

Estudio de la rivalidad binocular mediante fMRI (I)

› **Santiago García Lázaro**
O.C. 14.608

* GIO (Grupo de Investigación Optométrica de la Universidad de Valencia)

** Universidad Europea de Madrid

› **Teresa Ferrer Blasco***

› **Lurdes Belda Salmerón***

› **David Madrid Costa****

I. CONCEPTO DE RIVALIDAD BINOCULAR

Cuando las imágenes de un mismo objeto se forman sobre puntos correspondientes en ambas retinas, se consigue obtener una única percepción visual de dicho objeto. Este hecho es posible gracias al proceso de fusión, en el que deben tenerse en cuenta tanto cuestiones geométricas como fisiológicas. Si en lugar de un mismo objeto son utilizados estímulos monoculares diferentes en tamaño, forma, brillo y/o color, podría alterarse dicha fusión, pudiendo dar lugar a visión doble (diplopía). En el sistema visual existen dos mecanismos que se podrán activar para evitar la condición de diplopía: la rivalidad binocular y la supresión.

En caso de que los dos ojos reciban estímulos diferentes, estos transmitirán informaciones contradictorias al cerebro, dando lugar, en el caso de la rivalidad binocular, a la supresión alternante de la percepción de uno de los ojos. De esta forma, primero el estímulo visto por uno de los ojos prevalece sobre el otro, viéndose durante algunos segundos mientras el estímulo del otro ojo es su-

primido. Posteriormente se produce la situación inversa, prevaleciendo el estímulo del segundo ojo, y siendo suprimido el estímulo del primero. Este ciclo alternante continúa a lo largo del tiempo mientras se mantenga la misma estimulación diferenciada en ambos ojos.

Así, la rivalidad binocular es un fenómeno que consiste en la variación periódica o intermitente de la percepción cuando se presentan estímulos diferentes a ambos ojos, apareciendo una de las dos imágenes dominante mientras la otra permanece suprimida. Cuando la rivalidad es estable se habla de supresión (también se puede definir la rivalidad como una supresión alternante). La condición imprescindible para inducir rivalidad binocular es que el estímulo no fusionable se produzca sobre puntos correspondientes de ambas retinas.

El concepto de rivalidad fue mencionado por primera vez en el siglo XVI por Porta, siendo descrito más cuidadosamente por Du Tour en el siglo XVIII. Es Sir Charles Wheatstones quien acredita el primer sistema capaz de documentar las condiciones que provocan la rivalidad binocular mediante el novedoso estereoscopio de espejos (mecanismo que utilizaba una serie de espejos para permitir que diferentes imágenes fueran

presentadas simultáneamente a un paciente). En los años posteriores a la publicación de los resultados obtenidos por Wheastones, la rivalidad binocular captó la atención de importantes científicos, generando desde entonces un interesante debate.

Varios rasgos de la rivalidad binocular la convierten en una herramienta eficaz para el estudio de la correlación neural en la percepción visual. En primer lugar, la dominancia fluctúa irregularmente a lo largo del tiempo. En segundo lugar, la percepción rival que domina en un momento dado puede contener rasgos visuales locales de ambos ojos en alguna parte del campo visual. Y, en tercer lugar, y posiblemente la más importante, la rivalidad binocular es un instrumento poderoso en el estudio de la concomitancia neuronal en la conciencia visual, ya que un objeto visual, potencialmente interesante, puede ser suprimido durante segundos y no aparecer en la conciencia hasta que no se produzca la supresión de su opositor. Este hecho indica que la actividad neural durante la rivalidad binocular debe fluctuar en algunas etapas dentro del trayecto visual. Por lo tanto, la rivalidad binocular, más que un hecho, se podría definir como un proceso, ya que implica una serie de operaciones neuronales como son el registro de mensajes visuales incompatibles provenientes de ambos ojos, el fomento de la dominancia para una percepción coherente, la supresión de los elementos de las imágenes incoherentes y la alternancia del predominio con el tiempo.

Si se estudian las características temporales de la rivalidad binocular se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Durante los aproximadamente primeros 150 ms se produce una fusión anormal, consistente en la percepción simultánea de las dos imágenes distintas como si se tratara de una única imagen. Posteriormente, se desencadena la alternancia en la supresión de las percepciones monoculares.
- El tiempo de predominancia de un ojo u otro no sigue ningún patrón regular, dándose notables asimetrías.
- La voluntad del observador no influye en el tiempo de predominancia de la percepción de un estímulo.

En cuanto a las características espaciales de la rivalidad binocular se puede destacar básicamente:

- La supresión alternante que se produce en este proceso no se da en la totalidad del campo visual sino en la región cuyo estímulo es distinto para cada ojo.
- Cuando el estímulo que desencadena la rivalidad binocular subtende un ángulo menor a 1° se tiende a producir la supresión completa del mismo, pero, si su tamaño es mayor, la supresión se produce por diferentes sectores o partes del campo visual. En este último caso, se percibe un mosaico cambiante de porciones predominantes y suprimidas de cada ojo.
- La extensión de estas partes del campo visual que se suprimen de forma alternante no sigue un patrón estable.

2. RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (fMRI)

Muchos grupos de investigación han utilizado las imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI: functional magnetic resonance imaging) para identificar cuáles son las regiones del cerebro en las que se produce una variación del nivel de oxígeno en sangre (BOLD: Brain Oxygen Level Dependent signal) mientras se producen las alternancias en la rivalidad binocular.

El propósito de la fMRI es realizar una localización anatómica de un proceso funcional. Durante un proceso mental se produce un aumento de la actividad neuronal, el cual es apoyado por un incremento local de flujo sanguíneo. Lo que se mide con fMRI no es estrictamente la actividad neuronal, sino más bien las demandas metabólicas producidas por el flujo sanguíneo. Existen múltiples factores que determinan el flujo sanguíneo cerebral que, a su vez, varían según la edad, el estado de salud y el nivel de actividad física.

La molécula encargada de transportar el oxígeno en la sangre es la hemoglobina. Esta molécula tiene unas propiedades magnéticas dependiendo de si va ligada a oxígeno (oxihemoglobina) o no (desoxihemoglobina). La oxihemoglobina es diamagnética, presentando entonces una débil repulsión ante un campo magnético, lo que la hace insensible a la

resonancia magnética. La desoxihemoglobina, por otro lado, es paramagnética, y es atraída a un campo magnético, pero con menor concentración de flujo magnético en comparación con los objetos ferromagnéticos. La hemoglobina desoxigenada tiene un 20% más de susceptibilidad magnética, presentando una mayor magnetización cuando es colocada en un campo magnético. Así, la sangre altamente oxigenada muestra mayor señal y la desoxigenada menor señal en resonancia magnética. Este hecho hace que, dependiendo de su concentración local en los vasos sanguíneos de una región cerebral, obtengamos una señal que se visualiza en fMRI. Esta señal es una medida relativa que se muestra negativamente relacionada con la cantidad de desoxihemoglobina. Cuando realizamos una determinada tarea, una o varias áreas de nuestro cerebro se activan, produciendo un incremento en el flujo sanguíneo cerebral hacia las áreas de actividad metabólica, que genera un aporte de oxígeno mayor que el necesitado por las células, incrementando la concentración de oxihemoglobina, lo que reduce la concentración relativa de oxi-desoxihemoglobina y, en consecuencia, incrementa la señal en relación a su concentración basal.

En 1936, Linus Pauling y Charles Coryell realizaron investigaciones sistemáticas sobre la estructura de la hemoglobina. Ellos fueron los descubridores de que la molécula de hemoglobina tiene propiedades magnéticas que varían dependiendo de si la molécula está o no unida al oxígeno.

A principios de 1990, Ogawa y colaboradores investigaron el flujo sanguíneo cerebral manipulando las concentraciones de O_2 y CO_2 en roedores con potentes campos magnéticos de más de 7 teslas. En condiciones de aire, y más aun en anoxia, se observaron finas líneas perpendiculares a la superficie cerebral cortical de los roedores. Este grupo de investigadores postuló que dichas líneas eran resultado de un aumento en la susceptibilidad magnética dada por la hemoglobina desoxigenada, que es paramagnética, dentro de los vasos sanguíneos corticales.

Esta interpretación fue corroborada por el mismo grupo al estudiar tubos de en-

sayo con sangre oxigenada y desoxigenada. Se demostró una disminución de la señal magnética en los tubos con sangre desoxigenada respecto a la señal generada por la sangre oxigenada.

Respecto al estudio de la visión, las primeras aplicaciones fueron llevadas a cabo por Belleveau y sus colaboradores en 1991 para demostrar que la percepción de estímulos visuales incrementaba el flujo sanguíneo en el córtex visual primario. Las imágenes obtenidas mediante fMRI permiten visualizar las áreas cerebrales funcionales en la realización de una tarea específica o ante la exposición a determinados estímulos. La visualización de las áreas de activación en el cerebro se ha explicado por el efecto BOLD.

El procedimiento de evaluación mediante fMRI parte de unos diseños establecidos: el diseño de bloques (del inglés "box car design") y el diseño de activación asociada a evento ("event-related design"). Los diseños de bloques consisten en la realización de dos tareas, la tarea de activación y la tarea de control, de forma repetida en fases alternas, que nos permitan obtener regiones de activación a un determinado nivel de significación. El tiempo de duración de cada fase es igual para asegurar un muestreo equivalente para la tarea de control y la de activación. La tarea de activación es aquella que produce la activación de las áreas funcionales que queremos localizar. La tarea de control nos permite delimitar con mayor precisión las áreas funcionalmente elocuentes relacionadas con la tarea de activación en una determinada función. La elección de la tarea de activación y de control es un factor fundamental que debe ser basado en una serie de presunciones fundamentadas como modelos cognitivos. La lógica de estas dos tareas está en la obtención de la imagen diferencial, que es la imagen final que delimita las áreas funcionalmente elocuentes. Se obtiene de restar las áreas cerebrales activadas en la tarea de control a las activadas en la tarea de activación. Este es uno de los aspectos básicos para la identificación, pero previamente se realizan otros análisis, como la corrección del movimiento en las imágenes y la correlación temporal entre la realización de la tarea y la activación de las áreas. El otro tipo de diseño de los protocolos de

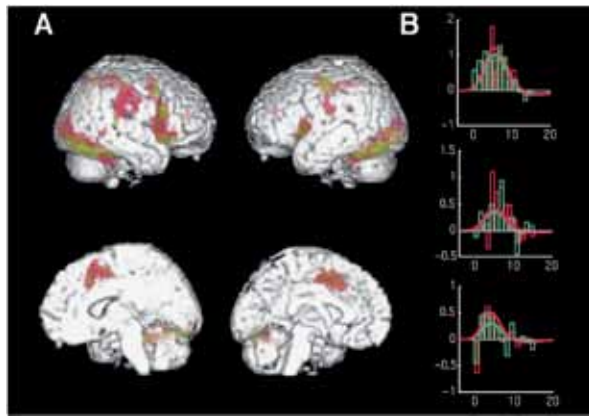


Figura 1. Muestra la actividad cerebral en cada una de las experiencias. Condición de rivalidad (rojo) y no rivalidad (verde). (a) Vistas de la superficie medial y lateral en un corte sagital, en el que se superponen las zonas que presentan actividad específicamente relacionada con la transición perceptual en ambas condiciones de visión. Se observa claramente la simetría bilateral de la actividad cerebral. (b) Histogramas de tres de los pacientes en los que se representa la modulación de la actividad cerebral para una única transición perceptual entre estímulos en ambas condiciones de visión, tomadas en un vóxel del giro fusiforme anterior derecho y ajustadas al retraso de la respuesta hemodinámica de la fMRI (1 voxel=3.25 x 3.25 x 7mm).

fMRI es el diseño de activación asociada a evento. En estos diseños se presentan menos estímulos, registrándose la respuesta funcional para cada uno de los estímulos durante aproximadamente 15 segundos. Los diseños de evento activación se basan en las propiedades temporales del efecto BOLD. El efecto tarda en producirse entre 4-7 segundos, pero luego se mantiene durante unos 12 segundos. En la evaluación prequirúrgica el diseño aplicado es fundamentalmente el de bloques. Sin embargo, como veremos a lo largo de este estudio, el diseño aplicado a la investigación de la actividad neural como consecuencia del proceso de rivalidad es el de activación asociada a evento.

Las fMRI se toman por cortes más o menos amplios dependiendo del área que se quiere explorar del cerebro. La posición de los cortes se realiza de acuerdo a unos estándares, dependiendo del tipo de corte y la función a explorar (coronal, sagital o axial). El corte más utilizado es el corte axial, donde uno de los ejes de referencia es una recta desde la parte superior de la comisura anterior a la parte inferior de la comisura posterior. A partir de aquí se extienden los planos en los que se obtendrán las imágenes dependiendo de las zonas de interés que se quieren localizar. Basándose en la localización de las áreas funcionales por estos procedimientos, la fMRI ha resultado útil para definir la localización anatómica de una estructura cortical a partir de identificar su función; definir la

distancia entre una determinada función y la lesión que va a ser tratada; e identificar los efectos de la lesión en la representación cortical de la función.

La principal ventaja de la fMRI respecto a las técnicas de obtención de imágenes existentes en este momento es que permite obtener una excelente resolución de las zonas activadas del cerebro basándose en una propiedad intrínseca de la sangre sin la necesidad de introducir un radioisótopo en el cuerpo del paciente.

3. ESTUDIOS SOBRE RIVALIDAD BINOCULAR REALIZADOS CON fMRI

Los estudios realizados sobre rivalidad binocular mediante fMRI intentan despejar, básicamente, dos incógnitas: cuál es la naturaleza de los sucesos neuronales fluctuantes y dónde se localizan dichos sucesos dentro del cerebro.

Lumer et al. (1998) publican el primer estudio en el que se utilizan imágenes cerebrales para observar las variaciones en las señales de BOLD, coincidiendo con las fluctuaciones en el proceso de rivalidad mediante un diseño de activación asociada a evento. El objetivo de esta investigación es analizar la variación de actividad neuronal en el momento en que se produce la transición perceptual existente en la rivalidad binocular.

El método utilizado era medir la actividad cerebral mediante fMRI en varios pacientes, mientras ellos informaban de sus percepciones en dos condiciones diferentes de visión. En la primera de ellas se le mostraba una red sinusoidal de color rojo que únicamente podían ver con un ojo, mientras que con el otro ojo veían solo una cara coloreada de verde. Los estímulos fueron elegidos y diseñados de esta manera, ya que, además de ser muy diferentes entre sí, podían producir fácilmente, mediante una presentación dicóptica, rivalidad binocular en todo el campo de visión cuando fueran vistos a través de unas gafas estereoscópicas. Los pacientes informaban mediante una pulsación cuando se producía un cambio en la percepción del estímulo cara-red o viceversa.

En la segunda condición de visión, se les presentaba monocularmente la sucesión

de estímulos conforme los pacientes habían informado que los habían percibido bajo condiciones de rivalidad binocular, mientras el otro ojo permanecía parcheado de forma que la luminancia que recibía fuera aproximadamente la del ojo testado. Este segundo diseño se realizó para imitar de la forma más ajustada posible, en calidad y tiempo, a la experiencia realizada bajo las condiciones de rivalidad binocular, para así conseguir una secuencia igual de respuestas motoras.

El grupo de sujetos examinados con fMRI estaba formado por seis pacientes en los que se analizó, en primer lugar, en qué zonas se producía un aumento de la actividad cerebral que se podía correlacionar con los cambios perceptuales informados durante cada una de las condiciones de visión. Para que los resultados fueran válidos, de la actividad tomada por fMRI había que separar aquella que se producía únicamente por la alternancia específica perceptual que el paciente sufría de la actividad registrada que se producía por otras razones. Para ello modelaron una respuesta hemodinámica para cada momento de transición que utilizaron para normalizar los valores y, así, conseguir datos objetivos mucho más ajustados a la realidad.

Aunque las correlaciones neuronales de la transición en rivalidad binocular se observaron en múltiples niveles del recorrido occipitotemporal, estas no fueron detectadas en el córtex visual primario (**Figura 1**). En particular, se detectaron respuestas transitorias que reflejaban los cambios perceptuales en el giro fusiforme, en el que se encuentran áreas implicadas en la percepción de caras. En contraposición a las áreas visuales superiores, las áreas corticales visuales tempranas no mostraron una modulación de la actividad significativa durante el proceso de rivalidad.

Por comparación entre los resultados obtenidos con el test de rivalidad binocular y la secuencia monocular, llegaron a la conclusión de que, como ambas experiencias desembocaban en una percepción y una conducta similares, esperaban encontrar una trayectoria neural común asociada con la representación interna de las escenas visuales y la generación de la respuesta motora apropiada. Este razonamiento fue confirmado por fMRI, ya que mediante el segundo diseño obtuvieron resultados

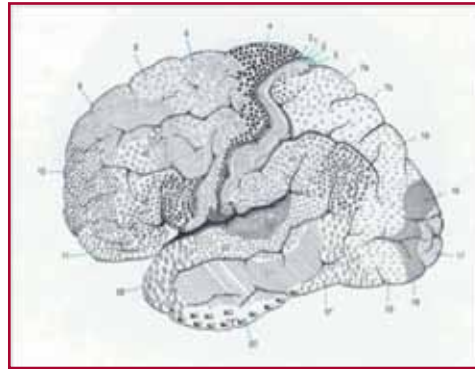


Figura 2. Representación de la superficie lateral de los hemisferios cerebrales descrita por K. Brodmann en base a sus rasgos arquitectónicos. (Imagen tomada de "Atlas de Anatomía Humana". Sobotta).

muy similares a los encontrados en el proceso de rivalidad en las áreas visuales del giro fusiforme y en las áreas relacionadas con el movimiento. Por lo tanto, llegaron a la conclusión de que el proceso de rivalidad y la alternancia secuencial de estímulos, propuesta en su experiencia, diferían fundamentalmente en el modo en el que se obtiene la percepción alternante. Mientras que los cambios perceptuales durante la rivalidad binocular derivan en una inestabilidad endógena en ausencia de variación de estímulos, su diseño de alternancia secuencial cuenta con una manipulación exógena del input visual.

Los resultados obtenidos cuantitativamente permitieron realizar un estudio diferencial de la activación neural, pudiendo así delimitar las zonas en donde se producía una mayor activación bajo condiciones de rivalidad que en condiciones de no rivalidad y viceversa.

Se observó que la activación específica relacionada con el proceso de rivalidad estaba fuertemente lateralizada en el hemisferio cerebral derecho. La activación selectiva durante la transición perceptual en condiciones de rivalidad se localizó en una región del córtex visual extraestriado, correspondiente al área 19 de Brodmann (**Figura 2**), así como en el córtex inferoparietal, superoparietal e inferofrontal, como se puede observar en la **Figura 3a**. Este patrón fue constante para cada uno de los seis pacientes.

Del mismo modo se caracterizaron las zonas donde la actividad transitoria asociada con la alternancia perceptual fue mayor para la experiencia bajo condiciones de no rivalidad. Estas áreas fueron localizadas en el córtex visual temprana-

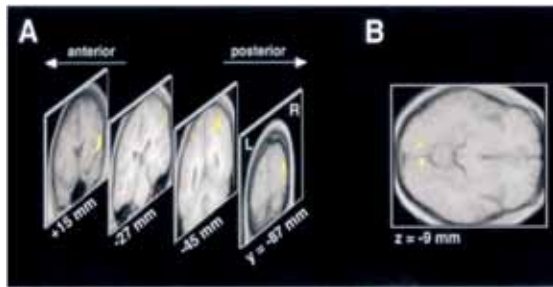


Figura 3. fMRI que muestra la activación diferencial durante las condiciones de rivalidad y no-rivalidad. (a) Cortes coronales paralelos donde la activación durante la rivalidad resultante de la media normalizada de las fMRI de los seis pacientes es mayor que en condiciones de no rivalidad. Se observa que las zonas donde la activación bajo condiciones de rivalidad es mayor se encuentran en el hemisferio derecho en la zona frontoparietal. (b) Sección transversal que muestra la media normalizada de las fMRI de los seis pacientes y donde se puede observar la localización de las zonas donde la actividad cerebral fue mayor en condiciones de no rivalidad respecto a las condiciones de rivalidad correspondientes a las áreas visuales tempranas.

no, en la porción medial del área 18 de Brodmann.

La comparación entre la condición de rivalidad y la de no rivalidad demostró una clara diferencia respecto a la zona donde se produce una mayor actividad neural en cada uno de los procesos. Este hecho no se puede atribuir a la generación de una respuesta motora diferente en cada una de las condiciones, ya que ambas implican la misma secuencia de respuestas motoras y producen una actividad similar en las áreas corticales asociadas al movimiento. También consideraron altamente improbable que este patrón diferencial fuera causado por diferencias inespecíficas de las condiciones de visión tales como la dificultad de realizar la experiencia o el grado de excitación, ya que la actividad frontoparietal no fue detectada durante la realización de otras tareas visuales, en las que la demanda de atención fue variada sistemáticamente.

Con todo ello, Lumer y su equipo de colaboradores concluyeron que lo más probable es que la zona frontoparietal mediana en la alternancia experimentada en el proceso de rivalidad binocular y no solo tuviera una implicación, como así se había creído tradicionalmente, en tareas visuales que requieren cambios espaciales de atención y trabajo de memoria. Por lo tanto, los resultados finales no solo proporcionan la evidencia de la participación de la zona occipitotemporal de las áreas visuales en la rivalidad binocular, dato que ya se sabía con antelación, sino que también indican el papel específico y previamente desconocido de las áreas frontoparietales en la

transición perceptual experimentada durante la rivalidad, extendiéndose más allá del procesamiento espacial.

Uno de los inconvenientes que se encuentran en este estudio es que, debido a la naturaleza de los estímulos elegidos, no fue posible distinguir entre las señales de BOLD asociadas a cada uno de los estímulos rivales en ninguna de las áreas visuales tempranas.

Pocos meses después, Tong F. et al. (1998) utilizan también fMRI, con un diseño de evento activación, para visualizar la actividad cerebral durante el proceso de rivalidad. Este estudio se basa en la respuesta a un estímulo selectivo en dos áreas de nivel superior. Para ello, estudiaron la actividad en el área fusiforme facial (FFA) y en el área parahipocampal (PPA) mientras presentaban dos estímulos diferentes: una cara y una casa. La FFA, anatómicamente, se encuentra en el llamado Giro o Circunvolución Fusiforme, que se sitúa en el lóbulo occipital derecho del cerebro. La FFA es una zona del cerebro especialmente activa en el reconocimiento de rostros, pero su actividad disminuye notablemente cuando el estímulo propuesto no es una cara. La PPA está situada en el Giro o Circunvolución Parahipocampal, que se localiza en la cara inferior de la región media y posterior del cerebro. La PPA presenta una fuerte activación cuando el estímulo presentado es una casa y disminuye de forma notable su actividad en el caso de que el estímulo fuese diferente a su preferido. Las propiedades diferenciales de las respuestas de estas dos zonas les permitió medir los cambios de las señales mediante fMRI durante el proceso de rivalidad y compararlo con la alternancia no rival de los estímulos.

Experimentalmente se basaron en cuatro pacientes con edades comprendidas entre 20 y 39 años, diestros, con buena agudeza visual y estereopsis, a los que se le había probado con anterioridad la existencia de una fuerte rivalidad binocular. A todos ellos se les realizaron tres tipos de exploraciones con fMRI. En primer lugar se buscaba localizar y delimitar la FFA y la PPA (escáner de localización) en cada uno de los pacientes, para lo que se les presentó de forma secuencial el estímulo “cara” y el estímulo “casa”. Debido a su extraordinaria preferencia por cada uno de los

estímulos, se consiguió, con alta precisión, el objetivo de la primera exploración.

El segundo paso era ver cómo variaba la actividad cerebral en cada una de las zonas mientras se mostraba un estímulo que producía el fenómeno de rivalidad (escáner de rivalidad). Para ello, el paciente utilizaba unas gafas con filtros rojo-verde para ver un estímulo formado por la superposición de una cara y una casa, cuyos colores estaban seleccionados de forma que la cara solo se pudiera ver con un ojo y la casa con el otro (**Figura 4**). El paciente pulsaba un botón en el momento en que su percepción cambiaba de la casa a la cara, o viceversa.

La tercera fase de la exploración se realizaba mediante la presentación de los estímulos alternados, de forma monocular, con idéntica frecuencia temporal que la percibida anteriormente en el mismo paciente en la exploración de la rivalidad (escáner no rival). Como en la anterior exploración, se instaba a los pacientes que mantuvieran la fijación y pulsaran cuando hubiese un cambio de percepción con el fin de equiparar al máximo las condiciones del proceso experimental e igualar las respuestas motoras.

Tanto en la exploración con rivalidad como en la de no rivalidad, se monitorizó en todo momento, mediante fMRI, la actividad en cada una de las zonas predefinidas con anterioridad para poder así comparar con los cambios de percepción en cada paciente.

En el escáner de localización se pudo comprobar que efectivamente sí se produce una respuesta selectiva de cada una de las zonas a su estímulo preferido, lo que permitió localizar y delimitar de una forma muy fiable las dos áreas de estudio, así como realizar un cálculo cuantitativo, obteniendo el tamaño medio, que para la FFA era de 6.5 voxels (1 voxel=3.25 x 3.25 x 7 mm), con un rango que oscilaba entre 4 y 8 voxels en una única zona lateralizada (aunque en uno de los seis pacientes mostraba bilateralidad), y para la PPA el tamaño promedio fue de 36.5 voxels, con un rango de 25 a 49 voxels, que aparece bilateral (**Figura 5a**).

En la **Figura 5b** se observa claramente que la señal obtenida en la FFA se incrementa de una forma notoria cuando

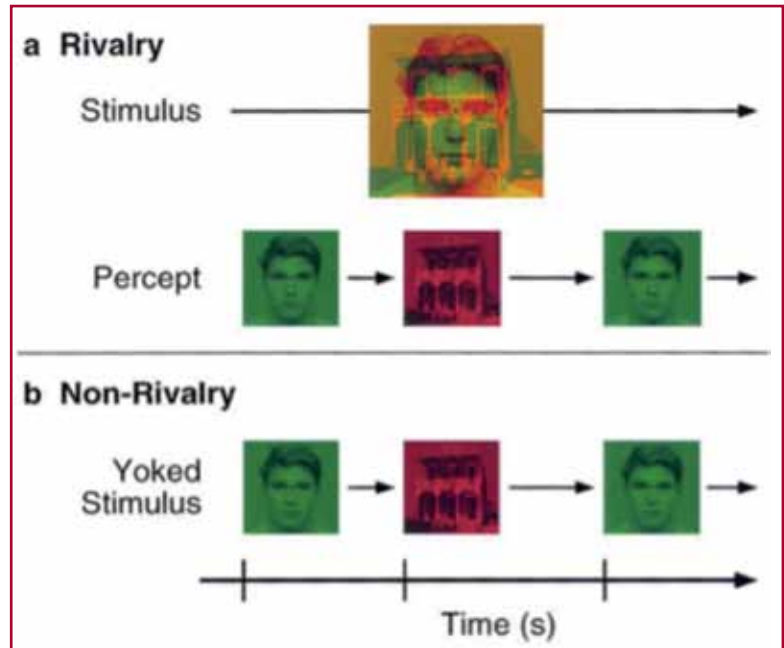


Figura 4. Diseño experimental. (a) En la exploración del proceso de rivalidad binocular se utilizó un estímulo ambiguo, formado por la superposición de una casa roja y una cara verde, utilizando unas gafas rojo-verde. Cuando el paciente detectaba un cambio en la percepción del estímulo informaba mediante la pulsación de un botón. (b) La secuencia temporal obtenida en la exploración rival se utilizaba para determinar la duración de los periodos de presentación de estímulos en la experiencia no rival.

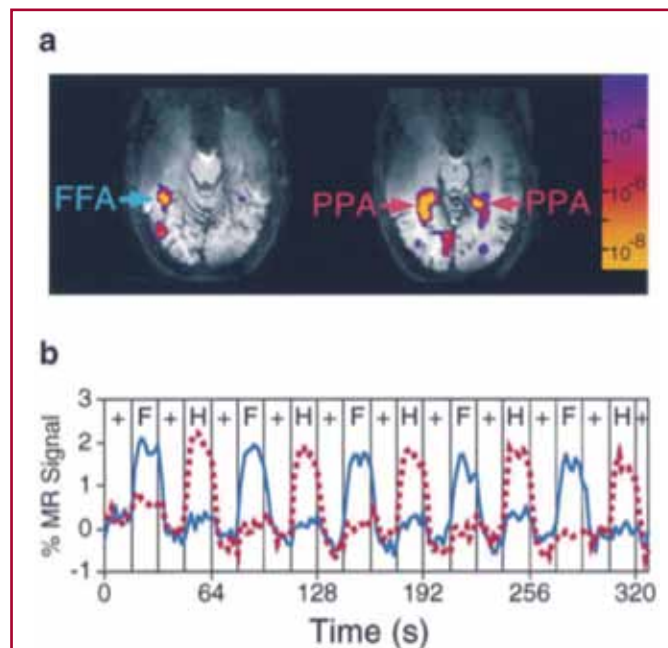


Figura 5. Resultados del escáner de localización para PPA y FFA. (a) Dos cortes cercanos al eje axial muestran la localización de la FFA y PPA en uno de los pacientes. (b) Representa el porcentaje de variación promedio de la señal de la resonancia magnética de los cuatro pacientes en las zonas FFA y PPA, cuando se les presentaba ambos estímulos, a lo largo del tiempo.

se muestra el estímulo “cara” (F), pero decrece notablemente cuando el que se presenta es el estímulo “casa” (H); y, al contrario, disminuye cuando se muestra el estímulo “cara” (F), pero crece acentuadamente cuando el que se presenta es el estímulo “casa” (H), para la PPA. ↷