



## Sumario

- Base neurofisiológica de la fusión y la diplopía
- Determinación del espacio y las áreas de Panum
- Dimensiones de las áreas de Panum
- Límites de fusión binocular
- Disparidad de fijación

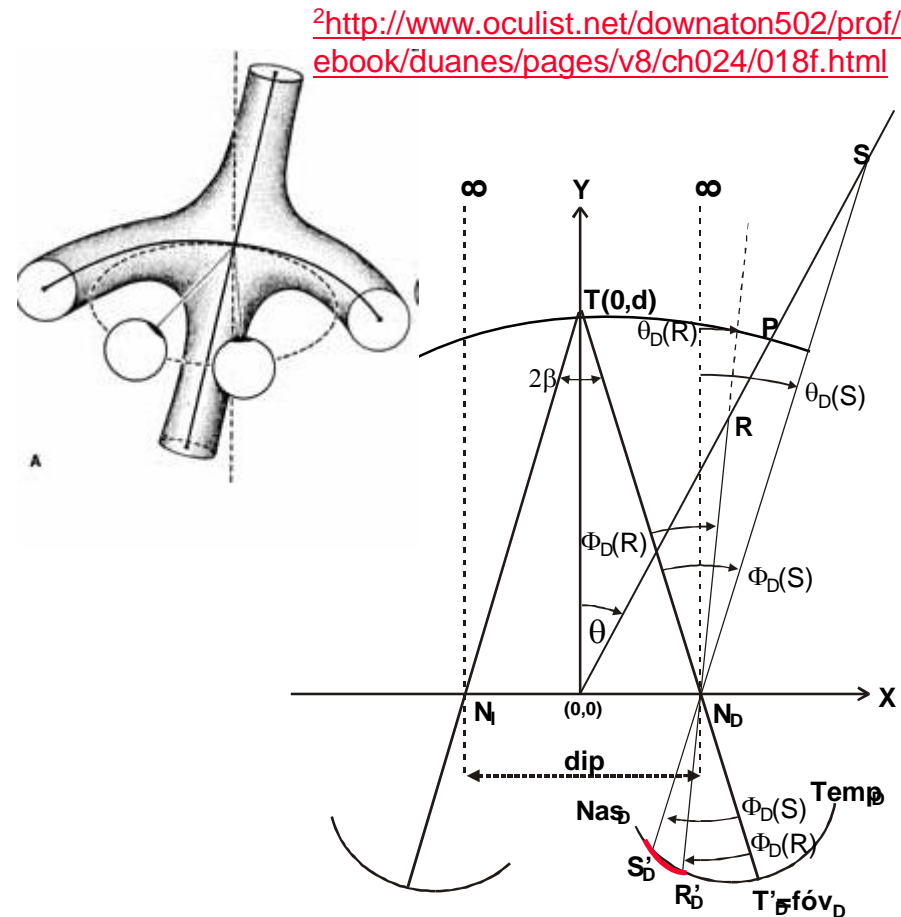


## Base neurofisiológica de la fusión

- $\exists$  células corticales que responden a estímulos monoculares, binoculares, simples y complejas
- Concepto de campo receptivo:
  - Zona o área retiniana (y su proyección correspondiente en el campo visual) en la cual una neurona responde a un estímulo luminoso
  - Los fotorreceptores son células que no tiene campos receptivos, el resto de neuronas “visuales” (ganglionales, corticales, etc) sí que tienen.
- $\exists$  células corticales complejas binoculares que calculan disparidad binocular ( $\eta$ )  $\rightarrow$  información de la profundidad relativa
  - Si  $\eta = 0 \Rightarrow$  igual profundidad respecto el pto de fijación
  - Si  $\eta > 0$  (convergente, cruzada)  $\Rightarrow$  + cerca que el pto de fijación
  - Si  $\eta < 0$  (divergente, no cruzada)  $\Rightarrow$  + lejos que el pto de fijación

## Determinación del espacio y las áreas de Panum

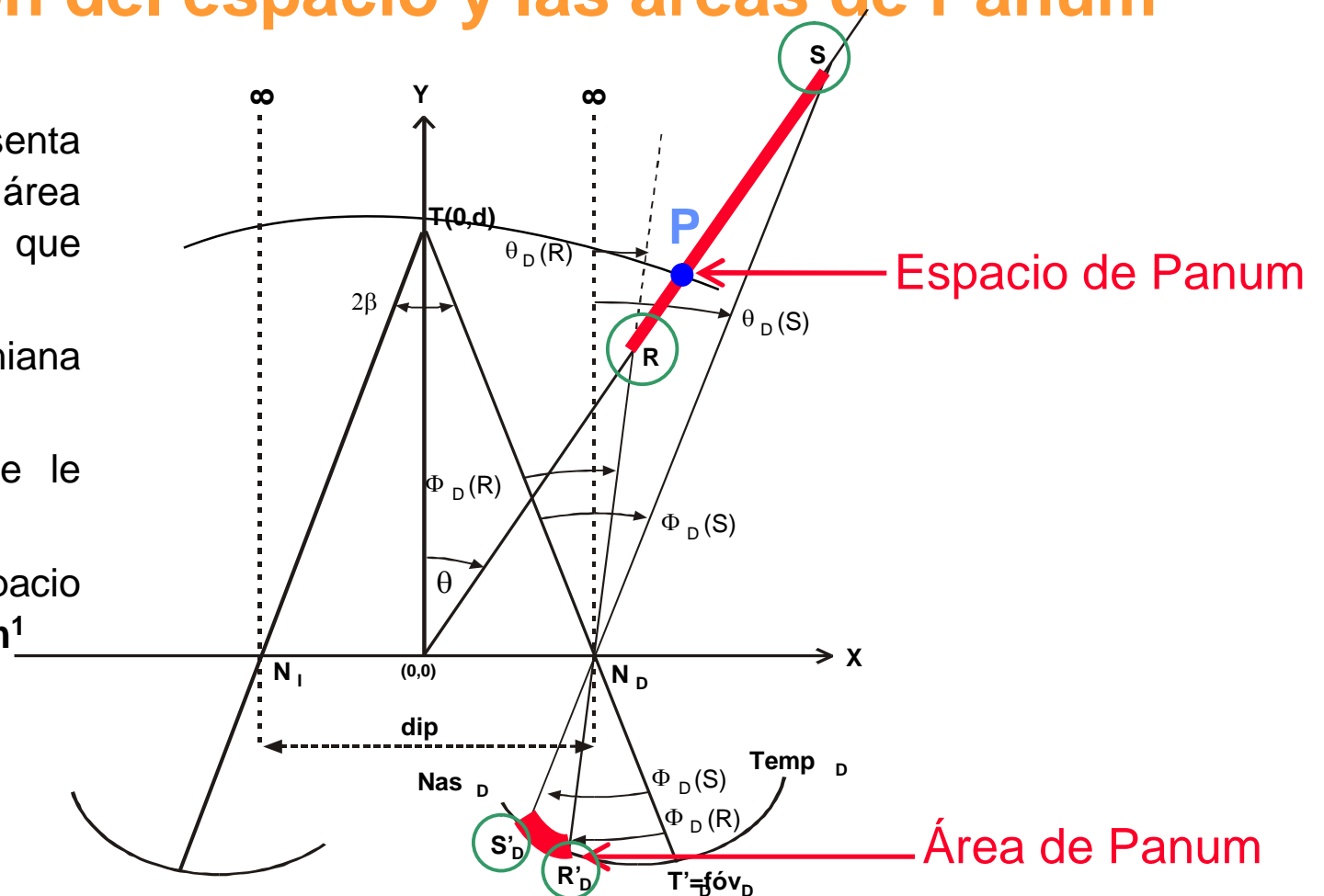
- Cuando se determina el horóptero, en teoría, cualquier punto que caiga fuera de él se debería ver en diplopía<sup>2</sup>.
- Sin embargo, se observa que alrededor de esta curva existe un cierto intervalo espacial en el que tenemos visión haplópica.
- Cuando determinamos el horóptero fusional por umbrales de diplopía, a partir del punto de fijación T obtenemos puntos de diplopía cruzada y descruzada del carril R y S<sup>1</sup>.



<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Determinación del espacio y las áreas de Panum

- Si el intervalo RS no presenta visión doble  $\rightarrow$  Existe un área retiniana  $R'S'$  en cada ojo que son correspondientes
- La correspondencia retiniana es punto  $\rightarrow$  área
- A esta área retiniana se le llama **área de Panum**
- Su proyección en el espacio objeto, **espacio de Panum**<sup>1</sup>



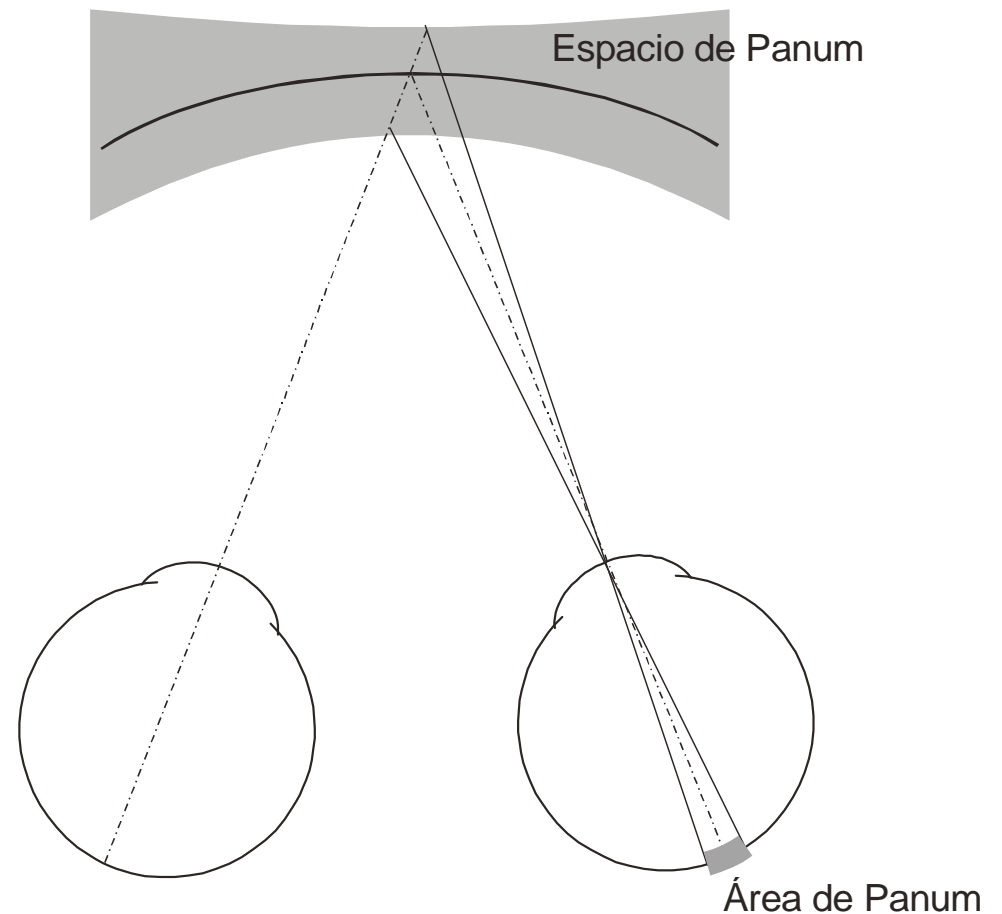
Simulación realizada por Vicente J. Camps Sanchis. Universitat d'Alacant. 2011.



<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Determinación del espacio y las áreas de Panum

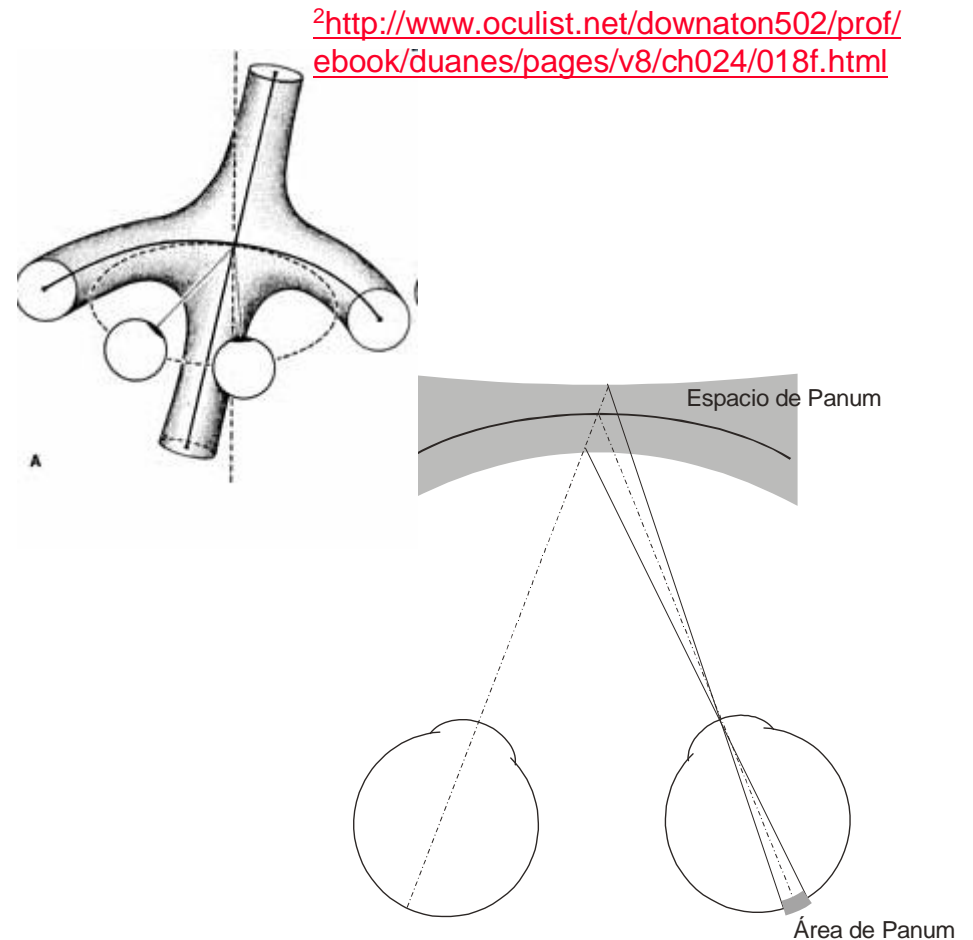
- De este modo a partir de un punto de fijación P, no es estrictamente necesario que la imagen P recaiga sobre el punto correspondiente de la otra retina, sino que esté dentro del área correspondiente<sup>1</sup>.
- Suponen la existencia de una tolerancia en los mecanismos fusionales que favorecen la fusión aún cuando no exista una coincidencia total de las imágenes retinianas.



<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Determinación del espacio y las áreas de Panum

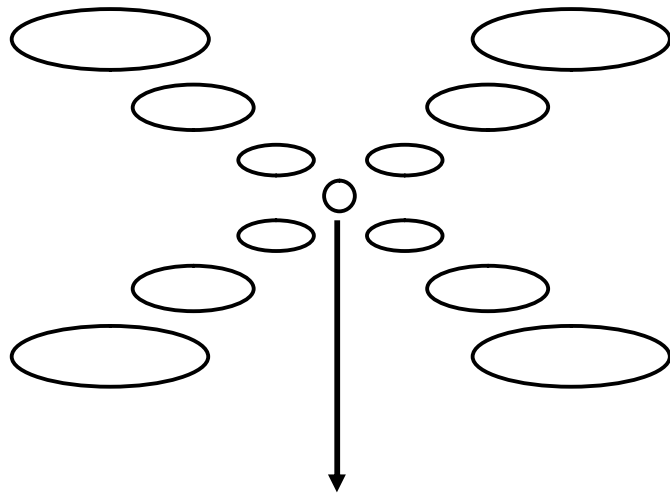
- Horóptero (definición alternativa): Superposición de los pares de campos receptivos de las células corticales simples asociadas a puntos retinianos correspondientes
  - A partir de esta definición se entiende que el horóptero espacial tiene un cierto “grosor” y no es tan sólo una línea (CVM)<sup>2</sup>
- El área fusional de Panum es el campo receptivo asociado a una neurona cortical simple binocular<sup>1</sup>
  - La diplopía fisiológica ocurre cuando las imágenes retinianas se proyectan sobre campos receptivos de 2 neuronas diferentes



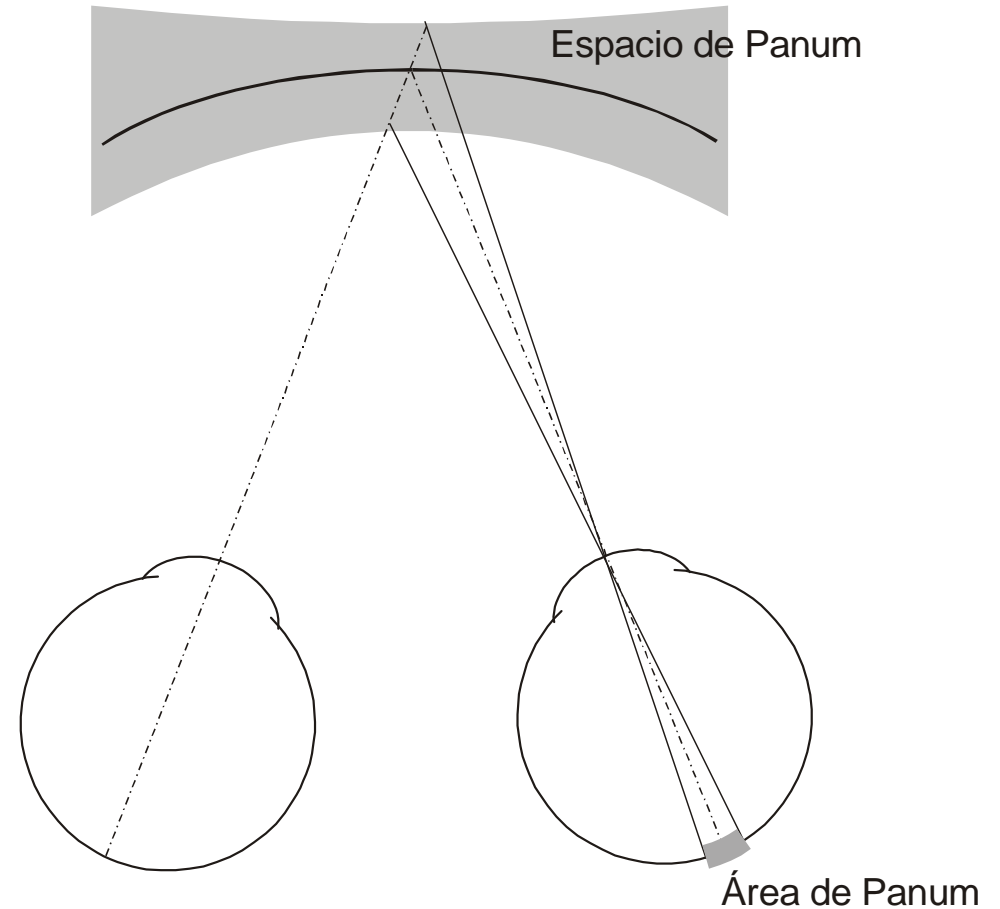
<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Dimensiones de las áreas de Panum<sup>1</sup>

- Aumenta con la excentricidad
- Son formas elípticas



Área Panum fóvea: 147 conos foveales



<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.



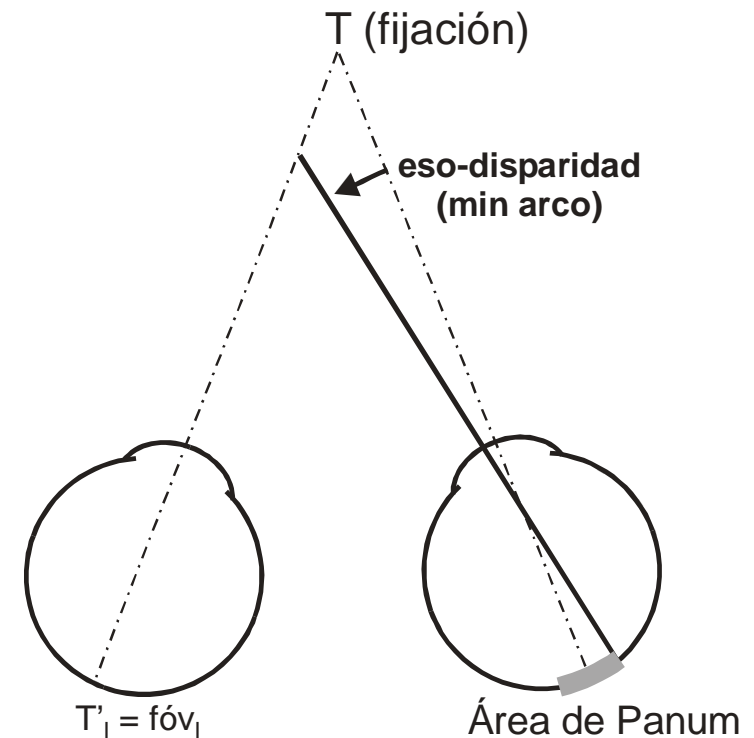
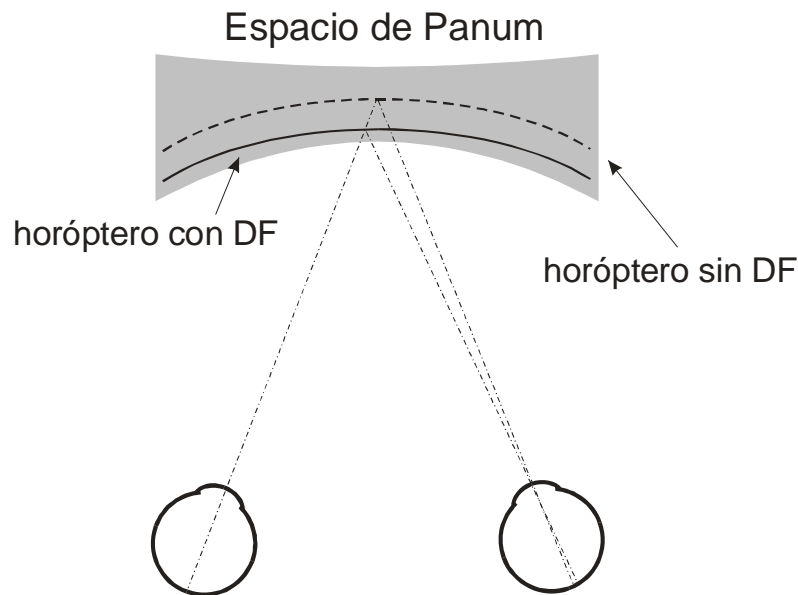
## Límites de fusión binocular

- Consecuencias de la variación con la excentricidad:
  - La diferencia de tamaño de las imágenes retinianas (aniseiconía) es más tolerable en la periferia que en la fovea puesto que las áreas de Panum son mayores.
  - La diplopía se notará menos en la extrafovea, por lo que la supresión en la periferia es menos probable que en la zona central del campo visual. Ejemplo típico en estrabismos.
  - Consecuencia clínica: en terapia visual se comienza con tests grandes y lentos situados en la periferia del campo visual. Posteriormente, se reduce el tamaño del test, se aumenta su velocidad y se centra.



## Disparidad de fijación

- Concepto: error “permitido” de vergencia (ojo no es ninguna desviación de los EV)
  - No es imprescindible mantener fijación bifoveal exacta para conseguir la fusión
  - Puede existir una pequeña diferencia de alineación de los EV que no impida la fusión → **Disparidad de fijación<sup>1</sup>**
- Origen: las áreas de Panum son extensas
- Efecto sobre el horóptero espacial: “grosor”

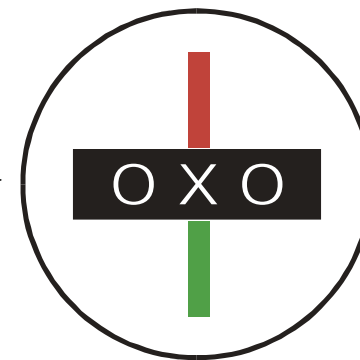


<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Disparidad de fijación

- Principio de medida: **disparímetro** (Mallett, 1964)<sup>1</sup>:

- La parte central actúa como estímulo de fusión, mientras que la parte superior e inferior se ven “**binocularmente**” disociados con polarizadores o gafas rojo-verde.
- Existe disparidad de fijación si las líneas no se ven coincidentes.
- No confundir con Foria la cual se determina “**monocularmente**” tapando uno de los dos ojos y no disociando como en la disparidad de fijación.



**sin DF**

Aspecto del test en visión disociada con los dos segmentos alineados



**con DF**

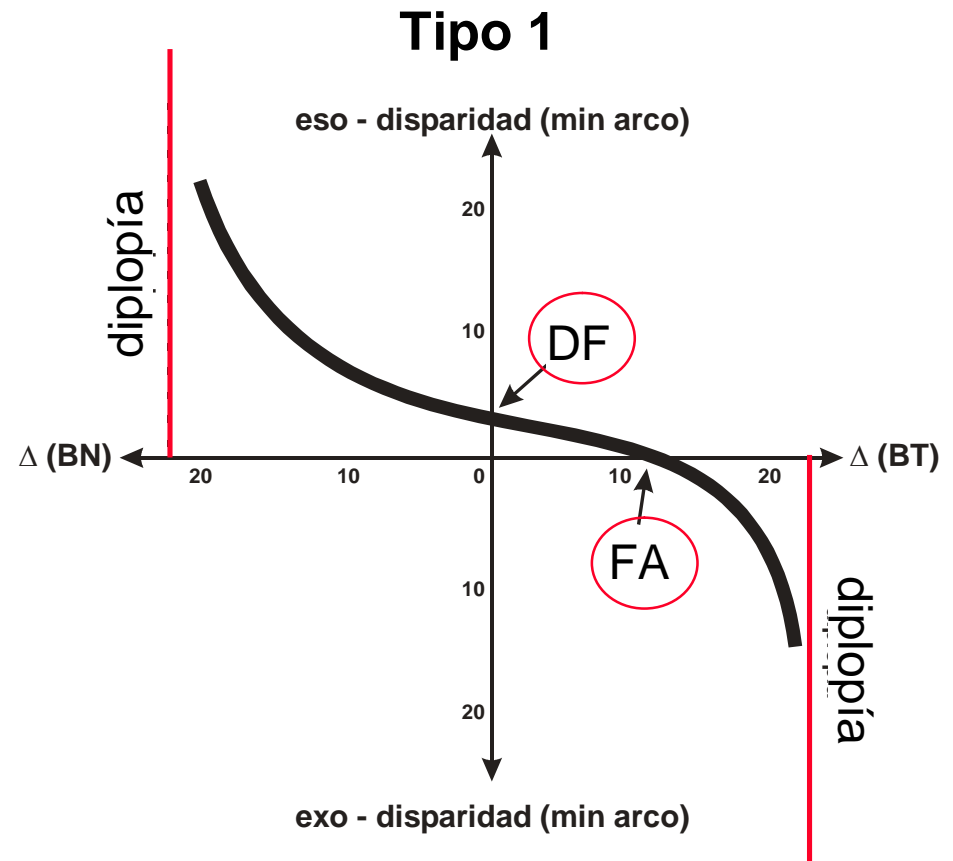
Aspecto del test con DF, la distancia entre los dos segmentos corresponde a la disparidad de fijación

- Tests clínicos actuales:
  - Disparómetro de Sheedy, Carta de Wesson, Carta de Borish, Test linterna (Bernell), Diapositiva vectográfica (AO)

<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Disparidad de fijación

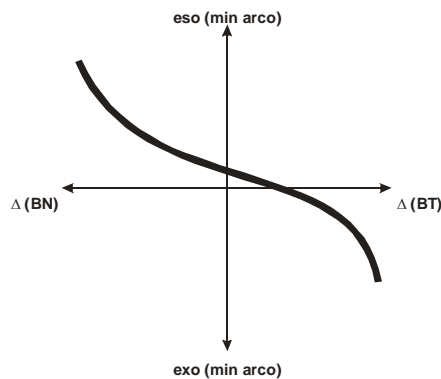
- Curvas de vergencia forzada (lejos / cerca)<sup>1</sup>
  - Ogle estudió la disparidad de fijación (utilizando un disparímetro) para diferentes excentricidades inducidas por prismas.
  - Construyó una curva donde representaba los valores de disparidad de fijación en función de la cantidad de prisma inductor hasta observar diplopía.
  - A estas curvas las denominó curva de Vergencias forzadas
  - En general la población presenta una curva de tipo I con el centro de simetría en la zona de base temporal.
  - La Disparidad de fijación (DF) corresponde al valor prisma nulo
  - Se define Foria asociada (FA) al valor del prisma que le corresponde a la DF nula.



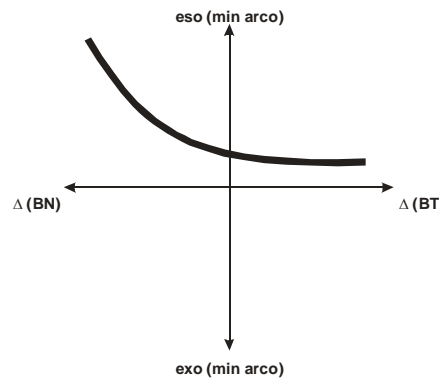
<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.

## Disparidad de fijación

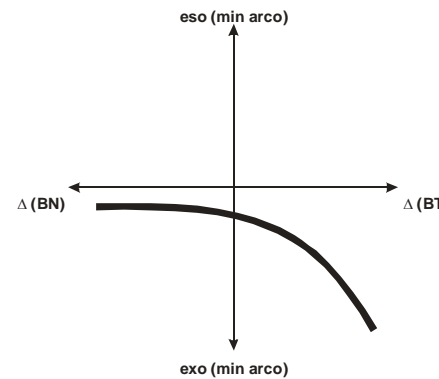
- Existen diferentes tipos de curvas asociados a diferentes problemas binoculares<sup>1</sup>



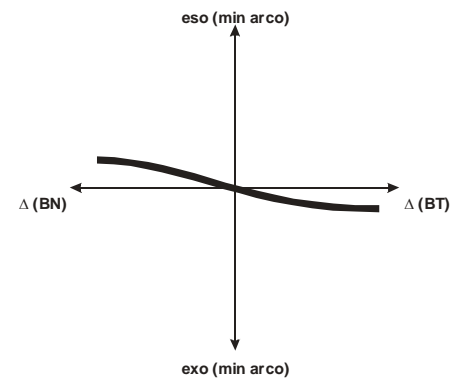
Tipo I (normal):  
• 60 % incidencia



Tipo II (anormal):  
• 25 % incidencia  
• Endoforia  
• Mala adaptación BN



Tipo III (anormal):  
• 10 % incidencia  
• Exoforia  
• Mala adaptación BT



Tipo IV (anormal):  
• 5 % incidencia  
• aniseiconía, etc

<sup>1</sup>Fundamentos de visión Binocular. Pons A. Martínez-Verdú, FM. Universitat d'Alacant. 2004.