

# La percepción del movimiento

Al ser la acción una característica esencial del mundo animal, la percepción del movimiento propio, el de otros animales u objetos móviles (naturales o artificiales) adquiere un valor crítico en la supervivencia, conservación y adaptación de las especies.

Una de las cuestiones relevantes planteadas en el campo de la percepción del movimiento trata de diferenciar entre el propio movimiento del cuerpo y el de otros movimientos ajenos a él. También fue cobrando importancia, desde su inicial planteamiento por Wertheimer en 1.912, la distinción entre el movimiento real y el aparente. Nosotros, en primer lugar enfocaremos este apartado desde las teorías de la percepción indirecta, estructurándolo según el sujeto activo del movimiento sea el observador o el objeto observado, diferenciando en este último caso entre el movimiento real (a su vez, absoluto y relativo a otros puntos de referencia) y los tipos más conocidos de movimiento aparente.

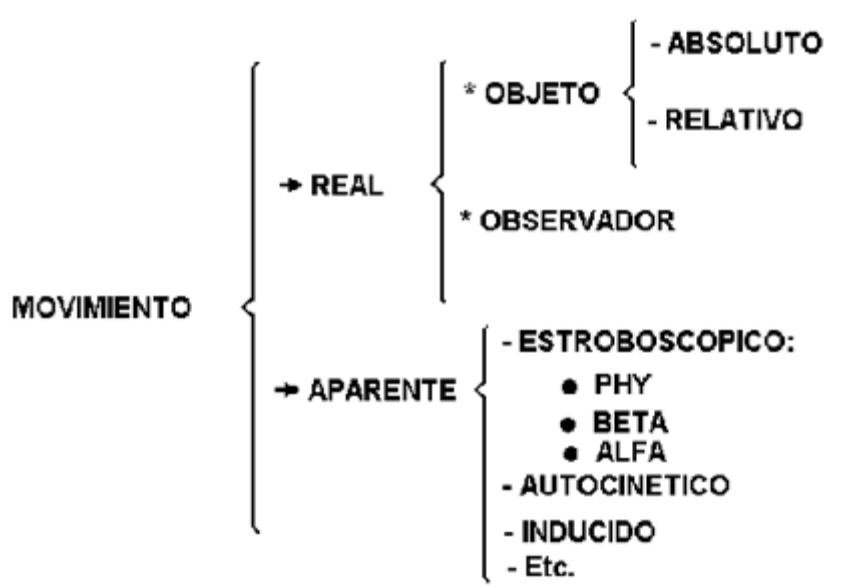


FIGURA 2.

Finalmente, haremos una breve alusión a la percepción del movimiento desde la perspectiva de la Teoría de la percepción directa, así como un balance final entre las dos concepciones teóricas desde las que se ha abordado el estudio e investigación de la

percepción del movimiento, a saber, el punto de vista del procesamiento de información (teoría indirecta de la percepción, en cuanto acude a procesos mediacionales para explicarla) y el punto de vista de la óptica ecológica (teoría de la percepción directa de J.J. Gibson).

## Movimientos oculares

El hecho de que los ojos estén en continuo movimiento nos plantea el problema de explicar, en un principio, ¿cómo podemos percibir un mundo estable?. Si bien es cierto que los ojos están en movimiento permanente, lo cual ha sugerido que los movimientos sacádicos son imprescindibles para la visión, estos movimientos no suministran información específica sobre la percepción del movimiento.

En el Tema-II (Bases Bio-fisiológicas de la visión) hemos distinguido varios tipos diferentes de movimiento en el ojo humano (sacádicos, seguimiento, vergencias), caracterizados por diferentes amplitudes, latencias y velocidades. Aunque toda esta variedad de movimientos hace problemático explicar cómo llegamos a percibir un mundo visual estable (ya que hay movimiento de la imagen retiniana cada vez que los ojos se mueven) existe evidencia de que, de hecho, son esenciales para la percepción de la forma. Es posible examinar la percepción sin los movimientos del ojo mediante la técnica de las imágenes retinianas estabilizadas. Esto puede lograrse mediante la colocación en la córnea del ojo de una lente de contacto en la que se ha montado un proyector en miniatura. Dado que la lente de contacto, y por lo tanto el proyector, se mueve con el ojo, las imágenes de los objetos presentados al ojo permanecen focalizadas en unas coordenadas retinianas idénticas. En unos segundos de estabilización tiene lugar la pérdida de la percepción del color y del contorno (Heckenmuller, 1965). Pritchard (1961) sostenía que la percepción de la forma se desbarata de un modo bastante interesante. Presentaba a los observadores patrones, dibujos y palabras y sus sujetos informaban que desaparecían y algunas veces reaparecían en fragmentos, de tal modo que se preservaban trozos "significativos". Así, la palabra estímulo BEER [cerveza] podía registrarse como PEER [par], BEE [abeja] y BE [ser] en diferentes momentos (véase figura ). Aunque esto, una vez más, sugiere cierto papel de los procesos "arriba-abajo", los efectos pueden haberse producido por un fallo ocasional del sistema de lentes (Cornsweet, 1970), o pueden resultar de una información sesgada por parte de los observadores. Con todo, la conclusión general de los experimentos de imagen estabilizada es que el movimiento de la imagen a través de la retina es vital para el mantenimiento de la percepción en el tiempo.



FIGURA 3.

No obstante, la sola consideración de los movimientos oculares suscita inmediatamente el problema de cómo sabemos si somos nosotros (ojos, cabeza, cuerpo) o son los objetos del mundo los que se mueven, ya que el movimiento de la imagen en la retina podría producirse tanto por el movimiento del objeto como por el movimiento del observador.

## Integración de imágenes sucesivas

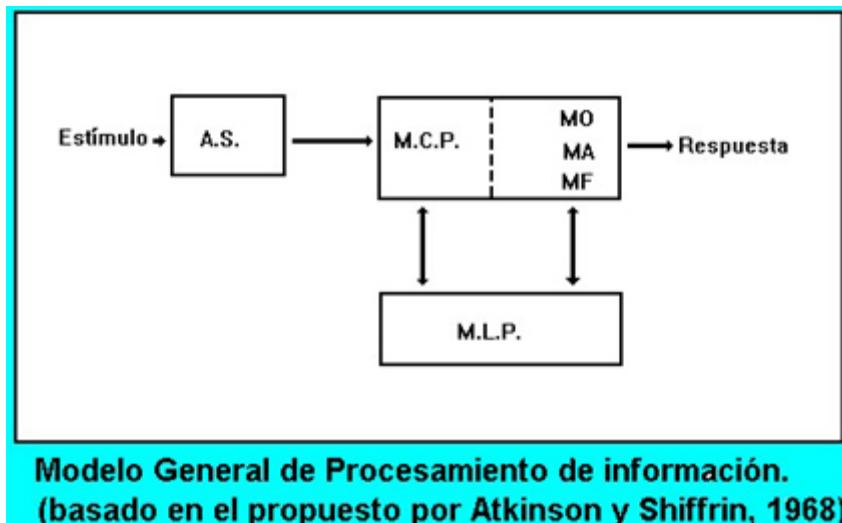


FIGURA 4.

Los observadores humanos y otros animales muestran de forma característica sus mundos visuales con una serie de fijaciones discretas, separadas por sacudidas del ojo, o sácasas. No se experimenta borrosidad visual alguna cuando los ojos van de una localización a otra. En efecto, hay pruebas de que se suprime el procesamiento durante una sácaza (Volkmann, 1976), y Stevens et al. (1976). Estos autores indican que la supresión es provocada por el movimiento a gran escala del mosaico retiniano completo. De un modo u otro debemos ser capaces de integrar estas sucesivas "instantáneas" para producir nuestra percepción de un mundo visual estable.

El problema de la integración de sucesivas imágenes retinianas ligeramente diferentes, una vez más, puede considerarse análogo al problema de la fusión de imágenes dispares cuando se logra la estereopsis o el movimiento aparente. En ambos casos, el cerebro debe descubrir qué aspectos de la imagen retiniana "corresponden" a los mismos objetos y emparejarlos de acuerdo con ello. Esperamos que el anterior abordaje de la estereopsis y del movimiento aparente habrá mostrado que el problema de la correspondencia no es trivial. No es más fácil de resolver cuando uno considera la integración de sucesivas fijaciones.

Si se obtiene una perspectiva de una muestra discreta del mundo visual para emparejarse con una segunda perspectiva ligeramente diferente, obtenida en un momento posterior, es necesario postular algún tipo de memoria para preservar la primera perspectiva que ha compararse con la segunda. Los psicólogos del procesamiento de la información han identificado un sistema de memoria visual de vida tan corta que al principio podría parecer un probable candidato para mediar en la integración de sucesivas miradas. Este sistema de memoria visual de vida corta es conocido como memoria icónica (denominado así por Neisser, 1967). Sus propiedades fueron por primera vez enteramente investigadas por Sperling (1960).

Sperling dirigió una serie de experimentos para investigar los límites de la amplitud de aprehensión. Si a un observador humano se le presenta muy brevemente una matriz de tres filas de cuatro letras cada una, es normal que pueda informar solamente de unas cuatro del total de 12 letras de la matriz (promedio de 4.5 letras, empleando exposiciones de 50 msg). Los observadores declaran que pueden "ver" más letras que aquellas de las que pueden informar. Sperling pidió a los observadores que informaran solamente de una fila de tal proyección, dándoles una pista (un tono alto, medio o bajo, para la fila alta, media y baja, respectivamente) después que cesara la exposición. Si la pista seguía inmediatamente a la proyección, los observadores podían informar de unos tres ítems, de los cuatro que componían cada fila, lo que indica que el 75% de las letras estaban disponibles (promedio de 9.1 letras) para dar cuenta de ellas inmediatamente después de la presentación. A medida que el retardo entre el cese de la proyección y la presentación del tono se incrementaba, el número de ítems informado en cualquier fila disminuía, hasta unos 500 msec de retardo, con campos iluminados antes y después de la exposición

no había ventaja alguna que ganar pidiendo un informe parcial respecto a un informe total.

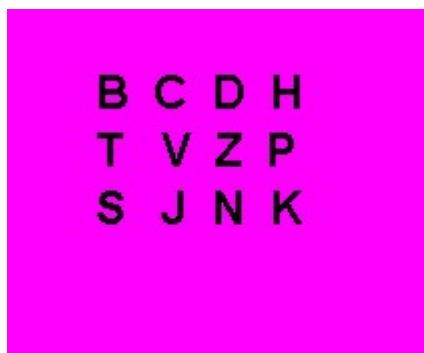


FIGURA 5.

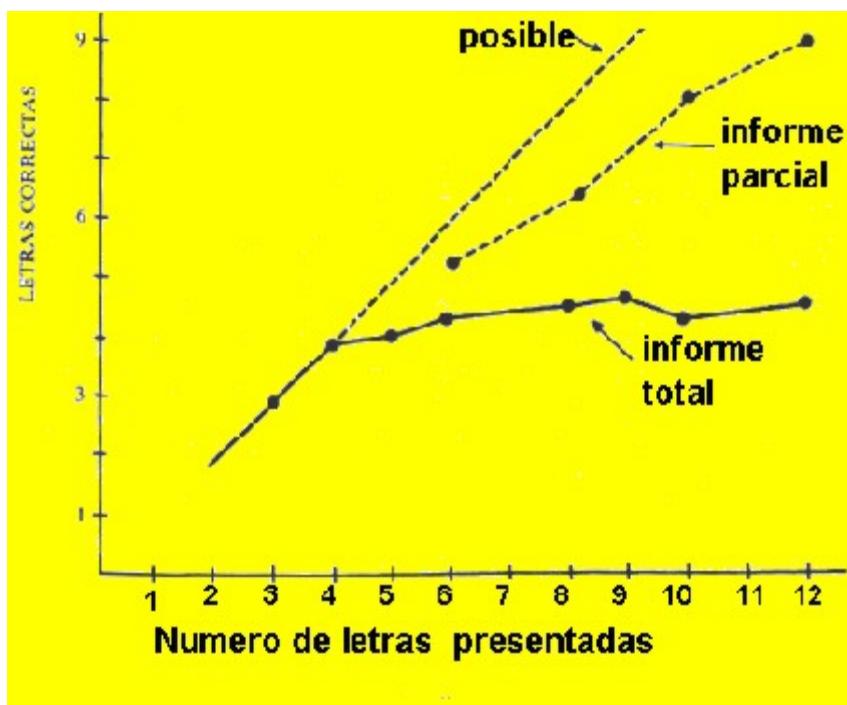


FIGURA 6.

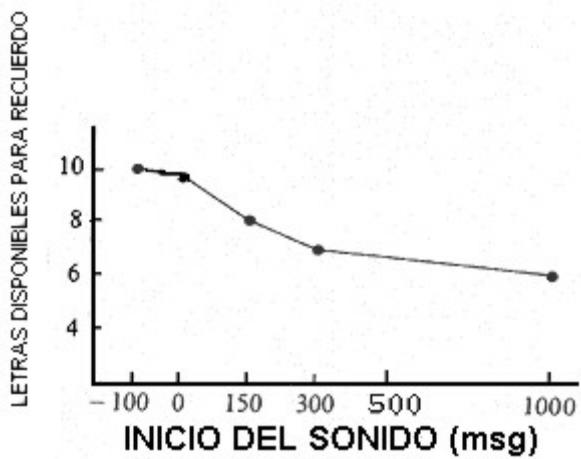


FIGURA 7.

La memoria icónica, por lo tanto, parece preservar la información visual de una escena mirada brevemente por un período de 500 mseg o más (dependiendo de los niveles de iluminación previa y posterior del campo). Durante este tiempo la memoria icónica parece decaer pasivamente. La información en la memoria icónica parece estar en una forma no interpretada ya que solamente pueden utilizarse claves físicas para proporcionar una ventaja en el informe parcial (Sperling, 1963; Von Wright, 1968, 1970; aunque véase Merikle, 1980).

?Podría ser esto el sistema de memoria que sirve para integrar las vistas sucesivas a medida que los observadores fijan las diferentes partes de una escena? Hochberg (1968) y Turvey (1977b) sostienen enérgicamente que no podría, ya que la memoria icónica está ligada a coordenadas anatómicas, específicamente retinianas. Así, como el esbozo 2?D de Marr, no puede cubrir una función integrativa provechosa, ya que hemos reemplazado el problema de la comparación de instantáneas retinianas diferentes por el de la comparación de diferentes instantáneas icónicas. Al parecer sería necesario que un sistema de memoria, en un nivel más abstracto que el icónico, para atender a esta función integradora. Hay una considerable y convergente evidencia de un almacenamiento visual post-icónico que parece jugar un papel en la imaginación visual, así como en la percepción visual. Por ejemplo, Phillips (1974) describe algunos elegantes experimentos en los que comparó directamente las propiedades de la memoria icónica con las del almacén visual a corto plazo (AVCP). La memoria icónica puede resultar enmascarada por la presentación de una luz brillante o un patrón inmediatamente después del estímulo de prueba, está ligada a coordenadas anatómicas y no resulta afectada por la complejidad del patrón. El AVCP no es destruido por enmascaramiento, no está ligado a coordenadas anatómicas pero resulta afectado por la complejidad del patrón. En el AVCP se retiene menos de los patrones complejos que de los simples. Estas observaciones sugieren que el AVCP es un

almacén a corto plazo, de capacidad limitada a un nivel más "esquemático" que la memoria icónica. En efecto, hay ahora una considerable evidencia de que el sistema que subyace a la superioridad del informe parcial en los experimentos de "memoria icónica" originales, podía de hecho estar basado en este nivel más "esquemático" (véase Humphreys y Bruce, 1989, para una revisión).

Hochberg (1968) implicó a un sistema tal de memoria esquemática en la integración de sucesivas perspectivas de objetos, etiquetándolo como un mapa esquemático. Hochberg dirigió varios estudios en los que simuló un muestreo local sucesivo del campo visual completo revelando instantáneas parciales de objetos a los observadores, en una técnica denominada visión de apertura sucesiva. Un dibujo lineal de un objeto podía proyectarse sección a sección a través de una abertura, como se muestra en las siguientes figuras. Los observadores fueron capaces de recuperar la estructura del objeto a partir de estas instantáneas, ver las inversiones espontáneas en la profundidad y advertir correctamente la "imposibilidad" de ciertas configuraciones. Hochberg sostuvo que las vistas parciales eran integradas en el nivel del mapa esquemático, justo como lo serían si el observador estuviera explorando un objeto completo con una sucesión de fijaciones.

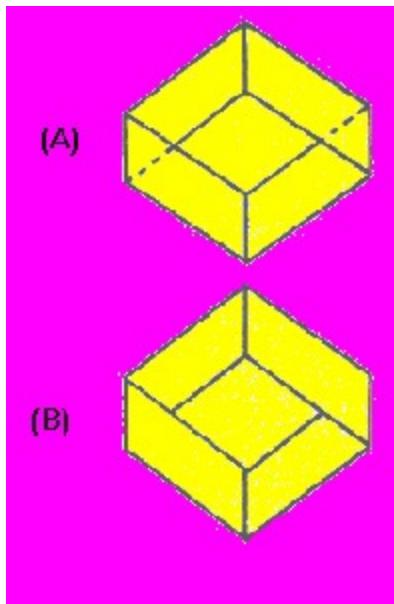


FIGURA 8.

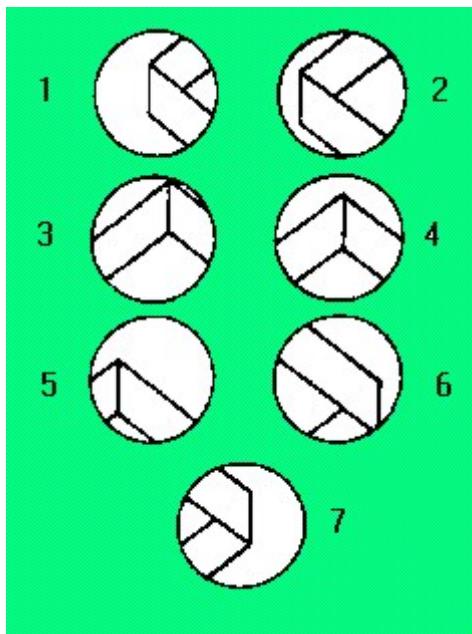


FIGURA 9.

No obstante, el mapa esquemático de Hochberg no sirve para combinar sucesivas instantáneas de modo pasivo, "dirigido por los datos". En lugar de ello, sugiere que se puede necesitar conocimiento previamente adquirido sobre las propiedades de los objetos para integrar las sucesivas perspectivas de los mismos.

# El movimiento del observador

Aquí, vamos a ver como se ha explicado la diferenciación entre el movimiento del observador y el del objeto móvil, problema ya característico del campo de la percepción del movimiento. Según Gregory (1.966), para decidir quien se mueve, el observador utiliza dos sistemas que interactúan coordinadamente:

El sistema imagen-retina: ?qué se mueve en la retina, toda la imagen o solo parte de ella?.

El sistema ojo-cabeza: ?qué movimientos realiza el ojo en relación con la posición de la cabeza?.

El segundo de estos sistemas (ojo-cabeza) interviene para eliminar la ambigüedad perceptual que, a veces, origina el sistema imagen-retina. Por ejemplo, lo que sucede cuando seguimos un objeto móvil con la mirada, detectamos movimiento a pesar de que la imagen del móvil se proyecte en las mismas coordenadas retinianas. De este modo, la estabilidad se logra mediante una solución de compromiso entre las informaciones contradictorias existentes en ambos sistemas, pudiendo un sistema corregir las señales aportadas por el otro.

Para explicar la coordinación entre estos sistemas tres teorías de interés:

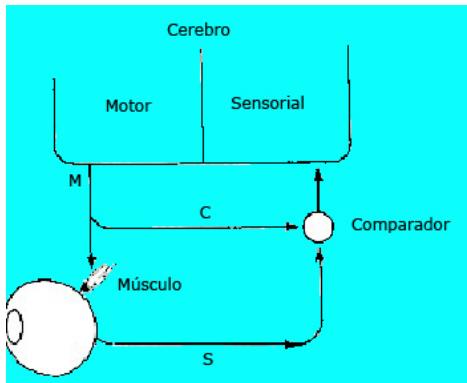
La teoría de la entrada de Sherrington (1.906): basada en un sistema de bio-feedback realizado mediante nervios sensoriales.

La teoría de la salida de Helmholtz (1866): sostiene que la señal de anulación se origina a la vez que la señal del músculo ocular (nervios motóricos). Esta propuesta cuenta con más apoyo empírico que la anterior.

La teoría de J.K. Stevens (1.976): afirma que si se mueve toda la imagen sobre el mosaico retinal, se interpreta como movimiento del observador, pero si se mueve sólo una parte de dicho mosaico retinal, implica movimiento del objeto.

J.J. Gibson sugiere que podemos diferenciar el movimiento del observador del movimiento de un estímulo, fijándonos en si el objeto se desplaza o no respecto al contexto.

La teoría neurofisiológica de la descarga corolaria supone la existencia de un mecanismo sensorio-motriz que permite distinguir entre movimiento del observador y movimiento del objeto. Esta teoría cuenta con abundante apoyo empírico.



## El movimiento del objeto



1.- Que realmente se desplace el objeto en el espacio físico: percepción del movimiento real.



2.- Que, a pesar de permanecer estáticos los objetos, el sujeto percibe un desplazamiento: percepción del movimiento aparente.

### 6.1. LA PERCEPCION DEL MOVIMIENTO REAL:

Aquí destacaremos tres líneas de trabajo experimental:

I) El enfoque psicofísico, que se ha centrado en la determinación del umbral del movimiento. Por ejemplo, hallando la velocidad mínima que ha de llevar un objeto (saetas de un reloj, crecimiento de una planta, avance de un móvil, etc.) para que el observador

perciba el movimiento del objeto.

Hay que dejar constancia que no es lo mismo detectar el movimiento que detectar que el objeto se ha desplazado o cambiado de posición.

II) El problema de la conservación de la identidad de figuras en movimiento. Estas investigaciones se centran en explicar cómo y por qué una escena cambiante (estando el observador estático) se interpreta como un único objeto en movimiento (véase Figura 11).

Las soluciones aportadas han consistido en describir la correspondencia existente entre elementos de una escena y los mismos elementos un instante más tarde (Ullman, 1.979). En otras palabras, la correspondencia no se plantea entre la escena total, sino entre elementos particulares de la escena. Por ejemplo, comparando fotogramas sucesivos de una película. Sostiene Ullman que la correspondencia se establece sobre la base de emparejamientos entre elementos primitivos del esbozo primario en bruto, tales como bordes, líneas y manchas, en lugar de entre figuras completas. Ullman presenta varias demostraciones que dan soporte a su argumentación. En una de éstas, se presentó a los observadores la proyección de una "rueda rota" (véase figura) en la que un radio sí y otro no estaba incompleto. Si la "rueda" se gira  $x$  grados entre sucesivos fotogramas, cuando  $x$  es mayor que la mitad del ángulo entre los radios de la rueda, el observador ve la rueda rota en tres anillos diferentes. El anillo interior y el exterior giran en el sentido de las agujas del reloj, mientras que el anillo central parece girar en sentido contrario. Podría esperarse ésto si los emparejamientos se estableciesen entre los segmentos lineales pero no se esperaría si la figura completa estuviera siendo emparejada fotograma a fotograma. Si estuviera teniendo lugar un emparejamiento figural uno esperaría percibir una rotación en el sentido de las agujas del reloj de la rueda completa. Ullman proporciona una elegante explicación computacional de cómo puede lograrse la correspondencia mediante el uso de un principio de "correspondencia mínima". Supongamos que un fotograma de una película consta de los elementos A y B, y un segundo fotograma consta de los elementos A' y B', desplazados respecto a A y B. El problema de la correspondencia consiste en establecer si ha de emparejar A o B con A'. Ullman logra ésto estableciendo una medida de afinidad para cada posible apareamiento. Cuanto más próximos en el espacio y más similares en la descripción son los dos elementos de un par, mayor será su afinidad.

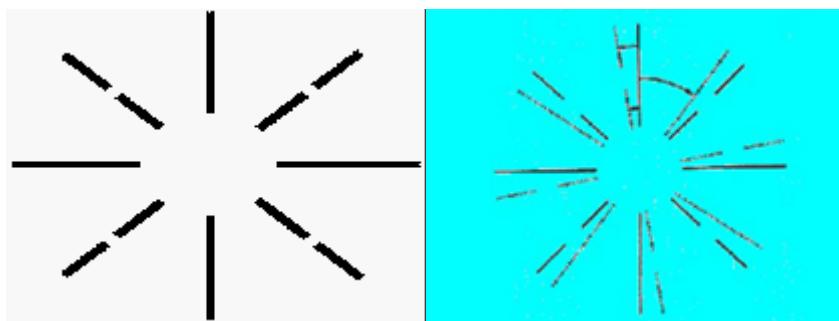


FIGURA 11.

III) El problema de la captación de la profundidad a partir del movimiento. Aquí han sido aportadas soluciones fundamentadas en dos concepciones distintas del proceso perceptivo.

Como procesamiento guiado conceptualmente, es decir, a partir de los conocimientos almacenados en MLP se infiere la tridimensionalidad del objeto en movimiento (postura tradicional).

Como procesamiento guiado por los datos. Es posible recuperar la estructura tridimensional que da lugar a una serie determinada de movimientos. El efecto de profundidad cinética (Wallach y O'Connel, 1953) proporciona quizá el ejemplo mejor conocido de recuperación de la estructura a partir del movimiento. Si se proyecta una sombra sobre una pantalla mediante una especie de armazón de alambre giratorio, lo que hace el 'cinefantoscopio' de Miles (véase figuras), un observador puede, fácilmente, percibir la forma de la estructura que hay tras la pantalla a partir del patrón dinámico de la sombra.

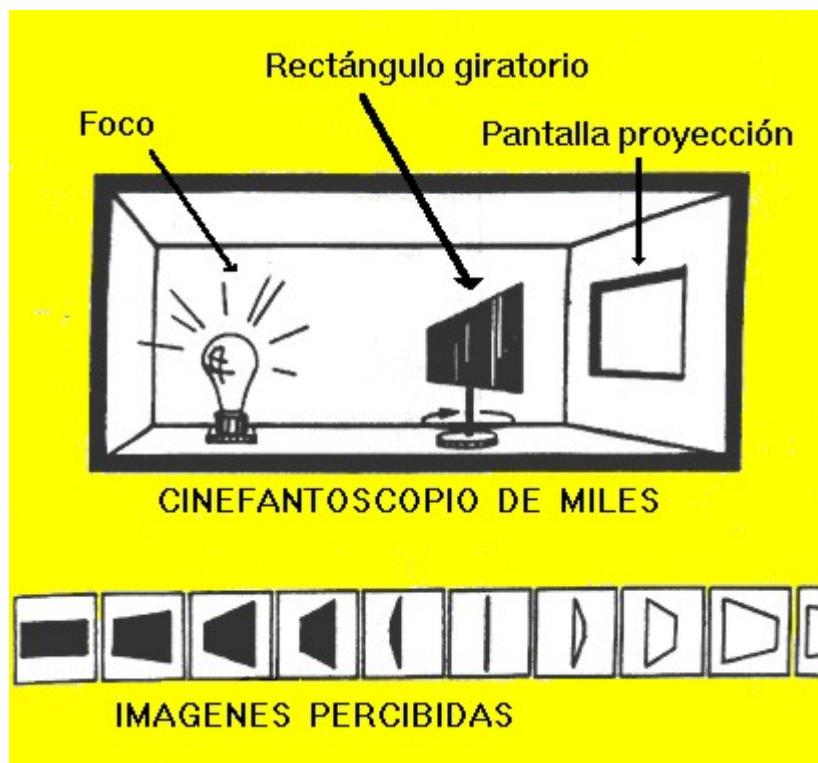


FIGURA 12. Cinefantoscopio De Miles.

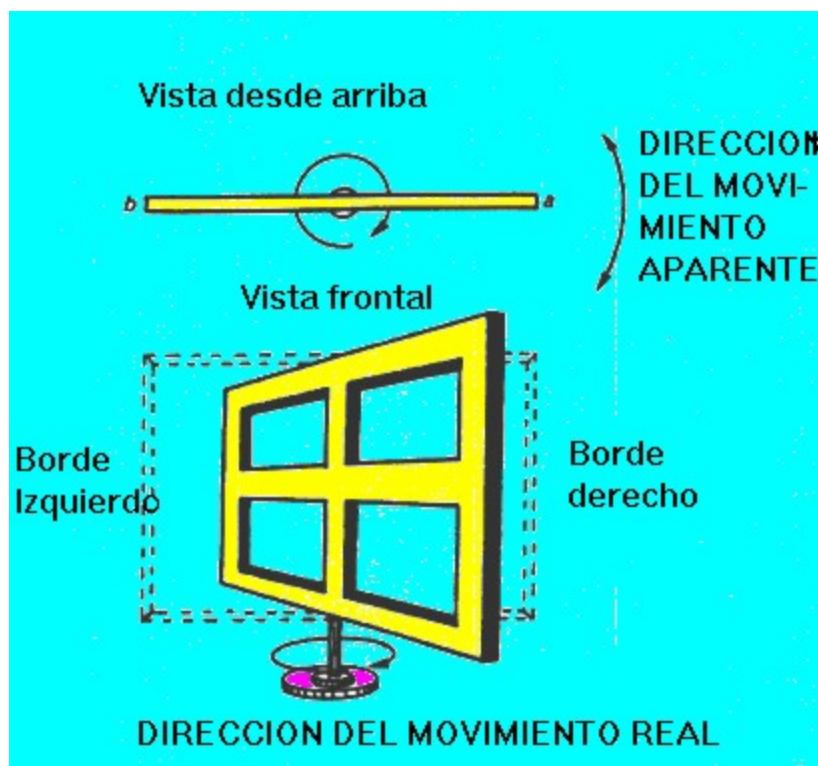


FIGURA 13. La Ventana De Ames.

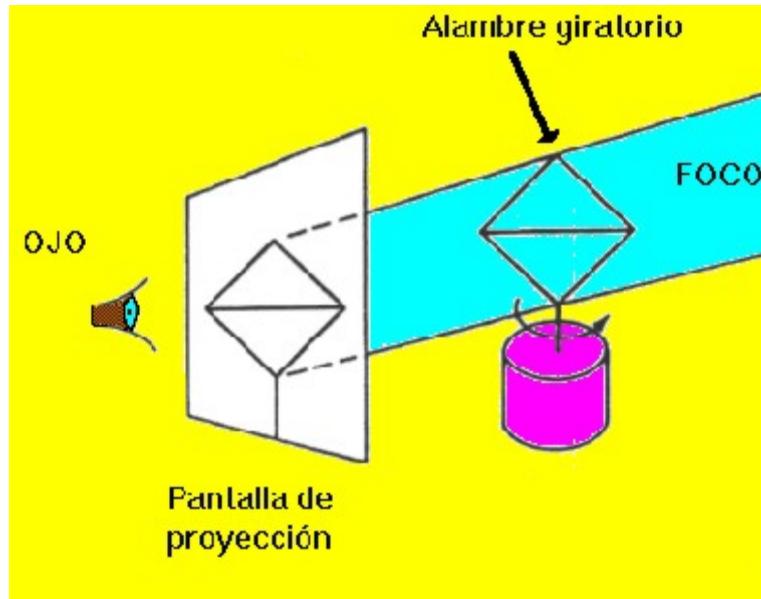


FIGURA 14. Efecto De Profundidad Cinética.

La propia demostración de Ullman sobre la recuperación de la estructura a partir del movimiento incluye las imágenes de un par de cilindros coaxiales que giran en sentido contrario (véase figura). Cuando la proyección es estática parece una colección de puntos aleatorios. Sin embargo, una vez se mueve, el observador tiene una clara impresión de un cilindro dentro de otro, girando los dos en direcciones opuestas. Ullman ha mostrado que es posible recuperar la estructura a partir del movimiento si uno supone que el movimiento proviene de cuerpos rígidos.

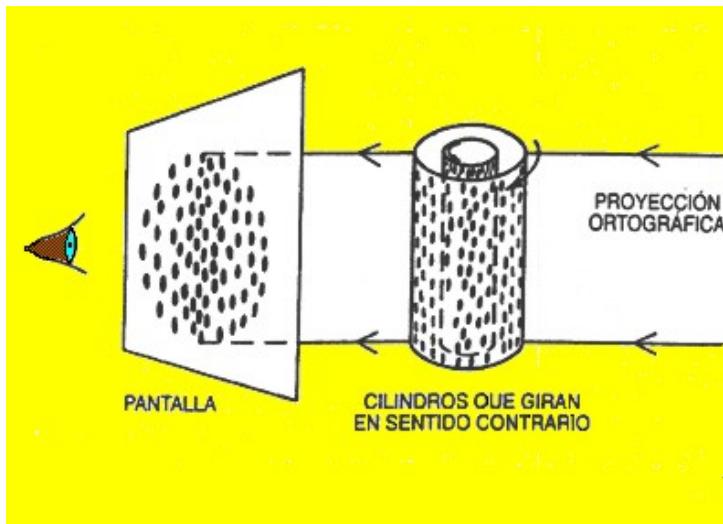


FIGURA 15.

Ullman (1.979) defiende que puede captarse la estructura tridimensional de un objeto rígido en movimiento, a partir de, al menos, tres imágenes sucesivas que exhiban, cada una, cuatro puntos situados en distinto plano.

También se han ocupado las investigaciones de la relación entre la velocidad de rotación de un objeto y la percepción de la dirección del movimiento (cinefantoscopio de Miles, 1.931; la ventana de Ames). Finalmente, señalaremos que incluso es posible recuperar estructura de movimiento en estereogramas de puntos aleatorios.

## 6.2 MOVIMIENTO ABSOLUTO Y MOVIMIENTO RELATIVO.

Desde el punto de vista perceptivo, se denomina movimiento relativo a aquel que tiene lugar cuando un móvil se desplaza a través de un fondo texturado, estructurado. Por ejemplo, en la figura, el punto que se desplaza a través del rectángulo seccionado por una línea. Mientras que, se habla de movimiento absoluto cuando el móvil se desplaza en un vacío contextual, sin textura ni cualquier otro elemento de referencia, como ocurre con el punto de la derecha de la citada figura. Las aportaciones más relevantes de las investigaciones han evidenciado:

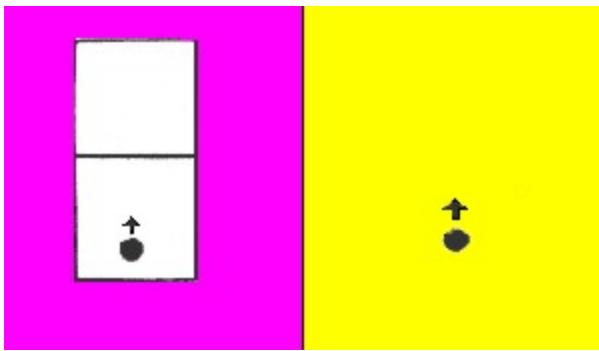
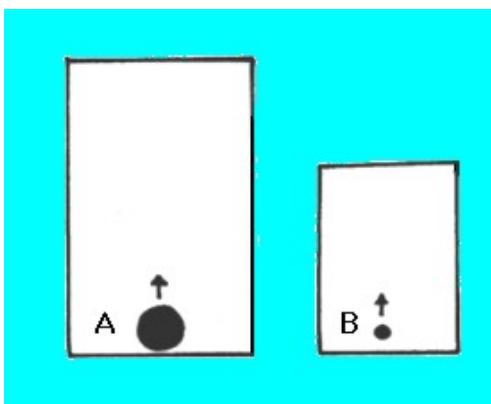


FIGURA 16.

1) Que el contexto determina el valor del umbral de movimiento, viéndose más fácilmente el movimiento cuando el objeto se desplaza a través de un fondo estructurado. Por ejemplo, el desplazamiento de un punto sobre un enrejado.

El umbral de detección del movimiento absoluto (mov. en un campo homogéneo) es de 10-20'/seg, mientras que el del mov. relativo (mov. en un campo texturado) es de 1-2/seg. Es decir, que es diez veces mayor el primero (o menor la sensibilidad al mov.) que el segundo (Aubert, 1886). Por tanto, es importante recalcar que cualquier cosa que permita articular el fondo podría mejorar la habilidad para detectar el movimiento y, consiguientemente, disminuir el umbral.

2) La percepción de la velocidad del movimiento depende del entorno, del tamaño de los estímulos y de la distancia del observador. Brown (1931) observó que la velocidad con la que perciben los sujetos el movimiento de un objeto depende tanto del tamaño de éste como del tamaño del rectángulo a través del cual se mueve. Así, en la figura, cuando el punto A era 10 veces mayor que el B, el punto grande (A) tenía que moverse siete veces más deprisa que el pequeño (B) para que se percibiese con la misma velocidad aparente. En otras palabras, un camión o un autobús, deben moverse mucho más rápido que un turismo y, a su vez, éste más rápido que una moto, para que percibamos que llevan la misma velocidad.



## FIGURA 17.

Se denomina transposición de la velocidad al fenómeno mediante el cual se perciben con igual velocidad dos objetos de diferente tamaño que se mueven a distinta velocidad.

3) A la tendencia a juzgar que un objeto lleva la misma velocidad, a pesar de que esta varíe, se denomina constancia de la velocidad. Brown (1931) observó que no se corresponden las velocidades con que una imagen puntual atraviesa la retina según dicho objeto se halle cerca o lejos del observador. En efecto, el incremento de distancia disminuye ángulo visual (?) atravesado por el punto en su desplazamiento y, por tanto, reduce la velocidad con que se mueve la proyección del punto en la retina. Así, si se alejaba el observador 20 veces más que una cierta distancia, la velocidad percibida se reducía algo menos de la mitad. Es decir, a un gran cambio en la velocidad retiniana le corresponde un pequeño cambio en la velocidad percibida. A este efecto se le denomina Constancia de velocidad.

La percepción de la velocidad también depende del entorno. Los fenómenos de la transposición y de la constancia de la velocidad indican que la velocidad percibida no depende de la velocidad de la imagen a través de la retina, sino del entorno, tamaño y distancia.

En definitiva, al aumentar la luminancia y el tiempo de exposición del objetivo, el umbral de detección de la velocidad disminuye (Brown, 1955; Leibowitz, 1955).

Estos hechos evidencian que nuestra percepción del mov. no puede explicarse considerando sólo el punto en mov. (enfoque físico), sino que también hemos de tener en cuenta las condiciones en que el mov. se produce.

**IMPLICACION:** Las condiciones estimulares, todos los factores implicados en la situación, afectan a la percepción de la velocidad, lo que debe tenerse muy en cuenta en circulación viaria.

4) Cuando un observador realiza movimientos oculares de seguimiento de un objeto móvil, la imagen retiniana apenas se mueve. Sin embargo, el juicio de estimación de dicho observador suele ser que el objeto se mueve 1,5-2 veces más rápido que cuando los ojos están quietos (no seguimiento). Ello implica que la percepción del movimiento real no depende de la existencia de mov. de la imagen a través de la retina.

Desde este enfoque, para explicar la percepción del movimiento se acude a la TÂS focal-ambiental (Leibowitz, 1982) habiéndose constatado la existencia de células del córtex sensibles al movimiento (detectores de movimiento) sintonizados a una determinada dirección (Hubel y Wiesel, 1962). No obstante, esta teoría no explica el seguimiento del objeto móvil.

### 6.3. LA PERCEPCION DEL MOVIMIENTO APARENTE.

En 1832, Stampfer inventó un aparato llamado estroboscopio. Básicamente, consistía en un foco luminoso, colocado en el interior de un cilindro opaco, y un disco cuya mitad era transparente y la otra mitad opaca, de modo que al girar el disco a cierta velocidad constante y controlable, la parte opaca interfería los rayos de luz periódicamente. Si la velocidad del disco era muy grande, entonces el nivel de resolución temporal del ojo humano era incapaz de percibir la fluctuación de la luz (tasa de parpadeo). Pero si el disco giraba a una velocidad algo menor, se podía determinar el umbral de parpadeo (o fluctuación de la luz) correspondiente al ojo humano. Hasta 1875, en que el fisiólogo Sigmund Exner se ocupó de investigar el fenómeno elicitado por el estroboscopio, nadie se había interesado en el fundamento perceptivo visual.

Exner presentó a los sujetos experimentales dos chispazos eléctricos sucesivos, separados espacialmente, comprobando que éstos percibían correctamente el orden temporal cuando el intervalo temporal entre los dos chispazos era de 45 msg. Posteriormente, disminuyó la distancia espacial que separaba los dos chispazos. Aquí, los sujetos, no percibían la sucesión de dos chispazos, sino un solo chispazo que se movía hasta la posición en que tenía lugar el segundo chispazo. El umbral de percepción correcta de la dirección de este movimiento se obtenía cuando el intervalo de separación de los dos chispazos era de 14 msg. Con tiempos inferiores, los dos chispazos se percibían simultáneamente. En realidad, Exner tampoco se dedicó en profundidad al estudio de este fenómeno.

La invención del cinematógrafo por Thomas Alva Edison, en 1894, y el rápido desarrollo del cinematógrafo (inventado por los hermanos Lumière), motivó que progresivamente los psicólogos se interesasen por el tema. Así, en 1912, M. Wertheimer publicó un artículo en el que se estudiaba experimentalmente la percepción del movimiento estroboscópico. Dos subtipos de movimiento estroboscópico fueron puestos de manifiesto por Wertheimer (1912), en el citado artículo que dió origen al surgimiento de la corriente gestáltica. Los fenómenos de movimiento apparente conocidos reciben diversas denominaciones. Los principales son:

1) Movimiento estroboscópico: tiene lugar al presentar durante breves intervalos imágenes sucesivas de, al menos, dos objetos estáticos.

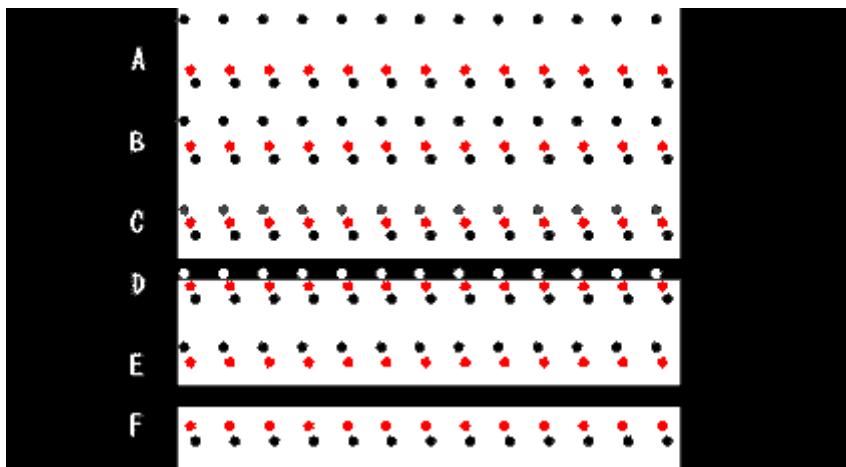
Wertheimer informó que, al presentar breves exposiciones taquistoscópicas sucesivas de dos líneas situadas a 1 cm. de separación, ocurrían diversas percepciones:

A intervalos temporales de más de 200 msg., se percibían dos líneas sucesivamente.  
A intervalos inferiores a 30 msg., las dos líneas se percibían simultáneamente.  
A intervalos en torno a los 60 msg., ocurrían los fenómenos denominados de movimiento apparente:

En el intervalo comprendido entre los 30-60 msg., ocurría el denominado movimiento parcial. Aquí, los sujetos informaban que la primera línea parecía recorrer la mitad de la distancia de separación entre las dos líneas, mientras que la segunda línea parecía recorrer la otra mitad.

Hacia los 60 msg., el sujeto percibía que una línea saltaba hasta otra posición, fenómeno que denominó movimiento Beta o movimiento óptimo.

Cuando el intervalo era ligeramente superior a los 60 msg. (entre 60-200msg.), los sujetos percibían, no un salto de una línea, sino un desplazamiento o movimiento puro, al que denominó movimiento Phi.



Movimiento PHI

En la percepción del movimiento estroboscópico óptimo influyen, básicamente, tres factores (distancia, luminancia y tiempo de inspección), investigados por Korte (1915) e interrelacionados en las conocidas Leyes de Korte, sintetizadas por Boring (1942) y Graham (1965) del modo que sigue:

Relación distancia-luminancia: si el intervalo de tiempo entre los estímulos se mantiene constante, la distancia óptima del movimiento aparente varía directamente en función de la intensidad luminosa del estímulo.

Relación luminancia-tiempo: si la distancia entre los estímulos se mantiene constante, el valor óptimo de intensidad luminosa de los estímulos (luminancia), necesario para producir movimiento aparente, es inversamente proporcional al intervalo de tiempo entre dos estímulos sucesivos.

Relación distancia-tiempo: si la luminancia de los estímulos se mantiene constante, el valor óptimo correspondiente a la separación espacial entre los estímulos (distancia) es directamente proporcional al intervalo de tiempo entre ellos.

La percepción del movimiento estroboscópico también puede verse influido por la experiencia pasada del observador.

Además, aunque todavía no está claro el mecanismo responsable de la percepción del movimiento aparente, éste no puede deberse a los movimientos oculares del observador. Sin embargo, hoy se sabe que diferentes clases de animales perciben el movimiento estroboscópico y, en efecto, parece ser una características perceptiva innata.

El movimiento estroboscópico constituye la base de muchos mecanismos diseñados para captar la atención de las personas, tales como las "luces móviles" que vemos en los pasos a nivel, en ciertos anuncios luminosos, en las marquesinas de los teatros, etc. Sin duda, la aplicación tecnológica del movimiento estroboscópico más conocida es la del cine y la televisión. Estos aparatos presentan una serie de imágenes estáticas (fotogramas) que contienen pequeñas variaciones en las posiciones de los objetos (o de sus partes componentes). Al mostrarse a una velocidad de exposición adecuada, la sucesión de imágenes discretas produce una impresión de movimiento fluido y continuo que resulta difícil de diferenciar del movimiento físico real.

En determinadas circunstancias, se produce un efecto perceptivo anómalo en las películas de cine que sorprende a muchas personas, se trata del conocido efecto de la 'rueda de las diligencias', consistente en ver las ruedas de estos carruajes moverse hacia atrás, cuando el vehículo avanza hacia delante. Christman (1971) ofreció la siguiente explicación. Las cámaras de cine fotografían 24 imágenes por segundo (f.p.s.). Si la rueda que se filma gira a una velocidad de 23 r.p.s. (revoluciones por seg.), cada fotograma la reflejará un poco antes de que haya dado una vuelta completa, y por ello al ser proyectada a 24 f.p.s. se ve girar hacia atrás. Si la rueda girase a 24 r.p.s. la veríamos inmóvil, mientras que si girase a 25 r.p.s. la veríamos girar hacia delante, o sea en la misma dirección que el avance del vehículo al que está unida y a una velocidad de 1 r.p.s..

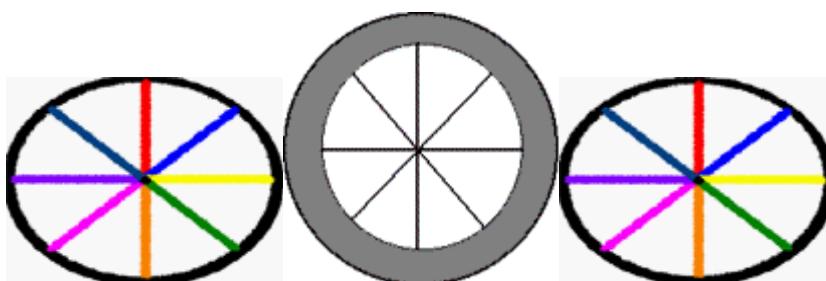


FIGURA 18. Efecto de la rueda de la diligencia.

Otros tipos de movimiento aparente bien conocidos son:

2) Movimiento alfa: el observador percibe un cambio de tamaño del objeto, al presentarle en rápida sucesión las partes componentes. Así, la caricatura de un rostro suele parecer de mayor tamaño cuando se muestran los rasgos en rápida sucesión que cuando se muestra toda la imagen estática.

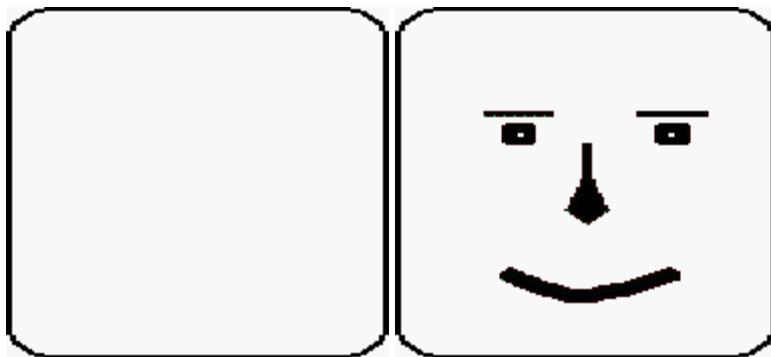


FIGURA 19.

3) Movimiento gamma: así llamado por Koffka, consiste en percibir una apariencia de contracción-expansión del objeto al aumentar o disminuir, respectivamente, la iluminación del objeto de forma súbita.

4) Movimiento delta: el observador percibe una inversión del sentido del movimiento cuando el segundo estímulo tiene mayor intensidad luminosa que el primero.

5) Movimiento de Bow: ocurre cuando entre el primer y segundo estímulo se introduce un obstáculo. El observador, aquí, no percibe un desplazamiento en línea recta, sino que tiene la impresión de que bordea por detrás al estímulo.

6) Movimiento autocinético: consiste en percibir movimiento de un punto luminoso estático, al suprimir todas las claves de profundidad o marcos de referencia. Por ejemplo, la lumbre de un cigarrillo, observada en un cuarto oscuro, nos permitiría experimentar este tipo de movimiento aparente. No se dispone de una explicación.

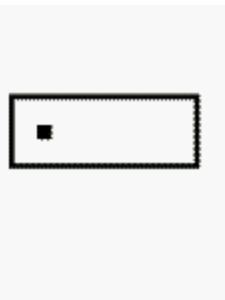
Esta ilusión de movimiento es muy sensible a los efectos de la sugestión (se puede sugerir a los observadores de ver el movimiento hacia la derecha, izquierda, etc.)

7) Movimiento inducido: consiste en percibir movimiento de un objeto, figura o escena inmóvil, al moverse el fondo. Este truco se utiliza en el cine, por ejemplo, moviendo el fondo sobre el que se sitúa una imagen parcial de un objeto estático (vehículo, caballo, etc.), dando la impresión de que este último se desplaza. También se observa en la

situación de un viajero en un tren en reposo, cuando se mueve otro tren en el carril contiguo, tiene la impresión de que es su tren el que avanza. El movimiento aparente de la luna a través de las nubes (son estas las que se mueven). También puede experimentarse pegando un 'gomet' sobre la pantalla del televisor, por ejemplo, mientras observas la retransmisión de una carrera, partido de baloncesto o fútbol, etc.



movimiento inducido



8) Movimiento de figuras estáticas: con frecuencia ocurre que al observar una compleja combinación de espacios blancos alternados con espacios negros, apenas podemos lograr una visión estática. Por ejemplo, un suelo formado por rombos blancos y negros, combinados como en un tablero de ajedrez, nos da la impresión de que se mueve, incluso, a veces, produce cierto mareo.

En relación con la percepción del movimiento existen una serie de Postefectos que evidencian la existencia de células, en las vías visuales, detectores (o analizadores) del movimiento. Veamos algunos ejemplos de éstos:

Al fijar la mirada en una cascada durante un minuto y luego mirar al paisaje estático circundante, percibimos que los elementos inmóviles, componentes de dicho paisaje, parecen moverse en la dirección opuesta a la de caída del agua.

Al fijar la mirada en una espiral, o una disposición de anillos concéntricos, se percibe contracción o expansión según el sentido del giro de la espiral. Si mantenemos la mirada sobre tales estímulos móviles durante un período de adaptación suficiente (en torno a un minuto), al detenerse súbitamente la espiral, percibimos como este estímulo estático parece moverse en sentido opuesto al que anteriormente giraba (véase Figura 21).

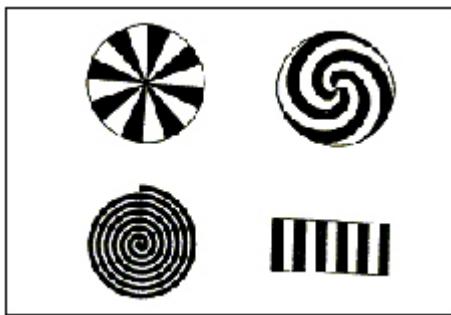


FIGURA 20.- Espirales de contracción-expansión.

Análogamente, al fijar la mirada en un estímulo de enrejado en movimiento, durante un tiempo suficiente, cuando se detiene repentinamente el enrejado, se percibe como si el enrejado estático se moviese en sentido opuesto al del período adaptador.

## Atribución perceptual

La percepción del movimiento nos permite:

Percibir un hecho como causante de otro.

Percibir la localización de un objeto, aunque temporalmente esté oculto a nuestra vista (efecto tunel).

Dotar de animación, propositividad e intención, a determinadas acciones.

Aquí, nos centraremos, exclusivamente en un experimento relacionado con la percepción de la causalidad. Si bien, es preciso dejar constancia del papel relevante que juega la compleja percepción del riesgo (intermodal), que ha dado lugar a la diferenciación de los individuos en un continuo de Impulsividad-Reflexividad (Zuckerman).

Experimento de Michotte (1946):

Albert Michotte estudió ciertas situaciones en las que la percepción de la causalidad está ligada a la percepción de movimiento. La palabra clave esencial en este campo de

investigación (en la determinación de que A es causa de B) es la sincronización entre los movimientos de A y B. Ejemplo: una corriente de aire cierra la puerta de golpe. Michotte varió la sincronización entre los mov. de A y B, e identificó los factores que producían el Efecto de empuje.

Situación-1:

Aquí, el intervalo de tiempo entre el instante en que A alcanza a B y el momento en que B empieza a moverse es crítico.

Si es mayor de 200 msg. desaparece el Efecto de empuje, los sujetos perciben eventos separados.

Situación-2:

Aquí, la velocidad de A es la variable relevante. Por ejemplo:

Si A se para a 20 mm de B y A se mueve a 20 cm/seg, no existe efecto de empuje, pero si la velocidad es de 90 cm/seg. si que se percibe como empuje.

Este 'efecto de empuje' demuestra que el movimiento, en determinadas condiciones, puede provocar la percepción directa de la causalidad, es decir, de relaciones causa-efecto.

Además, al movimiento, aunque sea de figuras geométricas, puede atribuirsele carácter animado (rasgos humanos), como lo demuestra el experimento de Heider y Simmel (1944). E incluso nos permite mantener la percepción del objeto aunque desaparezca momentáneamente, como sucede en el 'efecto túnel'. Finalmente, el movimiento también puede servir para integrar tomas sucesivas de imágenes estáticas, como constatamos en las películas de cine, televisión o vídeo.

## La percepción directa del movimiento

Desde la postura del Realismo radical, se considera que el movimiento del observador se halla inseparablemente ligado (correlacionado) a unos determinados patrones de flujo en la disposición óptica y que cada patrón del flujo, en el orden óptico, es específico para cada tipo de movimiento.

En un trabajo, publicado por James Jerome Gibson en 1950, describe el 'flujo óptico', a partir de las observaciones de una serie de filmaciones realizadas al situar una cámara en el morro de un avión.

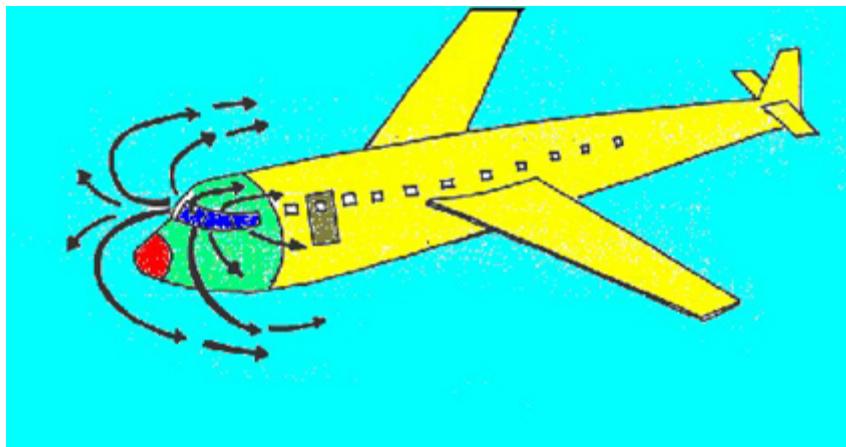


FIGURA 21.

A continuación, se muestran cuatro cámaras de vídeo instaladas en un automóvil. Al estudiar las filmaciones obtenidas en cuatro direcciones espaciales diferentes, fácilmente diferenciaríamos tres tipos de flujo óptico (F.O.) en conducción de vehículos:

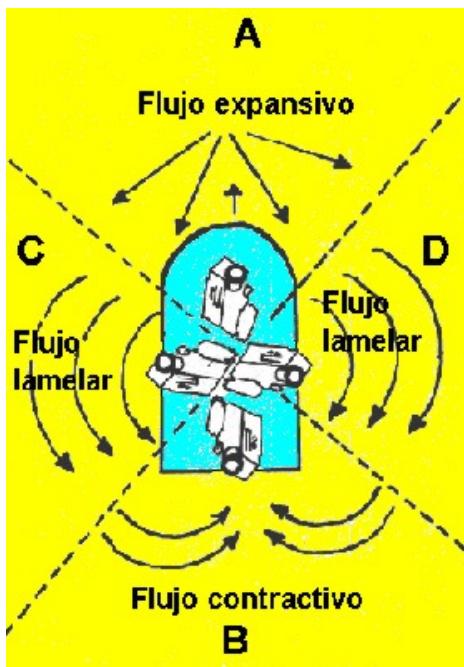


FIGURA 22.

F.O. frontal o flujo expansivo radial. Indica aproximación, lo que se traduce en un crecimiento en tamaño de los objetos conforme se acercan. Este flujo expansivo guía la

dirección del movimiento, por ejemplo en la conducción. El centro de expansión o foco señala con mayor precisión tal dirección. Dicha expansión coincide con la tasa de expansión de la imagen retiniana (Regan y Beverly, 1980, 82).

F.O. posterior o flujo de contracción radial (vista por retrovisor). Indica alejamiento del centro contracción, lo que se traduce en una progresiva disminución del tamaño de los objetos captados. Véase un esquema del flujo de contracción en la Figura 24.

F.O. lateral o flujo lamelar, equivalente al paralaje de movimiento, descrito en el tema relativo a la Percepción de la Profundidad, por lo que no abundaremos aquí, basta para rememorarlo observar la figura.

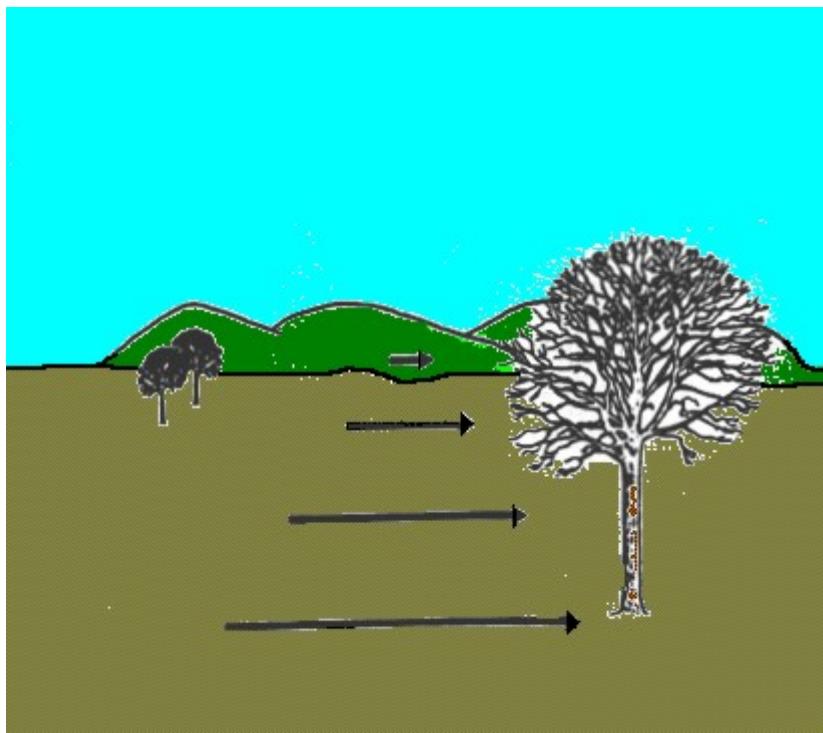


FIGURA 23.

De acuerdo con las ideas apuntadas por Gibson, la textura de la carretera influye en la percepción de la velocidad, ya que el flujo óptico es más informativo cuando existe textura. Así pues, se tenderá a tener la sensación de mayor velocidad cuanto más frecuentes y contrastados sean los trazos del firme (carretera). La sensación de velocidad tiende a reducirse con la exposición continuada al flujo (Denton, 1971), es decir, que al salir de la autopista tendemos a infravalorar la velocidad. Por lo que manipulando las características de la estimulación retiniana a las que está sometido el conductor es posible incrementar o decrementar la sensación de velocidad de éste. Propuestas de Denton: Pintar en la carretera un serie de franjas con las siguientes características:

De máximo contraste con el firme.

Perpendiculares al sentido de la marcha y paralelas entre si.

Disminución progresiva de la separación inter-franjas.

(Este es un buen ejemplo de como debe conjugarse Teoría y práctica.)

Para J.J. Gibson (1.979) la disposición de los elementos de la textura óptica (producida por la luz reflejada en la realidad) se expande centrífugamente desde el polo del campo visual al observador (véase las líneas imaginarias del flujo óptico sobre la pista del aeropuerto en Figura A. Mientras que, dicha textura óptica, se concentra centrípetamente desde el observador al polo de alejamiento (véase en Figura B las el flujo optico percibido por un observador colocado en el techo del último vagón del tren, mirando en dirección opuesta a la del avance del tren).

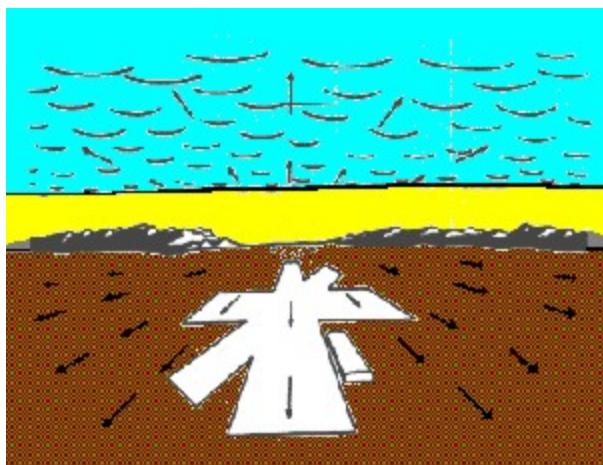


FIGURA 24.

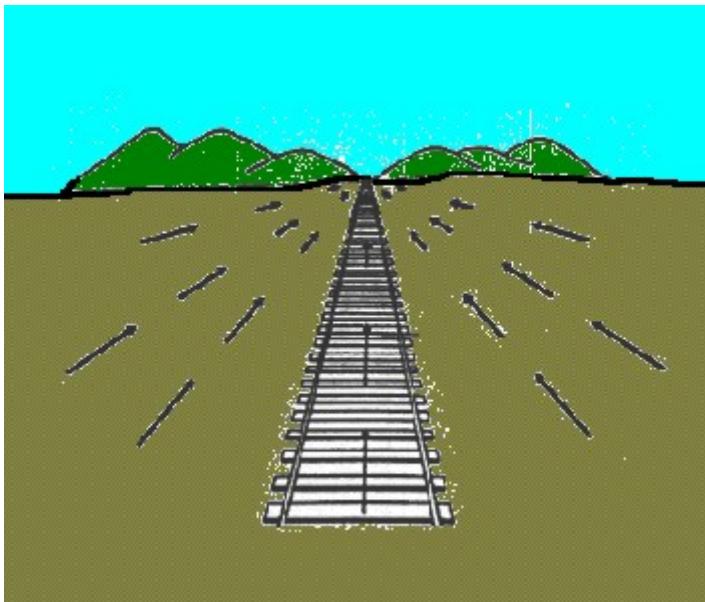


FIGURA 25.

Este autor establece una serie de relaciones entre flujo óptico y movimiento, las cuales Bruce y Green (1.985) sintetizan en cuatro puntos:

El flujo óptico indica movimiento y el no-flujo indica reposo.

El flujo óptico "expansivo" indica movimiento de acercamiento y el flujo óptico "de contracción" indica alejamiento en el campo visual.

El foco del flujo (centro geométrico) "expansivo" señala la dirección del movimiento en el ambiente (ésto lo apreciamos al deslizarnos por un tobogán).

Si cambia el ángulo del centro del flujo óptico "expansivo", indica un cambio en la dirección del movimiento; mientras que si este no varía de ángulo, indica continuidad (no cambio) en la dirección del movimiento.

Respecto al movimiento del objeto sobre el campo visual, sostiene Gibson que la información viene suministrada por los tres factores que siguen. Estos son:

La condensación de textura.

El desvanecimiento de la textura.

La distribución de los elementos de la textura.

Así, un objeto móvil irá cubriendo la textura óptica del medio, a través del cual se mueve, en el mismo sentido de su movimiento, e irá descubriendo dicha textura en el sentido

contrario de su movimiento, al tiempo que irá dividiendo los elementos de la textura por los bordes paralelos a su movimiento.

En resumen, las claves del movimiento del observador vienen dadas por un cambio en el patrón integral del flujo óptico, en tanto que las claves del movimiento del objeto sobre el campo visual vienen dadas por cambios parciales y locales en la estructura del orden óptico.