

Penetrabilidad cognitiva en la percepción visual temprana

Evidencia empírica en humanos

Empirical evidence on the cognitive penetrability in early visual perception
in humans



Guillermo Arévalo-Pachón

Quarta

Photo By/Foto:

Rip
13³

Volumen 13 #3 sep-dic
13 Años

Revista Iberoamericana de
Psicología

ISSN-I: 2027-1786 | e-ISSN: 2500-6517

Publicación Cuatrimestral

ID: 10.33881/2027-1786.rip.13301

Title: Empirical evidence on the cognitive penetrability in early visual perception in humans

Título: Penetrabilidad cognitiva en la percepción visual temprana

Subtítulo: Evidencia empírica en humanos

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Empirical evidence on the cognitive penetrability in early visual perception in humans

[es]: Penetrabilidad cognitiva en la percepción visual: Evidencia empírica temprana en humanos

Author (s) / Autor (es):

Arévalo-Pachón

Keywords / Palabras Clave:

[en]: visual cortex; early vision; cognitive penetrability; mind modules; expectations; facial recognition

[es]: córtex visual; visión temprana; penetrabilidad cognitiva; módulos mentales; expectativas; reconocimiento facial

Submitted: 2020-09-08

Accepted: 2020-11-22

Resumen

Con base en un trasfondo teórico sobre las concepciones modulares de la mente de Fodor (2001) y Pinker (2005), el objetivo del presente texto es analizar cualitativamente la solidez de la evidencia experimental de una muestra de artículos publicados entre 2002 y 2017, que apoyan la tesis de la penetrabilidad cognitiva en la percepción visual temprana. El estudio se justifica por las implicaciones que pueden tener los resultados de estas investigaciones para las diferentes concepciones sobre arquitectura mental en funciones perceptuales, procesamiento de la información intra e intermodular, e isomorfismo entre arquitectura mental y cerebral. La metodología que se utilizó para realizar este estudio implicó: establecimiento de la tesis y de los criterios de inclusión de los artículos a revisar, selección final de los artículos más representativos sobre las subáreas seleccionadas, análisis de la calidad metodológica y de los resultados de éstos, identificación de aportes específicos de cada estudio a la tesis planteada, e interpretación y síntesis de los hallazgos. De 26 artículos revisados sobre el tema, se reportan y analizan 7, que se consideran representativos de 4 subáreas: penetrabilidad de expectativas, de percepción del color, de rasgos faciales y de reconocimiento de objetos. Se concluye que hay una amplia y sólida evidencia convergente (perceptual y neurofisiológica) a favor de los fenómenos penetrativos en la visión temprana, lo cual apoyaría indirectamente la hipótesis de permeabilidad de los módulos mentales de Pinker. Se formulan recomendaciones sobre aspectos por investigar y variables a controlar en experimentos sobre este tema.

Abstract

Based on a theoretical background on the modular conceptions of the mind of Fodor (2001) and Pinker (2005), the objective of this text is to qualitatively analyze the strength of the experimental evidence from a sample of experimental articles published between 2002 and 2017 that support the thesis of cognitive penetrability in early visual perception. The study is justified by the implications that the results of these investigations may have for the different conceptions about mental architecture in perceptual functions, intra and intermodular information processing and isomorphism between mental and brain architecture. The methodology used to carry out this study involved: establishment of the thesis and the inclusion criteria of the articles to be reviewed, final selection of the most representative articles on the selected subareas, analysis of the methodological quality and

Citar como:

Arévalo-Pachón, G. (2020). Penetrabilidad cognitiva en la percepción visual: Evidencia empírica temprana en humanos. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 13 (3), [pgIn]-[pgOut]. Obtenido de: <https://reviberopsicologia.iberro.edu.co/article/view/1961>

Dr. Guillermo **Arévalo-Pachón**, MA^{Psi} sp

AutorID: <https://scholar.google.com/citations?user=lshcea8AAAAJ&hl=es>

Research ID: [AAK-3896-2021](https://orcid.org/0000-0002-3753-9144)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3753-9144>

Source | Filiación:

Universidad Autónoma Regional de los Andes

BIO:

Docente universitario, con áreas de interés en Motivación y Emoción, Métodos Cuantitativos, Psicología Organizacional, investigación científica, Administración del Recurso Humano, Evaluación de Proyectos, Psicología de la Salud y Psicología del Desarrollo

City | Ciudad:

Bogotá DC [co]

e-mail:

g.arevalo10@uniandes.edu.co

Penetrabilidad cognitiva en la percepción visual temprana

Evidencia empírica en humanos

Empirical evidence on the cognitive penetrability in early visual perception in humans

Guillermo Arévalo-Pachón

El objetivo del presente artículo es analizar cualitativamente la solidez de la evidencia experimental de una muestra de artículos publicados en los últimos quince años que apoyan la tesis de la penetrabilidad cognitiva en la percepción visual temprana, los cuales tendrían implicaciones para las principales teorías modulares de la mente. El texto contextualiza las teorías que enmarcan esta tesis, justifica el estudio, señala los aspectos metodológicos, expone y analiza los estudios seleccionados y formula conclusiones.

En contraste con las concepciones cognitivas iniciales de la mente que la consideraban como un sistema de cómputo que funcionaría con mecanismos transversales, Fodor propuso un modelo vertical de dominios específicos para algunas funciones mentales (Shettleworth, 2012). Así surgió el concepto de módulo mental, que actualmente se puede entender de forma genérica como un “mecanismo cognitivo especializado funcionalmente” (Colombo, 2013, p. 360).

Las teorías modulares de la mente se pueden clasificar según la importancia que le otorgan al concepto de encapsulamiento, entendido como la restricción de la entrada de información externa (proveniente de otros módulos o de sistemas centrales de procesamiento) al mecanismo modular (Fodor, 2001). Para Fodor, sólo las funciones periféricas (percepción, lenguaje y sistemas motores) serían modulares y los módulos tendrían como característica esencial el encapsulamiento (Fodor, 2001). Por otro lado, dentro de una perspectiva evolucionista, en la que se considera que el ser humano viene al mundo equipado con una serie de rasgos y mecanismos innatos para resolver de forma efectiva problemas adaptativos, la mente estaría constituida por un conjunto masivo de órganos o módulos mentales para funciones periféricas y no periféricas (Burke, 2014; Pinker, 2005).

Al igual que varios filósofos de la mente (e.g. [Ogilvie & Carruthers, 2016](#)), los psicólogos evolucionistas han flexibilizado el concepto de encapsulamiento modular, pues consideran que los módulos mentales serían permeables a la información externa ([Stokes & Bergeron, 2015](#)), estarían funcionalmente especializados ([Boyer & Barret, 2015](#)) y habrían evolucionado para responder a necesidades adaptativas ([Chiappe & Gardner, 2011](#)).

Con relación a los módulos perceptuales, el encapsulamiento modular se ha examinado mediante un concepto relacionado: la impenetración/penetración cognitiva. Aunque no hay una definición de penetrabilidad que posea amplia aceptación ([Stokes, 2013](#)), hay acuerdo en que este proceso implica la influencia de estados cognitivos superiores en la experiencia perceptual ([Vetter & Newen, 2014](#)).

Con respecto a la percepción visual, se habla de la versión débil y fuerte de la penetrabilidad. La versión débil afirma que sólo los procesos visuales tempranos son cognitivamente impenetrables; sin embargo, podría presentarse penetrabilidad en éstos cuando se presta atención a determinadas propiedades del estímulo y cuando se hacen intentos por reconocer e identificar información de esta modalidad ([Pylyshyn, 1999](#)); la versión fuerte considera que todos los procesos relacionados con la experiencia visual son cognitivamente impenetrables ([Firestone & Scholl, 2015](#)).

La definición de percepción visual temprana tampoco está exenta de controversia, pues los autores difieren en los límites temporales de la misma ([Macpherson, 2017](#)). Sin embargo, para [Pylyshyn \(1999\)](#) y [Raftopoulos \(2014\)](#), ésta abarcaría los 100 primeros milisegundos (ms) luego de presentado el estímulo, pues durante esta etapa no se reporta evidencia neurofisiológica de implicación de centros cognitivos superiores en el procesamiento visual. Este límite temporal se adopta en este estudio.

En esencia, las perspectivas teóricas a favor de la impenetrabilidad cognitiva en la visión temprana se basan en los siguientes argumentos: (a) las ilusiones visuales refractarias a las correcciones con argumentos lógicos-rationales (como la de Müller-Lyer) demostrarían la independencia del sistema modular visual con relación al sistema cognitivo; (b) habría evidencia neurocientífica que señala la independencia de las funciones perceptuales y cognitivas; (c) los principios de la percepción visual son diferentes de los que regulan a las funciones cognitivas ([Pylyshyn, 1999](#)); (d) la visión temprana sólo procesaría contenidos relacionados con los atributos visuales elementales de los objetos ([Raftopoulos, 2014](#)); (e) la información que interviene en la visión temprana no tendría naturaleza cognitiva ([Raftopoulos, 2019](#)) y (f) la evidencia neurocientífica en la que se basan los defensores de la penetrabilidad es cuestionable ([Firestone & School, 2015](#)).

Adicionalmente, se han señalado otros argumentos que implican un reto explicativo para las investigaciones que apoyan la hipótesis de penetrabilidad: (a) la dificultad que tienen los estudios neuroperceptuales para mapear de forma incontrovertible las funciones mentales que se llevan a cabo en las estructuras neurales de la visión temprana, (b) las debilidades investigativas que presentan algunos estudios que favorecen la explicación de la penetrabilidad (como el efecto de demanda, el involucramiento de la atención periférica, el uso de variables dependientes basadas en juicios pos perceptuales, etc.) y (c) el cuestionamiento de que en el caso de encontrar influencia de orden superior en la visión temprana, ésta se pueda considerar válidamente como una forma de penetrabilidad ([Firestone & School, 2015](#)).

Por otro lado, los autores que apoyan la penetrabilidad se basan en los siguientes argumentos: **(a)** se cuenta con abundante evidencia empírica que demuestra que el córtex visual primario recibe influencia de información del contexto y retroalimentación de otras áreas

visuales (e.g. [Muckli & Petro, 2013](#)); **(b)** se ha comprobado la interacción intercortical en los procesos visuales tempranos y la rapidez con la que actúan los procesos cognitivos superiores sobre el sistema visual ([Roelfsema & deLange, 2016](#)) y **(c)** la evidencia de impenetrabilidad basada en las ilusiones visuales podría tener explicaciones alternativas ([Stokes, 2013](#)).

Dada la solidez de los argumentos a favor de la penetrabilidad en procesos visuales tempranos, la concepción evolucionista de la mente modular y los hallazgos de múltiples investigaciones que apoyan la permeabilidad cognitiva de estos procesos, se formula la tesis que se quiere demostrar en este texto: la evidencia experimental seleccionada sobre la penetrabilidad cognitiva de los módulos de percepción visual temprana en humanos apoya de manera consistente el fenómeno.

La demostración de esta tesis se justifica por las siguientes razones: (a) sus implicaciones para las diferentes concepciones sobre arquitectura mental, las cuales podrían ofrecer o no apoyo a perspectivas que defienden una modularidad masiva o restringida y a un supuesto isomorfismo entre la arquitectura mental y cerebral ([Firestone & School, 2015](#)); (b) sus posibles aportes para la identificación de los mecanismos computacionales del procesamiento de la información en los módulos de visión temprana; (c) su posible contribución a varios temas teóricos y metodológicos pendientes por resolver sobre penetración cognitiva en regiones visuales tempranas ([Firestone & Scholl, 2015](#)); y (d) sus implicaciones para la teoría evolucionista de la mente ([Pinker, 2005](#)): no sólo aportaría evidencia a favor de la modularidad masiva, sino elementos para comprender la naturaleza y evolución del sistema perceptual visual.

Aspectos metodológicos del estudio

Para la realización del presente estudio se siguieron los siguientes pasos: (a) formulación de la tesis a demostrar. (b) Definición de los criterios de inclusión y exclusión de las unidades de análisis del estudio. Entre los criterios de inclusión se tuvieron en cuenta: artículos experimentales indexados y publicados entre 2002 y 2017 que reportaran evidencia neurofisiológica y/o perceptual sobre procesos penetrativos en la percepción visual temprana en humanos ocurridos antes de los 100 ms luego de la aparición del estímulo y con palabras claves relacionadas con el tema a investigar (penetrabilidad cognitiva, percepción visual temprana, efectos de “arriba a abajo”, córtex visual primario, V1, procesamiento visual); con base en estos criterios se recopilaron y revisaron 26 artículos sobre el tema; se excluyeron estudios no experimentales o investigaciones que reportaran (o que con base en la literatura se pudieran deducir) efectos de penetración cognitiva posteriores a los 100 ms. Los estudios fueron recopilados de las bases de datos de la APA, Sciondirect, Taylor & Francis, Jstor.

(c) Clasificación de las subáreas en las que se pueden agrupar las investigaciones sobre penetrabilidad cognitiva en la visión temprana (se tomó como criterio de clasificación el número de veces que aparece el tema de la subárea en las palabras claves de los artículos seleccionados): penetrabilidad de expectativas y otras cogniciones en percepción de orientación espacial/movimiento, color, rasgos faciales y reconocimiento de objetos. (d) Selección de artículos a analizar: dado que los artículos seleccionados no reportan tamaño del efecto, se elaboró una matriz comparativa para seleccionar las investigaciones que se pudieran considerar como las más

representativas de las subáreas seleccionadas (los criterios de selección fueron: calidad de los diseños experimentales y de los estímulos utilizados, sensibilidad de las variables dependientes para medir el efecto de penetración e influencia o posible influencia sobre otros estudios del mismo tema; (e) análisis de aspectos metodológicos, resultados y aporte específico a la tesis de penetrabilidad de cada una de las investigaciones seleccionadas y (f) integración, análisis y discusión de los hallazgos reportados).

Reporte y resultados de la revisión de los artículos seleccionados.

Evidencia empírica de la penetrabilidad de expectativas en la percepción visual temprana de orientación espacial y movimiento.

La percepción visual se ha considerado como un proceso de inferencia, en el que los estímulos visuales se combinan con el conocimiento previo (Kok, Brouwer, van Gerven & de Lange, 2013); parte de éste estaría representado por las expectativas, entendidas como creencias previas en el proceso de inferencia estadística perceptual (Serriès & Seitz, 2013). En este sentido, la teoría perceptual bayesiana supone que cuando una persona se anticipa a un estímulo visual, las áreas de más alto nivel pueden suprimir o reducir la respuesta neural en las regiones sensoriales tempranas que detectan su input sensorial (e.g. Kok et al., 2012) y que éstas pueden hacer más agudas las representaciones sensoriales en las áreas tempranas, suprimiendo las respuestas neurales de orden más bajo que son inconsistentes con las expectativas que se poseen (Leed & Mumford, 2003).

Con base en las suposiciones de la teoría perceptual bayesiana, la investigación de Kok et al. (2012), que utilizó una muestra de 20 sujetos de ambos sexos con edad promedio de 22 años, pretendió verificar (a) si las expectativas sobre un estímulo visual suprimen las respuestas neurales de las regiones visuales tempranas, cuando los sujetos están en presencia de una nueva imagen que se ajusta a ellas, (b) si reducen la representación mental de la misma en el córtex retinotópico y (c) si mejoran la representación mental en esta región, por un efecto de “agudización sensorial”, también generando una reducción de la respuesta neural.

La investigación de Kok et al. (2012) siguió la siguiente secuencia: (a) por medio de una señal auditiva, a los participantes se les inducía una expectativa sobre la orientación de unas rejillas (45 y 135 grados); (b) presentación de una segunda rejilla, frente a la cual los participantes debían hacer una doble tarea de discriminación: indicar si ésta estaba inclinada o no con relación a la primera y si tenía un contraste mayor o menor con relación a la primera; (c) evaluación de los cambios en la actividad neural generada por las expectativas mediante la IRMf e identificación de la representación mental que éstas generan en el córtex visual temprano.

En el estudio de Kok et al. (2012), el análisis univariado (AUV) de los datos de cada sujeto fue modelado utilizando un enfoque relacionado con eventos dentro de un marco de Modelo Lineal General. Los regresores representaron las diferentes condiciones (las dos tareas y las condiciones de expectativas). Dentro de cada región de interés (ROI) se identificaron los 150 voxel más responsivos. Los parámetros asociados a cada condición se promediaron entre estos voxels. Para el análisis de patrón multivariado (APMV), también los datos de cada sujeto se mo-

delaron utilizando un enfoque relacionado con evento; pero aquí cada ensayo fue modelado para un regresor diferente.

Los resultados de la tarea de percepción del estudio de Kok et al. (2012) mostraron que las expectativas facilitaban el proceso de percepción visual. Los datos de las imágenes de resonancia magnética funcional (IRMf) mostraron que las rejillas con la orientación espacial ajustada a la expectativa evocaban una reducción de la amplitud en la respuesta neural en el córtex visual primario, en comparación con las que tenían una orientación no esperada: se observó una reducción de la actividad BOLD en orientaciones consistentes con las expectativas. Adicionalmente, mediante la técnica de APMV se encontró que las expectativas mejoraban la representación del estímulo en estas áreas. Por lo tanto, se confirmó la hipótesis de “agudización sensorial”.

A partir de la evidencia de que las expectativas pueden reducir la actividad neural en el córtex sensorial, el estudio de Kok et al. (2013), que utilizó una muestra de 24 sujetos de ambos sexos con edad promedio de 23 años, pretendió probar si éstas también son capaces de cambiar el contenido de la representación mental del input sensorial en área visual temprana. Para comprobar esta hipótesis, estos investigadores utilizaron como estímulos patrones de puntos blancos en movimiento (algunos de los cuales tenían movimiento coherente, mientras los otros tenían un movimiento al azar) y mediante señales auditivas los investigadores crearon expectativas sobre probabilidades de movimiento y posteriormente solicitaron a los participantes señalar mediante la manipulación de unos botones la dirección del movimiento en grados (en el sentido de la manecillas del reloj o al contrario) de nuevos estímulos presentados. Durante la realización de la tarea, se aplicó la técnica de IRMf junto con enfoque de modelamiento hacia adelante, que permitió detectar los cambios en las representaciones del movimiento en el córtex visual primario a través de una reconstrucción del mismo en la señal BOLD para esta región.

Los resultados conductuales del estudio de Kok et al. (2013) mostraron que los sujetos fueron capaces de realizar la tarea de discriminación con gran exactitud. Para resolver si las expectativas anteriores podían modificar las representaciones en el córtex visual, los investigadores usaron un enfoque de modelamiento hacia adelante para reconstruir la dirección del movimiento representado de la señal BOLD en el córtex visual para cada ensayo. Las direcciones de movimiento reconstruido de la señal BOLD en el córtex visual correlacionó positivamente con las direcciones de movimiento que se presentaban realmente. Más importante aún, las expectativas previas inducidas por la señal auditiva influyeron en las representaciones sensoriales en el córtex visual.

Los resultados del estudio de Kok et al. (2013) mostraron que las expectativas que ejercen influencia de “arriba hacia abajo”: no sólo mejoran la percepción, reducen la amplitud de la respuesta neural y el agudizamiento de la representación mental del estímulo, sino que sesgan y modifican las representaciones del movimiento en el córtex visual temprano.

Las investigaciones anteriormente descritas presentan las siguientes fortalezas:

Los estudios de Kok et al. (2012) y Kok et al. (2013) no sólo demuestran que las expectativas mejoran la percepción visual temprana, sino que mediante diferentes métodos de recopilación y análisis de información neuroperceptual, ofrecen evidencia sobre la presencia, cambio e influencia de las expectativas, como representaciones mentales codificadas en el córtex visual primario. Adicionalmente, los investigadores pudieron comparar el desempeño de los sujetos en condiciones de presencia o ausencia de estas representaciones en el retinocórtex (Ogilvie & Carruthers, 2016).

Teniendo en cuenta la insuficiencia de las investigaciones que trabajan exclusivamente con neuroimágenes para determinar la influencia de las cogniciones en los procesos perceptuales tempranos (Stokes, 2013), las investigaciones de Kok et al. (2012) y Kok et al. (2013) combinaron la investigación perceptual con la investigación neurocientífica. Por otro lado, estas investigaciones crearon expectativas implícitas en los participantes, excluyendo posibles efectos de demanda o juicios posperceptuales, que es una de las críticas que formulan los partidarios de la impenetrabilidad (e.g. Firestone & School, 2015).

Dado que en los estudios de Kok et al. (2012) y Kok et al. (2013), tanto los estímulos presentados como la expectativa creada contenían información para resolver las tareas, el buen desempeño observado en las mismas permitiría sugerir que estas investigaciones apoyan la integración de procesos “de abajo hacia arriba” y de “arriba hacia abajo” siguiendo un esquema de inferencias bayesianas.

Con relación a las debilidades de los estudios de Kok et al. (2012) y Kok et al. (2013) se pueden mencionar: (a) las expectativas que crean estas investigaciones se refieren a aprendizaje de regularidades de orientación o movimiento, por lo cual para algunos autores defensores de la impenetración cognitiva éstas carecerían de contenido semántico y no serían ejemplo de penetración cognitiva en sistemas visuales tempranos (e.g. Raftopoulos, 2014). (b) La técnica IRMf tiene una buena resolución espacial, pero una baja resolución temporal (Nusslock, Young, Pornpattananangkul & Damme, 2015), situación que podría generar reservas sobre la exactitud de los límites temporales de los resultados reportados por estos estudios. (c) Las investigaciones crearon expectativas con una modalidad sensorial diferente a la visual, lo cual podría haber generando efectos moduladores de los resultados.

Evidencia empírica de penetración cognitiva en la percepción visual temprana del color/luminosidad.

Con base en la premisa de que muchos objetos naturales o elaborados tienen un color característico que ayudaría en el proceso de asignar colores a los objetos sin la influencia de los niveles de iluminación, el estudio de Hansen et al. (2006), que utilizó una muestra de 14 sujetos de ambos sexos, pretendió investigar si el color típico de objetos naturales influye en la percepción temprana de los mismos, independientemente de los niveles de iluminación. El experimento consistió en que un grupo de sujetos fue expuesto a fotografías digitalizadas de frutas conocidas con sus colores naturales en un fondo gris. Los sujetos podían manipular el color de éstas y producir colores arbitrarios. Los participantes debían ajustar el color natural de las fotografías de siete frutas y dos condiciones de control (discos sin ninguna asociación con color) hasta que parecieran grises.

Con relación al banano, los resultados del estudio de Hansen et al. (2006) mostraron una evidente desviación de la adaptación al gris neutro, que debería tender a un color opuesto al amarillo (gris azulado), pues los participantes ajustaron el color del banano a un gris amarillento. Lo mismo sucedió con el resto de las frutas: los ajustes realizados mantenían una referencia al color natural de las mismas. Este fenómeno no se presentó en el caso del ajuste del color de los discos neutros presentados. Así, el conocimiento del color característico de las frutas presentadas ejerció una influencia de “arriba hacia abajo” que moduló la información sensorial y modificó las sensaciones básicas de color (Hansen et al., 2006).

Dentro de una tradición que señala que las categorías sociales, tales como la raza, pueden afectar la percepción de la luminosidad de las caras, el estudio de Levin y Banaji (2006) (que utilizó una muestra

de 67 estudiantes con edad promedio de 19,6 años y predominio de participantes de raza blanca) incluyó cuatro experimentos que pretendieron verificar la influencia de las categorías sociales en la percepción temprana de la luminosidad de las caras.

En el experimento uno, Levin y Banaji (2006) presentaban a los sujetos dos caras de raza blanca o negra y/o de ambas razas: una era de referencia y a la otra se le podía ajustar el color mediante un mecanismo manual hasta que quedara similar a la cara de referencia. La mitad de los ensayos presentaban caras de la misma raza y la otra mitad presentaba caras de diferente raza; la posición de las caras de referencia y ajustables se contrabalancearon entre los sujetos. De forma consistente, los sujetos tendieron a ajustar las caras negras con menor luminosidad y las caras blancas con mayor luminosidad. En los ensayos de diferentes razas, las caras ajustables negras fueron evaluadas como más negras, que en los ensayos de ambas caras negras (d de Cohen: 0,61).

Los resultados del experimento inicial del estudio de Levin y Banaji (2006) fueron corroborados en sus siguientes experimentos en los que se trabajó con caras racialmente ambiguas; a las cuales los investigadores asignaban el rótulo de blanca o negra (experimento dos), con caras dibujadas de personas blancas y negras rellenas de un color gris uniforme (experimento tres) o con pares de caras de diferentes razas a cuáles se les variaba la luminosidad (experimento cuatro). Así, estos resultados mostraron apoyo a la hipótesis de que los sujetos perciben las caras negras más oscuras de lo que realmente son y las caras blancas, más claras de lo que realmente son.

Sobre las investigaciones de Hansel et al. (2006) y Levin y Banaji (2006), se pueden resaltar las siguientes fortalezas:

Dado que es un hecho incontrovertible que la percepción de color/luminosidad es una operación del sistema visual temprano (Macpherson, 2012), a pesar de explicaciones alternativas de los resultados de estos estudios (e.g. Bitter, 2014), las evidencias presentadas en favor de la penetrabilidad cognitiva ofrecida pueden considerarse como contraejemplos relevantes en contra de la tesis de impenetrabilidad de la visión temprana.

Las investigaciones reportadas utilizan la graduación o ajuste del color/luminosidad como forma de evaluar los procesos perceptivos de los participantes, lo cual evita que se confundan los efectos perceptuales con juicios posperceptuales (Marchi & Newen, 2015), que según los defensores de la impenetrabilidad invalidarían las conclusiones de penetrabilidad cognitiva. Estos experimentos midieron directamente la experiencia perceptual sin tener que basarse en la memoria (Newen & Vetter, 2017). Por otro lado, la metodología utilizada en las tres investigaciones permitió descartar algunas explicaciones alternativas a la penetrabilidad en los hallazgos reportados.

Entre las debilidades de las investigaciones de Hansel et al. (2006) y Levin y Banaji (2006) se pueden mencionar: las investigaciones de estos dos autores se basaron exclusivamente en paradigmas de investigación perceptual, pero no incluyeron técnicas imagenológicas, las cuales hubiesen permitido la confirmación de la naturaleza temprana de los fenómenos de percepción visual examinados (Bannert & Bartels, 2013).

Se puede asumir que Firestone y Stone (2015), como representantes del enfoque de impenetrabilidad, señalarían que en este tipo de investigaciones la manipulación de los estímulos utilizados puede generar cambios en los factores perceptuales de nivel bajo que podrían explicar las diferencias observadas, por lo cual cuestionarían que los resultados reportados se atribuyan a la influencia de cogniciones en la visión temprana.

Por último, en las tareas de ajuste o graduación del color, el tiempo transcurrido entre la presentación del estímulo y la realización de la tarea podría sugerir que ésta se realiza en etapas posperceptuales, lo cual impediría hablar de penetrabilidad en la percepción visual temprana. Desafortunadamente, estos estudios no podrían refutar esta objeción, pues no mapearon secuencial y temporalmente las áreas de activación cerebral durante la realización de la tarea.

A pesar de estas críticas, los hallazgos de las investigaciones de Hansen et al. (2006) y de Levin y Banaji (2006) reafirman la idea de que la visión temprana va más allá de la codificación y procesamiento de las propiedades físicas de los estímulos y serían pruebas a favor de la penetrabilidad de la visión temprana, pues muestran que la visión temprana es influenciada por conceptos abstractos o plantillas visuales memorizadas, las cuales son demasiado complejas para ser generadas o procesadas únicamente por áreas visuales tempranas (Newen & Vetter, 2017).

Evidencia empírica de penetración cognitiva temprana en la detección de rasgos faciales.

La evidencia muestra que el reconocimiento de caras se produce a los 170 ms después de presentado el estímulo; sin embargo, la detección de rasgos faciales aislados se produciría dentro del criterio temporal establecido para la percepción visual temprana (e.g. Gamond et al., 2011; Petro et al., 2013). El experimento de Gamond et al. (2011), que utilizó una muestra de 16 participantes de ambos sexos con edad promedio de 25,2, examinó si un conocimiento inducido recientemente sobre una relación arbitraria entre un rasgo facial y un rótulo de personalidad podía alterar las respuestas neurales de visión temprana a nuevas caras. Utilizando registros magnetoencefalográficos (MEC), los investigadores examinaron si las etapas tempranas de la representación de las caras se podían modificar en función de la experiencia reciente y si en esta situación estaban involucradas influencias de “arriba hacia abajo”.

En las tres fases del experimento de Gamond et al. (2011) los sujetos decidían si la imagen de las fotos que veían correspondía a una persona flexible o determinada mientras se les tomaban registros MEC. En la primera fase (prefeedback), se tomaban registros de la respuesta conductual y MEC durante la realización de la tarea de realizar los juicios. En la segunda fase (feedback), los sujetos recibían retroalimentación de sus respuestas: se les asociaba arbitrariamente un rasgo facial de las fotos (la distancia entre los ojos: amplia o estrecha) con los juicios sobre la determinación o flexibilidad realizados por los sujetos. A la mitad de los sujetos se les asoció la distancia corta entre ojos con el juicio de persona flexible y la distancia grande entre ojos con el juicio de persona determinada. La asociación fue contraria para la otra mitad del grupo. En la última fase (postfeedback), los participantes evaluaban la personalidad de nuevas caras mientras se les tomaba registros MEC. La hipótesis que se planteó en este estudio es que el reforzamiento de la asociación entre el rasgo físico y el rasgo de personalidad introducido en la fase dos induciría una diferenciación en las respuestas visuales tempranas ante las caras con distancias entre ojos grandes y pequeñas durante la fase 3.

En la tercera fase del experimento de Gamond et al. (2011) se observaron respuestas neurales diferenciales en la percepción visual temprana entre las caras que poseían diferentes distancias entre los ojos. Adicionalmente, mediante registros MEC y registros intracraneales, Gamond et al. identificaron la localización de las estructuras corticales superiores que se activan tempranamente en la

percepción de rasgos visuales, las cuales permitieron suponer que la experiencia o aprendizaje previo modula el procesamiento visual temprano de percepción de rasgos faciales a través de dos rutas neurales: una rápida, que se iniciaría en el sistema anterior, que incluiría el córtex orbitofrontal y los polos temporales y otra, un poco más demorada, que involucraría la ruta visual-ventral.

El estudio de Gamond et al. (2011) mostró que un entrenamiento de una categorización facial implícita de sólo 15 minutos puede generar cambios en la respuesta neural temprana ante los estímulos utilizados y que este aprendizaje puede actuar de forma inconsciente, lo cual confirma la habilidad del sistema visual para modular aun las respuestas más tempranas del input sensorial entrante en función de una experiencia reciente.

La investigación de Petro et al. (2013), que utilizó una muestra de 9 sujetos de ambos sexos con edades entre 21 y 29 años, pretendió resolver: (a) si el área visual V1 es modulada por el tipo de tarea que estimula el procesamiento descendente de ojos o de boca y (b) si esta influencia se refleja en sectores específicos de V1 o es difundida en toda esta región. El estudio consistió en la presentación de seis condiciones experimentales de caras en cada bloque: felicidad, miedo, neutral, mapeo de ojos, mapeo de boca y fijación de línea de base, frente a las cuales los sujetos debían hacer una tarea de categorización del género y la expresión emocional de cada rostro. Mientras cada sujeto realizaba la tarea, se le tomaban registros de IRMf. Dado que se partió de la suposición de que cada estímulo facial generaba activación específica de diferentes zonas corticales superiores, que por procesos descendentes se reflejarían en zonas específicas de V1, se utilizó la técnica de AUV para determinar niveles de activación en las regiones de interés y APMV para realizar un mapeo de esta última región, con el fin de identificar las subregiones activadas por cada rasgo facial y determinar si en V1 se decodifica la expresión emocional y el género.

A nivel conductual, el estudio de Petro et al. (2013) encontró menores tiempos de respuesta en la tarea de discriminación de género, que en la tarea de discriminación de expresión emocional. Por otro lado, el estudio encontró subregiones específicas en V1 relacionadas con la discriminación de los ojos y la boca, que se activarían por feedback cuando se enfrentan tareas específicas que las comprometen. Los hallazgos del estudio de Petro et al. (2013) permitieron a los investigadores inferir que V1 recibiría información sobre rasgos faciales de áreas corticales superiores o subcorticales, la cual se integraría con el procesamiento de la información sensorial originada por el estímulo. La evidencia obtenida en este estudio permite afirmar que V1 sería cognitivamente penetrable.

Entre las fortalezas de los estudios de Gamond et al. (2011) y de Petro et al. (2013) se pueden mencionar:

Tanto el estudio de Gamond et al. (2011) como el de Petro et al. (2013) muestran de forma inequívoca la influencia de procesos de “arriba hacia abajo” de naturaleza cognitiva, que podrían ser considerados como ejemplos de penetración en la percepción de rasgos faciales. Gamond et al. no sólo utilizaron la técnica de MEC, que tiene alta resolución temporal, sino que corroboran sus resultados con evaluación de actividad eléctrica intracraneal, que permite una buena resolución espacial y temporal, especialmente cuando se combina con MEC (Lachaux, Rudrauf & Kahane, 2003). Asimismo, al identificar actividad neural diferencial de V1 ante los estímulos presentados, Petro et al. aportan evidencia adicional a favor de la penetrabilidad en los módulos perceptuales tempranos.

Las investigaciones de Gamond et al. (2011) y de Petro et al. (2013) hacen aportes significativos al tema de este estudio. Gamond et al. identifican la activación sucesiva de estructuras corticales en la

percepción de rasgos faciales y señalan dos posibles rutas que podrían explicar cómo se produce la influencia de los niveles corticales superiores sobre las áreas de visión temprana. Por otro lado, Petro et al. no sólo proponen algunas áreas corticales y subcorticales que podrían generar esta influencia descendente, sino que identifican subregiones específicas de V1 que recibirían la información sobre diferentes rasgos faciales de las respectivas áreas corticales superiores. Así, se puede afirmar que estos autores pueden enfrentar satisfactoriamente la crítica de algunos representantes de la impenetrabilidad (e.g. Firestone & Stone, 2015) acerca de la dificultad para mapear las funciones cognitivas en la visión temprana.

Entre las debilidades de los estudios anteriormente descritos se pueden mencionar:

La investigación de Gamond et al. solicitaba a los participantes realizar juicios sobre la personalidad con base en la distancia de los ojos de los sujetos que aparecían en unas fotos. Sin embargo, nada garantiza que en esta tarea los sujetos hayan focalizado su atención en este rasgo facial y no en otro, lo cual sería una debilidad de este estudio, pues la naturaleza específica del estímulo facial elicitaba respuestas neurales específicas (Gilbert & Li, 2013).

En el estudio de Gamond et al. no se encontró la concordancia esperada entre los resultados conductuales y la evidencia MEC, pues las respuestas de los sujetos no evidenciaron el aprendizaje esperado debido a la retroalimentación. Este hecho es llamativo porque en esta área de investigación, los cambios en la actividad cerebral que reflejan efectos penetrativos en la visión temprana suelen corroborarse con la facilitación de los procesos perceptuales correspondientes (e.g. Kok et al., 2012).

Evidencia empírica de penetración cognitiva temprana en reconocimiento de objetos.

Con base en hallazgos que muestran que el reconocimiento de objetos se inicia desde la etapa de visión temprana (e.g. Bar et al., 2006; Hsieh, Vul y Kanwisher, 2010), el estudio de Hsieh et al. (2010) pretendió resolver la pregunta de si el córtex retinotópico contiene información sobre la identidad percibida de un objeto, para lo cual se basó en técnicas de IRMF-AUV y APMV. En el primer experimento (con una muestra de 7 sujetos con edades entre 20 y 30 años) los sujetos eran escaneados mientras pasaban por tres fases: (a) observación de figuras *Mooney* (FM) presentadas a dos tonos, que los sujetos no podían descifrar; (b) presentación de fotos de las mismas figuras de la fase anterior en todos los tonos grises, que los sujetos podían identificar y (c) presentación de las mismas FM que habían observado inicialmente, las cuales también podían identificar por la experiencia con las figuras en tonos grises de la segunda fase.

La hipótesis del estudio de Hsieh et al. (2010) fue que el conocimiento obtenido por la imagen en tonos grises influye en la respuesta neural frente a la imagen *Mooney* de la tercera fase, por una influencia neural de “arriba hacia abajo”. Específicamente se hipotetizó que la correlación entre los patrones de respuesta IRMF entre la foto presentada en la fase 2 y la figura *Mooney* 2 sería más alta que la correlación entre los patrones de respuesta IRMF entre esta foto y la figura *Mooney* 1. En otras palabras, se examinó si el patrón neural cambiaba cuando el objeto presentado era reconocido en comparación de cuando no lo era. Se analizó y comparó la actividad cerebral de varias áreas: complejo occipital lateral (COL), confluencia foveal (CF) y área retinotópica temprana (ART) en el polo occipital.

Hsieh et al. (2010) encontraron que el patrón de activación espacial en el córtex retinotópico ante una imagen *Mooney* de dos tonos que los sujetos logran reconocer se parece al patrón de activación frente a esta misma imagen presentada previamente de forma no ambigua y con todos los tonos del gris, mientras que no se presenta dicha similitud cuando la imagen *Mooney* no se puede reconocer. En otras palabras, el conocimiento previo de los objetos altera la representación de los estímulos en el córtex e influye en la percepción temprana de éstos.

Hsieh et al. (2010) realizaron un segundo experimento (con una muestra de 8 sujetos con edades entre 20 y 30 años) para descartar que los resultados encontrados se debieran a la fijación de la atención otorgada a diferentes partes del estímulo. El diseño realizado no permitía que los sujetos pudieran predecir qué estímulo aparecería. A pesar de los cambios, se obtuvieron los mismos resultados del experimento uno.

Entre las fortalezas que posee estos experimentos se pueden mencionar:

El estudio de Hsieh et al. (2010) tiene dos fortalezas claves: (a) los investigadores utilizaron la técnica APMV, con la cual pudieron identificar y comparar las representaciones específicas de las condiciones de reconocimiento y no reconocimiento de imágenes en el córtex retinotópico y la velocidad con la que se forman o recuperan. (b) Dado que para algunos defensores de la impenetrabilidad la visión temprana es un estado preatencional (e.g. Pylyshyn, 1999; Raftopoulos, 2014), fue importante la realización de un segundo estudio para descartar la posible influencia de la atención en los resultados observados, pues ésta podría modular procesos perceptuales y explicar muchos de los efectos atribuidos a la penetración cognitiva (Firestone & Scholl, 2015).

Sobre el estudio de Hsieh et al. (2010) se podrían señalar dos debilidades: (a) esta investigación no explicita evidencia de las regiones del cerebro en las que estarían almacenadas las representaciones de los objetos ni el proceso de su influencia descendente desde regiones externas al córtex visual. (b) La investigación no reporta control de algunas variables que pudieran explicar o modular los hallazgos obtenidos, como las características de los estímulos, los posibles efectos de demanda, etc. (Firestone & School, 2015).

Discusión

La revisión presentada en este artículo tuvo como objetivo demostrar la solidez de evidencia experimental sobre la penetrabilidad de los módulos de percepción visual temprana en humanos. A pesar de las críticas que han recibido varios estudios sobre el tema y de las limitaciones teóricas, conceptuales y metodológicas señaladas a largo de este texto, el análisis de los artículos revisados permite concluir que hay amplia y sólida evidencia convergente (perceptual y neurofisiológica) que ratifican la posibilidad fisiológica de la penetrabilidad cognitiva de los sistemas perceptuales tempranos. Aunque podrían existir explicaciones alternativas a los resultados encontrados en estos estudios, la explicación más plausible y parsimoniosa para los hallazgos reportados es que los sistemas perceptuales tempranos son penetrables cognitivamente.

La percepción visual temprana no sólo estaría determinada por el input que llega a nuestra retina, sino que está fuertemente influenciada por nuestros conocimientos previos, expectativas, etc. Con base en los resultados analizados, es claro que el córtex retinotópico primario

puede recibir retroalimentación de otras áreas corticales y subcorticales (Petro et al., 2013), por lo cual esta área es más que una región receptiva de información externa.

Los estudios revisados muestran mejoramiento de la percepción visual temprana luego de recibir información supuestamente proveniente de estructuras cerebrales superiores (e.g. Kok et al., 2012; Kok et al., 2013), ajuste sensorial en visión temprana según creencias previas (e.g. Hansen et al., 2011), cambios en los patrones de flujo sanguíneo cerebral luego de actividad cognitiva en el área V1 (e.g. Petro et al., 2013), influencia de creencias creadas experimentalmente sobre la visión temprana (e.g. Gamond et al., 2011) y cambios en las representaciones de los estímulos en el córtex retinotópico luego de recibir influencia cognitiva de estructuras cerebrales superiores (e.g. Hsieh et al. (2010).

La revisión y análisis de la literatura sobre el tema permite ratificar que no hay argumentos neurocientíficos que permitan suponer que la visión temprana es impermeable a la retroalimentación de los niveles corticales superiores (Ogilvie & Carruthers, 2016). Sin embargo, es necesario reconocer que todavía no son claros los mecanismos neurales subyacentes del fenómeno (e.g. Bar et al.; 2006; Kok et al., 2012; Samaha et al., 2016); por lo cual, su identificación es una tarea pendiente para la investigación futura sobre esta área.

La mayor parte de los estudios revisados ofrecen apoyo a la teoría perceptual bayesiana (e.g. Hsieh et al., 2010; Kok et al., 2012), pues los procesos perceptivos de “arriba hacia abajo” y de “abajo hacia arriba” implicados en la visión temprana parecerían establecer interacciones a través de computaciones asimilables a inferencias bayesianas (Pinto et al. 2015).

El análisis de los artículos revisados permite afirmar que, en general, éstos superan las críticas y objeciones de los defensores de la impenetrabilidad de los sistemas visuales tempranos (e.g. Firestone & School, 2015; Pylyshyn, 1999; Raftopoulos, 2014): (a) la utilización de metodología experimental permitió establecer relaciones causales entre las cogniciones procesadas en el córtex visual primario y los efectos perceptuales observados; (b) la penetrabilidad cognitiva comprobada en los diferentes estudios sugiere que la corteza visual primaria no sólo procesaría información sobre propiedades sensoriales básicas de los objetos, sino cogniciones relativamente complejas; (c) la utilización de diferentes técnicas de neuroimagen y de diferentes métodos de análisis de la información, permite tener mayor seguridad de los aspectos espaciales y temporales de la actividad cerebral implicados en los fenómenos de penetración cognitiva en la visión temprana y (d) en general, las investigaciones analizadas superan las debilidades investigativas que los defensores de la impenetrabilidad le atribuyen a este tipo de estudios, como el efecto de demanda, el involucramiento de la atención y el uso indebido de juicios posperceptuales como variable dependiente.

La controversia entre Fodor (2001) y Pinker (2005), como representantes de dos grandes teorías modulares y de arquitectura mental, se ve retroalimentada por la evidencia empírica presentada en este texto. En esta revisión se demuestra que inclusive los módulos perceptuales, sobre los cuales no hay controversia sobre su naturaleza modular, no estarían encapsulados; por lo que se puede concluir que las versiones fuerte o débil de la impenetrabilidad se ven cuestionadas por los resultados de estos estudios.

Los hallazgos presentados en esta revisión apoyarían la tesis modular de autores como Pinker (2005), que consideran que el modularidad no necesariamente implica encapsulamiento. Así, pueden existir áreas cerebrales altamente especializadas en procesar determinado tipo de información sin que esto implique impenetrabilidad (Newen

& Vetter, 2017). De acuerdo con esta flexibilización de la exigencia del encapsulamiento, es válido pensar en la existencia de otros módulos mentales no periféricos y no encapsulados.

La calidad de los diseños experimentales de los estudios revisados permite afirmar que éstos tienen alta sensibilidad para detectar el efecto de penetración en la visión temprana; sin embargo, estas investigaciones son débiles estadísticamente, pues utilizan muestras muy pequeñas y no reportan el tamaño del efecto. La utilización de muestras tan pequeñas tendría implicaciones para la generalización de los resultados y para confiar en el poder de las pruebas estadísticas utilizadas, mientras que el desconocimiento del tamaño del efecto no sólo no permitió conocer la fuerza de la relación de las variables analizadas, sino que no facilitó la comparación cuantitativa de los estudios revisados (Shaughnessy et al., 2007).

Dada la importancia que tiene la variable atención en las discusiones teóricas y metodológicas sobre la penetrabilidad, se recomienda que en las investigaciones futuras sobre este tema se implementen medidas de control experimental o estadístico de esta variable. Para descartar su influencia, los estudios sobre el tema deben mantener constante u ocupada la atención (Firestone & School 2015).

La mayor parte de la investigación neurocientífica contemporánea sobre el tema ha utilizado las técnicas IRMF-AUV y APMV, lo cual evidencia el interés por identificar las representaciones mentales relacionadas con la actividad cognitiva temprana en el córtex retinotópico. A pesar de las limitaciones de estas técnicas (Davis & Poldrack, 2013), O’Callaghan et al. (2017) sugieren que las investigaciones futuras sobre el tema deben combinar los paradigmas investigativos perceptuales con las técnicas neurocientíficas especializadas en los aspectos temporales y espaciales de la actividad cerebral.

Para Nienborg y Roelfsema (2015), la investigación neurocientífica futura sobre el tema debe registrar simultáneamente la actividad cerebral tanto en áreas visuales tempranas como en áreas cerebrales superiores para identificar las fuentes y áreas blanco específicas en la influencia descendente. Dado que en el procesamiento de la información visual hay interacción de varias fuentes de información, Petro et al. (2013) recomiendan para investigaciones futuras sobre el tema que se estudien de manera más sistemática el interjuego entre el feedback “de arriba hacia abajo” proveniente de áreas extravisuales, el feedback recurrente (proveniente de áreas visuales superiores) y la información “de abajo hacia arriba” procesada en la región visual primaria.

Por último, O’Callaghan et al. (2017) recomiendan complementar la investigación de la penetrabilidad en los sistemas visuales humanos con estudios que utilicen como sujetos experimentales a primates no humanos, los cuales también han confirmado la influencia de procesos descendentes en las áreas visuales tempranas.

Referencias

- Bannert, M. M., & Bartels, A. (2013). Decoding the yellow of a gray banana. *Current Biology*, 23(22), 2268-2272. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982213011329>
- Bar, M., Kassam, K. S., Ghuman, A. S., Boshyan, J., Schmid, A. M., Dale, A. M., Hämäläinen, M. S., Marinkovic, K., Schacter, D. L., Rosen, B. R., & Halgren, E. (2006). Top-down facilitation of visual recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 103, 449-454. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16407167/>

- Bitter, D. (2014). Is low-level visual experience cognitively penetrable? En *The Baltic international yearbook of cognition, logic and communication* (Vol. 9) (pp. 1-26). doi: https://www.researchgate.net/publication/273289064_Is_Low-Level_Visual_Experience_Cognitively_Penetrable
- Boyer, P. & Barret, C. (2015). Intuitive ontologies and domain specificity. En D. M. Buss, *The handbook of evolutionary psychology* (pp. 161-180). Hoboken, New Jersey: John Wiley & sons, Inc. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470939376.ch3>
- Burke, D. (2014). Why isn't everyone an evolutionary psychologist? *Frontiers in Psychology*, 5: 910. [https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00910/full](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00910.full)
- Chiappe, D. & Gardner, R. (2011). The modularity debate in evolutionary psychology. *Theory and Psychology*, 22(5), 669-682. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0959354311398703>
- Colombo, M. (2013). Moving forward (and beyond) the modularity debate: A network perspective. *Philosophy of Science*, 80(3), 356-377. <http://www.jstor.org/stable/10.1086/670331>
- Davis, T., & Poldrack, R. A. (2013). Mesuring neural representations with fMRI: Practices and pitfalls. *Annals of th New York Academy of Sciences*, 1296, 108-134. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23738883/>
- Firestone, C., & Scholl, B. J. (2015). Cognition does not affect perception: Evaluating the evidence for 'top-down' effects. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 1-77. doi: <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/cognition-does-not-affect-perception-evaluating-the-evidence-for-topdown-effects/920E2AE74C642DD3CB3FA8160EA1D84A>
- Fodor, J. (2001). *The mind doesn't work that way*. The scope and limits of computational psychology. Cambridge, MA: MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/mind-doesnt-work-way>
- Gamond, L., George, N., Lemaréchal, J-D., Hugueville, L., Adam, C., & Tallon-Baudry, C. (2011). Early influence of prior experience on face perception. *NeuroImage*, 54, 1415-1426. doi:
- Gilbert, C. D., & Li, W. (2013). Top-down influences on visual processing. *Nature Reviews. Neuroscience*, 14(5), 350-363. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23595013/>
- Hansen, T., Olkkonen, M., Walter, S. & Gegenfurtner, K. R. (2006). Memory modulates color appearance. *Nature Neuroscience*, 9(11), 1367 - 1368. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17041591/>
- Hsieh, P. J., Vul, E., & Kanwisher, N. (2010). Recognition alters the spatial pattern of fMRI activation in early retinotopic cortex. *Journal of Neurophysiology*, 103, 1501-1507. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20071627/>
- Kok, P., Jehee, J. F. M., & de Lange F. P. (2012). Less is more: Expectation sharpens representations in the primary visual cortex. *Neuron*, 75(2), 265-270. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22841311/>
- Kok, P., Brouwer, G. J., van Gerven, M. A. J. & de Lange, F. P. (2013). Prior expectations bias sensory representations in visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 33(41),16275-16284. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22841311/>
- Lachaux, J. Ph., Rudrauf, D., & Kahane, P. (2003). Intracranial EEG and human brain mapping. *Journal of Physiology*, 97, 613-628. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15242670/>
- Lee, T.S., & Mumford, D. (2003). Hierarchical bayesian inference in the visualcortex. *The Journal of Optical Society of America A. Optics and Image Science and Vision*, 20, 1434-1448. doi: <https://www.osapublishing.org/josaa/abstract.cfm?uri=josaa-20-7-1434>
- Levin, D. T., & Banaji, M. R. (2006). Distortions in the perceived lightness of faces: The role of race categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 35(4), 501-512. doi: https://sites.fas.harvard.edu/~mrbworks/articles/2006_JEPG.pdf
- Macpherson, F. (2012). Cognitive penetration of color experience: Rethinking the issue in light of an indirect mechanism. *Philosophy and Phenomenological Research*, 84(1), 24-62. doi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1933-1592.2010.00481.x>
- Macpherson, F. (2017). The relationship between cognitive penetration and predictive coding. *Consciousness and Cognition*, 47, 6-16. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053810016300496>
- Marchi, M., & Newen, A. (2015). Cognitive penetrability and emotion recognition. *Frontiers in Psychology*, 6, 828. doi: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.00828/full>
- Muckli, L., & Petro, L. S. (2013). Network interactions: non"geniculate input to V1. *Current Opinion in Neurobiology*, 23(2), 195-201. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959438813000366>
- Newen, A., & Vetter, P. (2017). Why the cognitive penetration of our perceptual experience is still the most plausible account. *Consciousness and Cognition*, 47, 26-37. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27667320/>
- Nienborg, H., & Roelfsema, P. R. (2015). Belief states as a framework to explain extra-retinal influences in visual cortex. *Current Opinion in Neurobiology*, 32, 45-52. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095943881400213X>
- Nusslock, R., Young, C. B., Pornpattananankul, N., & Damme, K. S. F. (2015). Neurophysiological and neuroimaging techniques. En R. Cautinand, & S. O., Lilienfeld, *The encyclopedia of clinical psychology* (pp. 1-9). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118625392.wbecp557>
- O'Callaghan, C., Kveraga, K., Shine, J. M., Adams Jr., R. B., & Bar, M. (2017). Predictions penetrate perception: Converging insights from brain, behaviour and disorder. *Consciousness and Cognition*, 47, 63-74. doi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5764074/>
- Ogilvie, R., & Carruthers, P. (2016). Opening up vision: The case against encapsulation. *Review of Philosophy and Psychology*, 7, 721-742. doi: <https://psycnet.apa.org/record/2015-54268-001>
- Petro, L. S., Smith, F. W., Schyns, P. G. & Muckli, L. (2013). Decoding face categories in diagnostic subregions of primary visual cortex. *European Journal of Neuroscience*, 37, 1130-1139. doi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3816327/>
- Pinker, S. (2005). So How Does the Mind Work? *Mind & Language*, 20(1), 1-24. https://stevenpinker.com/files/pinker/files/so_how_does_the_mind_work.pdf https://stevenpinker.com/files/pinker/files/so_how_does_the_mind_work.pdf
- Pinto, Y., van Gaal, S., de Lange, F. P., Lamme, V. A. F., & Seth, A. K. (2015). Expectations accelerate entry of visual stimuli into awareness. *Journal of Vision*, 15(8), 13, 1-15. doi: <https://jov.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2337707>
- Pylyshyn, Z. (1999). Is vision continuous with cognition? The case for cognitive impenetrability of visual perception. *The behavioral and brain sciences*, 22(3), 341-423. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11301517/>
- Raftopoulos, A. (2014). The cognitive impenetrability of the content of early vision is a necessary and sufficient condition for purely nonconceptual content. *Philosophical Psychology*, 27(5), 601-620. doi: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09515089.2012.729486>
- Raftopoulos, A. (2019). Pre-cueing, early vision, and cognitive penetrability. En C. Limbeck-Lilienau & F. Stadler, *The Philosophy of perception* (pp. 217-234). The Gruyter. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110657920-013/html>
- Roelfsema, P. R., & deLange, F. P. (2016). Early visual cortex as a multiscale cognitive blackboard. *Annual Review of Vision Science* 2(1), 131-151. doi: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-vision-111815-114443>

- Samaha, J., Boutonnet, B., & Lupyan, G. (2016). How prior knowledge prepares perception: Prestimulus oscillations carry perceptual expectations and influence early visual responses. *bioRxiv*, 076687. doi: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/076687v1.full>
- Shaughnessy, J. J., Zeichmeister, E. B., & Zeichmeister, J. S. (2007). *Métodos de Investigación en Psicología*. México: McGraw-Hill.
- Shettleworth, S. (2012). Modularity, comparative cognition and human uniqueness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Science*, 367, 2794–2802 doi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3427548/>
- Stokes, D. (2013). Cognitive penetrability of perception. *Philosophy Compass*, 8(7), 646–663. doi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/phc3.12043>
- Stokes, D. R., & Bergeron, V. (2015). Modular architectures and informational encapsulation: A dilemma. *European Journal for Philosophy of Science*, 5(3), 315-338. doi: https://www.researchgate.net/publication/272377410_Modular_architectures_and_informational_encapsulation_a_dilemma
- Seriès, P., & Seitz, A. R. (2010). Learning what to expect (in visual perception). *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:668. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2013.00668/full>
- Vetter P., & Newen, A. (2014). Varieties of cognitive penetration in visual perception. *Consciousness and Cognition*, 27, 62–75. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24836978/>