

# MECANISMOS DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO: MONOCULARES O BINOCULARES

E. Colombo,

*Instituto de Luminotecnia, Luz y Visión "Ing. H.C.Bühler", Facultad de Ciencias Exactas y T.,  
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.*

A. Derrington, M. Cox

*Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad de Newcastle upon Tyne, Inglaterra.*

Movimiento dicóptico puede ser percibido cuando se presentan a cada ojo redes senoidales parpadeando fuera de fase 90° en espacio y tiempo. Aunque ninguno de los dos ojos puede discriminar la dirección de movimiento correcta, la percepción binocular es la de un estímulo que se mueve suavemente. El movimiento del estímulo ha sido, en efecto, dividido entre los dos ojos. Si podemos comparar la eficiencia en la percepción de movimiento, en forma dicóptica, para el caso de un estímulo que sabemos es visible solamente para los mecanismos de alto nivel con un estímulo visible no sólo para los mecanismos de alto sino también para los de bajo nivel, deberíamos ser capaces de echar luz sobre dónde ocurre la integración binocular. Comparamos los límites temporales de la percepción de movimiento monocular y binocular (presentación dicóptica del estímulo parpadeando) usando una red senoidal (1 ciclo/grado) y una red de amplitud modulada (AM). Este último estímulo es invisible a los mecanismos de detección de movimiento de bajo nivel y consiste de una portadora estática de frecuencia espacial alta (5 ciclos/grado) cuyo contraste es modulado por una envolvente senoidal de baja frecuencia espacial y en movimiento (1 ciclo/grado). Variando el contraste de la red senoidal o la modulación de la envolvente de la red de amplitud modulada medimos la función de sensibilidad al contraste temporal para estos estímulos. Con ambas redes el rendimiento con visión dicóptica fue ligeramente más pobre que el rendimiento con visión monocular. En este caso dos ojos son peores que uno. El rendimiento para la red seno no fue similar que la correspondiente a la red de amplitud modulada con estímulo monocular o dicóptico. En todos los casos la sensibilidad fue una función pasa bajo de la frecuencia temporal, pero la frecuencia para la cual comienza a caer la curva (corner frequency) fue de 8Hz para la red senoidal mientras que para la red de amplitud modulada fue de 1Hz. Esto sugiere que la integración binocular de señales de movimiento ocurren tanto en los mecanismos de bajo nivel como en los de alto nivel.

Dichoptic motion can be perceived when sinusoidally flickering gratings which are 90° out of phase both in space and in time are presented to each eye. Although neither eye's view allows correct direction of motion discrimination, the binocular percept is of a smoothly moving stimulus. The motion of the stimulus has, in effect, been split between the two eyes. If we can compare the performance of dichoptic motion perception in a stimulus known to be visible only to high-level motion mechanisms with a stimulus visible to high-level and low-level motion mechanisms we should be able to shed light on where this binocular integration occurs. We have compared the temporal limits of monocular and binocular (dichoptic presentation of flickering stimuli) motion perception using a sine grating (1 cycle/degree) and an amplitude modulated (AM) grating. The latter stimulus is invisible to low-level motion detecting mechanisms, and consists of a static high spatial frequency carrier (5 cycles/degree). By varying the contrast of the sine grating or the modulation depth of the AM grating envelope we measured the temporal contrast sensitivity function for these stimuli. With both gratings the performance dichoptically task was slightly poorer than the monocular performance. In this case two eyes are worse than one. The performance for the sine grating was not similar to that for the AM grating with monocular or dichoptic stimuli. In all cases the sensitivity was a low pass function of temporal frequency, but the corner frequency for the sine grating was 8 Hz whilst that for the AM grating was 1 Hz. This suggests that the binocular integration of motion signals occurs both in the low-level and in the high-level motion detecting mechanisms.

## I. INTRODUCCIÓN

Experimentos realizados con estímulos con movimiento aparente, es decir percibidos a partir de una secuencia de imágenes estacionarias, han conducido a un modelo o sistema dual de análisis del movimiento. Un sistema, llamado proceso de corto

rango [Braddick, 1974], que extrae información de movimiento a partir de cambios espacio-temporales en la distribución de la luminancia retiniana, fundamentalmente locales, sin referencia al objeto o identidad de rasgos. Sin embargo, fue necesario inferir un segundo sistema de detección de movimiento, el llamado proceso de rango largo o de alto nivel, en

el cual un análisis espacial y la representación de rasgos o formas preceden la extracción de movimiento. En este caso la percepción de movimiento también resulta de secuencias espacio-temporales pero que no estimula el sistema de corto rango; por ejemplo, cuando imágenes sucesivas no están correlacionadas pero contienen rasgos o formas comunes. Para el primer sistema lo inverso debería ser verdadero.

Diferentes estudios muestran que estos dos procesos parecen diferir en su organización binocular, es decir que cada uno de estos sistemas está ubicado en diferentes niveles del sistema nervioso: antes y después de donde se ubica la combinación binocular [Braddick, 1974; Green y Blake, 1981; Braddick y Adlard, 1978; Shadlen y Carney, 1986; Georgeson y Shackleton, 1989; Carney y Shadlen, 1992; Georgeson y Shackleton, 1992].

Los experimentos del presente trabajo están diseñados para determinar si la fusión binocular es parte de los mecanismos de detección de movimiento de bajo nivel o de los de alto nivel y para ello se focaliza la atención en un aspecto de la detección de movimiento por parte del sistema visual, vinculado a la codificación de dirección para patrones de redes unidimensionales.

## II. EXPERIMENTOS

El movimiento dicóptico puede ser percibido cuando redes parpadeando senoidalmente fuera de fase 90°, tanto en espacio como en tiempo, se presentan a cada ojo. Aunque lo que ve cada ojo no permite inferir la dirección de movimiento, la percepción binocular es la de un estímulo que se mueve suavemente. El movimiento del estímulo ha sido dividido entre los dos ojos.

Este resultado sugiere que los filtros de movimiento de la primera etapa integran binocularmente (Shadlen, M. y otros, 1986). Esto puede, sin embargo, también ser interpretado como una integración binocular de alto nivel donde los observadores siguen rasgos que emergen del análisis de bajo nivel aplicado a dos imágenes separadamente (Georgeson, MA y otros, 1989). Si podemos comparar la percepción de movimiento dicóptico en un estímulo que se sabe es visible solamente a los mecanismos de movimiento de alto nivel con un estímulo visible a ambos, a los mecanismos de bajo y de alto nivel, deberíamos ser capaces de echar luz sobre dónde ocurre la integración binocular.

Siguiendo esta línea de análisis se comparan los límites temporales de la percepción de movi-

miento monocular (se le presenta a un solo ojo un estímulo que se mueve, es decir que a ese ojo se le presenta el campo con el blanco) y binocular (presentación dicóptica de un estímulo parpadeando) usando una red senoidal (1 ciclo/grado) y una de amplitud modulada (AM). La última es invisible a los mecanismos de bajo nivel que detectan movimiento y consiste de una portadora estática de frecuencia espacial alta (5 ciclos/grado) cuyo contraste es modulado por una envolvente senoidal de baja frecuencia espacial (1 ciclo/grado).

Si la integración binocular ocurre en el sistema de detección de movimiento de alto nivel del sistema visual, las propiedades temporales con estos dos estímulos deberían ser similares cuando se presentan dicópticamente.

Por el contrario, en el caso de presentación monocular deberíamos esperar que la performance sea muy diferente si sabemos que el movimiento del estímulo-red senoidal es detectado por mecanismos de movimiento de bajo nivel mientras el otro estímulo, la red de amplitud modulada es detectada por mecanismos de movimiento de alto nivel.

Variando el contraste de la red senoidal o la modulación de la envolvente de la red de amplitud modulada, se puede medir la función de sensibilidad al contraste temporal de estos estímulos.

Se recurrió a una tarea de discriminación de dirección de movimiento de elección forzada entre dos alternativas. Tres observadores realizaron las pruebas.

## III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se encuentra que con ambos estímulos los resultados obtenidos para el caso de presentación del estímulo en forma dicóptica fue ligeramente más pobre que para el caso monocular. Las Figs. 1a, 1b y 1c corresponden a la red senoidal y las Figs. 2a, 2b y 2c a la red de amplitud modulada para los tres observadores. Se podría decir que en esta situación los dos ojos conducen a resultados peores que uno solo.

La respuesta para la red seno no fue similar a la red de amplitud modulada con el estímulo presentado ya sea monocular o dicópticamente. En todos los casos la sensibilidad fue una función que pasa bajo de la frecuencia temporal, pero la frecuencia para la cual la curva comienza a decaer (corner frequency) para la red seno es de 8Hz mientras que la correspondiente a la red de amplitud modulada es de 1Hz.

Los resultados de este trabajo sugieren que la integración binocular de señales de movimiento

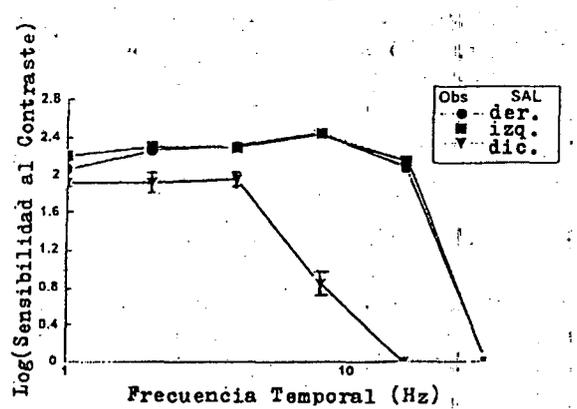
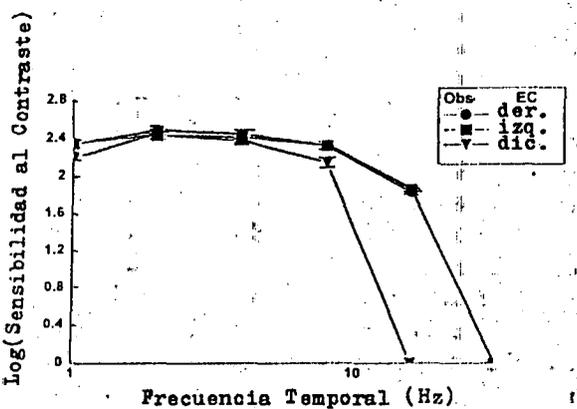
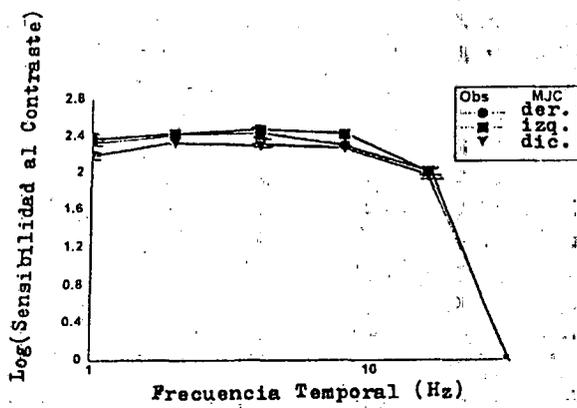


Fig. 1: a), b), c). Logaritmo de la sensibilidad al contraste en función de la frecuencia temporal para la red senoidal con presentación monocular (ojo izquierdo y derecho) y dicóptica, para los observadores MJC, EC y SAL.

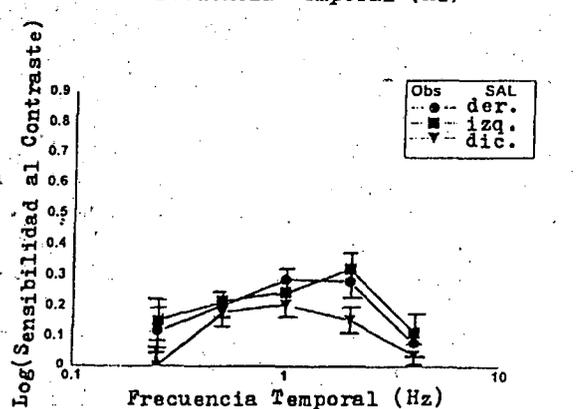
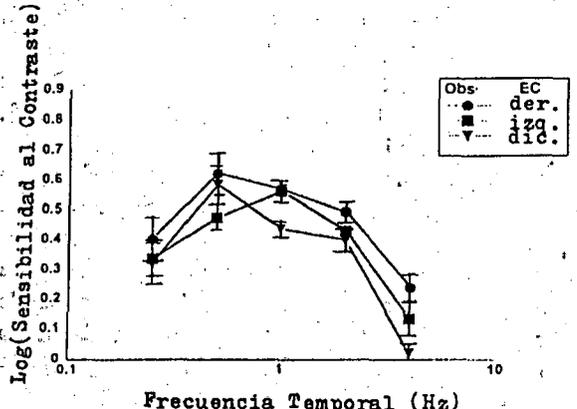
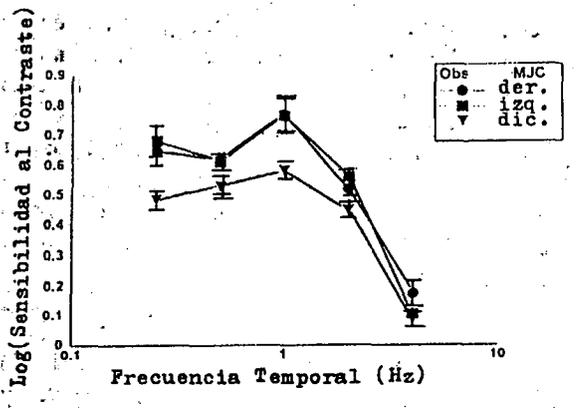


Fig. 2: a), b), c). Logaritmo de la sensibilidad al contraste en función de la frecuencia temporal para la red de amplitud modulada con presentación monocular (ojo izquierdo y derecho) y dicóptica, para los observadores MJC, EC y SAL.

ocurre tanto en los mecanismos de detección de movimiento de alto nivel como en los de bajo nivel.

**AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se realizó con el apoyo del CONICET (Argentina) y del Consejo Británico (In-

glaterra).

**REFERENCIAS**

1. Braddick, O.J. A short-range process in apparent movement, Vision Research, 14, 519-527 (1974).
2. Green M. y Blake R. Phase effects in monoptic and dichoptic

- temporal integration: flicker and motion detection*, Vision Research, **21**, 365-372 (1981).
3. Braddick O.J. y Adlard A.J. *Apparent motion and the motion detector*. In Armington, J. Krausopf y B.R.Wooten (Eds) *Visual Psycho-logical basis* (pp417-426), New York: Academic Press (1978).
  4. Shadlen M. y Carney T. *Mechanisms of motion perception revealed by a new cyclopean illusion*. *Science*, New York, **232**, 95-97 (1986).
  5. Georgeson M.A. y Shackleton T.M. *Monocular motion sensing, binocular motion perception*, Vision Research, **29** (11), 1511-1523 (1989).
  6. Carney T. y Shadlen M.N. *Binocularity of early motion mechanisms: comments on Georgeson and Shackleton*, Vision Research, **32** (1), 187-191 (1992).
  - (7) Georgeson M. y Shackleton T.M. *No evidence for dichoptic motion sensing: a reply to Carney and Shadlen*, Vision Research, **32** (1), 193-198 (1992).

