constituye el punto de partida desde el cual el cerebro intentará formar un percepto que represente adecuadamente (en términos de interacción con el mundo) al estímulo distal. Llamamos *primera fase del proceso perceptivo* a las transformaciones físicas que ocurren entre el estímulo distal y el estímulo proximal. Estas transformaciones se relacionan directamente con las posibilidades de captación de cada receptor sensorial. Por ejemplo, para el caso de la visión, el estímulo distal es tridimensional, pero el estímulo proximal se transforma en bidimensional.

Por último, el tercer punto de anclaje es el *percepto* o experiencia psicológica de percibir, es decir: lo que finalmente percibimos. La transformación que ocurre desde el estímulo proximal al percepto constituye *la segunda gran fase de procesamiento* donde ocurren las operaciones propiamente perceptivas que concluirán con la experiencia psicológica de percibir. La Figura 2.3 muestra este proceso con mayor detalle.

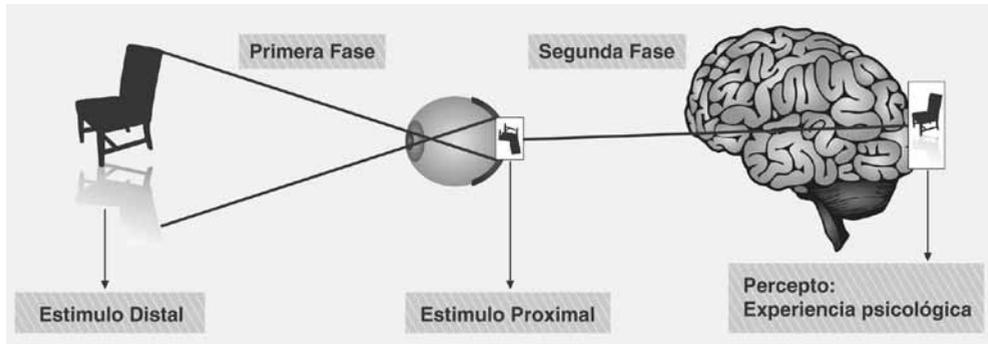


Figura 2.3. Fases y anclajes en el proceso perceptivo desde el estímulo distal al percepto pasando por el estímulo proximal.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

En definitiva, tenemos que asumir que el sistema visual (SV) está preparado para transformar el estímulo proximal —análogo a la imagen retiniana— en un percepto que respete las características del estímulo distal que desencadenó el proceso perceptivo. Esta transformación del estímulo proximal (segunda fase en la Figura 2.3) está destinada a maximizar la eficacia de nuestras acciones en tanto que preserva los atributos del objeto físico que guían las pautas de comportamiento que resultan cruciales para la supervivencia (esto es, maximiza los altos contrastes para facilitar la detección de bordes). En este proceso de transformación del estímulo proximal intervienen varias áreas o módulos de procesamiento que codifican los distintos rasgos del estímulo. En el apartado *Percepción y Psicofísica* haremos un breve repaso de los atributos más importantes que codifica el sistema visual en un estímulo y las características generales del procesamiento de la información visual.

## Sensación y percepción

*Sensación y percepción* son dos palabras que se pueden utilizar indistintamente en el lenguaje cotidiano pero, en el contexto de la psicología cognitiva, refieren a conceptos que se pueden distinguir claramente. En principio, consideramos dominio de la sensación a todo aquello que se puede describir a partir de la actividad de los receptores sensoriales y la vía sensitiva de cada modalidad. Básicamente, podemos decir que la sensación corresponde a la activación de los receptores sensoriales y al proceso que denominamos transducción que es la conversión de la energía en que viene la información del mundo en impulsos bioeléctricos. Los receptores sensoriales son los encargados de *transducir* la información. Es decir, de traducir la energía

electromagnética que llega en formato de ondas lumínicas al ojo, a un lenguaje común para todas las neuronas del cerebro (impulsos bioeléctricos) con el objetivo de facilitar la comunicación de lo que está pasando en el ojo con otras estructuras del cerebro. Además, esta transducción (que en el caso de la visión la realizan los fotorreceptores) es la que permite continuar con el proceso de análisis de la información que llega a la retina para, justamente, conformar el percepto.

Por otro lado, llamamos percepción a todo el proceso que permite finalmente acceder a un percepto. Pero, ¿cómo hacemos para construir ese percepto? ¿Qué mecanismos son los que se ponen en juego para pasar de la sensación a la percepción? Básicamente, podríamos decir que para construir un percepto lo que necesitamos es agregar información a la imagen sensorial inicial que aparece como estímulo proximal sobre la superficie sensorial. En el fondo, lo que agregamos son «ideas»; es decir, conocimiento del mundo que, de alguna manera, contribuye a desambiguar las imágenes sensoriales y permite construir un percepto nítido y estable. En definitiva, construimos un percepto a partir de dos fuentes: unos rasgos sensoriales que provienen del estímulo proximal y una serie de ideas que tenemos producto de la interacción con ese objeto o con el contexto donde estamos percibiendo ese objeto. Existen infinidad de ejemplos que permiten ilustrar este proceso donde se agregan ideas o información al estímulo proximal; pero quizás el más elocuente (aunque también el más conocido) es el que se muestra en la Figura 2.4.

Cualquier persona que observe la Figura 2.4 tendrá, en principio, las mismas sensaciones. Sin embargo, no todo el mundo tendrá la misma percepción. Muchos de los que no hayan visto esta imagen anteriormente no podrán acceder a un modelo que les permita identificar una figura clara y nítida en la imagen sin agregar información. Si el lector no ha visto nunca dicha figura puede ser que en un primer momento no distinga ninguna forma concreta sino solamente un conjunto de manchas. Sin embargo, si agregamos una idea o un concepto, por ejemplo, el que se señala en el pie de figura, es posible que su percepción de la figura cambie drásticamente y de ahora en más siempre que vea esta figura verá ese concepto.



Figura 2.4. Si el lector no encuentra ninguna figura definida en la imagen luego de unos segundos, intente localizar un perro dálmata olfateando hojas.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

Por otro lado, la percepción es una experiencia psicológica que determina la realidad en la que confiamos para tomar cada una de nuestras decisiones. Para los seres humanos, lo que percibimos es lo que existe y no nos resulta sencillo desconfiar de lo que percibimos. La percepción visual, por ejemplo, determina nuestra realidad visual incluso cuando sabemos que aquello que vemos no puede ser así. Es el caso de las ilusiones visuales, que veremos más adelante.

## Procesamiento de abajo arriba (*bottom up*) y de arriba abajo (*top down*)

Desde el enfoque del procesamiento de la información, asumimos que en todo proceso perceptivo existen al menos dos tipos de procesamiento involucrados: de abajo a arriba (*bottom up*) y de arriba a abajo (*top down*). El procesamiento *de abajo a arriba* parte de los aspectos sensoriales del estímulo para guiar la construcción de perceptos. Decimos «de abajo arriba» ya que se considera que *abajo* están las terminales nerviosas y los sensores (en oposición a considerar «arriba» al cerebro y al mundo de las ideas). El procesamiento *de arriba abajo* parte de las ideas y la experiencia previa que tenemos con el estímulo, o el contexto en el que aparece, para guiar la construcción del percepto. Este tipo de procesamiento asume que las ideas que estarían «arriba» (*top*) influyen, determinan o alteran los datos sensoriales, lo que viene de «abajo» (*bottom*).

Para explicar un poco más en detalle cómo operan estos dos procesamientos podemos recurrir al ejemplo de la Figura 2.4. Dicha imagen posee mucho «ruido» visual. El estímulo está poco definido y, por tanto, los procesos de abajo hacia arriba (guiados por los datos sensoriales) no contienen la información suficiente para desencadenar por sí mismos un percepto claro y definido. Por esta razón, nos resulta difícil organizar el patrón estimular de la imagen de la Figura 2.4 en una estructura significativa, en una percepción. Sin embargo, es claro que todos tenemos una sensación determinada (la imagen de manchas) al verla por primera vez. Para que dicha sensación dé lugar a una percepción hace falta que accedamos a información que tenemos representada en la memoria. Hacen falta procesos guiados por los conceptos, por las ideas que contribuyan a determinar el percepto (procesamiento de arriba abajo). Seguramente muchos de los que vieron la Figura 2.4 por primera vez hayan tenido esta experiencia: no veían más que manchas hasta que surge la idea (por claves externas o internas) de «dálmeta olfateando hojas». Es ahí que aparece el percepto con una definición que impresiona debido fundamentalmente a que, hasta hace pocos segundos, en el mismo lugar donde ahora percibo claramente un perro olfateando hojas veía solo manchas. Podemos asumir que en ese momento que se puede reconocer una estructura significativa, la sensación dio paso a la percepción. Cuando el estímulo es muy poco informativo, como es el caso de la Figura 2.4, los procesos de arriba abajo se vuelven imprescindibles para poder conformar el percepto. Por el contrario, cuando el estímulo es muy rico e informativo, los procesos de abajo hacia arriba contienen información suficiente para, bajo ciertas condiciones, desencadenar la percepción.

Para Gibson (1977) la percepción es un proceso fundamentalmente de tipo abajo arriba, donde la información sensorial se analiza en una sola dirección: desde los datos sensoriales hacia el análisis más complejo. Esta perspectiva es coherente con las teorías corporizadas de la percepción y asume que el estímulo es rico en información y, por tanto, no se necesita de ideas para percibir. Gibson está en contra de considerar a la percepción como un proceso inferencial, es decir, mediado por ideas (procesamiento de arriba a abajo). Sin embargo, no todos los psicólogos de la percepción concuerdan con él. Desde nuestra perspectiva, toda percepción requiere de ambos tipos de procesamiento, aunque si el estímulo es rico en información existe una fuerte preponderancia del procesamiento *de abajo arriba*. Incluso en los casos donde el estímulo está bien definido y la información es clara, necesitamos que se validen mínimas expectativas sobre lo que estamos recibiendo sensorialmente para construir un percepto. En un ejemplo extremo, pero que es útil para ilustrar esta concepción, podríamos plantear la siguiente situación: imaginen que en este instante estuviera entrando un elefante por la puerta y se sentara en el sofá a mirar la TV. Asumamos por un momento que esto fuera posible y pensemos qué verían si esto ocurriera a plena luz del día y vieran de manera bien clara y elocuente al elefante (es decir, estímulo rico en información). Seguramente, la primera reacción que tendríamos sería la de desconfiar de ese percepto. Es decir, un percepto que se construye exclusivamente mediante procesamiento de abajo arriba (está claro que no puede haber procesamiento de arriba abajo aquí, ya que no habría ideas o expectativas que justificaran que un elefante puede entrar por la puerta y sentarse a ver la TV) no es confiable. Por eso decimos que todo percepto, incluso aquellos que provienen de situaciones donde el estímulo es rico en información, se construye en base a ciertas ideas o expectativas. Este es un buen ejemplo de cómo el procesamiento de abajo a arriba puede no ser suficiente para generar un percepto definido que muchas veces necesita además de información extra que puede provenir de un concepto o una idea o una expectativa determinada.

En el extremo contrario tenemos el caso de un percepto que se construye solo a partir de procesamiento de arriba abajo, es decir: solo a partir de ideas. En estos casos, tampoco resulta sencillo para nosotros validar un percepto que surge solamente con esa información. De hecho, cuando hablamos de percepciones que se conforman solo a partir de procesamiento de arriba abajo hablamos de una alucinación.

## Las alucinaciones visuales

Alucinar es una experiencia psicológica interna con claras características sensoriales que, sin embargo, no corresponden con la estimulación externa (Aleman y Vercammen, 2013). La ocurrencia de alucinaciones está relacionada con una reducción de la información de abajo arriba que llega a las áreas corticales. Por otro lado, las expectativas juegan un papel muy importante en las alucinaciones pudiendo generar outputs perceptuales espontáneos. A través de la realización de tareas experimentales Vercammen y Aleman (2010) concluyeron que los pacientes esquizofrénicos dan mucho más peso a las expectativas previas, en comparación a los sujetos no esquizofrénicos. Sin embargo, el debate sigue abierto y se necesita más investigación para determinar si alucinar se debe a:

- a. una reducción del procesamiento de abajo arriba (provocado por una anomalía en el procesamiento de la información sensorial o por una privación de estimulación sensorial) o
- b. un aumento del procesamiento de arriba abajo. También se ha sugerido que las alucinaciones sean el producto de un fallo a nivel de la integración de la información sensorial con las expectativas.

En resumen, desde nuestra perspectiva, la percepción necesita de ambos tipos de procesamientos así como de un intercambio dinámico con el ambiente. Sin embargo, para comprender mejor el funcionamiento de la percepción es necesario entrar en detalles que requieren del conocimiento específico de las características de, al menos, una modalidad perceptiva que nos permita ver en casos concretos los conceptos generales sobre percepción que hemos visto hasta el momento. En este capítulo desarrollaremos la modalidad visual.

## Visión: De los fotorreceptores a la percepción visual

Llegados a este punto es muy probable que el lector ya se haya dado perfecta cuenta de que la percepción se encuentra lejos de ser simplemente el producto de la estimulación de los órganos de los sentidos. Percibir un objeto es el resultado de toda la información que disponemos de ese objeto y su procesamiento (la información visual por un lado, pero también la relacionada con el conocimiento de alto nivel que tenemos sobre ese objeto). Para comprender bien este proceso, intentaremos en este apartado hacer un viaje a través del sistema visual comenzando por el procesamiento de la información que realiza la retina hasta llegar a las diferentes áreas corticales vinculadas a la percepción visual.

### Recorrido de la información visual

En el caso de la percepción visual es claro que el proceso se inicia con la llegada de la luz al ojo y, por eso mismo, es importante que comencemos por conocer algunas características de esa fuente de información que llamamos luz. La luz es una radiación electromagnética que puede ser caracterizada por la amplitud y por la frecuencia de sus ondas o, alternativamente, por la inversa de la frecuencia: la longitud de onda. En particular, en los seres humanos, lo que llamamos luz visible es una parte pequeña del espectro de las radiaciones electromagnéticas que va entre los 390 nm y los 770 nm de longitud de onda. Los organismos biológicos, y

particularmente los seres humanos, hemos «aprendido» a utilizar las propiedades físicas de este rango particular de energía electromagnética. Esta radiación, una vez generada por una fuente, puede ser absorbida, reflejarse o ser transmitida por los objetos. Las reflexiones de la luz, al ser detectadas por los sensores que los organismos poseen (los fotorreceptores) nos informan sobre aquellos objetos. En definitiva, podemos decir que la luz rebota en los objetos y llega a nuestras retinas. Los físicos y los ópticos conocen bien esta parte del recorrido que podríamos llamar *presensorial*. Por esta misma razón, no profundizaremos en esta etapa del recorrido y comenzaremos nuestro viaje en la puerta de entrada del sistema visual: la imagen retiniana (ver Figura 2.5).

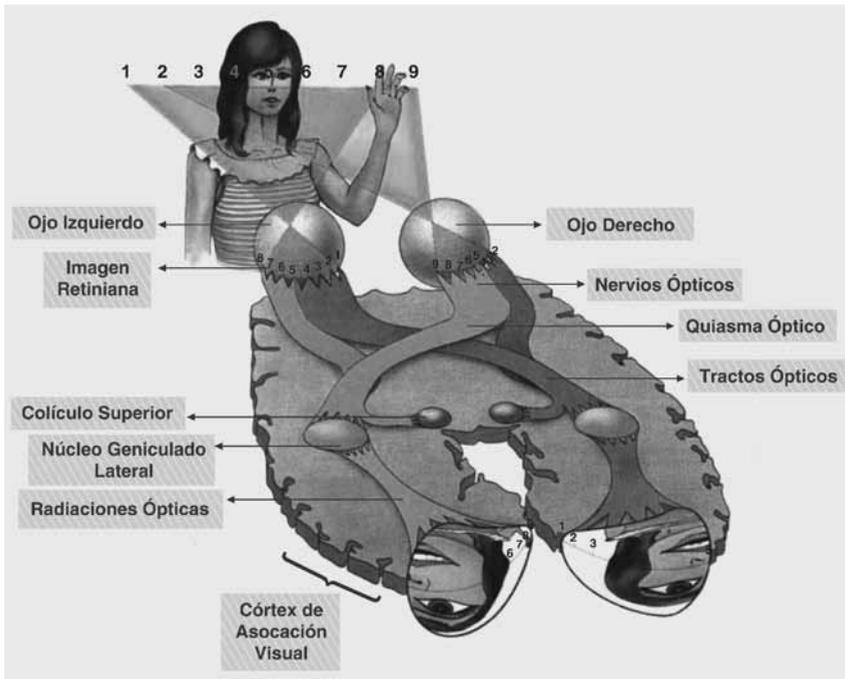


Figura 2.5. Esquema sobre un corte horizontal del cerebro que muestra el recorrido de la información visual en el cerebro.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

### *Estación inicial: el ojo y la retina*

El ojo es una estructura de forma aproximadamente esférica y bastante fuerte debido principalmente a su capa externa compuesta por denso tejido conjuntivo y por la turgencia del líquido que lo llena (humor vítreo). Los ojos están unidos a las cavidades óseas que los alojan por membranas y músculos que, a su vez, les confieren movilidad. Desde el punto de vista funcional podríamos decir que funcionan de acuerdo al principio de la cámara oscura (ver primer recuadro del capítulo). La idea básica se puede entender de esta manera: supongamos que estamos dentro de una caja pintada de negro y a oscuras, pero en la que hay un agujero muy pequeño

(que vendría a ser la pupila); la fuente de luz en el exterior (p. ej., el sol) va a reflejarse en las superficies de los objetos existentes en el exterior de la caja en muchas direcciones pero por el pequeño agujero solo van a pasar aquellos rayos luminosos que llegan en una dirección particular; idealmente desde cada punto del mundo exterior llegaría un solo rayo. De esta manera en la pared opuesta de la caja veríamos proyectada una imagen del mundo exterior doblemente invertida: de arriba abajo y de izquierda a derecha. Así, el ojo hace que se forme una primera imagen del mundo sobre la retina.

En la retina nos encontramos con diferentes tipos de células: por un lado, están los fotorreceptores que serán los responsables de la transducción (ver apartado sobre sensación y percepción) y, por otro lado, están las células cuya función será colaborar con los fotorreceptores en la codificación y organización de la información lumínica que acaba de entrar por la pupila. Las más importantes de este segundo tipo son las células ganglionares de la retina ya que cargarán con la responsabilidad final de la salida de la información que haya resultado del análisis retiniano. Esta salida será transmitida hacia el cerebro mediante el nervio óptico que está constituido por los axones de las células ganglionares. Este conjunto de axones debe abandonar las retinas a través de lo que se conoce como papila o disco óptico donde no puede haber fotorreceptores. El correlato perceptivo de esto es la existencia de un sector del campo visual de cada uno de nuestros ojos que no recibe información del mundo externo y se conoce con el nombre de *punto ciego* (ver recuadro a continuación). El tamaño del disco óptico en cada retina hace que el punto ciego abarque una proporción de nuestro campo visual nada despreciable (aproximadamente una zona circular de unos 4 grados de ángulo visual que se ubica a unos 11 grados de la fovea; ver Figura 2.6).

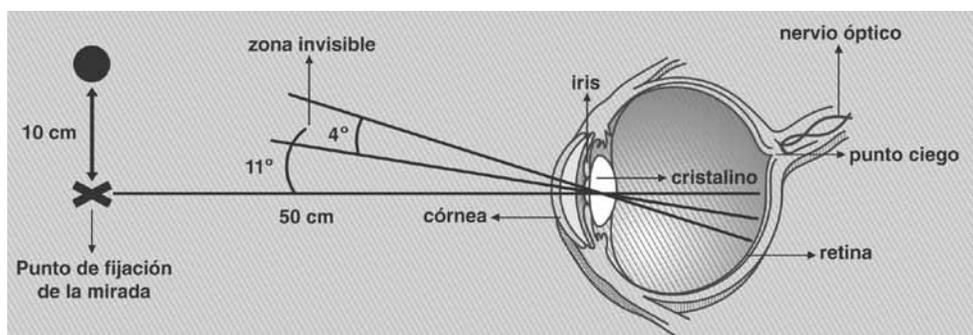


Figura 2.6. Esquema para entender la ubicación del punto ciego en cada retina.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

Sin embargo, resulta bastante asombroso que no veamos nada en una zona «tan grande» de cada uno de nuestros ojos y nunca lo hayamos notado.

¿Es posible que no veamos una parte de nuestro propio campo visual? ¿Por qué razón no lo notamos?

El haz de axones de las células ganglionares, al salir de la zona del globo ocular, crea un tipo de espacio sin receptores en la retina. Esta zona sin receptores se denomina punto ciego. Sin embargo, nuestro sistema visual aprovecha la información captada por los receptores de los alrededores del punto ciego para «rellenar» los huecos en las imágenes creados por el mismo. No obstante, la existencia del punto ciego en cada uno de nosotros es fácilmente demostrable mediante un sencillo experimento que requerirá que mires la animación «puncociego» en nuestro sitio web mientras sigues estas instrucciones: Observa la figura que aparece en dicha animación. En ella hay un círculo negro y un rombo. Ubícate a unos 50 cm de la pantalla de forma frontal al rombo y cierra completamente el ojo derecho. Con el ojo izquierdo (y sin girar la cabeza) mira directamente al rombo. Comienza a alejarte muy lentamente sin dejar de mirar el rombo con el ojo izquierdo. Llegará un momento en el que el punto negro «desaparecerá». Cuando estés en esa posición, sin moverte ni mover los ojos, haz click sobre la flecha verde que aparece al costado del rombo. *¿Has notado algún cambio?* Ahora, mira hacia donde estaba originalmente el punto negro para confirmar que lo que ocurría en esta zona estaba fuera del alcance de tu visión.

*Pero... ¿y cómo es que no lo notamos en la vida cotidiana?* Vuelve a mirar fijamente al rombo con el ojo izquierdo (cierre el ojo derecho) colocándote a la distancia en que no veas la «A» y oprime nuevamente la flecha. *¿Qué ves en la zona donde originalmente estaba el punto negro o la «A»?*

Probablemente, ves un círculo amarillo completo, ¿verdad? Bien, ahora mira la figura amarilla. *¿Es un círculo o más bien un anillo?*

Vuelve a mirar al rombo y oprime nuevamente la flecha verde. *¿Y ahora?* *¿Es un círculo azul o un anillo?*

Por otro lado, cada neurona ganglionar tiene su propio campo receptivo que abarca una porción del mundo sobre la que codifica información visual. Un buen número de neuronas ganglionares están dedicadas a analizar la información de la fovea (en un espacio aproximado de 2 grados de ángulo visual alrededor de donde estamos mirando en cada instante). Por cada fotorreceptor que hay en la fovea, hay una ganglionar, mientras que en la periferia varios fotorreceptores (más de 100 de promedio) conectan con la misma neurona ganglionar (ver Figura 2.7).

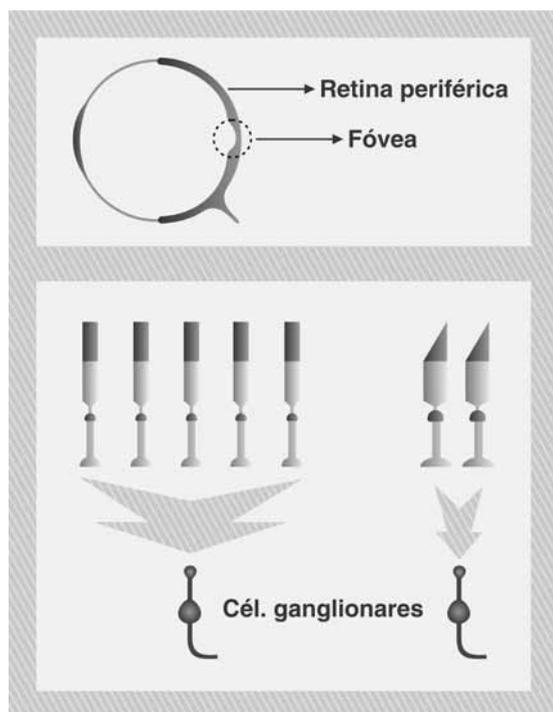


Figura 2.7. (Arriba) En la retina se pueden distinguir dos sectores: retina periférica y retina central (fóvea). La retina periférica contiene fundamentalmente bastones (fotorreceptores responsables de la visión en condiciones de baja luminosidad) y la retina central (fóvea) solamente conos (fotorreceptores responsables de la visión en color. (Abajo) El esquema detalla el mayor grado de convergencia que se puede encontrar en los bastones de la retina periférica en comparación a los conos de la retina central.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

La retina puede captar con detalle solo una parte del campo visual en la zona de la retina denominada *fóvea*. La impresión que tenemos de que vemos con igual precisión todos los objetos que nos rodean es una ilusión producto del movimiento coordinado de los ojos y de la capacidad constructiva del cerebro. Por esta razón es en la fóvea donde tenemos mayor resolución espacial siendo necesario «fovealizar» un objeto para poder percibir sus mínimos detalles.

Intenta, a modo de prueba experimental rápida, ver las letras del final de esta línea de texto sin mover los ojos de aquí. Como podrás apreciar una vez que hayas continuado leyendo, no somos capaces de identificar las letras que están a escasos centímetros de donde estamos mirando. Esto ocurre porque, fuera de la fóvea, cada célula ganglionar recibe la estimulación de cientos de fotorreceptores y, por tanto, disponemos de una pobre capacidad de discriminación espacial en la periferia.

Para comprobar el fenómeno de la rivalidad binocular, realiza la siguiente tarea:

- Enrolla una hoja de papel hasta formar un tubo.
- Coloca el tubo como si fuera un catalejo por donde mirar a través.
- Con el ojo derecho mira a la lejanía a través del tubo como muestra la figura. Ambos ojos deben estar abiertos y debes mirar de forma relajada (sin hacer fijaciones específicas).
- Ahora, guía la palma de tu mano izquierda hacia ti y acércala hasta tocar el tubo con el canto de la mano.
- De repente, en tu mano verás un agujero. Es decir, la imagen que recibe el ojo que mira por el catalejo domina sobre la otra.



Figura 2.8. Ejemplo rivalidad binocular  
Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

## ¿Estación de paso? Núcleo Geniculado Lateral

El Núcleo Geniculado Lateral (NGL) es el lugar donde las neuronas ganglionares harán su primer relevo antes de llegar a las áreas visuales de la corteza. Por muchos años se consideró al NGL como una simple pasarela necesaria para permitir que la información sensorial arribe a la corteza cerebral. Recientemente se ha descubierto que juega un papel importante en diferentes aspectos de la percepción como por ejemplo en la rivalidad binocular. Cuando presentamos una imagen diferente en cada ojo, estas suelen «competir» por unos instantes hasta que una de las dos prevalece y determina la percepción del sujeto en ese instante. Este proceso puede oscilar entre ambas imágenes, si las dos tienen un nivel de contraste similar y una saliencia perceptiva equivalente. El fenómeno de la rivalidad binocular nos muestra que, más allá de que ambas retinas tienen fisiológicamente la capacidad de ingresar información sensorial de ma-

nera independiente, la percepción solo admite una imagen en cada instante y, por tanto bajo esta rivalidad percibiremos la imagen que hay en una retina mientras que la otra es suprimida. Este es otro ejemplo de cómo la percepción se construye a partir de la imagen sensorial pero esta no determina lo que percibimos.

### Estación central: corteza visual primaria (V1)

Si continuamos nuestro viaje por la vía de la información visual, saldremos del NGL a través de las radiaciones ópticas que llevarán la información hasta la corteza. El área V1 es la primera área cortical que recibe información directamente del NGL, pero no es, en modo alguno, la única área cortical involucrada en la visión. De hecho, es importante tener en cuenta que el *input* visual es también transmitido directamente a otras áreas visuales en el lóbulo temporal o en el parietal. Por ejemplo, el lóbulo parietal superior recibe señales relacionadas con los movimientos rápidos así como con el reconocimiento de objetos. En este sentido, pensamos que V1 es como una estación central desde donde se puede conectar con prácticamente todas las demás estaciones de la red, aunque esto no es absolutamente necesario ya que existen caminos alternativos que permiten arribar a áreas de procesamiento especializadas sin pasar por la estación central. Existen, por tanto, sistemas paralelos de envío y recepción de información entre el área V1 y las áreas visuales circundantes

que, a su vez, están especializadas en diferentes atributos del estímulo (color, movimiento, reconocimiento de objetos, etc.) que veremos en detalle en el próximo apartado. Este tipo de organización con activaciones independientes es lo que permite explicar fenómenos tan curiosos como la visión a ciegas.

### Visión a ciegas

Milner y Goodale (1995) presentaron un caso clínico de una paciente de iniciales DF que, habiendo perdido prácticamente la totalidad de su corteza visual primaria (por envenenamiento de monóxido de carbono), era capaz de insertar correctamente una buena cantidad de discos en ciertas ranuras correctamente, incluso manifestando ella misma que no era capaz de ver nada. El fenómeno conocido por visión a ciegas ya había sido presentado por Weiskrantz (1986) y parece estar vinculado a la vía tectopulvinar ya que sus fibras no pasan por V1. Lo notable de este fenómeno es que muestra que el sistema visual es capaz de utilizar cierta cantidad de información visual independientemente de la conciencia que se tenga de la misma. Para el paciente que sufre esta ceguera cortical, el acierto en la manipulación de los objetos es solamente una cuestión casual. La persona no es consciente en ningún momento del uso que está haciendo de esa información visual. Esto ha hecho que este fenómeno se convierta en un modelo para el estudio de la conciencia visual, de la consciencia en general y ha provocado también varias discusiones filosóficas. De hecho, es un ejemplo utilizado recurrentemente por los psicólogos que defienden las teorías corporizadas en percepción para mostrar que no necesitamos de inferencias ni ideas para actuar en el mundo.

Como hemos visto, en el proceso de transformación que sufre el estímulo proximal hasta convertirse en percepto intervienen diferentes áreas y módulos de procesamiento que codifican cada uno de los rasgos del estímulo como el brillo, el color, el movimiento y la forma. En definitiva, podemos concluir que en V1 ocurre un primer procesamiento de los rasgos elementales de la imagen que culminará, más adelante, en la percepción de la forma, del color y del movimiento.

## Percepción de la forma, del color y del movimiento

### *¿Cómo percibimos los objetos?*

Buena parte de nuestro cerebro visual está de alguna manera relacionada con la posibilidad de percibir e interpretar objetos de nuestro entorno. Los seres humanos somos extremadamente rápidos en el reconocimiento de objetos siendo capaces de categorizar objetos (p. ej., entre animales y coches) en tan solo 150 milisegundos. Probablemente esta categorización rápida se consiga a partir de la identificación de alguna de las partes del objeto.

La parte más simple del proceso de percibir formas supone el identificar las características geométricas básicas de los objetos como la longitud de las líneas, su orientación y las intersecciones con otras líneas. Sin embargo, este proceso está lejos de ser simple como muestra la ilusión de la vertical y la horizontal que fue descrita inicialmente por Wundt en 1862 (ver Figura 2.9). La longitud de una línea orientada verticalmente es percibida como mayor que la de una línea de igual

longitud pero orientada horizontalmente. Este efecto ilusorio se conoce como ilusión de la línea vertical-horizontal y nos muestra que la percepción de la forma para el sistema visual dista mucho de ser un asunto sencillo.

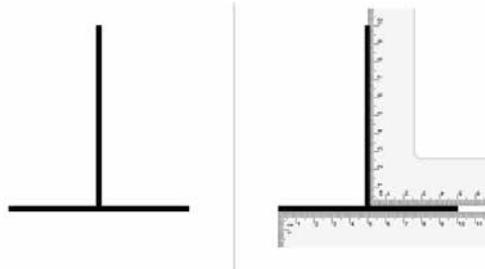


Figura 2.9. La línea horizontal de la figura parece mucho más corta que la vertical. Sin embargo, ambas tienen la misma longitud física como muestra la imagen de la derecha a través de la regla.

Fuente: Wikimedia Commons.

Ya a principios del siglo *xx*, los psicólogos de la Gestalt habían advertido sobre la complejidad que encierra la percepción de formas en el sistema visual cuando plantearon que la forma percibida es una propiedad no intrínseca de los componentes de un objeto. Los humanos somos estructuradores activos del entorno y, por tanto, existen procesos y leyes que median entre los objetos del mundo físico y la percepción que tenemos de ellos. La escuela de la Gestalt propuso varias de esas leyes o principios de organización perceptiva (ver recuadro correspondiente) que en la actualidad los ingenieros, con ayuda de los psicólogos de la percepción, intentan implementar en los sistemas de visión artificial con el objetivo de optimizar la visión de los robots.

## Leyes de la Gestalt

Como se vio en el Capítulo 1, la escuela de la Gestalt fue muy influyente en el estudio de la percepción, definiendo una serie de principios que se dieron en llamar «leyes de organización perceptiva» y que aún hoy se consideran válidos. Algunos de estos principios son:

*Principio de la prägnanz (pregnancia):* La tendencia de la experiencia perceptiva a adoptar las formas más simples posibles.

*Principio del cierre:* Nuestra mente añade los elementos faltantes para completar una figura. Existe una tendencia innata a concluir las formas y los objetos que no percibimos completos.



Figura 2.10. Principio de cierre

*Principio de la proximidad:* El agrupamiento parcial o secuencial de elementos por nuestra mente basado en la distancia.

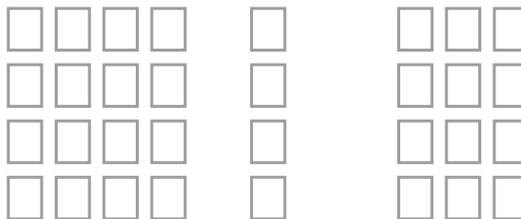


Figura 2.11. Principio de proximidad

*Principio de simetría:* Las imágenes simétricas son percibidas como iguales, como un único elemento, en la distancia.

*Principio de continuidad:* Los detalles que mantienen un patrón o dirección tienden a agruparse juntos, como parte de un modelo. Es decir, percibir elementos continuos aunque estén interrumpidos entre sí.

*Principio de dirección común:* Implica que los elementos que parecen construir un patrón o un flujo en la misma dirección se perciben como una figura.

*Principio de la relación entre figura y fondo:* Afirma que cualquier campo perceptual puede dividirse en figura contra un fondo. La figura se distingue del fondo por características como: tamaño, forma, color, posición, etc.

Existen ciertas lesiones a nivel cortical que provocan déficits en el reconocimiento visual que no pueden explicarse a partir de desórdenes sensoriales ni de disrupción del lenguaje o de deterioros mentales severos. A este tipo de déficits los neuropsicólogos los denominan agnosias visuales y consisten fundamentalmente en la incapacidad de organizar la información sensorial en una forma determinada mediante la discriminación del contorno del estímulo frente al fondo. Estas funciones parecen relacionarse claramente con las del área V2 (Tirapu, Ríos y Maestu, 2008). Uno de los síndromes más sorprendentes del grupo de las agnosias es el que conocemos como prosopagnosia (*prosopon* significa *cara*, en griego) y se manifiesta en la dificultad de un paciente para reconocer caras, incluyendo la suya propia. Es un déficit específico que en general permite que el paciente pueda describir sin problemas el tamaño de las cejas o la forma de la boca aunque le resulte imposible agrupar toda esa información para identificar una cara en concreto. Esto ha llevado a asumir que existe un área específica para la identificación de caras en el cerebro humano, aunque hay un debate vigente sobre si la prosopagnosia implicaría una alteración específica diferente a las agnosias.

### *¿Cómo percibimos el color?*

El color es la experiencia perceptual subjetiva vinculada con la composición espectral de la luz que llega a las retinas de nuestros ojos. Cuando Newton mediante un prisma logró descomponer la luz en sus componentes de frecuencia y vio que esto se correspondía con experiencias de color diferentes, entendió que el color es una propiedad psicofísica en el sentido de que los colores como tales no existen en el mundo físico: en este solo existe un continuo de diferentes frecuencias de radiaciones electromagnéticas. La experiencia compartida que tenemos del color con los demás seres humanos surge de la común organización neurobiológica de la especie. Salvo excepciones que veremos más adelante, todos nombraremos, por ejemplo, como *verde* a una misma clase de composiciones espectrales y como *rojo* a otras. Si bien este es un dato de la realidad con el que nos manejamos en forma cotidiana y en el que confiamos profundamente (piénsese en todo lo que pueden determinar de nuestra vida cotidiana las luces de los semáforos) en sentido estricto no tenemos manera de comunicar al otro en qué consiste la experiencia de, por ejemplo, «ver verde».

La teoría de que la visión en colores puede ser explicada por la respuesta de tres mecanismos con diferentes sensibilidades a las diferentes longitudes de onda de la luz se conoce como teoría tricromática y es la teoría más clásica en relación a la percepción del color. De acuerdo a esta teoría los seres humanos somos tricromatas, es decir: tenemos tres fotopigmentos diferentes en nuestros fotorreceptores de color (conos). Hay animales que son dicromatas y otros que son monocromatas e incluso otros que son tetracromatas como las tortugas (y algunos humanos).

Pero esto solo es parte de la historia. Otras observaciones, realizadas por Ewald Hering también a finales del siglo XIX, pusieron en evidencia que algunas combinaciones de colores eran imposibles: uno puede concebir un rojo amarillento (naranja) o un azul verdoso pero no un rojo verdoso o un azul amarillento. El rojo y el verde de alguna manera se oponen como también lo hacen el azul y el amarillo. Sobre esta

base Hering edificó su teoría compuesta por cuatro colores organizados en pares opuestos: verde vs. rojo y azul vs. amarillo.

A nivel cortical, luego del pasaje por V1, una parte importante del procesamiento del color parece realizarse en la parte de la vía ventral, más específicamente en el área V4. Las lesiones de esta área producen la pérdida de la visión en colores, o acromatopsia, que es la incapacidad de una persona para percibir colores, sin que el trastorno sea debido a problemas en los receptores sensoriales de la retina. El mundo es percibido en tonalidades grises, aunque por lo general se conserva la agudeza visual y se mantiene intacta la percepción del brillo, lo que permite diferenciar más de 100 matices de colores. Un dato interesante es que los acromatópsicos pierden la capacidad de soñar en colores e incluso de imaginarlos, lo que con el tiempo lleva a una pérdida de la memoria referida al color.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la percepción del color está fuertemente influida por el contexto. Estímulos que producen la misma distribución de energía luminosa en las distintas longitudes de onda pueden parecer muy diferentes dependiendo de los otros colores de la escena. A este fenómeno se lo conoce como contraste de color. Inversamente, estímulos que reflejan distintas composiciones espectrales pueden verse como iguales. A este fenómeno se lo conoce como constancia de color. Ambos fenómenos pueden resultar en ilusiones muy impactantes como la ilusión del tablero de ajedrez propuesta por Adelson (2000).

En el sitio web sobre ilusiones visuales y de pensamiento que construimos hace algunos años para explicar el funcionamiento de las ilusiones podrás interactuar con esta ilusión hasta comprender cabalmente su funcionamiento. El sitio se encuentra disponible para acceso de invitados en la siguiente dirección: <<http://lvpb.psico.edu.uy/ilusions>>. Allí también encontrarás información específica sobre la ilusión del tablero de ajedrez propuesta por Adelson.

### ¿Cómo percibimos el movimiento?

Al observar el minuterero de un reloj no somos capaces de percibir movimiento. Esto se debe a que el movimiento de la aguja del reloj no alcanza el umbral para la detección de la velocidad en el sistema visual humano. Sin embargo, más allá de que el minuterero del reloj no alcance el umbral de detección del movimiento en el sistema visual humano, intuitivamente sí somos capaces de afirmar que la aguja se ha movido ya que, después de un cierto lapso de tiempo, observamos que no se encuentra en la misma posición. Es decir, detectamos que se movió a partir de un cambio de posición. Sin bien esto es cierto para el caso de los movimientos muy lentos, la percepción del movimiento no se basa en ningún tipo de proceso intuitivo. Por el contrario, el movimiento es una experiencia directamente codificada por el sistema visual (Maiche, 2002).

El movimiento es, por tanto, una dimensión visual fundamental, un producto primario que no puede ser derivado de procesos sensitivos más primitivos como pueden ser la percepción del espacio o del tiempo. Algunas de las evidencias empíricas que tenemos para afirmar esto son los denominados post-efectos de movimiento, como la ilusión de la catarata (*waterfall illusion*). En la ilusión de la catarata, el sistema visual codifica movimiento sin que haya desplazamiento a lo largo del

tiempo (es decir, sin que tengamos la experiencia de un cambio en la posición), lo cual nos permite afirmar que el sistema está capacitado para codificar directamente el movimiento sin pasar previamente por el cómputo de la distancia (ver recuadro). Según Wertheimer (1912): «Uno no solo ve que el objeto ahora está en un lugar diferente al anterior y por eso sabe que se ha movido, uno más bien ve el movimiento».

### Los *post-efectos*

Los *post-efectos* de movimiento son sensaciones de movimiento que quedan después de una estimulación provocada por un objeto en movimiento. Un buen ejemplo de estos efectos puede experimentarse al observarse de manera continuada un flujo de agua (como el de una catarata) en una dirección y velocidad constante durante unos cuantos segundos. Si el observador mantiene la mirada fija en un punto del flujo de agua durante al menos 30 segundos evitando incluso los parpadeos y luego fija la vista en un objeto inmóvil (puede ser una roca cercana a la cascada) tendrá la sensación de que el objeto inmóvil se mueve en sentido contrario al del flujo de agua. Un efecto similar ocurre cuando miramos el centro de un espiral en movimiento durante un tiempo. Puedes experimentar este efecto en nuestro sitio web (Archivo 'optical.exe'). Para ello debes mirar el centro del espiral unos 30 segundos sin parpadear y luego mirar intempestivamente a un objeto estático (p. ej., la palma de tu mano). Los *post-efectos* de movimiento muestran, al igual que el movimiento aparente, que los seres humanos somos capaces de percibir movimiento incluso con objetos estáticos.

Imagina que de repente comienzas a percibir que las cosas aparecen sin más (cuando se quedan quietas) o que no sabes cuándo dejar de servir café o té, dado que no puedes ver a qué altura de la taza ha llegado el líquido. Este tipo de síntomas eran los que describía la paciente LM a la cual se diagnosticó una lesión bilateral en el área V5 o MT. El caso LM nos muestra cómo el cerebro es capaz de analizar de manera independiente diferentes atributos del mundo visual.  
(Zhil, von Cramon y Mai, 1983)

A nivel cortical, la información sobre movimiento global parece comenzar con las neuronas ubicadas en el área medio temporal (MT, también conocida como V5) que reciben directamente muchas de las salidas de las neuronas de V1. Al igual que sucede en V1, casi la totalidad de las neuronas del área MT responden al movimiento y están sintonizadas a una dirección. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede en las neuronas de V1, los campos receptivos de estas neuronas son más grandes lo que permite integrar la información proveniente de V1. Por tanto, podemos decir que las neuronas de MT

responden al movimiento global, ya sea que la señal provenga de cambios en la luminancia, en el color o incluso en la textura. Ahora bien, ¿qué sucede entonces si tenemos una lesión en el área MT?

Nuevamente nos enfrentamos a la pérdida específica de un atributo visual fundamental: el movimiento. El paciente con akinetopsia solo es capaz de percibir objetos cuando están quietos y, por esta razón, percibirá que los objetos aparecen de repente en su campo visual (cuando se quedan quietos) en diferentes posiciones,

dado que mientras se mueven dejan de ser percibidos. De hecho, la visión de un paciente con akinetopsia es como la de una película muy vieja donde hay saltos enormes entre fotograma y fotograma. Al igual que sucede con la acromatopsia, en este tipo de síndromes solo se afecta la visión del movimiento. Por tanto el paciente continúa percibiendo el color y, por ejemplo, puede leer sin problemas. Esto es lo que hace que habitualmente este tipo de pacientes puedan no presentarse a consulta, puesto que no asocian sus síntomas a un trastorno neuropsicológico, sino más bien a trastornos psíquicos.

## Ilusiones visuales: Ventanas al funcionamiento de la percepción

El procesamiento de información que realizamos permanentemente está orientado a reconstruir al estímulo distal a partir de la información contenida en el estímulo proximal. En este proceso de reconstrucción surgen, como ya hemos visto anteriormente, diferencias entre nuestro percepto y lo que sabemos deben ser las características del estímulo distal que estamos percibiendo. La definición clásica de ilusión supone justamente una diferencia significativa entre el estímulo distal y el percepto que es en definitiva el que nos instala en nuestro entorno. Sin embargo, desde nuestra perspectiva, la mayoría de las ilusiones visuales no deben considerarse estrictamente ilusiones en tanto que no provienen de una diferencia entre el estímulo distal y el percepto sino que son el producto de un desfase entre el estímulo proximal y el percepto. Esto resulta, hasta cierto punto, adaptativo, puesto que también hay un desfase o desencaje entre el estímulo distal y el proximal, como veíamos anteriormente.

Desde esta concepción, las ilusiones visuales son una herramienta muy importante para el entendimiento del funcionamiento del sistema visual ya que, de alguna manera, nos permiten entender los mecanismos que están en juego: algo así como si pudiéramos ver, por un momento, los hilos que revelan la acción del titiritero que mueve la marioneta. Partimos de la base entonces de que las ilusiones visuales están permanentemente presentes en nuestra vida cotidiana. Un buen ejemplo de esto puede apreciarse en la Figura 2.12 (tomada de Rock, 1985). En dicha figura podemos encontrar varias de las ilusiones visuales más clásicas aunque quizás lo interesante sea justamente que las creencias perceptivas que se derivan de ellas (ver el pie de la figura) no coinciden con las conclusiones a las que llegaría de forma razonada alguien que se hallara en la habitación. En definitiva, se aprecia que estas ilusiones no nos engañan en relación a nuestra interacción con el entorno, sino que más bien nos permiten un conocimiento más adecuado para dirigir nuestra conducta.

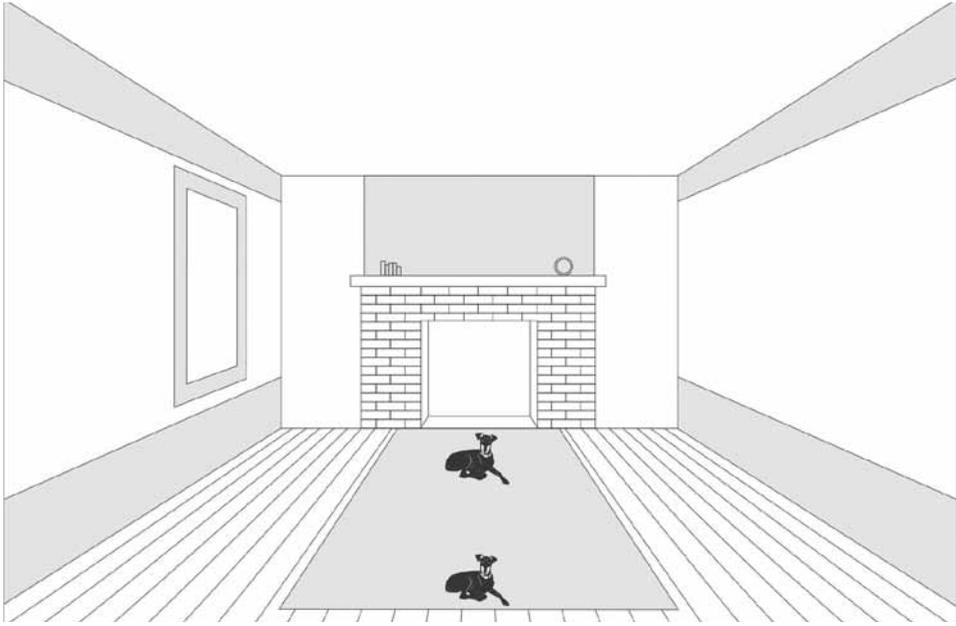


Figura 2.12. En esta figura se pueden apreciar algunas de las ilusiones visuales más conocidas. El perro más cercano a la chimenea parece más grande que el otro (ilusión de Ponzó). La línea que marca la parte superior de la pared de la derecha es la continuación de la recta que marca la parte inferior de la pared de la izquierda (ilusión de Poggendorff). El lado inferior de la alfombra, el más cercano al observador, tiene la misma longitud que la línea que marca la parte inferior de la pared de la chimenea (ilusión de Müller-Lyer, ilusión de Ponzó).

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

Para finalizar este apartado, nos parece importante remarcar la idea de que la percepción no es simplemente el producto de la estimulación de los órganos de los sentidos. La percepción es nuestra realidad incluso cuando sabemos que aquello que vemos no corresponde con lo que conocemos de la realidad física (caso de las ilusiones visuales). Por tanto, podemos definir a la percepción como una actividad cognitiva del organismo provocada por la presencia física de un objeto (estímulo) y la cascada de información y procesamientos que ello implica.

La percepción no está determinada simplemente por los patrones del estímulo sino que es más bien una búsqueda dinámica de la mejor interpretación de los datos disponibles. Los datos disponibles iniciales son las características del estímulo proximal. A partir de allí, el sistema visual llevará a cabo una serie de operaciones de transformación, de síntesis y activaciones de conocimientos que tienen por objetivo transformar ese estímulo visual en un percepto que represente más fidedignamente al estímulo distal que desencadenó el proceso perceptivo. Por esta razón, la investigación en percepción necesita de herramientas metodológicas rigurosas en el control de las variables y con gran capacidad para repetir ensayos. En el próximo apartado veremos algunas características generales de la psicofísica, la herramienta metodológica por excelencia en el estudio científico de los procesos perceptivos.

# Percepción y psicofísica

La percepción y su relación con los atributos físicos del estímulo pueden ser analizadas con los métodos psicofísicos. Estos métodos son empleados, en general, para revelar los mecanismos básicos de la percepción, así como para evaluar el rendimiento de las personas ante determinada tarea perceptiva. Las mediciones psicofísicas implican mediciones del comportamiento que revelan procesos internos.

## ¿Podemos medir la sensación?

Poder medir es una característica básica del conocimiento científico. Muchos debates surgieron cuando Fechner hacia mitad del siglo XIX planteó el desafío de medir los procesos mentales. Los crecientes hallazgos de la física permitieron pensar en la posibilidad de entender el funcionamiento, mayormente perceptivo, de animales y humanos a partir de los métodos desarrollados para medir las propiedades de objetos. De hecho, las nociones de infrarrojo, ultravioleta o ultrasonido se definen a partir de los límites de los sistemas sensoriales humanos, lo que implica que dichos límites hayan sido establecidos previos a ser utilizados en otros campos de conocimiento.

Entonces, cabe preguntarse: ¿cómo se evalúan precisamente estos límites? ¿Cómo se estudian mecanismos que no son directamente observables? La mayoría de las ciencias naturales se enfrentan al problema de estudiar fenómenos que no son directamente accesibles al observador, pero que deben ser estudiados a partir de los efectos observables. La psicofísica (y de manera general la psicología) no difiere demasiado de las restantes ciencias. En psicología estudiamos comportamientos, es decir, respuestas abiertas producidas por humanos (y no humanos) en relación con ciertas reglas experimentales. El material básico está compuesto por dos variables observables y medibles: los estímulos y las respuestas. El objetivo de la investigación psicofísica no se restringe a la descripción de esta relación, sino que pretende inferir los mecanismos internos que explican el hecho de que las respuestas no sean iguales a los estímulos. Es decir, medimos respuestas de los sujetos y, a partir del análisis de las mismas, inferimos los mecanismos que podrían haber generado ese patrón de respuestas.

## El concepto de umbral

Desde sus inicios, la psicofísica se interesó en cómo medir la intensidad en que percibimos los estímulos. Para ello, desarrollaron una serie de métodos que permiten medir la relación entre la intensidad física del estímulo y lo que se percibe (ver el próximo texto destacado). Mediante la presentación de muchos estímulos es posible obtener una función de la relación entre la intensidad física del estímulo y lo que se percibe y, a partir de ella, calcular los umbrales de detección para esa persona. La función representa la probabilidad de detección de un estímulo en función de su intensidad física. El umbral será el valor medio de la distribución de respuestas.

Habitualmente definimos las características de un sistema sensorial en relación a dos umbrales. Por un lado, el *umbral absoluto* (UA) que corresponde al valor

de intensidad mínima necesaria para detectar un estímulo al menos el 50% de las veces que se presenta (sin aviso previo). Sin embargo, no debemos considerar el valor del umbral absoluto como un valor fijo. Consideramos que la zona donde se ubica el UA refiere a una frontera; o sea, indica que cualquier intensidad mayor a las de esa zona generará estímulos detectables para el participante y cualquier intensidad claramente menor provocará que no se detecte el estímulo. Por otro, el *umbral relativo* refiere a la mínima intensidad que podemos discriminar entre dos estímulos. Es decir, la mínima diferencia que somos capaces de percibir entre dos estímulos supraumbrales.

Es importante tener en cuenta que una misma persona puede responder de manera diferente a un mismo estímulo, según el momento de la evaluación. Tanto el estado atencional y motivacional como las expectativas influyen en las respuestas de los individuos. Una manera sencilla de comprobar esto es dando información sobre la probabilidad de aparición de un estímulo. En este caso, el participante dará respuestas sesgadas por la información aportada. Por ejemplo, en un experimento de detección de un estímulo blanco, si informamos que hay una mayoría de ensayos donde verdaderamente aparece el estímulo blanco y solo unos pocos ensayos en los que no está, el participante —en especial cuando tenga dudas— contestará «sí lo vi» aumentando la frecuencia de respuestas «sí» en comparación con las respuestas «no». Esto mismo ocurre cuando se ofrecen recompensas por los aciertos o costos por los errores. Estos sesgos en las respuestas fueron estudiados por la Teoría de Detección de Señales (TDS; Green y Swets, 1966) que propuso un método para analizarlos y medirlos.

## Los psicólogos ¿tenemos bisturí?

La psicofísica es a los psicólogos, lo que el bisturí es a los médicos. La idea que sostiene esta afirmación es que, mediante las técnicas psicofísicas, los psicólogos podemos identificar los mecanismos de la percepción en el cerebro. De hecho, la mayoría de los conocimientos que describimos en el apartado anterior provienen de experimentos psicofísicos. Los métodos psicofísicos clásicos abordan los problemas que surgen de formular cuatro preguntas básicas sobre la percepción (Werner, 1974):

«¿Hay algo allí?»; esta pregunta conduce al *problema de la detección*.

«¿Es esto diferente de aquello?»; es la pregunta que nos conduce al *problema de la discriminación*, que ha sido el problema fundamental de la psicofísica.

«¿Qué es esto?»; es la pregunta que lleva al *problema del reconocimiento*.

«¿Cuánto de eso hay aquí?»; esta pregunta plantea el *problema de la escala*.

## El problema de discriminación: Ley de Weber y Fechner

Weber y Fechner desarrollaron paradigmas experimentales sencillos para comparar cómo discriminamos dos estímulos de diferente magnitud. Su objetivo era cuantificar la intensidad de la sensación en forma de leyes matemáticas para predecir la relación entre la magnitud del estímulo y la capacidad de discriminación sensorial de los sujetos. En 1843, Weber demostró que la sensibilidad de los sistemas sensoriales a las diferencias depende de la relación entre los estímulos a comparar.

Es decir, fácilmente percibimos que 1 kilo es diferente de 2 kilos. Sin embargo, es difícil discriminar 50 kilos de 51 kilos, por más que la diferencia en los dos casos sea de 1 kilo. Esta relación se expresa en la ecuación conocida como la *ley de Weber*:

$$\Delta S = K \times S$$

Donde « $\Delta S$ » es la diferencia mínima que somos capaces de detectar entre el estímulo estándar « $S$ » y el estímulo de comparación (que es el estímulo que se presenta para ser discriminado) y « $K$ » es una constante de proporcionalidad específica para cada modalidad sensorial. Esta diferencia mínima es conocida como la «diferencia apenas perceptible» (DAP). Por lo tanto, la propuesta de Weber es justamente que la diferencia necesaria para discriminar entre el estímulo estándar y el estímulo de comparación es una proporción, es decir, un porcentaje del estímulo estándar. A partir de la propuesta de Weber, los psicofísicos dedicaron un gran esfuerzo a encontrar las constantes ( $K$ ) de cada modalidad sensorial ya que son diferentes y específicas. Así, somos mucho más precisos para discriminar el brillo de la luz ( $K=2\%$ ) que el sabor de la sal ( $K=20\%$ ).

A fin de comprobar esto, puedes realizar un pequeño experimento casero con vasos de agua y sal diluida en ellos. Si preparas dos vasos de agua cuyo contenido de sal se diferencie en menos de 20% y los das a probar a algún amigo, este seguramente no será capaz de indicar con certeza cuál de ellos tiene mayor cantidad de sal. Sin embargo, si preparas otros dos vasos con agua y sal en los que la diferencia entre ellos sea apenas mayor que el 20%, es muy probable que sí se pueda identificar el que tiene mayor contenido de sal.

De todas maneras, es importante tener en cuenta que investigaciones posteriores a las de Weber, que evaluaban todo el rango de intensidades posibles, mostraron que la constante de Weber no se mantiene constante cuando las intensidades que se evalúan están o muy próximas a la zona del umbral absoluto o son muy altas. Además, hoy sabemos que esta relación no se cumple para bajas intensidades del estímulo estándar.

Por su parte, Fechner en 1860 extiende la ley de Weber y describe una relación general que vincula la sensación y la intensidad del estímulo. Su propuesta es que esta relación está dada por una función logarítmica entre la sensación que experimenta el individuo y la intensidad del estímulo que se le presenta. Este tipo de relación se deduce directamente de la ley de Weber y asume que para experimentar un cambio en una sensación debemos aumentar proporcionalmente la intensidad del estímulo estándar.

## Métodos psicofísicos clásicos

Entre los métodos psicofísicos clásicos se encuentra el método de límites, el de ajuste y el de estímulos constantes. Estos métodos permiten identificar el umbral absoluto de detección (UA) y la diferencia apenas perceptible (DAP) entre un estímulo estándar y el de comparación.

*Método de los límites.* En la versión ascendente del método de límites, el experimentador comienza presentando estímulos de muy baja intensidad, claramente por debajo del umbral, y continúa aumentando la intensidad de los estímulos de forma escalonada hasta que el participante detecta el estímulo. También puede aplicarse este método en sentido inverso o descendente, comenzando con estímulos claramente detectables y luego estímulos cada vez más débiles hasta que el participante no los detecta. Una de las críticas que recibe este método es la habituación del participante (o acostumbamiento a los estímulos) provocada por la presentación escalonada de intensidades.

*Método de ajuste.* Es similar al método de los límites, pero en este caso es el propio participante el que manipula y ajusta la intensidad del estímulo, en lugar del experimentador. El participante ajusta la intensidad del estímulo hasta detectar que es diferente al estímulo de comparación o hasta determinar que ya no lo detecta en el caso del UA. La falta de control de los estímulos por parte del experimentador hace que sea un método menos confiable y más susceptible a sesgos o errores del participante.

*Método de estímulos constantes.* En este método el experimentador selecciona una serie de intensidades de estímulos que se presentan aleatoriamente en al menos 10 repeticiones de cada intensidad. En el caso de estar en busca del UA, el experimentador se asegura de seleccionar estímulos que estén claramente por debajo del umbral y otros claramente por encima. A partir del porcentaje de detecciones correctas, se construye una función que permite estimar el valor del umbral. Es el método más robusto y el más utilizado.

## Una variable reveladora: El tiempo de reacción

El tiempo empleado por el participante para generar un juicio acerca de un estímulo representa una primera medida de su rendimiento y una aproximación para revelar los procesos mentales. Este tiempo constituye una variable de gran importancia dado que contiene información sobre las distintas etapas del procesamiento de la información que realiza nuestro sistema nervioso. La psicofísica de los tiempos de reacción (TR) tiene su origen en una idea muy simple pero muy potente. La idea de base es que la complejidad del procesamiento aumenta el TR, es decir que cuanto más compleja es una tarea experimental, más tiempo se necesita para emitir una respuesta. El tiempo que los humanos tardamos en emitir una respuesta desde la presentación de un estímulo se denomina «Tiempo de reacción» y ha sido la variable dependiente natural en muchos de los experimentos psicológicos desde el siglo XIX.

El oftalmólogo holandés F. C. Donders (1868) fue quien descubrió la importancia del TR como variable psicológica. En 1868 presentó el denominado «método sustractivo» para medir la duración de los diversos procesos mentales mediante el análisis de los TR (ver recuadro correspondiente). La base teórica del procedimiento sustractivo consiste en admitir la presencia de diversos procesos cognitivos que actúan en la ejecución de una tarea y que se reflejan en la longitud del tiempo

necesario para realizarla. Este método asume que el TR total del proceso resulta de la suma de los TR correspondientes a los diversos procesos cognitivos implicados. Por lo tanto, se considera que los procesos cognitivos implicados en la realización de una tarea actúan de manera serial y aditiva. Hoy sabemos que la mayoría de los procesos mentales no están compuestos por procesos que se concatenan de manera serial, sino que en la mayoría de los casos actúan simultáneamente; el método de Donders fue el que mostró, por primera vez, las posibilidades de la psicofísica para desentrañar procesos mentales.

### El método sustractivo

De modo esquemático, el método sustractivo de Donders puede representarse en la figura de más abajo. Parte de asumir que una tarea de TR simple (apretar un botón cuando se detecta un estímulo) requiere solamente de una etapa de percepción y una etapa motora que es responsable de la respuesta motriz del sujeto. Desde este punto de vista, la tarea de TR simple implicará cierto tiempo para percibir el estímulo (P) y luego otro tiempo para ejecutar la respuesta motora (M). En este caso, presionar un botón (TR simple = P + M). Si además proponemos al participante que realice una tarea de discriminación (en la que tiene que indicar cuál de dos estímulos es mayor, por ejemplo) tendremos, por un lado, las etapas anteriormente detalladas (P y M), pero además se agregará una etapa perceptual de discriminación que es el tiempo que utiliza el participante en la discriminación perceptiva de los dos estímulos implicados en la tarea (D). En definitiva, tenemos: Tarea de discriminación = P + D + M. El método sustractivo se basa en que, bajo ciertas condiciones, los tiempos implicados en ambas tareas se pueden restar aislando así el tiempo que insume específicamente el proceso de discriminación perceptiva ( $D = \text{TR discriminación} - \text{TR simple}$ ).

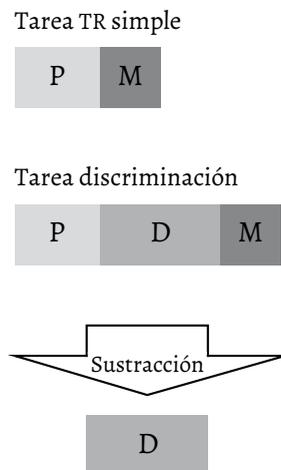


Figura 2.13. Método sustractivo propuesto por Donders. La tarea de TR simple incluye una etapa perceptual (P) y una etapa de respuesta motora (M). En la tarea de discriminación se agrega un tiempo de discriminación (D). Tras la sustracción del tiempo que insume la tarea de TR simple al TR de discriminación, se obtiene el tiempo dedicado específicamente al proceso de discriminación (D).

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

La investigación en psicología y en psicofísica mediante TR ha permitido conocer una importante cantidad de factores (fisiológicos, psicológicos, experimentales, orgánicos, etc.) que son capaces de influir sobre la medición del TR. Por ejemplo, se constatan variaciones de TR producidas por los efectos provenientes del nivel de preparación del participante ante la respuesta o la fatiga o la activación de los participantes. En este sentido es aconsejable controlar la duración de cada una de las sesiones que realiza un participante en tareas de TR. Además, la hora del día en que se realiza la prueba también puede influir en los TR como consecuencia del ritmo circadiano individual (nocturnidad/diurnidad). También podrían incidir factores motivacionales o emocionales. Si no se describen las condiciones de registro de los datos, los valores no representarán una información certera ni permitirán un análisis fiable. Es necesario tener en cuenta estas precauciones antes de realizar una investigación con el TR como variable dependiente. De todas formas, el análisis de los TR puede aportar elementos valiosos para comprender las relaciones existentes entre la sensación y el estímulo.

## Comenzando a ver (y entender) el mundo

Nuestras interpretaciones del mundo que nos rodea están determinadas por la interacción de dos factores: la estructura biológica y la experiencia que modifica esta estructura. Al cabo del primer año de vida, el sistema visual de los bebés está casi completamente desarrollado y la mayoría de los grandes cambios estructurales ya se han completado (Huttenlocher *et al.*, 2002). Los bebés abren los ojos casi inmediatamente después del nacimiento y pronto empiezan a generar experiencia, mirando a su alrededor, moviendo los ojos para examinar su entorno y fijándose en los objetos que les resultan de interés. Un bebé puede ver la cara de su madre, su cuna, el biberón miles de veces y, por lo general, desde diferentes ángulos, bajo diferentes condiciones de iluminación, en diferentes momentos del día. A medida que el recuerdo de cada ocurrencia se combina con cada nueva experiencia, la cascada de información se acumula para formar representaciones mentales duraderas de personas, lugares y cosas del entorno. Las primeras etapas de la vida son determinadas biológicamente por períodos críticos o sensibles, durante los cuales el niño presenta una mayor sensibilidad a determinado tipo de estímulo. Este tipo de estimulación parece ser necesaria para el desarrollo de ciertas habilidades. Por lo tanto, las características del entorno pueden determinar también el desarrollo de funciones biológicas necesarias para percibir el mundo de forma adaptativa (Pires *et al.*, 2013).

¿Cómo surge todo este intrincado conjunto de funciones y estructuras ligadas a la percepción? ¿Nacemos con todas estas capacidades? Los psicólogos del siglo XIX contestarían sin ninguna duda que no. Para ellos, los bebés percibían un mundo totalmente confuso sin poder dar significado a la estimulación a la que están expuestos. Sin embargo, hoy sabemos que no es exactamente así. Aunque los bebés presentan unas capacidades perceptivas restringidas, perciben bastante más de lo que se pensaba. A partir del desarrollo de técnicas experimentales no verbales para medir las habilidades perceptivas y métodos específicos para la investigación del

desarrollo cognitivo empezamos a conocer mejor las competencias perceptivas que tienen los bebés.

¿Se pueden medir las capacidades perceptivas en bebés? ¿Con qué método? Como pueden imaginar, no es fácil hacer pruebas y experimentos con recién nacidos debido a sus limitadas posibilidades para comunicar lo que perciben. Los bebés suelen llorar, dormir, no prestar atención y no pueden entender las instrucciones que les damos. Sin embargo, aun así, los psicólogos hemos creado diversos métodos para poder comprender lo que está sucediendo en la mente de ellos y, específicamente, para evaluar sus capacidades sensoriales.

### Principales métodos en el estudio del desarrollo visual

*Mirada preferencial.* La técnica de mirada preferencial se basa en la mirada espontánea. Si enfrentamos dos imágenes a un bebé y este libremente las mira durante diferentes tiempos, entonces podemos concluir que el bebé percibe las diferencias entre estas imágenes. El experimentador registra el tiempo de observación de los recién nacidos para cada imagen. Esta técnica funciona porque los bebés tienen una mirada preferencial espontánea, es decir, prefieren mirar a ciertos estímulos y no a otros (si es que perciben que son diferentes). Si presentamos a un bebé las dos imágenes que se ven en la Figura 2.14, se observa que los recién nacidos tienen la tendencia a mirar durante más tiempo a la imagen que presenta el enrejado que a la imagen gris (ambas con la misma intensidad media) (Fantz *et al.*, 1962). Por tanto, podemos concluir que un recién nacido ya puede distinguir entre un enrejado y una imagen gris homogénea.

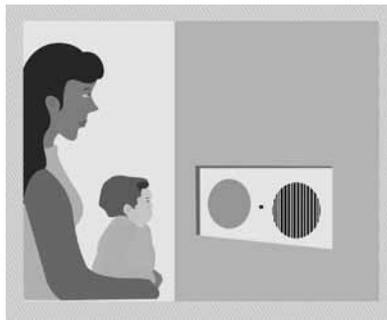


Figura 2.14. Técnica de mirada preferencial. La madre sostiene su bebé frente a las dos imágenes y el experimentador registra el tiempo de observación para cada imagen.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

continúa

*Técnica de habituación.* Esta técnica se relaciona al efecto de novedad: la tendencia de los recién nacidos a mirar hacia la imagen nueva. Se presenta al bebé una imagen repetidamente y se mide el tiempo de observación en cada presentación. Con cada repetición, el bebé observa cada vez menos tiempo dicha imagen (proceso de habituación). En ese momento se presenta una nueva imagen (imagen novedosa) y si el bebé puede distinguir las dos imágenes habrá un incremento en el tiempo de observación del estímulo nuevo (deshabitación). La figura 2.15 muestra un caso real de deshabitación. El bebé percibió la diferencia entre las dos imágenes y, por eso, a partir de determinado ensayo aumenta el tiempo de mirada. Por otro lado, si las dos imágenes le resultan iguales, el tiempo de mirada continuará decayendo (habitación continua).

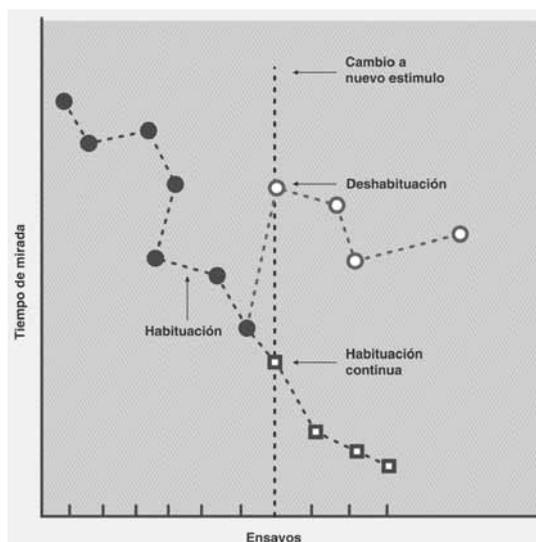


Figura 2.15. Gráfica que muestra un caso real de deshabitación.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

*Técnica de succión no nutritiva.* Está técnica se basa en la observación de que los bebés generalmente chupan en ráfagas. Ya a los dos días del nacimiento, los bebés cambian su ritmo de succión al oír la voz de la madre. Para probarlo experimentalmente se registra el ritmo de succión de los bebés mientras realizan diferentes tareas. En un experimento, el tamaño de la pausa entre una succión y otra succión estaba determinado por la grabación de la voz de la madre o la grabación de la voz de una persona ajena al niño (Decasper y Fifer, 1980). Los resultados de este estudio mostraron que los bebés adecuaban su ritmo (pausas entre succiones) para poder escuchar la voz de la madre. Los bebés de dos días ya pueden distinguir la voz de la madre.

## Desarrollo de habilidades visuales básicas

Especialmente en el primer año de vida, la visión sufre un desarrollo importante para permitir adaptarse a las exigencias perceptivas del mundo adulto. Casi todas las habilidades o funciones visuales están presentes desde el nacimiento, aunque en diferentes grados de desarrollo. Las diferencias entre los sistemas visuales del adulto y del bebé se deben en su mayoría a que la corteza visual no está desarrollada por completo y a la inmadurez de la retina que difiere de la retina adulta en la forma, el tamaño y la distribución de los fotorreceptores. La corteza visual presenta un desarrollo parcial en el nacimiento, desarrollándose más entre los tres y seis meses (que coincide con importantes progresos en la agudeza visual, como veremos más adelante).

### ¿Cómo ven los bebés?

Al nacer, todos tenemos una agudeza visual reducida (aproximadamente 20/400: esta expresión significa que un bebé de un mes tiene que ver un objeto a seis metros aproximadamente para ver lo mismo que ve un adulto a 120 metros. Sin embargo, la agudeza visual sufre un rápido desarrollo en los primeros nueve meses y, al año de edad, los bebés ya presentan similares niveles de agudeza visual que un adulto. Esta falta de agudeza visual al nacer está relacionada con diferencias de desarrollo tanto en la retina como en la corteza visual, aunque también es cierto que muestra la necesidad de interactuar con el ambiente para el desarrollo de ciertas capacidades.

Para determinar la agudeza de un recién nacido, se presentan dos imágenes de igual nivel de luminancia (una gris y otra con un enrejado; ver figura de la técnica de mirada preferencial como ejemplo de los dos estímulos); la mitad de las veces se presentan en el lado derecho y la otra mitad en el lado izquierdo. Si el bebé ve el enrejado, mirará más tiempo a la imagen del enrejado, lo que nos dice «veo el enrejado». Al disminuir el tamaño de las barras (del enrejado), se hace más difícil distinguir entre las dos imágenes. Para medir la agudeza, se determina cuál fue el mínimo tamaño de la barra perceptible para el bebé, justo antes de no poder distinguir entre las dos imágenes.

Otro método muy común en investigación con bebés y que también ayuda a medir su agudeza visual es el método de potenciales visuales evocados. Esta técnica registra las señales de electrodos posicionados en la cabeza del bebé, en el área del córtex visual. Estos electrodos registran señales de miles de neuronas localizadas en esa área donde se ubica el electrodo. Si las barras son lo suficientemente largas para ser registradas por el sistema visual, el córtex visual da una respuesta eléctrica que genera el llamado potencial visual evocado. Por otro lado, si las barras son demasiado finas para ser perceptibles, no se genera ninguna respuesta por parte del córtex visual, por lo cual no habrá potenciales visuales evocados. Esta técnica aporta una medida objetiva de la habilidad del sistema visual para detectar detalles.

### ¿Ven en colores los bebés?

Resultados experimentales sugieren que a partir de los cuatro meses, los recién nacidos tienen visión del color y lo categorizan de la misma manera que un adulto (Bornstein *et al.*, 1976; Franklin y Davies, 2004).

## ¿Pueden percibir movimiento los bebés?

Los bebés evidencian capacidad para percibir movimiento poco después de nacer, por ejemplo prefiriendo mirar objetos móviles que figuras tridimensionales complejas (Fantz y Nevis, 1967). A pesar de ello, no debemos pensar que perciben el movimiento tal como lo perciben los adultos. Aunque perciban el movimiento desde una edad muy temprana, solo a partir de los dos meses podrán hacer movimientos oculares uniformes que serán, por ejemplo, los que les permitirán poder seguir el objeto móvil tal como lo hace un adulto (movimientos de seguimiento).

## ¿Y la profundidad?

Para poder percibir información sobre la profundidad los bebés necesitan poner en funcionamiento dos sistemas de información que aparecen en diferentes momentos del crecimiento: la *disparidad binocular* y las *claves pictóricas de la profundidad*. Lo primero que se necesita para tener la percepción de la profundidad es la capacidad para mirar con los dos ojos al mismo objeto y con las respectivas fóveas dirigidas exactamente a la misma parte del objeto. Para comprobarlo, Aslin (1977) filmó los movimientos oculares de los recién nacidos mientras movía un objeto hacia atrás y hacia adelante. Si el objeto se mueve hacia atrás, los ojos deben divergir, y si el objeto se mueve hacia adelante, los ojos deben converger. Las filmaciones de los recién nacidos mostraron que, a pesar de que los bebés tienen movimientos de convergencia y divergencia, es recién a los tres meses de vida que pueden dirigir los dos ojos hacia un objeto en concreto. No obstante, esta capacidad de realizar movimientos oculares para focalizar un objeto no garantiza que usen esta información para percibir la profundidad. Entre los tres y seis meses de vida los bebés son capaces de percibir la información tridimensional.

## Percepción de rostros en la primera infancia

La *percepción de rostros* es una de las capacidades más tempranamente desarrolladas, especialmente para el caso del rostro de la madre. La identidad (saber que un rostro pertenece a una persona dada), la expresión emocional y la dirección de la mirada son elementos del rostro que los bebés parecen percibir tempranamente. Los rostros, que son uno de los estímulos más complejos a los que se enfrenta el bebé, poseen cualidades que facilitan la percepción para el sistema visual del bebé, aún inmaduro: tienen un patrón, son tridimensionales, móviles y de alto contraste.

Los bebés suelen preferir (mirar por más tiempo bajo un paradigma de mirada preferencial) el rostro de la madre que el de un extraño, ya se trate de una imagen o del rostro real. Los recién nacidos de dos días de edad ya pueden distinguir a su madre de otros rostros (Bushnell, Sai y Mullin, 1989). Ahora bien: ¿qué tipo de información están usando los bebés para reconocer el rostro de su madre? Pascalis y colaboradores (1995) comprobaron que cuando la madre y una mujer desconocida llevaban pañuelos que cubrían su línea de pelo, los bebés no podían diferenciarlas, y consecuentemente, no tenían una mirada preferencial hacia su madre. El alto contraste del borde, entre la línea oscura del pelo y la frente clara, es una información clave para reconocer el rostro.

## ¿Cómo reconocemos rostros?

La habilidad para reconocer el rostro de la madre tan tempranamente en la vida, ¿es el resultado de un mecanismo especial para la percepción de rostros o es parte de un mecanismo general de percepción de objetos? La primera hipótesis fue propuesta por Morton y Johnson (1991). Sus resultados indican que los recién nacidos miraban más hacia un rostro en movimiento que a un objeto en movimiento. Por otro lado, Farah y cols. (2000) estudiaron el caso de Adan, un chico de 16 años que a la edad de 1 año sufrió una meningitis, que le dañó las áreas del cerebro responsables del procesamiento de rostros (lóbulo temporal y occipital). A pesar de que Adan llevaba 16 años observando rostros, no era capaz de procesarlos. Por esto concluyeron que rostros y objetos se procesan mediante dos mecanismos distintos y, al mismo tiempo, en distintas áreas cerebrales.

Kuhl y Meltzoff (1982) realizaron un experimento intermodal —capacidad de coordinación de la información proveniente de diferentes sentidos para formar un solo percepto— relacionando visión y oído en bebés de cuatro meses y medio de edad. El experimento mostraba dos imágenes de dos mujeres y cada mujer hacía un sonido de una vocal diferente. En el medio de las dos imágenes se encontraba un altavoz donde salía la voz de una u otra mujer (ver Figura 2.16). El resultado mostró que cuando la vocal y los movimientos de la boca correspondían, los bebés las miraban por más tiempo (74%). Estos bebés fueron capaces de relacionar el sonido y los movimientos de la boca.

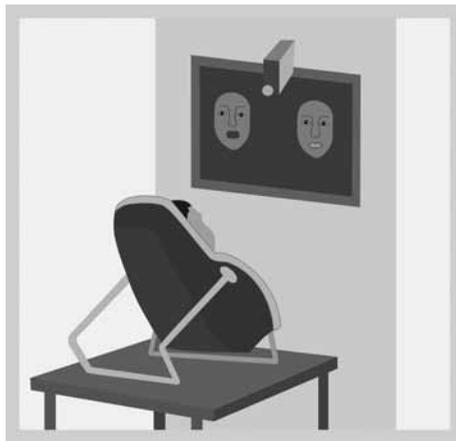


Figura 2.16. Ejemplo del procedimiento experimental usado por Kuhl y Meltzoff (1982). Se presentaban dos videos, cada uno con el rostro de una mujer. El altavoz se localiza en el medio de la proyección de los dos videos.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

En definitiva, los bebés son capaces de determinar la correspondencia entre los movimientos de los labios y los sonidos del habla y relacionar una forma que tocaron con una forma que están viendo. Los bebés de cuatro meses son también capaces de aprender la asociación voz-rostro de la madre o el sonido de un animal y su forma. Esta capacidad para aprender tan prontamente asociaciones intermodales les

permite a los recién nacidos ajustarse y explorar su entorno de forma eficaz. Por lo tanto, si bien la inmadurez del sistema hace que el mundo que los bebés perciben no sea tan similar al del adulto, sí es cierto que existen varios componentes innatos que están presentes y juegan un rol importante en las interacciones posteriores con el ambiente, aunque este último es un factor crucial para el desarrollo perceptivo.

## Resumen del capítulo y conclusiones



En este capítulo presentamos algunas de las premisas sobre las que se asienta nuestro conocimiento actual sobre la percepción humana. Una de estas premisas es que percibir es un proceso mental que tiene asidero material en el cerebro. Desde esta concepción presentamos las características generales de la percepción haciendo un repaso por las características más significativas de la modalidad visual.

Entendemos a la percepción como un proceso cognitivo por el cual comenzamos a conocer el mundo (*teorías clásicas*). El ambiente en sus diferentes formas de estimulación juega un papel importante en generar la capacidad de incorporar información sobre el mundo, pero es evidente también que nacemos con ciertas predisposiciones y capacidades. Es en este interjuego entre predisposición y estimulación que surgen los mecanismos perceptivos que nos permiten interactuar con el mundo. Desde esta perspectiva podemos considerar también que la percepción se construye activamente como un proceso ligado a las acciones del individuo sobre el mundo (*teorías corporizadas*).

En este capítulo se realiza una síntesis de las dos grandes teorías que existen para explicar la percepción rescatando los aspectos que han mostrado mayor plausibilidad de cada una de ellas. A partir de esta síntesis planteamos la idea de que la percepción surge a partir de los *desencajes* entre nuestra biología y las características del mundo con el que tenemos que interactuar. En base a esta definición general de la percepción se realiza un breve recorrido por las características de la percepción visual para luego adentrarnos en aspectos metodológicos presentando una breve introducción a los métodos psicofísicos que constituyen la herramienta metodológica más utilizada en los estudios de percepción. Al final del capítulo, volvemos al principio para analizar cómo surgen los mecanismos perceptivos en la vida de un ser humano. El apartado dedicado al desarrollo perceptivo pretende mostrar mediante ejemplos concretos que la percepción es un proceso activo que surge principalmente de la interacción con el mundo que habitamos. En conjunto, los cuatro subcapítulos pretenden ofrecer al estudiante un panorama sobre los contenidos que consideramos más útiles para un psicólogo sobre la percepción humana.

## Puntos para la discusión

1. El procesamiento *de arriba abajo* se basa en las ideas, experiencias previas, contexto y expectativas. Como sabemos, los bebés vienen al mundo sin conocimiento previo sobre el mundo físico ni sobre su funcionamiento. A modo de ejemplo, podemos pensar que, por más que pudiéramos comunicar a un bebé la idea de «dálmeta olfateando hojas» que manejábamos en la figura 2.4, este seguramente seguiría viendo manchas en esa imagen ya que carece de la representación de cómo sería un dálmeta olfateando hojas. Partiendo de esta base, nos preguntamos: ¿cuáles son los primeros procesamientos *de arriba abajo* que realizan los bebés?
2. Durante décadas hemos pensado que las ilusiones visuales eran errores del sistema visual ya que mostraban incoherencias entre lo que sabemos racionalmente sobre cómo son las cosas y lo percibido. No obstante, actualmente se piensa en las ilusiones como perceptos generados empíricamente (por el propio sistema visual) para facilitar un comportamiento adaptativo. Desde esta última perspectiva, las ilusiones no reflejan una imperfección o error del sistema visual sino que son la consecuencia necesaria y adaptativa de los desajustes que existen entre nuestra estructura biológica y el mundo que habitamos. Pensando en estas ideas, ¿cómo responderías a estas preguntas?: ¿por qué tenemos ilusiones visuales? ¿Cuáles podrían ser sus funciones?
3. Imagina que tenemos varias botellas de distintas formas pero todas contienen la misma cantidad de agua. El formato hace que en algunas parezca que hay menos líquido y en otras más. Pero, ¿cómo podemos saber si no hay alguna que contenga más? ¿Cómo podemos obtener datos objetivos de una percepción que es subjetiva? ¿Qué métodos usarías?



## Aprendizaje basado en problemas



Fuiste contratado como consultor de investigación de una empresa de alfajores que lanzará un nuevo producto al mercado para competir con los ya clásicos alfajores de otra marca. Como psicólogo (de la percepción) específicamente debes hacer recomendaciones sobre el diseño del nuevo producto. Los dueños de la nueva empresa tienen dudas sobre cómo se debe empaquetar el alfajor; cuál sería el tamaño y la forma más recomendable para el alfajor y para el paquete e incluso no saben qué matices de color harían al alfajor más apetecible.

Tu tarea en este ejercicio es realizar el diseño de un experimento que, llegado el caso, te permitiría dar buenas respuestas a las preguntas de la empresa y así poder hacer las recomendaciones que entiendas pertinentes basadas en los datos empíricos obtenidos.

Por tanto, esperamos que:

1. Describas la metodología (tipo de tarea, instrucciones y preguntas para la investigación, participantes, tipo de estímulos y análisis de las respuestas) que utilizarás en el experimento.
2. ¿Qué métodos psicofísicos usarías (por ejemplo, método de los estímulos constantes) y por qué razón?
3. Imagina unos posibles resultados de tu experimento. ¿Qué recomendación harías basándote en dichos resultados?