

Universidad Católica de Valencia

“San Vicente Mártir”

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud



Tesis doctoral

INSIGHTS FROM HUMAN FACE RECOGNITION
THROUGH RESPONSE COMPONENTS

Presentada por:

Dña. María del Carmen Moret Tatay

Dirigida por:

Dra. Inmaculada Baixauli Fortea

Dra. María Dolores Grau Sevilla

Valencia, 2020

Declaración de los directores

Dra. D^a INMACULADA BAIXAULI FORTEA, profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Valencia “San Vicente Mártir”

Dra. D^a MARÍA DOLORES GRAU SEVILLA, profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Valencia “San Vicente Mártir”

CERTIFICAN:

Que la presente tesis doctoral titulada “INSIGHTS FROM HUMAN FACE RECOGNITION THROUGH RESPONSE COMPONENTS ha sido realizada por D^a María del Carmen Moret Tatay bajo nuestra dirección, en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud para la obtención del título de Doctor por la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, con mención internacional.

Para que así conste a los efectos legales oportunos, se presenta esta tesis doctoral y se extiende la presente certificación en Valencia, a 15 de Julio de 2020.

Fdo.: Inmaculada Baixauli Fortea Fdo. : María Dolores Grau Sevilla

[...] Ten siempre a Ítaca en tu mente.
Llegar allí es tu destino.
Mas no apresures nunca el viaje.
Mejor que dure muchos años
y atracar, viejo ya, en la isla,
enriquecido de cuanto ganaste en el camino
sin aguantar a que Ítaca te enriquezca [...]
Konstantino Kavafis

Agradezco enormemente a mis directoras, por caminar junto a mí en este viaje, compartiendo su experiencia, con apoyo continuo y paciencia. Gracias por todo vuestro tiempo en este proyecto, que ha sido inestimable.

A la Universidad Católica de Valencia, San Vicente Mártir, y especialmente a la Escuela de Doctorado. Gracias por esta oportunidad y todo el apoyo brindado.

A las Instituciones, y en definitivas personas, que me han acogido en las diferentes fases del proyecto. Gracias a la Florida State University, La Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul y la Università di Roma.

Agradezco enormemente a mis compañeros y en especial, a todas las personas que generosamente han participado en los diferentes estudios, a pesar de las largas sesiones.

Todo mi cariño y gratitud a mi familia y mis amigos, y en especial a mi madre y hermanas. Ellos son la otra parte de la historia de esta tesis, que no aparece escrita.

E come non ringraziare al re della Garbatella, per avermi fatto sfogare quando qualcosa non andava e avermi fatto ridere di me stessa. Alle cose belle che ci aspettano.

Índice General

Resumen.....	13
Abstract	25
1. Introducción.....	37
1.1. Caras y palabras escritas ¿dos caras de la misma moneda?	38
1.2. Evidencias desde diferentes poblaciones de estudio.....	44
1.3. Efectos de frecuencia y contexto.....	48
1.4. El rol de los procesos atencionales en el reconocimiento.....	51
2. Objetivos	53
3. Método	57
3.1. Participantes	57
3.2. Instrumentos y Materiales.....	59
3.3. Procedimiento	60
3.4. Diseño y análisis de datos	64
3.5. Desarrollo de scripts.....	67
4. Resultados.....	69
5. Conclusiones y Discusión	96
6. Conclusions and Discussion	104
7. ANEXO A.....	110
8. ANEXO B.....	114
9. ANEXO C.....	116
10. ANEXO D.....	120
11. Referencias.....	122

Índice de figuras

Figura 1. Localización del FFA como el VWFA en el giro fusiforme, área de Brodmann 37..	39
Figura 2. Ejemplificación sobre la manipulación de mal alineamiento de caras, así como del efecto o ilusión de Thatcher. A la izquierda se muestra la imagen original y a su lado la manipulación de mal alineamiento en más de dos mitades. A la izquierda se muestra el efecto Thatcher, donde se hace más difícil detectar cambios de características locales en una cara invertida (a la derecha), a pesar de que los cambios idénticos son obvios en una cara erguida (a su lado). Imagen libre de copyright (creative commons: free-culture movement).	40
Figura 3. Adaptación del modelo clásico de reconocimiento de caras de Bruce & Young (1986).	41
Figura 4. Adaptación del Modelo de la Distribución Neural para la Percepción de Rostros (Haxby, Hoffman & Gobbini (2000, 2002). Elaboración propia.	42
Figura 5. Esquema sobre aspectos internos y externos que podrían arrojar luz sobre las diferencias individuales en el reconocimiento visual de caras. Elaboración Propia.	47
Figura 6. Cambios en la frecuencia de aparición de búsquedas de la palabra “Covid19” en los últimos 5 años según <i>Google Trends</i> , y su diferenciación por países. Consulta realizada en <i>Google Trends</i> el 30 de Mayo 2020.	50
Figura 7. Ejemplos de las condiciones relacionadas en la tarea de <i>Priming</i> enmascarado, empleada para los experimentos del tercer y cuarto estudio. En la parte superior, un ejemplo de bloque para el <i>Prime</i> (nombre de la Celebridad) - <i>Target</i> (cara de la celebridad), y en la parte inferior un ejemplo para el bloque de <i>Prime</i> (cara de la celebridad) - <i>Target</i> (nombre de la Celebridad). Los bloques fueron contrabalanceados en todos los grupos.	62
Figura 8. Ejemplos de posición empleados en el quinto estudio perteneciente a la batería KDEF (la cual posee una serie de derechos que limitan su reproducción).	63
Figura 9. Ejemplos de las condiciones relacionadas en la tarea de <i>Priming</i> enmascarado. En la parte superior se ofrece un ejemplo para el cálculo del efecto de <i>Priming</i> de los estímulos faciales y en la inferior para los nombres escritos.	65

Figura 10. Diagrama de dispersión para TR bases de datos de frecuencia de <i>LexEsp</i> , <i>Google</i> y variantes de la TDL.....	70
Figura 11. Diferencias en los momentos Pre versus Post momentos para los estímulos objetivo de rostros y nombres.	72
Figura 12. Diagrama de dispersión para búsquedas online generales y de noticias, según caras y nombres.....	74
Figura 13. Fuerza de la evidencia que proporciona el factor Bayes en las frecuencias generales y de noticias para el reconocimiento de caras y nombres.	75
Figura 14. Indicadores de Betweenness, Closeness y Degree.....	78
Figura 15. Red según país.....	79
Figura 16. Matriz sobre la fuerza de los nodos.....	79
Figura 17. Promedio de correlaciones entre los índices de centralidad de las redes muestreadas mediante <i>bootstrapping</i> con la muestra original.....	80
Figura 18. Estabilidad del subconjunto tras el <i>bootstrapping</i> para la submuestra brasileña. Notación similar a la figura 14.....	81
Figura 19. Estabilidad del subconjunto tras el <i>bootstrapping</i> para la submuestra española. Notación similar a la figura 14.	82
Figura 20. Estabilidad del subconjunto tras el <i>bootstrapping</i> para la submuestra norteamericana. Notación similar a la figura 14.....	82
Figura 21. Representación de los ajustes para las condiciones de identidad y relacionadas, según país.	86
Figura 22. Representación de los ajustes para las condiciones no relacionadas, según país.	87
Figura 23. Indicadores de calidad del clúster, razón de tamaños e importancia de los predictores, según las cinco entradas de reconocimiento distractor.	89
Figura 24. Diagrama de Caja y Bigotes para las diferentes condiciones según grupo de clúster.....	92
Figura 25. Diagrama de árbol sobre la agrupación de participantes en un análisis de clúster jerárquico.	93

Índice de tablas

Tabla 1. Promedio de los tiempos de reacción (TR, en ms), tasas de error y desviación estándar (DS) para cada grupo de frecuencia y variante LDT (Go-No go y Yes-No).....	69
Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson para cada frecuencia con respecto a las dos variantes de las tareas de decisión léxica.....	70
Tabla 3. Análisis de regresión no lineal para la base de datos de frecuencias con respecto a los tiempos de reacción en diferentes variantes de LDT.	71
Tabla 4. Estadísticos descriptivos para los dos experimentos desarrollados en el estudio dos, a través de momentos y países de procedencia. Media, Desviación estándar (DE) y Eficacia (%).	72
Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson entre los TR y las diferentes frecuencias proporcionadas por los motores de búsqueda (frecuencias generales y de noticias).	73
Tabla 6. Análisis de regresión no lineal para la base de datos de frecuencias con respecto a los tiempos de reacción en caras y nombres de celebridades.	75
Tabla 7. Análisis descriptivo: Media, DE (desviación estándar) y precisión para el Experimento I, a través de las condiciones y el sexo del participante.....	76
Tabla 8. Media y DE (desviación estándar), y tasa de precisión o precisión en el segundo experimento del tercer estudio, en todas las condiciones.....	77
Tabla 9. Efectos del priming enmascarado para el segundo experimento del tercer estudio, entre países (España, Brasil y EEUU) y condiciones	78
Tabla 10. Media y DE (desviación estándar), y eficacia o precisión en el cuarto estudio.....	83
Tabla 11. Parámetros ex -Gaussianos para el reconocimiento de caras target y distractoras según país.	84
Tabla 12. Parámetros ex -Gaussianos para el reconocimiento de nombres target y distractoras según país.	85
Tabla 13. Media y DE (desviación estándar), incrementos (Δ) y eficacia (%) en el quinto estudio.	88
Tabla 14. Agrupamiento sobre la base del criterio de inferencia bayesiano (BIC) de Schwarz.	89

Tabla 15. Media y DE (desviación estándar), incrementos (Δ) y eficacia (%) en los clústeres.	90
Tabla 16. Prueba U de Mann-Whitney para las condiciones experimentales en los clústeres.	90
Tabla 17. Prueba U de Mann-Whitney para los incrementos (Δ) en los clústeres..	91
Tabla 18. Resumen de los principales resultados encontrados en los diferentes estudios realizado.	94

1. Resumen

El rostro es una característica fundamental de nuestra identidad. De hecho, es la primera parte que ocultaríamos para evitar ser reconocidos. En este sentido, hemos sido testigos de los avances en biometría facial en un gran número de campos, como los sistemas de seguridad o identificación en redes sociales, De forma particular, y dentro de la situación de alerta actual que vivimos, la pandemia del Covid19 ha afectado incluso este campo. Obviamente, cuando llevamos una mascarilla facial para combatir la propagación de este virus, también se dan nuevas situaciones y consecuencias a otros ámbitos, entre ellos, los de índole social. No es sorprendente que muchas líneas de investigación se hayan centrado en mejorar los algoritmos de reconocimiento biométrico, ya que su labor de reconocimiento se ve dificultada al no poseer todos los parámetros de la configuración del rostro que han sido ocultados detrás de una dicha mascarilla ¿pero, es trasladable esta dificultad a las capacidades cognitivas del ser humano? O en otras palabras ¿somos capaces de reconocer un rostro sólo por determinados atributos?

El cerebro humano es fascinante, siendo capaz de procesar una gran cantidad de características pertenecientes a un rostro en cuestión de milisegundos, y sin aparentemente coste cognitivo. Este tipo de procesamiento parece ser inherente al ser humano y fundamental para múltiples áreas, entre ellas, la más evidente sería la socialización. Aunque el cerebro humano sigue siendo un gran desconocido, un hito histórico en el campo ha sido el descubrimiento de ciertas funciones del giro fusiforme. Concretamente, el reconocimiento de rostros se produce en la zona denominada FFA de dicho giro fusiforme, descrita como una de las regiones más especializadas para el reconocimiento facial en el sistema visual humano. Esta parte del cerebro también se ha relacionado con las tareas de reconocimiento de palabras, y de objetos, entre otros procesos. Sin embargo, la naturaleza del reconocimiento de palabras y caras parece ser muy compleja. Es, en este sentido, que debemos remarcar la posición del área visual de la forma de la palabra, popularmente denominada VWFA, también situada en el giro fusiforme izquierdo. La función específica del VWFA sería para gran parte de la literatura, el reconocimiento visual de cadenas de letras, dentro del procesamiento perteneciente al lector experto. No obstante, mientras el reconocimiento de caras humanas ha sido considerado innato, el reconocimiento de

palabras debe ser aprendido. De hecho, invertimos gran parte de nuestra educación formal en este cometido.

En términos evolutivos, cuando nos referimos a la forma en que el cerebro humano reconoce las palabras escritas, hay que tener en cuenta que el alfabeto es relativamente nuevo en la evolución humana. De este modo, parece bastante improbable que se haya desarrollado una red de lectura para cumplir esta tarea. Dos de las explicaciones más plausibles, que tratan de abordar la forma en que el cerebro humano puede procesar esta información, podrían describirse de la siguiente forma: en primer lugar, a través de la utilización de áreas altamente especializadas e involucradas en el reconocimiento de objetos y rostros para tratar el lenguaje escrito, y en segundo lugar, a través del desarrollo de áreas específicas en el cerebro para esta tarea. Por ello, es de interés recordar las zonas implicadas tanto en el reconocimiento de caras y como de palabras escritas, las cuales se ha relacionado con áreas similares en el cerebro.

De forma particular, algunos resultados, parecen apostar por diferencias individuales, tanto internas como externas. La literatura científica ha mostrado cómo ciertos factores relacionados con el lugar de residencia podrían ejercer un efecto en nuestro reconocimiento facial. Incluso el sexo, podría ser un motivo para las diferencias individuales. Obviamente, la casuística es marcadamente compleja, y se enfrenta a grandes retos, como el análisis del rol de la cultura, los medios de comunicación o incluso, la sociabilidad de la propia persona, entre otras variables. Otra variable de interés, dentro de los procesos internos, son los procesos atencionales y ejecutivos. Estos se encuentran relacionados con la forma en que se gestiona la información perceptiva. Por tanto, las diferencias en términos de procesos controlados o implícitos son de interés. Algunos autores sugieren que el reconocimiento del rostro humano podría ser un proceso automático, así como, nuestro cerebro podría hacer uso de recursos atencionales independientes para los abordajes por características y de configuración. En este sentido, otros autores sugieren que el procesamiento holístico podría ser también automático. Si se comparan estos resultados con el procesamiento de los estímulos escritos, la literatura parece más explícita hacia una independencia atencional.

Por otro lado, el área del VWFA ha sido descrito como parte de los circuitos de lenguaje y atención. Sin embargo, como las formas de las palabras son más abstractas que las características específicas de otros estímulos, la invariabilidad de la posición podría apoyar la independencia atencional. Esta independencia también puede encontrarse cuando los estímulos se presentan fuera del foco de atención. Sin embargo, se necesita más

investigación en términos de perspectiva holística frente a la perspectiva de los rasgos en el continuo del proceso visual, incluyendo desde la percepción, hasta las perspectivas de atención y de distribución bilateral con algunas especializaciones o preferencias. Dentro de estas líneas, la literatura científica también ha respaldado el efecto de variables culturales en focos atencionales. Concretamente, se ha constatado que los hábitos lectores influyen en el procesamiento cognitivo. De este modo, escribir de izquierda a derecha o viceversa podría introducir sesgos espaciales, tanto a nivel perceptual como representacional. Las investigaciones muestran como los lectores de origen francés en su idioma materno presentan un sesgo hacia la izquierda y que los lectores de hebreo presentan un sesgo hacia la derecha. Estos sesgos en la lectoescritura podrían extenderse a otros procesos, como el de reconocimiento de rostros. No obstante, a la hora de reconocer caras, es importante recordar que las diferencias en la posición presentada del estímulo, hasta determinado punto, no supondría un elevado coste, a diferencia del reconocimiento de palabras escritas. Es más, en nuestra rutina diaria es habitual enfrentarnos a diferentes posiciones del estímulo de forma constante.

Los aspectos atencionales y ejecutivos han sido estudiados a través de otros enfoques, como los componentes de latencias de respuesta. Recientemente, una investigación abordó el procesamiento de caras a través de un ajuste ex-Gaussiano, un análisis que justamente nos permite descomponer los tiempos de respuesta en componentes. Uno de estos componentes, el parámetro τ , podría entenderse como un reflejo ejecutivo o incluso, atencional, como se discute en la literatura. No obstante, esta interpretación debe de llevarse a cabo con precaución, ya que en ningún caso dicho parámetro debe de entenderse como un índice o marcador atencional, dada la dependencia del parámetro τ con otros parámetros del modelo, denominados μ y σ . Su análisis, poco común en la literatura para el procesamiento de caras, puede resultar de interés como una evidencia más a la literatura existente. Por tanto, las fluctuaciones en dichos parámetros podrían arrojar luz sobre las diferencias entre los procesos de reconocimiento de palabras y caras. Otra estrategia, podría incluir la diversificación en tipo de tareas, por ejemplo, tareas de reconocimiento simple, donde los efectos son más tardíos, o tareas de *priming*, donde los efectos se consideran más tempranos. Concretamente, el paradigma del *priming* supone la presentación de un estímulo *prime* que va precedido de un *target*, un tiempo aproximado de 50 ms. Esto implica, para nuestro sistema de reconocimiento, un tipo de procesamiento que roza la barrera subliminal, pero que tendrá un efecto facilitador o inhibitor en el estímulo posterior visible, es decir, el *target*. Este paradigma se ha utilizado ampliamente

en las últimas dos décadas para investigar las para tareas experimentales con fines psicolingüístico, aunque también cuenta con estudios que incluyen el uso de estímulos como caras e incluso emoticonos. La manipulación del subtipo de *priming* denominado enmascarado, es decir, el que incluye una más cara entre el estímulo *prime* y *target*, evidencia del procesamiento léxico automático y sin estrategia. De hecho, existe evidencia que sugiere que la naturaleza de los efectos encontrados en este paradigma podría ser prelexica.

Uno de los aspectos claves en los procesos cognitivos de interés en esta tesis doctoral, es el rol de la especialización, cuestión, además, de mayor debate en el momento actual en la literatura. Esta supondría que, al igual que otros procesos, el reconocimiento de caras es plástico y puede entrenarse. De ser así, el área del FFA podría no sólo estar relacionada con el reconocimiento de caras, sino también con una parte de procesamiento especializado, el cual se encontraría definido por la experiencia previa. En definitiva, todas estas variables son de interés, ya que podrían indicar que la FFA no sería exclusiva al procesamiento facial. No obstante, a nivel de recursos, su inclusión en paradigmas experimentales presenta dificultades a nivel de control de variables.

El tratar de replicar efectos inherentes al reconocimiento de palabras escritas, en otros procesos como el reconocimiento de rostros humanos, podría aportar evidencia sobre la disociación o solapamiento de los procesos. No obstante, para ello es necesario que se den condiciones similares. En este trabajo se ha seleccionado el efecto de frecuencia y el efecto contextual en el reconocimiento de palabras escritas. Nótese que no existen, a nuestro conocimiento, indicadores para los estímulos faciales. Sin embargo, a través del uso de los resultados proporcionados por un motor de búsqueda nos podría permitir estimar la similitud de palabras y caras dentro de áreas pertenecientes a la lingüística computacional, tal y como se ha demostrado hace más de una década. Sorprendentemente, la literatura sobre el fenómeno de *googlear*, es decir, la relación de los recuentos de búsqueda en línea con los efectos tradicionales de frecuencia de palabras es bastante escasa.

Dentro de estas líneas, es importante recordar una hipótesis relacionada con el efecto de frecuencia, la cual versa sobre la repetición de palabras. Esta supone que las palabras más repetidas están mejor representadas en nuestro léxico. La literatura ha definido este fenómeno bajo el nombre de diversidad contextual, donde, algunas investigaciones han examinado cómo la frecuencia de las palabras podría confundirse con el número de contextos diferentes donde estas aparecen. Por tanto, otra variable de interés

sobre el papel de la predicción del reconocimiento visual por frecuencias o contexto es el tiempo específico o momento de realización del experimento. Como comentábamos, el uso de palabras no es un proceso estático. La investigación destaca la naturaleza dinámica del reconocimiento visual y, por tanto, esta puede variar con el tiempo. Además, es importante considerar que la frecuencia de una palabra depende de su momento, el cual, si es considerado, podría contribuir a una mayor validez ecológica experimental al ofrecer un estímulo más representativo para el uso cotidiano del lenguaje. Las frecuencias provenientes de *googlear* estímulos son interesantes, ya que podrían permitir la comparación entre el reconocimiento de palabras y de caras. De esta forma, algunos trabajos han hecho uso de nombres y caras de celebridades o personas famosas, como manipulación que permite la comparación entre procesos. Además, *googlear* no solo proporciona información sobre frecuencias basadas en búsquedas en línea, sino que también está relacionada con las noticias que los medios de comunicación nos proporcionan diariamente. Esto es de interés en segunda instancia, ya que, las búsquedas en línea y las noticias pueden proporcionar un escenario más realista para la frecuencia de palabras y caras, siempre y cuando, la frecuencia de búsqueda de noticias en línea sea considerada como un acercamiento contextual. En definitiva, y de considerarse tanto el procesamiento de caras como de palabras procesos relacionados y dependientes, sería de esperar que los efectos de frecuencia o contexto se replicasen en el reconocimiento de caras. No obstante, y como hemos comentados previamente, las caras a su vez divergen por diferentes factores subyacentes.

El objetivo general de la presente tesis doctoral fue el estudio del procesamiento de caras a través de los componentes de respuesta. Para ello, se han realizado un total de cinco estudios compuestos por ocho experimentos. De forma particular, se establecieron un total de cuatro objetivos específicos. En primer lugar, y dado que no existe un corpus lingüístico para determinar la frecuencia de los rostros humanos, el primer objetivo instrumental fue examinar si la frecuencia que proporcionan los motores de búsqueda puede considerarse como medida que refleje dicho efecto. Nuestra hipótesis se formula en este sentido de la siguiente forma: las frecuencias obtenidas a través de motores de búsqueda online predicen de forma similar los tiempos de reacción en tareas de decisión léxica que los corpus lingüísticos tradicionales. Tal y como marca la literatura previa con Blogs, Twitter y subtítulos de películas, este tipo de estímulos podría representar un entorno más ecológico de la vida cotidiana. Además, de demostrarse esto a través de la comparación con los corpus lingüísticos tradicionales en el reconocimiento de palabras escritas, podrá

desarrollarse el segundo objetivo. Tras confirmarse la hipótesis anterior, el segundo objetivo trató de explorar el efecto de frecuencia, tanto en el reconocimiento de palabras escritas, como en el de caras. Esto se llevó a cabo a través de la información proporcionada por los motores de búsqueda en línea, que, además, pueden proporcionar información relativa a las noticias, lo que, a su vez, podría considerarse un reflejo del contexto. Desde el enfoque anteriormente descrito, esto nos permitió evaluar tanto el efecto de frecuencia como de contexto, siempre que se asuma que las noticias sean un reflejo del contexto. Además, se examinó la posteridad de los efectos en el tiempo, a través de una réplica tras seis meses. Se hipotetizó, por tanto, que, la frecuencia de las búsquedas en línea y noticias presentan una mejor predicción de las latencias de reconocimiento de las palabras impresas frente a las de los rostros, y que, además, estas fluctúan en periodos breves de tiempo (6 meses).

El tercer objetivo versa sobre los aspectos atencionales, tratando de evaluar cuál se produce de forma más temprana, a través de un paradigma de *priming* enmascarado. Se hipotetizó que el efecto de *priming* enmascarado es más marcado para los estímulos escritos frente a los rostros. A través de un ajuste ex-Gaussiano se examinaron los valores de los parámetros en las diferentes tareas, así como, en participantes de diferentes países de proveniencia. El último objetivo, trató de evaluar aspecto de inestabilidad de los rostros humanos que requieran procesos de abstracción, tal y como descrito en los modelos teóricos. Por ello, se propone un análisis de la ejecución de los participantes en, a diferencia de las tareas anteriores, el reconocimiento de rostros. El punto de partida para evaluar a los mejores participantes, tal y como marca la literatura, sería la capacidad de descartar nuevos rostros. Concretamente, se ha seleccionado el reconocimiento en diferentes niveles de posición. Además, dado que se ha encontrado evidencia que liga el tipo de escritura con los sesgos hacia derecha o izquierda, se hipotetizó un sesgo hacia la izquierda para los participantes lectors con dicho sesgo.

En lo que concierne a la metodología, se llevaron a cabo cinco estudios con un total de ocho experimentos, con diferentes muestras y submuestras. En el primer estudio, se examinó el efecto de frecuencia en línea a través de búsquedas en motores de búsqueda, en tareas de decisión léxica (*Go-No go*, y *Yes-No*). En el segundo estudio, se realizó una tarea de discriminación simple de caras y nombres de celebridades o personalidades reconocidas de forma internacional. En este sentido, se realizó un primer experimento en dos submuestras de estudiantes españoles y norte americanos, así como un segundo experimento longitudinal bajo la misma tarea que examinaba los efectos *test-retest* tras 6

meses. En el tercer estudio, se trató de evaluar nuevamente los efectos del país de procedencia, así como controlar los efectos de sexo. Tanto en este experimento como en el número cuatro, se trató de estudiar la temporalización de los efectos, a través de un paradigma *priming* enmascarado. El cuarto estudio fue una réplica sistemática del estudio anterior, donde se examinaron los componentes ex-Gaussianos y concretamente el parámetro τ . Finalmente, en el quinto estudio se evaluó nuevamente los componentes ex-Gaussianos de latencias de respuesta a rostros humanos en diferentes posiciones, a través de una tarea de discriminación simple. Además, se ha desarrollado un *script* para interactuar con un API (*application programming interface*) que permita la obtención de frecuencias de búsqueda online (en el motor de búsqueda Google), y un segundo *script* para el cálculo de componentes ex-Gaussianos, ambos en lenguaje Python.

En el primer estudio, se empleó un conjunto de palabras de cinco letras, empleado en la literatura previa con adultos. La mitad de los estímulos eran de alta frecuencia y la segunda mitad era de baja frecuencia. Además, se seleccionaron un conjunto de no palabras o pseudopalabras, a los efectos de desarrollar una TDL. En este caso, los participantes fueron instruidos a identificar las palabras y descartar las pseudopalabras.

Para los estudios 2, 3, y 4, y a los efectos de emplear una tarea de categorización, se seleccionó una lista de celebridades o personas de referencia a nivel internacional. En una fase inicial, se seleccionaron tres muestras diferentes de estudiantes universitarios españoles, norteamericanos y brasileños, que indicaron determinadas celebridades. Tras una selección de las más frecuentes, se elaboró la batería de los estudios dos, tres y cuatro. Para las tareas finales, los participantes recibieron instrucciones de identificar a las celebridades o personalidades internacionales, a través de su nombre o rostro y descartando los estímulos desconocidos. En el estudio dos se emplearon tareas simples con medidas repetidas y en los estudios tres y cuatro se empleó una tarea de *priming* enmascarado.

En el quinto experimento se empleó la batería de reconocimiento de caras KDEF del *Karolinska institutet*. Esta proporciona estímulos con imágenes de diferentes expresiones y posiciones. En nuestro caso, cada estímulo fue repetido varias veces en cinco ángulos diferentes (perfil izquierdo, medio perfil izquierdo, central, medio perfil derecho, perfil derecho). Tras un bloque de presentación, los participantes fueron instruidos a identificar los estímulos previos y descartar los novedosos. Este fue un diseño de medidas repetidas.

Para el Desarrollo de los diferentes objetivos de esta tesis doctoral, se desarrollaron dos *scripts*. El primer *script* se empleó para recabar las frecuencias de las búsquedas en línea en el motor Google, el cual, ofrece una serie de API para que los desarrolladores

programen sitios web que interactúan con las herramientas de Google. Para los diferentes lenguajes de programación, Google dispone de bibliotecas que interactúan con estas API. En la secuencia de comandos de Python desarrollada se ha usado la *API Client Library* para interactuar con el Motor de búsqueda personalizado de Google (CSE).

Así como el uso de Python puede ser bastante común para el caso anterior, la literatura parece ser más bien escasa en términos de cálculos con la función ex-Gaussiana en Python. Por ello, se desarrolló este segundo script, el cual se ha denominado ExGUtils (*ex-Gaussian Utilities*) y comprende funciones para diferentes análisis numéricos, muchos de ellos específicos para la densidad de probabilidad ex-Gaussiana. Este puede emplearse tanto para métodos de mínimos cuadrados como máxima verosimilitud.

Los principales resultados obtenidos pueden enumerarse de la siguiente forma: i) las frecuencias de búsqueda, especialmente de noticias, proporcionadas por los motores de búsqueda como *Google*, son predictores de los tiempos de reacción en el reconocimiento de palabras escritas, pero no para el reconocimiento visual de rostros; ii) el reconocimiento de nombres escritos y rostros parece estable en el tiempo, pero las caras serían más susceptibles al aprendizaje; iii) a través de análisis de redes, se sugiere que el reconocimiento de caras y nombres escritos presenta preferencias por su misma naturaleza aunque ambos procesos se encuentren interconectados, y esta estructura se replica entre países; iv) Se han encontrado efectos tempranos en el reconocimiento más marcados para el reconocimiento de rostros que el de palabras escritas; v) Se ha hallado un mayor efecto de *priming* de repetición y un mejor ajuste ex -Gaussiano en el reconocimiento de palabras escritas frente al de caras; vii) es posible identificar perfiles de rendimiento en el reconocimiento visual de caras que difieren en su posición, con un sesgo hacia la izquierda.

En primer lugar, la perspectiva compartida en el trabajo actual apoya redes para ambos procesos que, en lugar de ser independientes, podrían distribuirse bilateralmente con algunas especializaciones o preferencias. Esto podría ser congruente con la idea de la plasticidad de los FFA, exhibiendo cambios estructurales hasta la edad adulta. Sin embargo, tanto las replicaciones sistemáticas como las directas parecen ser imperativas. La literatura ha argumentado que el reconocimiento de caras podría estar modulado por las diferencias de género y país de procedencia, con respecto a la densidad de población de la ciudad natal. Más que el hecho de ser hombre o mujer, esto vendría explicado por los roles que toman las mujeres y los hombres en determinadas culturas, exponiéndoles más a situaciones de sociabilidad, incluso fomentar ciertos atributos como la extroversión. En definitiva, nos referimos al papel de la experiencia con los rostros, que podría estar

relacionado con nuestro trabajo o lugar de residencia, donde, en otras palabras, se ofrezca una mayor gama de experiencias visuales. Nuestros resultados no muestran efectos por diferencias entre hombres y mujeres. No obstante, nótese que, a pesar de tratarse de estudios experimentales, los subgrupos de hombres y mujeres eran relativamente pequeños para este propósito.

En lo que concierne a los diferentes lugares de los participantes del estudio tres y cuatro, este efecto pudo observarse de forma parcial. En el estudio cuatro, segundo experimento, se encontró una interacción de los tiempos de respuesta según país, indicando que el reconocimiento de caras se realizaría de forma más rápida en uno de los países frente al otro (España frente a EEUU, respectivamente), y lo más interesante es, que esta interacción, desapareció para los estímulos distractores (caras desconocidas). No obstante, esta misma interacción no apareció en el estudio anterior, en un tamaño muestral inferior. Esto puede sugerir que el efecto sería muy sensible a la potencia estadística del diseño. Por otro lado, los estudios a través del uso de redes mostraron una estructura similar en los diferentes países. De forma particular, nos gustaría resaltar la novedad metodológica del enfoque de redes (estudio 3) o bayesiano (estudio 2) en este campo. Este enfoque ofrece evidencia adicional para respaldar las diferencias entre ambos procesos, como apoyo el análisis frecuentista tradicional.

Por otra parte, se ha estudiado el rol de ciertas variables internas, como la cultura o procesos de índole atencional, así como externas, como, por ejemplo, la frecuencia del estímulo o la posición del rostro, que se consideran la mayor fuente de variabilidad para el proceso de reconocimiento.

Otra forma de estudiar posibles diferencias o similitudes entre los procesos es a través de la replicación de efectos inherentes a los mismos. En este caso, se seleccionó el efecto de frecuencia, uno de los más robustos en la literatura, así como una aproximación al efecto de contexto. Para ello, en el Estudio uno y dos se realizó una aproximación a los motores de búsqueda como una opción ecológica que permita la comparación de ambos estímulos, caras y nombres de celebridades. Si nos detenemos a considerar el uso particular de los motores de búsqueda en nuestra sociedad, podríamos imaginar a alguien buscando una palabra como una forma de recibir información sobre algo desconocido. Contrariamente a nuestra predicción sobre la validez ecológica de los artículos digitales, los resultados mostraron que las frecuencias de *LexEsp* predicen los tiempos de reacción, en las variantes de las tareas de decisión léxica, de manera similar que las frecuencias obtenidas por los resultados de búsqueda *online*. Con esto nos referimos a la varianza

explicada (que, además, fue ligeramente mayor para la base de datos *LexEsp* que la de *Google*). Una posible explicación se refiere a cómo las personas usan Internet y "preguntan a *Google*". Esta herramienta no solo se usa como diccionario, principal fuente de los corpus lingüísticos, sino que también es una fuente de información actualizada sobre el mundo que nos rodea. Buscar en Google puede servir para fines premeditados de no lectura o *cuasilectura*, como la corrección ortográfica, la verificación de la existencia de un determinado término, la búsqueda de imágenes y ubicaciones, entre otras variables. Estos factores están fuera del alcance de este estudio, aunque son relevantes para la línea de investigación actual. En el estudio 2, se apostó por la inclusión de las frecuencias de noticias, que irían enfocadas a este problema. De esta manera, han surgido otros conceptos, como los términos de diversidad contextual, que se refiere al número de contexto más que al tiempo de repetición. Dado que se encontraron mejores predicciones para frecuencias basadas en noticias en línea, este resultado podría apoyar el enfoque contextual, que fue más marcado para los nombres que las caras de celebridades. No obstante, se deberían de realizar más investigaciones para poder reconocer las frecuencias de búsquedas de noticias en motores de búsquedas bajo esta acepción. El estudio dos supondría un humilde paso en dicha dirección. De poder aceptarse dicho enfoque en futuras investigaciones, las frecuencias basadas en noticias podrían arrojar luz sobre las diferencias entre ambos procesos.

De forma particular, se ha constatado que los hábitos lectores influyen ampliamente en el sistema cognitivo, pudiendo introducir sesgos espaciales tanto a nivel perceptual como representacional de un amplio abanico de estímulos. Concretamente se han encontrado sesgos hacia la izquierda. Este aspecto es de especial interés cuando debemos reconocer una cara, ya que, como estímulo, a diferencia de, por ejemplo, las palabras escritas, puede aparecer en múltiples posiciones y ser procesado, sin aparentemente esfuerzo. Por tanto, podría esperarse un sesgo hacia la izquierda, tal y como marcan los resultados del estudio número cinco. Este último trabajo, trató además de conocer los diferentes perfiles de respuesta de los participantes, mostrando dos tipos marcados. La literatura ha descrito perfiles de buenos reconocedores, los cuales se distinguirían no sólo por la cantidad de caras que reconocen, sino también por la cantidad de estos estímulos que son capaces de rechazar como no familiares. Por ello, la capacidad de descarte fue la principal variable empleada en la estimación de los perfiles. Los patrones entre los dos grupos sugeridos mostraron diferencias entre la gestión de estímulos *target* y distractores. A nivel aplicado, esto podría ser de interés, con objetos de dirigir programas de

entrenamiento en el reconocimiento de caras. En este sentido, la literatura ha demostrado la capacidad plástica del proceso, incluso en algunos perfiles clínicos.

En resumen, tanto el proceso de reconocimiento de rostros como el de reconocimiento de palabras presentan similitudes, también tienen notables diferencias entre sí que incluyen una amplia gama de enfoques, así como resultados de diferentes grupos de participantes. Obviamente, existen varias limitaciones. No obstante, planteamos las mismas en términos de futuras líneas de investigación. En primer lugar, el reconocimiento facial podría no ser un proceso innato como se creía. Se necesita más investigación para abordar en qué medida el reconocimiento facial se aprende o es innato. Se han ofrecido varias perspectivas teóricas para explicar de qué manera el giro fusiforme podría operar para el reconocimiento de rostro y palabra. Algunos de ellos se oponen y otros apuntan a ser integradores. Como comentamos anteriormente, los resultados de la presente tesis doctoral apoyan redes para ambos procesos que, en lugar de ser independientes, podrían distribuirse bilateralmente con algunas especializaciones o preferencias. Por un lado, según los estudios de interés, más que un uso específico para la lectura, el VWFA podría estar relacionado con las propiedades de procesamiento, e incluso con redes atencionales. Por otra parte, la FFA podría no ser exclusivamente para el procesamiento facial, sino, involucrada en otros procesos de especialización visual, y, en definitiva, muy sensible al entrenamiento y la experiencia.

Finalmente, dentro de los modelos de procesamiento también restan cuestiones subyacentes al mismo para futuras líneas de investigación. Los enfoques de segmentación holística y de características sugieren la necesidad de más investigación en términos de perspectiva holística versus característica en el proceso visual como un continuo. Por ello, es necesario llevar a cabo más estudios que contemplen ambos procesos de forma simultánea, así como estudios longitudinales. En especial, las informaciones provenientes de lectores en desarrollo son de gran interés, así como la investigación llevada a cabo en muestras clínicas, ya que permiten examinar la independencia y dependencia de ambos procesos, o como podría verse afectado selectivamente uno de ellos, mientras el otro se mantiene intacto.

Hace menos de una década, se realizó el primer estudio longitudinal con resonancia electromagnética o *fMRI* sobre los cambios en la sensibilidad cortical a las palabras escritas en lectores en desarrollo. Esto permitió determinar el papel del surco occipito-temporal izquierdo. No obstante, todavía existen muchas cuestiones subyacentes a su relación con el reconocimiento de caras, que podría ser abordado desde este enfoque. Se

han formulado muchas hipótesis dentro de estas líneas, ya que, según teorías clásicas, aprender a reconocer palabras puede colonizar cierto territorio cortical no destinado para esta función. No obstante, otras líneas de investigación tratan de enfatizar la importancia de aprender más sobre la selectividad del área VWFA. Por todo ello, y como se ha comentado anteriormente, los estudios longitudinales que evalúan las dificultades del reconocimiento de rostros a lo largo del ciclo vital podrían ser imperativos para comprender las diferencias individuales, tal y como se estipula en teorías recientes sobre niveles de neurocomputación.

A nivel aplicado, y dado los efectos del entrenamiento, las poblaciones que sufren algún deterioro o déficit podrían beneficiarse de los avances dentro de este campo. Justamente, estos sujetos han suscitado el interés de la comunidad científica. Algunos ejemplos son la prosopagnosia pura o la dislexia, aunque muchos de los resultados se han considerado mixtos. Finalmente, a nivel teórico, los modelos más actuales han centrado su atención en predicciones a través de la inteligencia artificial y concretamente, el uso del *Deep learning* y análisis de redes bayesianas, entre otros muchos acercamientos. Las futuras líneas de investigación podrían beneficiarse de estos acercamientos, donde los trabajos interdisciplinarios son necesarios. Este ha sido el espíritu de este trabajo, tratando de avanzar en el estado del arte bajo conceptos estadísticos más empleados en otros campos, como el de los análisis de redes o la parametrización de los componentes de respuesta. Las implementaciones actuales que sugiere el presente trabajo destacan en cualquier caso el rol de la categorización y el estudio de patrones o perfiles.

Palabras clave: *reconocimiento de caras, reconocimiento de nombres, palabras escritas, componentes de procesamiento, FFA, VWFA*

2. Abstract

The face is a fundamental characteristic of our identity. In fact, it is the first part we would hide to avoid being recognized. In this way, we have witnessed advances in facial biometrics in many fields, such as security systems or identification in social networks. Obviously, when we wear a face mask to combat the spread of this virus, there are also new situations and consequences for other areas, including social ones. It is not surprising that many lines of research have focused on improving biometric recognition algorithms, since their recognition work is difficult because they do not possess all the parameters of the face configuration, but, is this effect transferable to the cognitive abilities of human beings? Or in other words, are we able to recognize a face only by certain attributes?

The human brain is fascinating, being able to process a great number of characteristics belonging to a face in a matter of milliseconds, and without apparently cognitive cost. This type of processing seems to be inherent to the human being and fundamental for multiple areas, among them the most evident would be socialization. Although the human brain is still a great unknown, a historical milestone in the field has been the discovery of certain functions of the fusiform gyrus. Specifically, face recognition occurs in the so-called FFA area of the fusiform gyrus, described as one of the most specialized regions for facial recognition in the human visual system. This part of the brain has also been associated with word recognition tasks, and object recognition, among other processes. However, the nature of word and face recognition appears to be more complex. It is, in this sense, that we should note the position of the visual area of the word form, popularly called the VWFA, also located in the left fusiform gyrus. The specific function of the VWFA would be for much of the literature, the visual recognition of chains of letters, within the processing belonging to the expert reader. However, while the recognition of human faces has been considered innate, word recognition must be learned. In fact, we invest much of our formal education in this task.

In evolutionary terms, when we refer to the way the human brain recognizes written words, we must consider that the alphabet is relatively new in human evolution. Thus, it seems rather unlikely that a reading network has been developed to accomplish this task. Two of the most plausible explanations, which attempt to address the way the human brain can process information, could be described as follows. Firstly, using highly specialized

areas involved in object and face recognition to deal with written language, and secondly, through the development of specific areas in the brain for this task. Therefore, it is of interest to remember the areas involved in both face and written word recognition, which have been related to similar areas in the brain.

Some results seem to bet on individual differences, both internal and external. Scientific literature has shown how certain factors related to place of residence could influence our facial recognition, including sex, could be a reason for individual differences. Obviously, casuistry is markedly complex, and faces great challenges, such as the analysis of the role of culture, the media or even the sociability of the person himself, among other variables. Another variable of interest, within the internal processes, are the attention and executive processes. These are related to the way in which perceptive information is managed. Therefore, the differences in terms of controlled or implicit processes are of interest. Some authors suggest that the recognition of the human face could be an automatic process, as well as, our brain could make use of independent attentional resources for approaches by characteristics and configuration. In this way, other authors suggest that holistic processing could also be automatic. If these results are compared with the processing of written stimuli, the literature seems more explicit towards an attentional independence.

On the other hand, the area of VWFA has been described as part of the language and attention circuits. Since word forms are more abstract than the specific characteristics of other stimuli, position invariance could support attentional independence. This independence can also be found when stimuli are presented outside the focus of attention. However, more research is needed in terms of a holistic perspective versus the perspective of traits on the visual process continuum, including from perception, to attention and bilateral distribution perspectives with some specializations or preferences. The scientific literature has also supported the effect of cultural variables on attention focuses. Specifically, it has been found that reading habits influence cognitive processing. Thus, writing from left to right or vice versa could introduce spatial biases, both at the perceptual and representational levels. Examples of this are the effects found in readers of French origin, where the reading of their mother tongue presented a bias towards the left in other fields, or another example in Hebrew, where a bias towards the right is observed. These biases in reading could be extended to other processes, such as face recognition. However, when it comes to face recognition, it is important to remember that position, to some

extent, would not entail a high cost, unlike written word recognition. Moreover, in our daily routine it is common to face different positions of the stimulus constantly.

Attentional and executive aspects have been studied through other approaches, such as response latency components. Recently, an investigation approached face processing through an ex-Gaussian fit, an analysis that precisely allows us to break down response times into components. One of these components, the parameter τ , could be understood as an executive or even attentional reflex, as discussed in the literature. However, this interpretation should be carried out with caution, since in no case should this parameter be understood as an index or attentional marker, given the dependence of the parameter τ with other parameters of the model, called μ and σ . Their analysis, not very common in the literature for face processing, may be of interest as further evidence to the existing literature. Therefore, fluctuations in these parameters could shed light on the differences between word and face recognition processes. Another strategy could include diversification in type of tasks, for example, simple recognition tasks, where effects are later, or priming tasks, where effects are considered earlier. Specifically, the priming paradigm involves the presentation of a prime stimulus that is preceded by a target, a time of approximately 50 ms. For our system, this means a type of processing that reaches the subliminal barrier but will have a facilitating or inhibiting effect on the subsequent visible stimulus, i.e. the target. This paradigm has been widely used in the last two decades to investigate experimental tasks for psycholinguistic purposes, although there are also studies that include the use of stimuli such as faces and even emoticons. The manipulation of the masked priming subtype, i.e. the one that includes a more expensive one between the prime and target stimulus, is evidence of automatic lexical processing without strategy. In fact, there is evidence to suggest that the nature of the effects found in this paradigm may be prelexical.

One of the key aspects of the cognitive processes of interest in this doctoral thesis is the role of specialization, an issue which is also the subject of much debate in the literature at present. This would imply that, like other processes, face recognition is plastic and can be trained. If so, the area of FFA could not only be related to face recognition, but also to a part of specialized processing, which would be defined by previous experience. In sum, all these variables are of interest, as they could indicate that FFA would not be exclusive to face processing. However, at the resource level, their inclusion in experimental paradigms presents difficulties at the variable control level.

Trying to replicate effects inherent to written word recognition, in other processes such as human face recognition, could provide evidence of dissociation or overlapping processes. However, this requires that similar conditions are not present. In this paper we have selected the effect of frequency and the contextual effect on written word recognition.

In this work, the frequency effect and the contextual effect on written word recognition have been selected. Note that to our knowledge there are no indicators for facial stimuli. However, using the results provided by a search engine it could allow us to estimate the similarity of words and faces within areas belonging to computational linguistics, as it has been demonstrated more than a decade ago. Surprisingly, the literature on the googling phenomenon, i.e., the relationship of search counts to traditional word frequency effects is quite scarce.

Of note, it is important to remember a hypothesis related to the frequency effect, which deals with word repetition. This assumes that the most repeated words are better represented in our lexicon. The literature has defined this phenomenon under the name of contextual diversity, where some research has examined how word frequency could be confused with the number of different contexts where words appear. Therefore, another variable of interest about the role of predicting visual recognition by frequency or context is the specific time of the experiment. As mentioned above, the use of words is not a static process. The research highlights the dynamic nature of visual recognition and therefore this can vary over time. In addition, it is important to consider that the frequency of a word depends on its timing, which, if considered, could contribute to greater experimental ecological validity by providing a more representative stimulus for everyday language use. Frequencies from *googling* are interesting, as they could allow comparison between word and face recognition. In this way, some works have made use of names and faces of celebrities or famous people, as a manipulation that allows the comparison between processes. Furthermore, it not only provides information about frequencies based on online searches, but it is also related to the news provided by the media daily. This is of interest in the second instance, since, online searches and news can provide a more realistic scenario for the frequency of words and faces, as long as the frequency of online news search is considered as a contextual approach. Ultimately, whether both face and word processing can be considered as related and dependent processes, one would expect the effects of frequency or context to be replicated in face recognition. However, as we have previously mentioned, faces in turn diverge due to different underlying factors.

The general goal of this doctoral thesis was the study of this process through the response components. For them, a total of five studies composed of eight experiments have been carried out. A total of four specific objectives were established. Firstly, and given that there is no linguistic corpus to determine the frequency of human faces, the first instrumental objective will be to examine whether the frequency provided by search engines can be considered as a measure that reflects this effect. Our hypothesis is formulated as follows: frequencies obtained through online search engines similarly predict reaction times in lexical decision tasks than traditional linguistic corpora. As previous literature with *blogs*, *Twitter* and movie subtitles points out, this kind of stimuli could represent a more ecological environment of everyday life. Furthermore, if this is demonstrated through comparison with traditional linguistic corpora in written word recognition, the second objective can be developed. After confirming the previous hypothesis, the second objective tried to explore the effect of frequency, both in the recognition of written words and faces. This was done through the information provided by online search engines, which can also provide information regarding news, which in turn could be considered as a reflection of the context. From the approach described above, this allowed us to evaluate both the effect of frequency and context, provided that the news is assumed to reflect the context. In addition, we examined the posterity of the effects over time, through a replay after six months. Thus, we hypothesized, therefore, that general online frequency and news searches are more predictive of recognition latencies of printed words versus those of faces, and that these also fluctuate over short periods of time (6 months).

The third objective deals with attentional aspects, trying to evaluate which one occurs earlier, through a masked priming paradigm. It was hypothesized that the effect of masked priming is more marked for written stimuli in front of faces. By means of an ex-Gaussian fit the parameter values in the different tasks as well as in participants from different countries of origin will be examined. The last objective is to evaluate aspects of instability of human faces that require processes of abstraction, as described in the theoretical models. Therefore, an analysis of the participants' performance in, unlike the previous tasks, face recognition is proposed. The starting point for evaluating the best participants, as marked by the literature, would be the ability to rule out new faces. Specifically, recognition has been selected at different position levels. In addition, since evidence has been found linking the type of writing with right or left biases, a left bias was hypothesized for reading participants with such bias.

In a methodological level, five studies were conducted with a total of eight experiments, with different samples and sub-samples. In the first study, we examined the effect of online frequency through search engine searches on lexical decision tasks (*Go-No go*, and *Yes-No*). In the second study, a simple face and name discrimination task of internationally recognized celebrities or personalities was performed. In this sense, a first experiment was performed on two subsamples of Spanish and North American students, as well as a second longitudinal experiment under the same task that examined *test-retest* effects after six months. In the third study, we tried to re-evaluate the effects of the country of origin, as well as to control for the effects of sex. Both in this experiment and in number four, we tried to study the temporization of the effects, through a masked priming paradigm. The fourth study was a systematic replication of the previous study, where the ex-Gaussian components were examined, specifically the parameter τ . Finally, in the fifth study the ex-Gaussian components of response latencies to human faces in different positions were re-evaluated through a simple discrimination task. In addition, a script was developed to interact with an API (application programming interface) to obtain online search frequencies (in the Google search engine), and a second script to calculate ex-Gaussian components, both in Python language.

In the first study, a set of five-letter words, used in previous literature with adults, was used. Half of the stimuli were high frequency and the second half were low frequency. In addition, a set of non-words or pseudo-words were selected for the purpose of developing a TDL. In this case, participants were instructed to identify the words and discard the pseudo-words.

For studies two, three, and four, and for the purpose of employing a categorization task, a list of celebrities or international reference persons was selected. In an initial phase, three different samples of Spanish, North American and Brazilian university students were selected, which indicated certain celebrities. After a selection of the most frequent ones, the battery of studies two, three and four was elaborated. For the final tasks, the participants were instructed to identify the celebrities or international personalities, through their name or face and discarding unknown stimuli. Simple tasks with repeated measurements were used in study two and a masked priming task was used in studies three and four.

The fifth experiment used the KDEF face recognition battery from the *Karolinska institutet*. It provides stimuli with images of different expressions and positions. In our case, each stimulus was repeated several times in five different angles (left profile, half left profile, central profile, half right profile, right profile). After a presentation block, the

participants were instructed to identify the previous stimuli and discard the new ones. This was a repeated measurement design.

For the development of the different objectives of this doctoral thesis, two scripts were developed. The first script was used to collect the frequencies of online searches on the Google engine, which offers a series of APIs for developers to program websites that interact with Google tools. For the different programming languages, *Google* has libraries that interact with these APIs. In the Python script developed, the Client Library API has been used to interact with the Google Custom Search Engine (CSE).

While the use of Python may be quite common for the above case, the literature seems to be rather scarce in terms of calculations with the ex-Gaussian function in Python. Therefore, this second script was developed, which has been named ExGUtils (ex-Gaussian Utilities) and comprises functions for different numerical analyses, many of them specific for ex-Gaussian probability density. It can be used for both least squares and maximum likelihood methods.

The main results obtained can be listed as follows: i) search frequencies, especially news frequencies, provided by search engines such as Google, are predictive of reaction times in written word recognition, but not for visual face recognition; ii) written name and face recognition appear to be stable over time, but faces would be more susceptible to learning; iii) through network analysis, it is suggested that face and written name recognition have preferences by their very nature although both processes are interconnected, and this structure is replicated between countries; iv) early effects on recognition have been found to be more pronounced for face recognition than for written words; v) a greater repeat priming effect and a better ex-Gaussian fit have been found for written word recognition than for face recognition; vi) it is possible to identify performance profiles in visual recognition of faces that differ in position, with a bias towards the left.

Firstly, the shared perspective in current work supports networks for both processes that, instead of being independent, could be distributed bilaterally with some specializations or preferences. This could be congruent with the idea of the plasticity of the FFA, exhibiting structural changes until adulthood. However, both systematic and direct replications seem to be imperative. The literature has argued that face recognition could be modulated by differences in gender and country of origin, with respect to hometown population density. More than the fact of being a man or a woman, this would be explained by the roles that women and men take in certain cultures, exposing them more to situations

of sociability, even encouraging certain attributes such as extroversion. In short, we are referring to the role of the experience with faces, which could be related to our work or place of residence, where, in other words, a greater range of visual experiences is offered. Our results do not show effects due to differences between men and women. However, note that despite these being experimental studies, the subgroups of men and women were relatively small for this purpose.

As far as the different locations of the study participants three and four are concerned, this effect could only be partially observed. In study four, second experiment, an interaction of the response times according to country was found, indicating that face recognition would be faster in one of the countries than in the other (Spain versus USA, respectively), and most interestingly, this interaction disappeared for the distracting stimuli (unknown faces). However, this same interaction did not appear in the previous study, in a smaller sample size. This may suggest that the effect would be very sensitive to the statistical power of the design. On the other hand, the studies using networks showed a similar structure in the different countries. We would like to highlight the methodological novelty of the network (study 3) or Bayesian (study 2) approach in this field. This approach offers additional evidence to support the differences between the two processes, in support of traditional frequency analysis.

On the other hand, we have studied the role of certain internal variables, such as culture or attentional processes, as well as external ones, such as stimulus frequency or facial position, which are the greatest source of variability for the recognition process. Another way of studying possible differences or similarities between the processes is through the replication of effects inherent in them. In this case, we selected the frequency effect, one of the most robust in the literature, as well as an approach to the context effect. For this purpose, in Study one and two, an approach to search engines was made as an ecological option that allows the comparison of both stimuli, faces and celebrity names. If we stop to consider the particular use of search engines in our society, we could imagine someone searching for a word as a way of receiving information about something unknown. Contrary to our prediction about the ecological validity of digital articles, the results showed that *LexEsp* frequencies predict reaction times, in the variants of lexical decision tasks, similarly to the frequencies obtained by online search results. By this we mean the explained variance (which was also slightly higher for the *LexEsp* database than for *Google*). One possible explanation refers to how people use the Internet and "ask *Google*". This tool is not only used as a dictionary, the main source of linguistic corpora,

but it is also a source of updated information about the world around us. Searching in *Google* can be used for premeditated non-reading or quasi-reading purposes, such as spell checking, verifying the existence of a certain term, image and location search, among other variables. These factors are beyond the scope of this study, although they are relevant to the current line of research. In study 2, we opted for the inclusion of news frequencies, which would focus on this problem. In this way, other concepts have emerged, such as the terms of contextual diversity, which refers to the number of contexts rather than the time of repetition. Since better predictions were found for frequencies based on online news, this result could support the contextual approach, which was more pronounced for names than celebrity faces. However, more research should be done in order to recognize the frequencies of news searches in search engines in this sense. Study two would be a humble step in that direction. If such an approach can be accepted in future research, news-based frequencies could shed light on the differences between the two processes.

It has been found that reading habits have a strong influence on the cognitive system and can introduce spatial biases at both the perceptual and representational levels of a wide range of stimuli. Specifically, biases towards the left have been found. This aspect is of special interest when we must recognize a face, since, as a stimulus, unlike, for example, written words, it can appear in multiple positions and be processed, apparently without effort. Therefore, a bias towards the left could be expected, as marked by the results of study number five. This last study also tried to find out the different response profiles of the participants, showing two marked types. The literature has described profiles of good recognizers, which would be distinguished not only by the number of faces they recognize, but also by the number of these stimuli they are able to reject as unfamiliar. Therefore, the ability to reject was the main variable used in the estimation of the profiles. The patterns between the two suggested groups showed differences between the management of target and distracting stimuli. At an applied level, this could be of interest, with objects to direct training programs in face recognition. In this sense, the literature has demonstrated the plastic capacity of the process, even in some clinical profiles.

In sum, both the face recognition and the word recognition processes have similarities, they also have notable differences between them that include a wide range of approaches, as well as results from different groups of participants. Obviously, there are several limitations. However, we propose the same in terms of future lines of research. Firstly, facial recognition may not be an innate process as believed. More research is

needed to address the extent to which facial recognition is learned or innate. Several theoretical perspectives have been offered to explain how the fusiform gyrus might operate for face and speech recognition. Some of them are opposed and others aim to be integrative.

As mentioned before, the results of the present doctoral thesis support networks for both processes that, instead of being independent, could be distributed bilaterally with some specializations or preferences. On the one hand, according to the studies of interest, rather than a specific use for reading, the VWFA could be related to processing properties, and even to attentional networks. On the other hand, VWFA could not be exclusively for facial processing, but, involved in other visual specialization processes, and, in short, very sensitive to training and experience.

Finally, within the processing models there are also underlying issues. Holistic and feature segmentation approaches suggest the need for more research in terms of a holistic versus feature perspective on the visual process as a continuum. Therefore, there is a need for more studies that look at both processes simultaneously, as well as for longitudinal studies. Information from developing readers is of great interest, as well as research carried out on clinical samples, as it allows the independence and dependence of both processes to be examined, or how one of them could be selectively affected, while the other remains intact. Thus, less than a decade ago, the first longitudinal study with electromagnetic resonance or *fMRI* was conducted on changes in cortical sensitivity to written words in developing readers. This made it possible to determine the role of the left occipitotemporal sulcus. However, there are still many issues underlying its relationship to face recognition, which could be addressed from this approach. Many hypotheses have been formulated within these lines, since, according to classical theories, learning to recognize words can colonize certain cortical territory not intended for this function. However, other lines of research try to emphasize the importance of learning more about the selectivity of the VWFA area.

Many hypotheses have been formulated, from classical theories, which stipulate that learning to recognize words can colonize certain cortical territory not intended for this function, to those that emphasize the role of VWFA and FFA area selectivity. Therefore, longitudinal studies assessing the difficulties of and face recognition throughout the life cycle may be imperative to understand individual differences, as stipulated in recent theories on levels of neurocomputing.

At the applied level, and given the effects of training, populations suffering from impairment or deficits could benefit from advances within this field. It is precisely these subjects that have aroused the interest of the scientific community. Some examples are pure prosopagnosia or dyslexia, although many of the results have been considered mixed. Finally, on a theoretical level, the most current models have focused their attention on predictions through artificial intelligence and specifically, the use of deep learning and Bayesian network analysis, among many other approaches. Future lines of research could benefit from these approaches, where interdisciplinary work is imperative. This has been the spirit of this work, trying to advance the state of the art under statistical concepts more used in other fields, such as network analysis or parameterization of response components. The current implementations suggested by this work highlight in any case the role of categorization and the study of patterns or profiles.

Key words: *face recognition, name recognition, written words, processing components, FFA, VWFA*

3. Introducción

El reconocimiento de caras se considera una capacidad inherente al ser humano, crucial para la supervivencia y extremadamente importante para la sociabilidad. De esta manera, el reconocimiento de las expresiones faciales es uno de los primeros signos que el ser humano utiliza en la comprensión de los sentimientos. Los recién nacidos, con un desarrollo típico, muestran un seguimiento preferencial para el estímulo facial esquemático frente a otras condiciones similares en los primeros meses de vida (Johnson et al., 1991; Mondloch et al., 1999; Morton & Johnson, 1991; Simion et al., 2007). Por tanto, no parece sorprendente que ciertas áreas del cerebro se dediquen a esta tarea. Además, los procesos de reconocimiento facial se han considerado anatómicamente segregados en vías especializadas del cerebro, tanto para los primates, como para los humanos (Tsao & Livingstone, 2008).

Los estudios con macacos, bajo paradigmas como los electrofisiológicos, parecen arrojar luz sobre la región especializada y dedicada al reconocimiento de caras (Meyers et al., 2015; Tsao, 2006). Sin embargo, las investigaciones actuales ponen en duda que el reconocimiento de rostros sea un proceso aprendido en esta especie y no innato, como se creía (Arcaro et al., 2017). Esta investigación también señala que, la privación sensorial tiene un efecto en el desarrollo del cerebro, en particular en el desarrollo temprano. En otras palabras, se sugiere que el contexto y las experiencias tempranas son importantes, haciendo hincapié en todas las acepciones relacionadas con la familiaridad (Sunday, Dodd, et al., 2019). Esto puede considerarse un desafío interdisciplinario para la ciencia, que, además, podría arrojar luz sobre cómo la corteza cerebral desarrolla su especificidad. En este sentido, se ha considerado que la corteza prefrontal puede estar relacionada con tareas sencillas para los primeros años de vida debido a su papel en la adquisición de habilidades (Johnson, 2011).

Aunque el cerebro humano sigue siendo un gran desconocido, un hito histórico en el campo objeto de estudio, ha sido el descubrimiento de ciertas funciones del giro fusiforme para procesos como el reconocimiento de caras, objetos, patrones o palabras escritas. No obstante, los aspectos innatos del reconocimiento de caras siguen siendo objeto de debate, es evidente que, otros procesos, como el reconocimiento de palabras o la lectura, deben aprenderse mediante un esfuerzo cada vez más especializado. De esta forma,

el aprendizaje de las especificaciones que conllevan las letras escritas implicaría, para el giro fusiforme en nuestro cerebro, un FFA más pequeño para los lectores en desarrollo (Centanni et al., 2018). Además, este resultado es coherente con teorías de gran reconocimiento en la comunidad científica, como la del reciclaje neuronal (Dehaene & Cohen, 2011), en la que el proceso de aprendizaje de la lectura se describe como un coste que podría afectar a los sustratos neuronales del procesamiento facial. Conjuntamente, se han descrito otras formas de considerar la naturaleza del reciclaje neuronal, dentro de teorías más actuales, denominadas Neuroemergentistas. Esta propuesta da cierta textura a la noción de cómo se reutilizan determinados sustratos neuronales para diferentes usos (Hernandez et al., 2019a).

En esta introducción abordaremos aspectos subyacentes al grado de solapamiento o disociación del reconocimiento de caras respecto al reconocimiento de palabras escritas. Esto es de gran interés dada la naturaleza de dichos procesos, pudiendo ofrecer un escenario de estudio entre aspectos innatos y aprendidos. En este sentido, y aunque este trabajo se haya centrado en población universitaria, los estudios con muestras clínicas son de gran interés, dado que podrían arrojar luz sobre el grado de dependencia, o independencia en su defecto, cuando existe un déficit en alguno de los procesos. No obstante, siguiendo un principio de parsimonia (Dacey, 2016), los resultados en población sana podrían mostrar un punto de referencia a futuras investigaciones. Consecutivamente, el estudio de efectos en la literatura, tanto de uno o ambos procesos, podría arrojar luz sobre las diferencias y similitudes entre ellos. De esta forma, existen efectos muy robustos dentro del reconocimiento de caras o visual de palabras, tanto a nivel interno como externo, que podrían aportar evidencia sobre las diferencias y similitudes entre procesos. Entre ellos, nos hemos centrado en aspectos como el lugar de procedencia, el efecto de frecuencia o contexto. Finalmente, se han considerado el rol de otros procesos cognitivos básicos, como los aspectos atencionales o ejecutivos. Recordemos que estos son procesos básicos donde subyacen procesos cognitivos superiores.

3.1. Caras y palabras escritas ¿dos caras de la misma moneda?

El procesamiento de las caras se evidencia temporalmente a través de los componentes temporales de ondas (a través de potenciales evocados o EEG), descritos como el N170 para la codificación estructural (Bentin et al., 1996), el N250 para las caras familiares (Caharel et al., 2011) y el N450 para el procesamiento semántico de las caras

(Bruce & Valentine, 1986). Éstos se producen en la zona destinada para el reconocimiento de rostros humanos como tal (también conocida como FFA), que ha sido descrita como una de las regiones más especializadas para el reconocimiento facial en el sistema visual humano (Kanwisher et al., 1997). Precisamente, el FFA está ubicado en el giro fusiforme, área de Brodmann 37. Esta parte del cerebro también se ha relacionado con las tareas de reconocimiento de palabras (Dehaene & Cohen, 2011) y de objetos (Rossion et al., 2012), entre otros procesos. Sin embargo, la naturaleza del reconocimiento de palabras y caras parece ser más compleja.

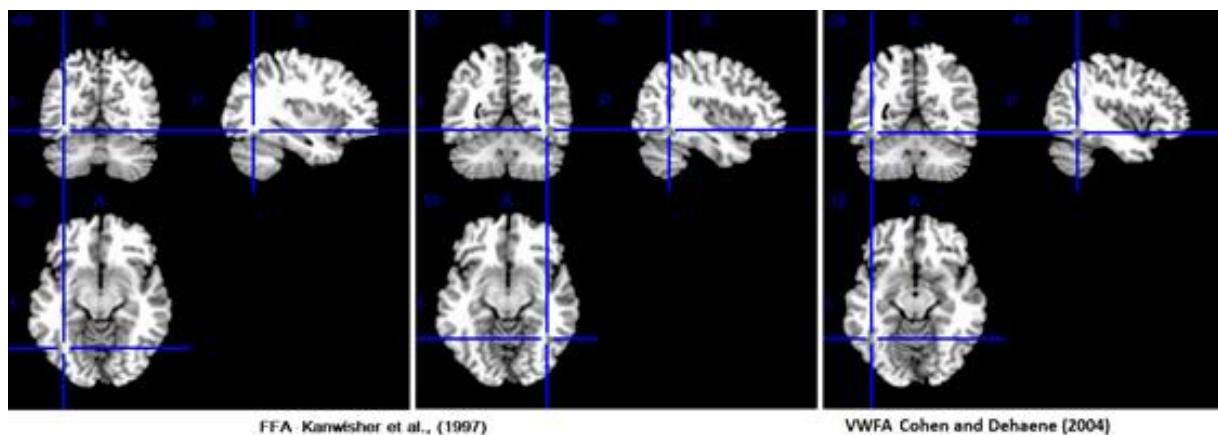


Figura 1. Tanto el FFA como el VWFA se encuentran en el giro fusiforme, área de Brodmann 37. Sin embargo, también tienen notables diferencias entre sí. En la figura se muestran las coordenadas indicadas en un metaanálisis sobre el VWFA izquierdo (-43, -54, -12, Cohen, & Dehaene 2004), y la FFA izquierda, así como a la derecha la revisión de Kanwisher y colaboradores (Kanwisher et al. 1997) que se calcularon para la presente tesis doctoral. En el último caso, las coordenadas fueron -35, -63, -10 y 40, -55, -10.

A su vez, el área visual de la forma de la palabra, popularmente denominada VWFA (Cohen & Dehaene, 2004), también se encuentra en el giro fusiforme izquierdo, donde parece ser crucial para cualquier lector experto. Recordemos que, tanto el reconocimiento de rostros, como el de palabras, son ejemplos de procesamiento visual experto (Davies-Thompson et al., 2016). Por ello, cuando nos referimos a la forma en que el cerebro humano reconoce las palabras escritas, hay que tener en cuenta que el alfabeto es relativamente nuevo en la evolución humana. De este modo, parece bastante improbable que se haya desarrollado una red de lectura para cumplir esta tarea.

Por ello, dos de las explicaciones más plausibles, que tratan de abordar la forma en que el cerebro humano puede procesar la información, podrían describirse del siguiente modo: i) a través de la utilización de áreas altamente especializadas e involucradas en el

reconocimiento de objetos y rostros para tratar el lenguaje escrito, ii) a través del desarrollo de áreas específicas en el cerebro para esta tarea. Por ello, es de interés recordar las zonas implicadas tanto en el reconocimiento de caras como en el de palabras escritas, las cuales se ha relacionado con áreas similares en el cerebro. En la figura 1, se muestra una imagen sobre la representación de coordenadas *talairach* descritas en metaanálisis sobre la VWFA (-43, -54, -12), y de la FFA (-35, -63, -10 y 40, -55, -10) a través del software MRIcro®.

Se han descrito diferentes enfoques sobre cómo el sistema visual humano se ocupa de los rasgos faciales, principalmente bajo la perspectiva *gestalt*, también conocida como procesamiento holístico. Sin embargo, ésta teoría sería sólo una de las tres perspectivas descritas sobre el procesamiento de la configuración facial, donde deben considerarse las relaciones de primer orden en los rasgos faciales, como los ojos o la nariz, y las relaciones de segundo orden, como el espaciado entre los rasgos (Maurer et al., 2002; Mondloch et al., 1999). Desde una perspectiva comportamental, sobre el tema del reconocimiento facial se han realizado un amplio abanico de estudios a través de manipulaciones de estímulos. Entre estos destacan la separación de la estructura global de una cara a través de dos mitades, o lo que es lo mismo, estímulos de caras bien alineadas frente a mal alineadas. Esta manipulación parece indicar que el reconocimiento de rasgos podría verse afectado por un contexto de todo el rostro (Andrews et al., 2010; Goffaux & Rossion, 2006; McKone, 2008).



Figura 2. Ejemplificación sobre la manipulación de mal alineamiento de caras, así como del efecto o ilusión de Thatcher. A la izquierda se muestra la imagen original y a su lado la manipulación de mal alineamiento en más de dos mitades. A la izquierda se muestra el efecto Thatcher, donde se hace más difícil detectar cambios de características locales en una cara invertida (a la derecha), a pesar de que los cambios idénticos son obvios en una cara erguida (a su lado). Imagen libre de copyright (creative commons: free-culture movement).

Dentro de estas líneas reaparecen efectos anteriormente nombrados, como el efecto o sesgo de raza (McKone et al., 2019; Zhou et al., 2018), o diferencias temporales de procesamiento en términos de potenciales evocados (Jacques et al., 2007; Pachai et al., 2019) parecen apoyar que los rostros se procesen de manera holística. Un efecto popular para representar este resultado es el efecto de inversión (Thompson, 1980) también conocido como el efecto Thatcher. Este nos muestra cómo se hace más difícil detectar los cambios de los rasgos locales en una cara al revés que en la presentación común (véase figura 2 para una ejemplificación). No obstante, algunos autores no comparten la hipótesis de que las caras invertidas puedan percibirse de manera holística, y se sugiere que esta codificación es perceptiva (McKone et al., 2013).

Otro punto de interés es que el procesamiento de las caras se ha examinado, principalmente, a través del uso de estímulos estáticos, como objetos o palabras (Murphy et al., 2017). Sin embargo, las caras se presentan comúnmente como elementos dinámicos. Por tanto, este tipo de estímulos debe considerarse desde un entorno más ecológico en la literatura.

Los modelos clásicos sobre el reconocimiento visual de rostros han postulado varias rutas intercomunicadas con otros procesos cognitivos. Concretamente, uno de los modelos más difundidos propone un proceso general y estructural, interconectado con aspectos de acceso al léxico (Bruce & Young, 1986). Tal y como muestra la figura 3, esto nos permitiría acceder tanto al contenido inherente de las características del rostro, como informaciones relacionadas, como, por ejemplo, el nombre de esa persona.

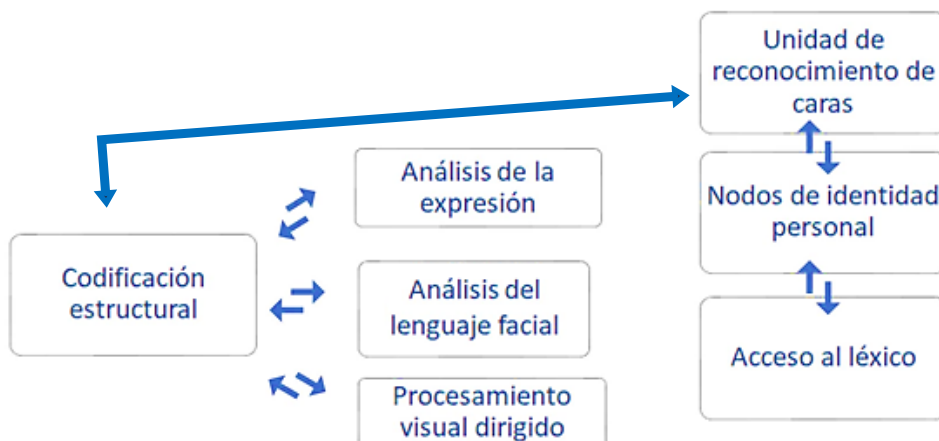


Figura 3 Adaptación del modelo clásico de reconocimiento de caras de Bruce & Young (1986).

Elaboración propia.

La primera fase estructural conllevaría el reconocimiento de aspectos relacionados con la expresión, el lenguaje facial y otros aspectos visuales dirigidos (e.g., movimiento). Se estipula, que estos análisis se realizarían de forma simultánea y paralela que, en definitiva, nos permitiría realizar categorizaciones.

Por otra parte, otros autores se han centrado en los componentes neuronales (Haxby et al., 2000, 2002). A través de evidencia anatómico-funcional, se propone que el cerebro humano haría uso de procesos cognitivos diferentes pero conectados, relacionados con aspectos del estímulo, en términos de varianza e invarianza. De este modo, los estímulos más consistentes y menos variantes se apoyarían en zonas como el surco intraparietal (relacionado con la atención espacial), y el córtex auditivo (para la percepción preléxica, por ejemplo, para nombres asociados). Por otra parte, y tal y como se muestra en la figura 4, los aspectos más abstractos y variantes harían uso de la amígdala y el sistema límbico para abordar aspectos del procesamiento emocional, y la zona temporal anterior para aspectos de reconocimiento de la identidad (por ejemplo, la edad).

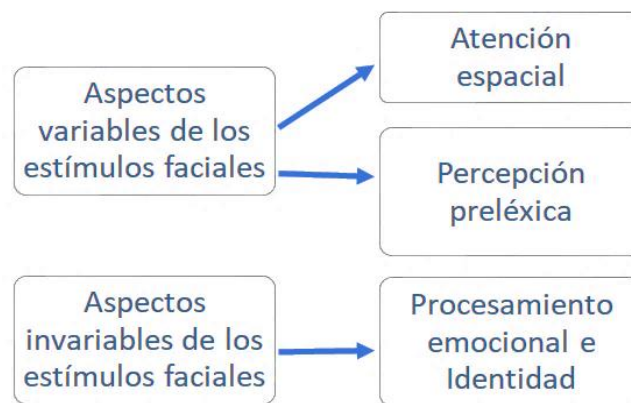


Figura 4 Adaptación del Modelo de la Distribución Neural para la Percepción de Rostros (Haxby, Hoffman & Gobbini (2000, 2002). Elaboración propia.

Los modelos más actuales han centrado su atención en predicciones a través de la inteligencia artificial y concretamente, el uso del *Deep learning* (Lu et al., 2018; Mittal et al., 2018) y análisis de redes bayesianas (Zafar et al., 2019), entre otros muchos acercamientos. Las implementaciones actuales han resaltado el rol de la categorización. En

este sentido, los buenos reconocedores se distinguirían no sólo por la cantidad de caras que reconocen, sino también por la cantidad de estos estímulos que son capaces de rechazar como no familiares (Devue et al., 2019).

En su comparación con el reconocimiento de palabras, el cual compartiría un área similar en nuestro cerebro, se han descrito modelos clásicos de percepción de letras a través de sus componentes, como el *Pandemonium* (Grainger et al., 2008). Obviamente, la investigación ha evolucionado a partir de este enfoque analítico de características (donde ciertos elementos visuales, como las líneas horizontales, podrían estar definidos como un componente de plantilla). Los modelos más actuales de reconocimiento de palabras visuales han tratado de comprender los enfoques basados en características a través de propuestas jerárquicas (Froehlich et al., 2016). Un punto de interés a considerar, por encima de este razonamiento, es el papel de la categorización, ya que el reconocimiento de palabras no requiere una discriminación específica, como podría ocurrir en el reconocimiento de rostros.

Aunque algunas investigaciones han postulado que las relaciones espaciales entre los componentes tipográficos constituyen un procesamiento holístico y configurable para el reconocimiento de palabras (Barton et al., 2010; Dyson & Stott, 2012), su comparación con el reconocimiento facial presenta una ventaja notable para el reconocimiento de palabras en los procesos de categorización, que nombramos anteriormente. Por ejemplo, una entrada visual con las propiedades de forma de la palabra "madre" será suficiente para ser procesada como "madre", mientras que una entrada visual de un rostro femenino, de la misma edad que la de nuestra madre y con características similares, no es suficiente para ser procesada como tal. De este modo, un estudio realizado con caracteres chinos y rostros mostró cómo la amplitud de onda en P1 y N170 apoyan mecanismos neurales categóricamente diferentes. Por tanto, podría concluirse que el nivel de categorización de los procesos son críticos para determinar la selectividad de los FFA (Gauthier et al., 2000).

Por último, el papel específico del VWFA en el sistema visual es una cuestión que todavía se encuentra en debate. Mientras que la literatura tradicional afirma que el VWFA tiene un papel computacional explícito en la decodificación de las formas escritas, también se estipula que el área del VWFA es una región de uso más amplio que el destinado a la lectura exclusiva. De este modo, los estudios sobre la activación del VWFA en las exposiciones de palabras, caras y símbolos numéricos han arrojado luz sobre esta dirección (Vogel et al., 2014). Además, se ha discutido si el VWFA podría desempeñar un papel más amplio en la integración del lenguaje y la atención (Chen et al., 2019; Mei et al.,

2010). Un trabajo reciente (Behrmann & Plaut, 2020), presenta de forma fascinante este desafío, que estaría relacionado con la forma en que la conectividad funcional se interpreta adecuadamente como un enfoque específico del dominio. Específicamente, los autores describen diferentes principios computacionales para abordar el reconocimiento visual, en el que diferentes redes con función gradual de especialización podrían estar distribuidas en ambos hemisferios.

3.2. Evidencias desde diferentes poblaciones de estudio

Resulta innegable el consenso sobre aspectos inherentes al reconocimiento visual de caras y palabras escritas en sujetos neurotípicos. En este sentido, las investigaciones sobre estas redes han descrito una asimetría lateralizada en el hemisferio izquierdo para la zona perteneciente a la VWFA, y en el derecho para el área perteneciente al FFA (Cohen & Dehaene, 2004; Davies-Thompson & Andrews, 2012). Además, se ha encontrado una preferencia por las características faciales en los recién nacidos, donde además, destacó una preferencia por la parte superior, en comparación a la inferior, del rostro (Pascalis & Slater, 2003). Esto podría sugerir que no sólo las propiedades sensoriales, sino también las características estructurales, son de interés para los recién nacidos.

Por otra parte, la evidencia muestra cómo el reconocimiento facial puede verse afectado a lo largo de nuestro ciclo vital, especialmente en adultos mayores, tanto para la detección (Norton et al., 2009), como para la identificación (Megreya & Bindemann, 2015), e incluso, el reconocimiento de emociones (Calder et al., 2003). Los adultos mayores sanos tenderían hacia un sesgo positivo a la hora de percibir los rostros, siendo estos categorizados como menos hostiles o peligrosos (Ng et al., 2016; Zebrowitz et al., 2013). El procesamiento emocional de las caras en nuestra memoria podría estar modulada por la edad. Varios experimentos donde se manipuló la valencia emocional de los estímulos encontraron una reducción en la memoria relacionada con la edad para las imágenes negativas (Carstensen & DeLiema, 2018; Charles et al., 2003; Zebrowitz et al., 2013). En este sentido, los jóvenes presentarían un sesgo hacia las emociones negativas, lo que se ha considerado como un mecanismo protector de cara a la supervivencia (Moret-Tatay et al., 2018). Conforme nos hiciéramos mayores, este mecanismo cambiaría hacia los estímulos positivos, ayudándonos a superar los déficits asociados a la edad (Moret-Tatay et al., 2014; Sullivan et al., 2007).

Otros estudios parecen indicar que la maduración del procesamiento especializado a lo largo del ciclo vital también depende de la experiencia que los humanos adquieren al codificar la información, principalmente aquí pueden intervenir varios factores, como la cantidad y posición de presentación del estímulo. Estos hallazgos sugieren que la alta eficiencia del reconocimiento facial se debe a una mayor sensibilidad al rango de orientación horizontal de la imagen facial y a su repetición (Goffaux & Greenwood, 2016). Sin embargo, todavía nos falta una imagen completa sobre el rol de estas variables. En definitiva, el envejecimiento parece estar relacionado con cambios cualitativos, así como cambios cuantitativos en la percepción de la cara, que quedarían reflejados en aspectos como los componentes de procesamiento o tiempo de reacción (Moret-Tatay et al., 2017; Moret-Tatay & Murphy, 2019).

Dentro de estas líneas, los sujetos con algún deterioro en alguno de los procesos han suscitado el interés de la comunidad científica. Concretamente, estudios con casos neuropsicológicos y clínicos ofrecen ejemplos de interés, ya que generalmente difieren de los grupos de control (Hendel et al., 2019). Algunos ejemplos son la prosopagnosia pura, o lo que es lo mismo, déficits en el reconocimiento de caras (Behrmann & Plaut, 2013; Plaut & Behrmann, 2013), o la dislexia (Sigurdardottir et al., 2015), en los que se prevé que el reconocimiento de la cara, pero no de la palabra escrita, se vea afectado selectivamente, o viceversa, en su defecto. Esto podría sugerir que el reconocimiento de caras y palabras escritas están, en parte, apoyado por procesos independientes. Sin embargo, se han descrito resultados mixtos en cuanto al reconocimiento de rostros, palabras y objetos (Barton et al., 2001; Le et al., 2016). Cabe destacar que, en la literatura, se ha descrito cómo la percepción de la cara en participantes con prosopagnosia, también podría ir acompañada de alexia pura (Albonico & Barton, 2019; Plaut & Behrmann, 2013), o en otras palabras, un déficit en el procesamiento de las palabras. En este sentido, no sólo podrían aparecer deficiencias en el reconocimiento de caras, sino también déficits en el reconocimiento de palabras escritas.

Una cuestión de los grandes intereses en el campo de estudio está relacionada con la prosopagnosia. En este sentido, se ha debatido si la prosopagnosia es específica hacia estímulos específicos como los de la cara, o si podría afectar a otro tipo de estímulos (Rossion, 2018). Las investigaciones en el área objeto de estudio, han despertado su interés por los perfiles particulares que ofrece la prosopagnosia. Éstos podrían definirse como prosopagnosia congénita o del desarrollo (PC), así como en prosopagnosia adquirida (PA).

El punto de interés aparece en relación con las diferencias encontradas en la literatura de reconocimiento de caras y palabras escritas, según el subtipo de prosopagnosia. De esta forma, los participantes con PA, parecen presentar dificultades no sólo para reconocer rostros, sino también para percibir los aspectos estilísticos de textos escritos (Hills et al., 2015). Sin embargo, en un estudio posterior realizado en participantes con PC, se concluyó que el efecto de longitud de palabra no se veía afectado (Rubino et al., 2016). Este último resultado en PC también se ha visto apoyado por resultados en otras tareas de lectura (Burns et al., 2017; Starrfelt et al., 2018). Una de las posibles explicaciones se ha vinculado al aprendizaje y al entrenamiento perceptivo, los cuales podrían conducir a mejoras persistentes en el grupo PC (Corrow et al., 2019). Además, esta formación y entrenamiento también es de interés para estímulos como los rostros con al menos cierta invariabilidad a expresión, ya que se ha evidenciado cierto grado de mejora post-tratamiento (Grbavec et al., 2010).

Por otro lado, los trastornos del espectro autista, entre otros casos clínicos, también son de gran interés, ya que se considera que, en muchos casos, se interrumpe el procesamiento facial integral (Adolphs et al., 2001; Jiang et al., 2013; Joseph & Tanaka, 2003). De esta manera, las personas afectadas suelen recurrir a un procesamiento basado en características no funcionales para el reconocimiento de emociones faciales, por ejemplo, pasando mayor tiempo observando la boca a los ojos, característica fundamental para este proceso. Estos déficits en el procesamiento de caras podrían ser una de las raíces de la disfunción social en el autismo (Klin et al., 1999). Sin embargo, los estudios con resonancia electromagnética o *fMRI* han producido resultados en muchos casos contradictorios sobre el origen de este patrón. Por un lado, un gran número de trabajos han mostrado una activación menor en el área del FFA (Hubl et al., 2003; Humphreys et al., 2008), mientras que otros, han encontrado niveles de activación normales en esta misma área (Hadjikhani et al., 2009; Perlman et al., 2011). Una razón para este desacuerdo en la literatura podría encontrarse relacionada con el amplio espectro del Autismo (Geschwind, 2009).

En lo que concierne a dificultades en el reconocimiento de las palabras escritas y textos, destacaremos el caso de la Dislexia. Esta puede definirse, en rasgos generales, como la dificultad en el aprendizaje lector, que, además, puede ser clasificada en evolutiva y adquirida. Como es de esperar, las investigaciones en participantes con dislexia evolutiva se caracterizan por una lateralización menor para el reconocimiento de palabras escritas, pero sorprendentemente, también de caras (Gabay et al., 2017; Moscovitch et al., 1997).

No obstante, al igual que se describió en el caso de la prosopagnosia, este resultado no parece ser consistente en la literatura (Robotham & Starrfelt, 2017; Sigurdardottir et al., 2018).

Un estudio sobre el efecto de raza o etnia (Sigurdardottir et al., 2019), es decir, el coste cognitivo que supone reconocer rostros de otras razas o etnias, puso de manifiesto el rol de terceras variables que podrían explicar dichas diferencias. Si bien los lectores con disllexia sin educación universitaria mostraron déficits en el reconocimiento de caras de diferentes razas frente a los participantes controles, los participantes universitarios con dislexia, así como con educación superior, no lo hicieron. Como conclusión, los autores destacan el rol de variables como nivel educativo y experiencia visual previa en este proceso. Esta cuestión es de gran interés en el marco de las investigaciones recientes. De forma particular, algunos resultados, parecen apostar por diferencias individuales, tanto internas como externas. Algunos autores han mostrado como factores relacionados con el lugar de residencia podrían ejercer un efecto en nuestro reconocimiento facial, incluso el sexo, podría ser un motivo para las diferencias individuales, tal y como marca la literatura (Sunday, Dodd, et al., 2019; Sunday, Patel, et al., 2019).

Obviamente, la casuística es marcadamente compleja, y se enfrenta a grandes retos, como el análisis del rol de la cultura, los medios de comunicación o incluso, la sociabilidad de la propia persona, entre otras variables. La figura 5 trata de integrar estos aspectos, divididos en internos y externos. Se trata de una representación de las variables más marcadas, pudiendo ser este número mucho mayor. No obstante, resulta de interés remarcar que dichas variables podrían ser en muchos casos, no excluyentes.

En definitiva, todo esto, nos lleva a destacar el rol de la especialización, cuestión de mayor debate en el momento actual. Esta supondría que, al igual que otros procesos, el reconocimiento de caras es plástico y puede entrenarse. De ser así, el área del FFA podría no sólo estar relacionada con el reconocimiento de caras, sino también con una parte del procesamiento especializado, el



Figura 5 Esquema sobre aspectos internos y externos que podrían arrojar luz sobre las diferencias individuales en el reconocimiento visual de caras. Elaboración Propia.

cual se encontraría definido por la experiencia previa. En definitiva, todas estas variables son de interés, ya que podrían indicar que la FFA no sería exclusiva del procesamiento facial. No obstante, a nivel de recursos, su inclusión en paradigmas experimentales presenta dificultades a nivel de control de variables.

3.3. Efectos de frecuencia y contexto

Para cualquier lector adulto, la lectura es una tarea automática que hacemos casi inconscientemente. Sin embargo, una gran cantidad de procesos mentales operan de forma subyacente. De esta manera, la evidencia ha demostrado cómo este proceso puede variar con respecto a la naturaleza del estímulo que deseamos procesar, involucrando factores léxicos e incluso subléxicos (Moret-Tatay et al., 2018). Un amplio número de disciplinas han tratado de comprender la complejidad del proceso de lectura a través de una gran cantidad de experimentos. Una herramienta útil cuando se realizan experimentos, particularmente en el reconocimiento visual de palabras, es un corpus léxico de una lengua. Este se basa en uno de los efectos estrella en la literatura, conocido como efecto de frecuencia de palabras. Esto implica que las palabras de alta frecuencia (por ejemplo, "madre") se reconocen más rápido y mejor que las palabras de baja frecuencia (por ejemplo, "alcornoque"). Los primeros corpus se basaron en textos impresos como libros populares o revistas académicas (Kučera & Francis, 1967; Thorndike & Lorge, 1944). Actualmente, se pueden encontrar bases de datos más complejas para calcular estadísticas en Psicolingüística para varios idiomas. Investigaciones más recientes han examinado el papel de fuentes más cotidianas, como los subtítulos de películas (Brysbaert & New, 2009) o las frecuencias de *twitter* y blogs (Gimenes & New, 2016), mostrando que estas frecuencias se correlacionan con los tiempos de reacción en tareas de decisión léxica (LDT) de manera similar a los corpus lingüísticos ya existentes, o incluso mejor. En este sentido, debemos recordar que la lógica subyacente a estas bases de datos es estudiar el lenguaje a través de ejemplos de textos reales producidos en el "mundo real". Sin embargo, a medida que el mundo sigue cambiando, también lo hace nuestra forma de interactuar con él. A esta especificación, podemos unir la proliferación de las TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación), que hoy en día ofrece un mercado cercano a la ciencia ficción de décadas atrás.

En los últimos años, hemos sido testigos del crecimiento de uso de los textos digitales, por lo que no es de extrañar, que esto pueda tener un impacto en nuestros procesos lectores. Es un hecho que Internet se ha convertido en un medio masivo para consultar y transferir información y conocimiento en muy poco tiempo (Moret-Tatay et al., 2019). En algunos casos, los dispositivos electrónicos parecen haber ganado la batalla sobre los libros tradicionales. Un ejemplo particular que podría evidenciar cómo ha evolucionado la sociedad se vería reflejado con cómo las personas tienden a averiguar lo que realmente se ha dicho sobre un tema.

Actualmente, se suelen emplear motores de búsqueda, como *Google* o *Bing*, con más frecuencia que consultar una enciclopedia (aunque el primer resultado de búsqueda a menudo puede ser un enlace de Wikipedia). Este fenómeno ha llevado a la introducción de un nuevo verbo, *googlear*, que se refiere justamente al uso de *Google* para obtener información sobre algo o alguien en la *World Wide Web*. Además, se ha sugerido que ciertos motores de búsqueda podrían hacer predicciones. Por ejemplo, *Google Trends* proporciona un índice de series temporales con respecto al volumen de consultas que los usuarios ingresan en Google, y esto se ha utilizado para hacer predicciones en campos particulares (Lu et al., 2019). Con respecto a la frecuencia de palabras, *Google Trends* no solo permite consultar una palabra en particular, sino que también proporciona un cambio de interés durante un cierto período de tiempo. Como se muestra en la Figura 6, hace menos de un año, palabras como *coronavirus* o *Covid19* serían consideradas de baja frecuencia. No obstante, su frecuencia actual, dado nuestro contexto, las convierte en estímulos de alta frecuencia en un amplio rango de países.

El uso de los resultados proporcionados por un motor de búsqueda nos podría permitir estimar la similitud de palabras y frases dentro de áreas pertenecientes a la lingüística computacional, tal y como se ha demostrado hace más de una década (Blair et al., 2002). Sin embargo, la literatura sobre el fenómeno de googlear, es decir, la relación de los recuentos de búsqueda con los efectos tradicionales de frecuencia de palabras es bastante escasa.

Por otra parte, es importante recordar una hipótesis relacionada con el efecto de frecuencia, la cual versa sobre la repetición de palabras. Esta supone que las palabras más repetidas están mejor representadas en nuestro léxico. La literatura ha definido este fenómeno bajo el nombre de diversidad contextual, donde, algunas investigaciones han examinado cómo la frecuencia de las palabras podría confundirse con el número de contextos diferentes donde estas aparecen (Adelman et al., 2006; Rosa et al., 2017). Por

tanto, otra variable de interés sobre el papel de la predicción del reconocimiento visual por frecuencias o contexto es el tiempo específico del experimento.

Como comentábamos, el uso de palabras no es un proceso estático. La investigación destaca la naturaleza dinámica del reconocimiento visual y, por tanto, esta puede variar con el tiempo (Balota et al., 2007; Brysbaert et al., 2011). En este sentido, es importante considerar que la frecuencia de una palabra depende de su momento, el cual, si es considerado, podría contribuir a una mayor validez ecológica experimental al ofrecer un estímulo más representativo para el uso cotidiano del lenguaje. Las frecuencias provenientes de googlear son interesantes, ya que podrían permitir la comparación entre el reconocimiento de palabras y de caras. De esta forma, algunos trabajos han hecho uso de nombres y caras de celebridades o personas famosas, como manipulación que permite la comparación entre procesos (Rizzo et al., 2002). Además, googlear no solo proporciona información sobre frecuencias basadas en búsquedas en línea, sino que también está relacionada con las noticias que los medios de comunicación nos proporcionan diariamente.

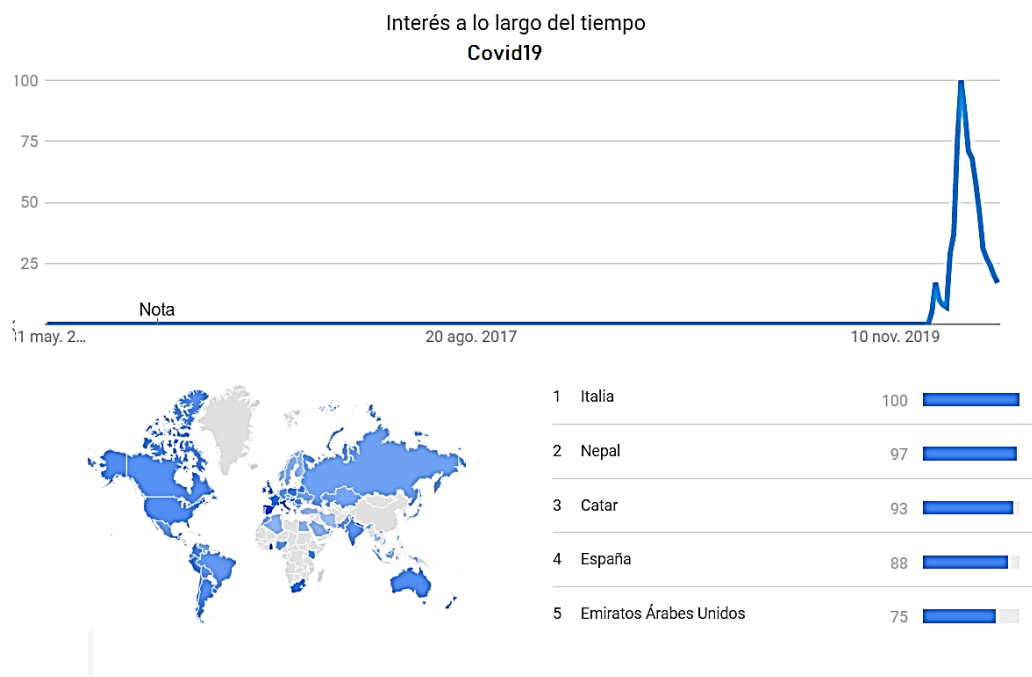


Figura 6. Cambios en la frecuencia de aparición de búsquedas de la palabra “Covid19” en los últimos 5 años según *Google Trends*, y su diferenciación por países. Consulta realizada en *Google Trends* el 30 de Mayo 2020.

Esto es de interés porque las búsquedas en línea y las noticias pueden proporcionar un escenario más realista para la frecuencia de palabras y caras, pero la frecuencia de búsqueda de noticias podría entenderse como el efecto de diversidad contextual. De ser así,

y de considerarse tanto el procesamiento de caras como de palabras procesos relacionados y dependientes, sería de esperar que los efectos de frecuencia o contexto se replicasen en el reconocimiento de caras. No obstante, y como hemos comentados previamente, las caras a su vez divergen por diferentes factores subyacentes.

3.4. El rol de los procesos atencionales en el reconocimiento

Los procesos atencionales y ejecutivos se encuentran relacionados con la forma en que se gestiona la información perceptiva. Durante las diferentes etapas del procesamiento de las caras, descritos anteriormente, encontramos la perceptiva con un papel fundamental en el proceso de interés. Por tanto, las diferencias en términos de procesos controlados o implícitos son de interés. Algunos autores sugieren que el reconocimiento del rostro humano podría ser un proceso automático (Lavie et al., 2003), así como que nuestro cerebro podría hacer uso de recursos atencionales independientes para los abordajes por características y de configuración (Rhodes et al., 2005). En este sentido, otros autores sugieren que el procesamiento holístico podría ser también automático (Boutet, 2002; Gao et al., 2011). Si se comparan estos resultados con el procesamiento de los estímulos escritos, la literatura parece más explícita hacia una independencia atencional.

Por otro lado, el VWFA ha sido descrito como parte de los circuitos de lenguaje y atención (Chen et al., 2019). Sin embargo, como las formas de las palabras son más abstractas que las características específicas de los estímulos, la invariabilidad de la posición podría apoyar la independencia atencional (Rauschecker et al., 2012). Partanen et al., (2018) examinaron los procesos no atentos de adquisición de palabras, presentando novedosos estímulos de palabras fuera del foco de atención. Esta independencia también puede encontrarse cuando los estímulos se presentan fuera del foco de atención (Stupina et al., 2018). Sin embargo, se necesita más investigación en términos de perspectiva holística frente a la perspectiva de los rasgos en el continuo del proceso visual, incluyendo desde la percepción hasta las perspectivas de atención y la distribución bilateral con algunas especializaciones o preferencias.

Dentro de estas líneas, la literatura científica ha respaldado el efecto de variables culturales en focos atencionales (Rinaldi et al., 2014). Concretamente, se ha constatado que los hábitos lectores influyen en el procesamiento cognitivo. De este modo, escribir de izquierda a derecha o viceversa podría introducir sesgos espaciales, tanto a nivel perceptual como representacional. Ejemplos de estos efectos se han encontrado en lectores de origen

francés que en la lectura de su idioma materno presentaron un sesgo hacia la izquierda (Kazandjian et al., 2010) y en israelíes lectores de hebreo, con un sesgo hacia la derecha (Chokron & Imbert, 1993). Estos sesgos podrían extenderse a otros procesos, como el de reconocimiento de rostros, proceso que, a pesar de reconocer rostros en múltiples posiciones aparentemente de forma automática en nuestra rutina diaria, presenta diferencias en su reconocimiento para estímulos en posición horizontal o vertical (Valerie Goffaux & Greenwood, 2016).

Finalmente, una investigación reciente abordó el procesamiento de caras a través de un ajuste ex-Gaussiano, un análisis que nos permite descomponer los tiempos de respuesta en componentes (Fitousi, 2020a, 2020b). Uno de estos componentes, el parámetro τ , podría entenderse como un reflejo ejecutivo o incluso, atencional, como se discute en la literatura (Leth-Steensen et al., 2000; Moret-Tatay et al., 2016). No obstante, esta interpretación debe de llevarse a cabo con precaución, ya que en ningún caso dicho parámetro debe de entenderse como un índice o marcador atencional, dada la dependencia del parámetro τ con otros parámetros del modelo (Sternberg & Backus, 2015). No obstante, su análisis, poco común en la literatura para el procesamiento de caras, puede resultar de interés como una evidencia más a la investigación existente.

4. Objetivos

El presente trabajo de tesis doctoral trata de explorar el rol de las variables anteriormente descritas, con objeto de avanzar en el estado del arte, dentro de las diferencias de los procesos de reconocimiento de caras y palabras escritas, así como sus similitudes. La hipótesis de partida se enmarcaría en un enfoque de procesos distribuidos, donde, el trabajo actual apoya que ambos procesos, en lugar de ser independientes, podrían distribuirse bilateralmente con algunas especializaciones o preferencias. Para ello, se propone un abordaje conductual, que examina los componentes de respuesta. Recordemos que, el tiempo de reacción, ha sido considerado como una medida estrella en la literatura, cuyos cambios podrían reflejar la arquitectura cognitiva (Luce, 1986).

Por otra parte, el estudio de efectos que han mostrado su replicación robusta en uno de los procesos podría mostrar el grado de relación a través de su estudio en el otro proceso, tal y como es el caso de la frecuencia y el contexto. Además, la investigación de los procesos atencionales y ejecutivos podría ser de interés tanto a un nivel teórico para la implementación de modelos tradicionales, como aplicado, para el uso de programas de entrenamiento ante los posibles déficits, entre otros ejemplos. De este modo, se definen una serie de réplicas directas y sistemáticas, con objeto de abordar los puntos descritos.

Tras las especificaciones anteriores, podemos delimitar el objetivo general del presente trabajo, el cual consiste en el estudio del reconocimiento visual de rostros humanos a través de los componentes de respuesta, comparando dicho proceso con otros procesos cognitivos, como el reconocimiento visual de palabras, el análisis de variables internas (cultura o procesos de índole atencional) y variables externas (frecuencia del estímulo o la posición del rostro).

De forma particular, es posible enumerar los diferentes objetivos específicos de interés:

- i) Dado que no existe un corpus lingüístico para determinar la frecuencia de los rostros humanos, el primer objetivo instrumental será examinar si la frecuencia que proporcionan los motores de búsqueda puede considerarse como medida que refleje dicho efecto. Nuestra hipótesis se formula en este sentido de la siguiente forma: las frecuencias obtenidas a través de motores de búsqueda online predicen de forma similar los tiempos de reacción en tareas de decisión léxica que los corpus lingüísticos tradicionales. Tal y como marca la literatura

previa con Blogs, Twitter y subtítulos de películas, este tipo de estímulos podría representar un entorno más ecológico de la vida cotidiana. Además, de demostrarse esto a través de la comparación con los corpus lingüísticos tradicionales en el reconocimiento de palabras escritas, podrá desarrollarse el segundo objetivo.

- ii) De confirmarse la hipótesis anterior, el segundo objetivo trataría de explorar el efecto de frecuencia tanto en el reconocimiento de palabras escritas como de caras. Esto será a través de la información proporcionada por los motores de búsqueda online, que, además, pueden proporcionar información relativa a las noticias, lo que, a su vez, podría considerarse un reflejo del contexto. En definitiva, esto nos permitiría evaluar tanto el efecto de frecuencia como de contexto, siempre que se asuma que las noticias sean un reflejo del contexto. Dadas las diferencias en nivel de abstracción y procesos de categorización de ambos procesos, podrían esperarse diferencias, lo cual podría ser a su vez un reflejo de las especificaciones diferentes entre ambos. Además, se examina la posteridad de los efectos en el tiempo, a través de una réplica tras seis meses. Se hipotetiza, por tanto, que, la frecuencia de las búsquedas online y noticias presentan una mejor predicción de las latencias de reconocimiento de las palabras impresas frente a las de los rostros, y que además, estas fluctúan en periodos breves de tiempo (6 meses).
- iii) El tercer objetivo versa sobre los aspectos atencionales, tratando de evaluar cuál se produce de forma más temprana, a través de un paradigma de *priming* enmascarado. Se hipotetiza que el efecto de *priming* enmascarado es más marcado para los estímulos escritos frente a los rostros. Además, a través de un ajuste ex-Gaussiano se examinarán los valores del parámetro τ en términos de tarea (caras frente a palabras escritas) y países (España frente a Estados Unidos), tal y como marca la literatura previa, al enfatizar el rol de las experiencias, que podría suponer una fuente de diferencias culturales. En este sentido, la hipótesis inherente estipula que los valores de τ son menores para estímulos faciales frente a palabras escritas, y estos presentan fluctuaciones entre países objeto de estudio.

- iv) El último objetivo, trata de evaluar el aspecto de inestabilidad de los rostros humanos que requieran procesos de abstracción, tal y como ha sido descrito en los modelos teóricos. Por ello, se propone un análisis de la ejecución de los participantes en, a diferencia de las tareas anteriores, el reconocimiento de rostros. El punto de partida para evaluar a los mejores participantes, tal y como marca la literatura, sería la capacidad de descartar nuevos rostros. Concretamente, se ha seleccionado dos de las variables más comunes, y que diferencian los rostros de las palabras escritas: la posición. En este sentido, un rostro es reconocible en diferentes posiciones, siendo esta su presentación más ecológica. No obstante, este atributo también es la fuente de mayor variabilidad, y que no aparece en otros procesos de forma general, como en el de reconocimiento de palabras escritas. Dado que se ha encontrado evidencia que liga el tipo de escritura con los sesgos hacia derecha o izquierda, se hipotetiza un sesgo hacia la izquierda. Así mismo, se espera que las posiciones frontales presenten mayor precisión en el reconocimiento, en comparación a otras posiciones.

En definitiva, con estos cuatro objetivos, se espera realizar un paso, aunque humilde, integrado en la comprensión del grado de disociación o superposición del reconocimiento de caras sobre el de palabras escritas, a través del estudio de los componentes de respuesta.

5. Método

Se llevaron a cabo cinco estudios con un total de ocho experimentos, con diferentes muestras y submuestras. En el primer estudio, se examinó el efecto de frecuencia online a través de búsquedas en motores de búsqueda, mediante tareas de decisión léxica a través de dos experimentos, uno con tareas de decisión léxica *Go-No go*, y otro con la variante *Yes-No*. En el segundo estudio, se realizó una tarea de discriminación simple de caras y nombres de celebridades o personalidades reconocidas de forma internacional. En este sentido, se realizó un primer experimento en dos submuestras de estudiantes españoles y norte americanos, así como un segundo experimento longitudinal bajo la misma tarea que examinaba los efectos *test-retest* tras seis meses. En el tercer estudio, se trató de evaluar nuevamente los efectos del país de procedencia, así como controlar los efectos de sexo. Tanto en este experimento como en el número cuatro, se trató de estudiar la temporalización de los efectos, a través de un paradigma *priming* enmascarado. El cuarto estudio fue una réplica sistemática del estudio anterior, donde se examinaron los componentes ex-Gaussianos y concretamente el parámetro τ . Finalmente, en el quinto estudio se evaluó nuevamente los componentes ex-Gaussianos de latencias de respuesta a rostros humanos en diferentes posiciones, a través de una tarea de discriminación simple. Además, se ha desarrollado un *script* para interactuar con un API (*application programming interface*) que permita la obtención de frecuencias de búsqueda online (en el motor de búsqueda Google), y un segundo *script* para el cálculo de componentes ex-Gaussianos, ambos en lenguaje Python.

5.1. Participantes

Todos los estudios se llevaron a cabo en conformidad con la Declaración de Helsinki. De esta forma, para poder participar en los diferentes estudios, todos los participantes dieron consentimiento informado por escrito, tal y como fue descrito en los proyectos de la presente tesis doctoral, aprobados por comités de ética Universitarios (CEI18/113 y UCV/2017-2018/31). Todos ellos, eran estudiantes Universitarios, con una alta comprensión del español, y en un rango de edad entre los 18 a los 30 años. No obstante, al incluirse grupos de estudiantes internacionales, las instrucciones e

informaciones en relación con la tarea objeto de estudio, también fueron incluidas en el idioma de su lengua materna. La participaron siempre forma voluntaria.

Por tanto, los criterios de inclusión fueron, ser estudiante universitario y pertenecer a los grupos de países de interés (España, EEUU y Brasil). Se eligieron estos tres países por diferencias culturales entre los mismos, al encontrarse en continentes diferentes. En referencia a los criterios de exclusión, todos los estudiantes informaron de ausencia de antecedentes o evidencia de enfermedad neurológica o psiquiátrica.

Los tamaños muestrales fueron previamente calculados con el Software G*Power (Faul et al., 2007) para diseños mixtos o simples de medidas repetidas. Nótese que este tipo de diseños requieren de tamaños muestrales menores debido a que todos los participantes pasan por todas las condiciones (Guo et al., 2013). De forma particular, se seleccionó un tamaño del efecto esperado medio (0.25). A continuación, detallamos las características de las muestras según el número de estudio.

Primer Estudio: Frecuencias de búsqueda online como predictores del TR

En este estudio participó una muestra de 60 estudiantes universitarios (24 hombres y 36 mujeres). Todos ellos realizaron de forma contrabalanceada dos tareas experimentales, según las variantes de la tarea de decisión léxica *Go-No go* y *Yes-No*.

Segundo Estudio: Efecto de frecuencia y Contexto online para rostros

En el primer experimento, un total de 16 estudiantes universitarios españoles (5 hombres y 11 mujeres), participaron en un estudio longitudinal con dos medidas Pre-Post de seis meses de distancia entre las mismas para una tarea de decisión simple. En el segundo experimento, una muestra total de 80 estudiantes replicó la tarea anterior en un solo momento. Esta muestra se encontraba dividida en dos subgrupos de 40 estudiantes universitarios españoles (11 hombres y 29 mujeres), y 40 norteamericanos (8 hombres y 32 mujeres).

Tercer Estudio: Análisis de redes en el reconocimiento de caras y nombres

En el primer experimento participó un total de 20 estudiantes universitarios españoles (10 hombres y 10 mujeres). A diferencia de otros estudios, en este primer caso, se trató de controlar la variable sexo.

El segundo experimento estuvo compuesto por 60 participantes divididos según tres lugares de procedencia: un total de 20 estudiantes españoles (4 hombres y 16 mujeres), 20 estudiantes brasileños (6 hombres y 14 mujeres) y 20 estudiantes norteamericanos (2 hombres y 18 mujeres).

Cuarto Estudio: Componentes de procesamiento en el paradigma priming

En este estudio participó un total de 100 estudiantes universitarios divididos en función de dos lugares de procedencia: un total de 50 estudiantes españoles (12 hombres y 38 mujeres) y 50 estudiantes norteamericanos (9 hombres y 41 mujeres).

Quinto Estudio: Componentes de procesamiento según posición

Finalmente, en este estudio participó un total de 26 estudiantes universitarios españoles, donde el sexo de los participantes fue nuevamente controlando. Por ello, esta muestra confirmaba un total de 13 hombres y 13 mujeres.

5.2. Instrumentos y Materiales

En el primer estudio, se empleó un conjunto de 120 palabras de cinco letras (más 18 estímulos similares para las fases de entrenamiento previo) empleado en la literatura previa con adultos (Navarro-Pardo et al., 2013) y descritos en el Anexo A. La mitad de los estímulos eran de alta frecuencia (146.7 por millón, rango: 30.9-675.6) y la segunda mitad era de baja frecuencia (10.2 por millón, rango: 0.7-23.2) según *LexESP* (Sebastián et al., 2000). Además, se seleccionaron 120 no palabras a los efectos de desarrollar una TDL. En este caso, los participantes fueron instruidos en identificar las palabras y descartar las pseudopalabras.

Para los estudios dos, tres, y cuatro, y a los efectos de emplear una tarea de categorización, se seleccionó una lista de celebridades o personas de referencia a nivel internacional (véase Anexo B). Para ello, se siguió el procedimiento de la literatura previa (Nanda et al., 2019; Rizzo et al., 2002). En una fase inicial, se seleccionaron tres muestras diferentes (un total de 20 estudiantes universitarios españoles, norteamericanos y brasileños) que nombraron un total de 20 celebridades femeninas y 20 masculinas. Tras seleccionar los estímulos más comunes, se crearon pares de ellos para la naturaleza del rostro y el nombre. Todos los estímulos se presentaron en resolución en blanco y negro. Los

participantes recibieron instrucciones de identificar a las celebridades o personalidades internacionales, a través de su nombre o rostro y descartando los estímulos desconocidos. En el estudio dos se emplearon tareas simples con 40 estímulos *Target* y 40 distractores con medidas repetidas (con un total final de 160 estímulos). De forma particular, en los estudios tres y cuatro se empleó una tarea de *Priming* enmascarado con un total de 28 estímulos *Target* y 28 distractores con medidas repetidas (con un total final de 224 estímulos).

En el quinto experimento se empleó la batería de reconocimiento de caras KDEF del *Karolinska institutet* (Calvo & Lundqvist, 2008). Esta consta de un total de 4.900 imágenes de expresiones faciales, con un total de 5 posiciones diferentes, y con la posibilidad de emplear 7 emociones: neutral, felicidad, enfado, tristeza, asco, sorpresa y miedo, basadas en las consideradas expresiones universales (Ekman, 2004). En nuestro caso, para este estudio, se seleccionaron las expresiones neutrales con la totalidad de posiciones posibles. Es decir, cada estímulo fue repetido varias veces en cinco ángulos diferentes (perfil izquierdo, medio perfil izquierdo, central, medio perfil derecho, perfil derecho). Por ello, para el presente estudio se seleccionaron un total de 28 sujetos (14 hombres y 14 mujeres) pareados en características físicas (por ejemplo, rubio vs moreno, pelo corto vs largo, rizado vs liso). Dado que se trata de un diseño de medidas repetidas, el total de estímulos fue de 140. Tras un bloque de presentación, los participantes fueron instruidos en identificar los estímulos previos y descartar los novedosos. Para la presentación de los estímulos en los cinco estudios, se utilizó un ordenador con sistema operativo Windows con el software experimental gratuito DMDX (Forster & Forster, 2003).

5.3. Procedimiento

En la realización de los ocho experimentos de los cinco estudios propuesto, se trató de evitar cualquier tipo de distracción, como el ruido. Por ello, la prueba se administró en una habitación aislada, donde los participantes fueron evaluados individualmente, a excepción del cuarto estudio que fue de forma grupal. En los teclados se incluyeron dos etiquetas, en la letra M una de color verde y en la Z una de color rojo. El objetivo fue facilitar las tareas de discriminación de estímulos. Por ello, se instruyó a los participantes en presionar la tecla verde para indicar una identificación de un estímulo *target*, y la roja para descartar un estímulo distractor.

Primer Estudio: Frecuencias de búsqueda online como predictores del TR

En cada prueba, se presentó un punto de fijación (+) durante 500 ms en el centro de la pantalla, a los efectos de asegurar ciertos niveles atencionales. Después de esto, se presentó el estímulo hasta la respuesta del participante con un tiempo máximo de 2500 ms. El total de estímulos fue presentado de forma aleatoria, en minúsculas y en tipografía Times New Roman en 14 puntos. Las diferentes variantes de las TDL (*Go-No go* y *Yes-No*) fueron contrabalanceadas en dos grupos de forma aleatoria, por lo que se crearon dos listas de estímulos, con el fin de controlar el efecto de orden de presentación. En la variante *Go-No go* se instruyó a los participantes en presionar la tecla verde (M) si el estímulo era una palabra existente en español, y abstenerse de responder si el estímulo no era una palabra. Para la variante *Yes-No*, los participantes recibieron instrucciones de presionar la tecla verde (M) si el estímulo era una palabra existente en español, y presionar la tecla roja (Z) de lo contrario. Durante todo el experimento, los participantes recibieron instrucciones de responder lo más rápido posible, manteniendo un nivel razonable de precisión. Cada sesión duró aproximadamente 15 minutos.

Segundo Estudio: Efecto de frecuencia y Contexto online para rostros

En ambos experimentos, se desarrolló una tarea de categorización simple, donde cada estímulo fue precedido por un punto de fijación (con un tiempo máximo de 500 ms) y un estímulo dividido según la naturaleza de interés, cara o palabra escrita (con un tiempo de presentación de 500 ms). Los participantes debían reconocer si el conjunto de estímulos (caras o nombres) pertenecían a una celebridad. Por tanto, los participantes recibieron instrucciones de presionar la tecla verde (M) si el estímulo pertenecía, según sus conocimientos, a una persona famosa, y presionar la tecla roja (Z) de lo contrario. Los estímulos fueron divididos según su naturaleza (cara o nombre) en dos bloques que fueron contrabalanceados de forma aleatoria, por lo que se crearon dos listas de estímulos, a los efectos de controlar el efecto de orden de presentación. Así mismo, el orden de estímulos de cada bloque fue presentado de forma aleatoria. El primer experimento fue desarrollado de forma longitudinal con dos medidas Pre-Post. Entre la medida Pre (llevada a cabo en el mes de diciembre 2018) y la medida Post (llevada a cabo en el siguiente mes de mayo 2019) se contabilizó una distancia de seis meses. En el segundo experimento, se replicó la tarea anterior en un solo momento. Cada sesión duró aproximadamente 18 minutos.

Tercer Estudio: Análisis de redes en el reconocimiento de caras y nombres

En el primer experimento, se eligió una tarea de presentación simple similar al estudio anterior, donde cada estímulo fue precedido por un punto de fijación (con un tiempo máximo de 500 ms) y el estímulo diana (cara o palabra) con un tiempo de presentación de 500 ms). El tiempo máximo permitido para realizar una respuesta fue de 2500 ms. Además, se instruyó a los participantes para que respondieran lo antes posible, mientras trataban de no cometer errores. En este experimento, se controló el sexo de los participantes, siendo el 50% hombres y el 50% mujeres. En este caso, los estímulos no fueron contrabalanceados, sino presentados de forma conjunta y aleatoria. Por tanto, se instruyó a los participantes en contestar a cualquiera de las dos naturalezas, caras o palabras escritas. Cada sesión duró aproximadamente 10 minutos.

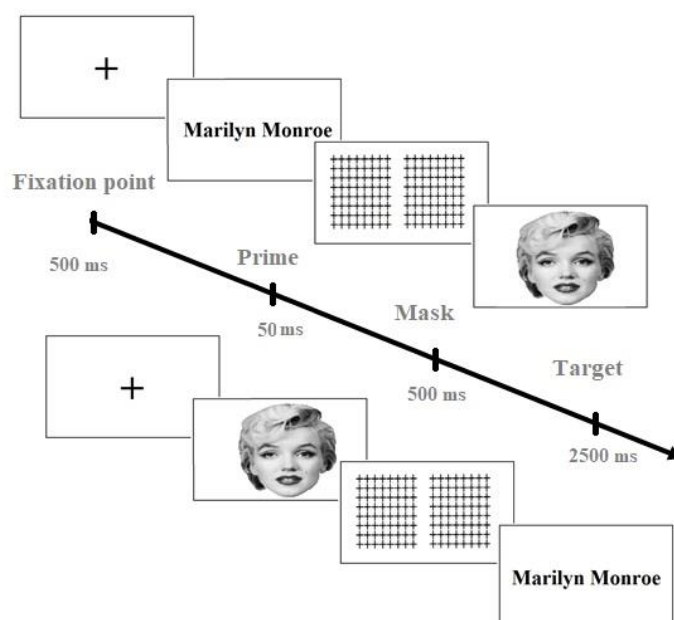


Figura 7. Ejemplos de las condiciones relacionadas en la tarea de *Priming* enmascarado, empleada para los experimentos del tercer y cuarto estudio. En la parte superior, un ejemplo de bloque para el *Prime* (nombre de la Celebridad) -*Target* (cara de la celebridad), y en la parte inferior un ejemplo para el bloque de *Prime* (cara de la celebridad) -*Target* (nombre de la Celebridad). Los bloques fueron contrabalanceados en todos los grupos. Imagen adaptada (Moret-Tatay, Baixauli-Fortea, Grau Sevilla & Irigaray, 2020).

Dado que en el experimento anterior se emplearon ambas naturalezas de estímulos en la misma tarea, esto se consideró un sesgo potencial para el segundo experimento. Por tanto, con objeto de evitar posibles efectos de repetición, se volvió a contrabalancear las naturalezas de estímulos en bloques, como en estudios previos. Además, en este caso, se empleó una tarea de *priming* enmascarado. De esta forma, tras la presentación del punto

fijación (+) durante 50 ms, se presentó brevemente un estímulo *prime* (50 ms) y una máscara (500 ms) precedió el estímulo anterior. Finalmente, se presentó el estímulo *Target* o diana, con un tiempo máximo de 500 ms. La figura 7 muestra un esquema de este SOA (*Stimulus onset asynchrony*). Cada sesión duró aproximadamente 20 minutos.

Podemos describir las condiciones empleadas de la siguiente manera: i) Condición de identidad, donde el *Prime* era el mismo estímulo que el *Target*, ii) Condición relacionada, donde el *Prime* era un nombre relacionado con el *Target* ambos de la misma celebridad, pero con naturalezas diferentes (por tanto, puede darse de dos formas Cara/Nombre o Nombre/Cara) iii) Condición no relacionada, donde el *Prime* fue un nombre no relacionado con el *Target*, y con naturalezas diferentes (nuevamente, puede darse de dos formas Cara/Nombre o Nombre/Cara).

Cuarto Estudio: Componentes de procesamiento en el paradigma priming

Este experimento fue una réplica directa del experimento anterior. No obstante, su objetivo y, por tanto, tratamiento estadístico, fue diferentes, tal y como se describe en la próxima sección. Cada sesión duró aproximadamente 20 minutos.

Quinto Estudio: Componentes de procesamiento según posición

El experimento consistió en dos fases, una primera denominada “presentación” con 24 fotografías que aparecían al azar con tres categorías de valencia emocional (positiva, neutra y negativa). Pasados 5 minutos, se les pasaba a los participantes la segunda fase denominada “reconocimiento”, donde aparecían las fotos anteriores más otras 24 (48 en total). En esta fase, los participantes tenían que pulsar la tecla verde (M) si reconocían la imagen del bloque anterior, y pulsar la letra “Z” o roja, si consideraban la imagen novedosa. Cada sesión duró aproximadamente 15 minutos.



Figura 8. Ejemplos de posición empleados en quinto estudio perteneciente a la batería KDEF (la cual posee una serie de derechos que limitan su reproducción), adaptado de la literatura previa (Mandal et al., 2017).

5.4. Diseño y análisis de datos

En todos los experimentos se empleó un *triming o cut-off* de los tiempos de reacción por debajo de 250 ms y por encima de 1500 ms (procurando excluir siempre un número menor del 5% de las respuestas), excepto en el estudio número cinco donde se compararon los datos brutos y recortados. Además, los tiempos de reacción correspondientes a respuestas incorrectas se excluyeron del análisis. Cada experimento fue precedido por ensayos de práctica (con características similares al experimento). Por tanto, se realizó un análisis clásico de varianza (ANOVA), así como un enfoque no paramétrico, sobre los tiempos de reacción de las respuestas correctas y la precisión o tasa de acierto de los participantes. Los análisis fueron realizados con los paquetes estadísticos SPSS v.23 (IBM), JASP (Versión 0.11.1) y scripts creados de forma específica en Python (ExGutills) con apoyo de Gnuplot 4.6. A continuación, se describen aspectos de relevancia para cada estudio.

Para el primer estudio, se emplearon los coeficientes de correlación de Pearson y los análisis de regresión. Estos análisis se realizaron utilizando un diseño de medidas repetidas donde debe destacarse la base de datos de frecuencia (búsquedas de *Lexesp vs Google*) x frecuencia (alta vs baja). El análisis del segundo estudio fue similar al anterior, incluyendo además la inferencia bayesiana, basada en la anotación del factor Bayes (BF_{10}). Este procedimiento aportaría mayor evidencia para afirmar una H_1 sobre H_0 . El diseño fue de medidas repetidas, incluyendo un abordaje longitudinal (Pre versus Post) en el primer experimento del estudio. En el tercer estudio, con el propósito de examinar la magnitud y el grado de asociación entre variables, se llevó a cabo un enfoque de análisis de red. En el procedimiento de estimación, se utilizó el método EBICglasso, ya que minimiza la detección de falsos positivos, véase además el método LASSO (Tibshirani, 1996). Parece importante recordar que el análisis de red es un método exploratorio basado en la teoría de grafos, donde las variables están representadas por nodos (o círculos) y las relaciones entre las variables como bordes (o líneas). La intensidad de los bordes del gráfico representa la magnitud de estas asociaciones, mientras que su color (rojo o azul) representa la dirección (negativa o positiva, respectivamente) de estas asociaciones.

Para simplificar la interpretación de la red, se utilizaron tres medidas de centralidad. La primera medida se denomina *Betweenness*, y representa las rutas más cortas que pasan a través del nodo de interés. La segunda medida se denomina *Closeness*, y se emplea como

un indicador de la suma inversa de todas las rutas más cortas desde el nodo de interés a todos los demás nodos. Finalmente, la última medida de centralidad se denomina *Degree* y hace referencia a la suma de los pesos absolutos del nodo de interés. Dados los posibles problemas de potencia estadística para este análisis particular, se empleó la técnica del *Bootstrap*.

El efecto de *Priming* enmascarado se calculó en función de las condiciones no relacionadas pertenecientes sustrayendo los tiempos de reacción de condiciones de identidad o en su defecto, de condiciones relacionadas. El procedimiento fue similar al de la literatura previa (Gil-López et al., 2011; Qiao et al., 2010). De esta forma, la figura 9 ilustra dicho cálculo.

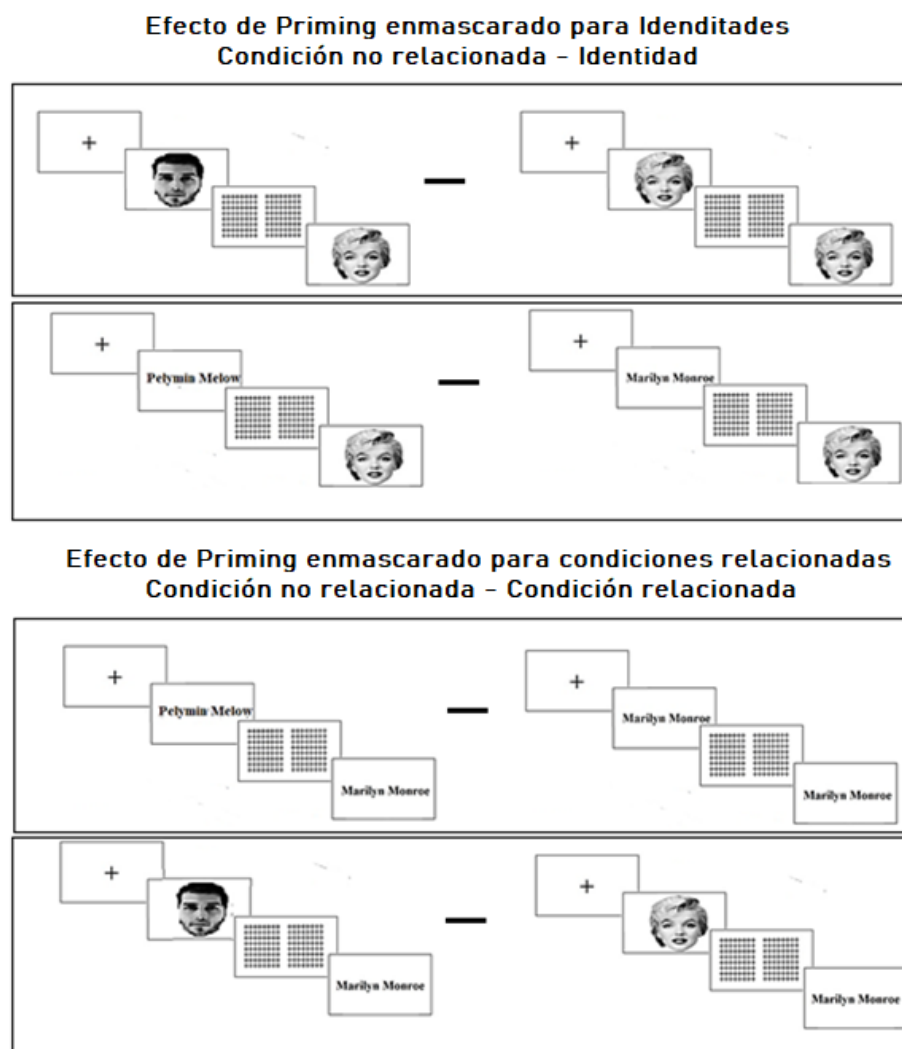


Figura 9. Ejemplos de las condiciones relacionadas en la tarea de *Priming* enmascarado. En la parte superior se ofrece un ejemplo para el cálculo del efecto de *Priming* de los estímulos faciales y en la inferior para los nombres escritos. Adaptado de (Moret-Tatay et al., 2020).

En el cuarto estudio se empleó el ajuste de los tiempos de reacción a una distribución ex-Gaussiana. Esta nos permite examinar los componentes de procesamiento, y de forma particular, el parámetro τ . Este ajuste se ha convertido en una de las opciones para trabajar sesgos positivos en las distribuciones en ciencias del comportamiento sin tener que recurrir a técnicas de recorte de datos, como el *triming o cut-offs* (Hwang Gu et al., 2013; Luce, 1986; Moret-Tatay et al., 2017). El ajuste proporciona tres parámetros: μ (la media del componente normal), σ (la desviación estándar del componente normal) y τ (la desviación media y estándar de la exponencial componente). Su interpretación es muy polémica, como se ha comentado anteriormente, ya que, como se trata de una convolución, existe una dependencia entre parámetros del componente normal y exponencial. Por ejemplo, la media de la distribución ex-Gaussiana sería calculada a través de la suma de $\mu + \tau$. No obstante, el parámetro τ ha suscitado el interés de la literatura (Fitousi, 2020a, 2020b; Leth-Steensen et al., 2000). Matemáticamente, la función de densidad de probabilidad ex-Gaussiana se expresa como:

$$f(x) = \frac{1}{2\tau} e^{\frac{1}{2\tau}(2\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - 2x)} \operatorname{erfc} \left(\frac{\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - x}{\sqrt{2\sigma}} \right)$$

En esta expresión, la función exponencial se multiplica por el valor de la densidad acumulativa de la función de Gauss erfc (también puede simbolizarse con Φ). Para la parametrización se empleó el script estadístico ExGutils (Moret-Tatay, Gamermann, Navarro-Pardo, et al., 2018), desarrollado para el propósito de esta tesis doctoral, y descrito en la próxima sección y anexos.

En el quinto estudio, con objeto de conocer los perfiles de respuesta en el descarte de nueva información, se realizó un análisis de clúster, que, como técnica multivariante busca agrupar elementos (o variables) para lograr la máxima homogeneidad en cada grupo, así como las mayores diferencias entre ellos. Los datos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS IBM para Windows versión 23.0 (SPSS, Armonk, 2013). El análisis de conglomerados se realizó bajo la prueba de probabilidad de registro sobre la base del criterio de inferencia bayesiano (BIC) de Schwarz. El análisis de conglomerados bietápico propuesto fue replicado con un clúster jerárquico.

5.5. Desarrollo de scripts

Para el desarrollo de los diferentes objetivos de esta tesis doctoral, se desarrollaron dos *scripts* (véase anexo C y D para más información). Python es un lenguaje de programación de alto nivel. Python y R son sin duda dos de los lenguajes más extendidos, ya que ambos son opciones prácticas para construir modelos de datos con mucho apoyo de comunidades científicas.

El primer *script* se empleó para recabar las frecuencias de las búsquedas online en el motor Google, el cual, ofrece una serie de API para que los desarrolladores programen sitios web que interactúan con las herramientas de Google. Para los diferentes lenguajes de programación, Google dispone de bibliotecas que interactúan con estas API. En la secuencia de comandos de Python desarrollada se ha usado la *API Client Library* para interactuar con el Motor de búsqueda personalizado de Google (CSE).

Así como el uso de Python puede ser bastante común para el caso anterior, la literatura parece ser más bien escasa en términos de cálculos con la función ex-Gaussiana en Python. Por ello, se desarrolló este segundo script, el cual se ha denominado ExGUtils (*ex-Gaussian Utilities*) y comprende funciones para diferentes análisis numéricos, muchos de ellos específicos para la densidad de probabilidad ex-Gaussiana. Este puede emplearse tanto para métodos de mínimos cuadrados como máxima verosimilitud.

6. Resultados

A continuación, se presentan los resultados sobre componentes de procesamiento de los diferentes experimentos, en relación con los cinco estudios de referencia.

Primer Estudio: Frecuencias de búsqueda online como predictores del TR

Este estudio tuvo como objeto estudiar la predicción de las frecuencias de búsqueda online como predictores de los tiempos de reacción en comparación con las bases tradicionales o Corpus, *LexEsp* en este caso. Una muestra de 60 participantes universitarios españoles realizó las principales variantes de las TDL (*Go-No go* y *Yes-No*), manipulando la frecuencia de los estímulos en palabras clasificadas como alta o baja en la referencia del corpus lingüístico. La Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos para los TR, tales como promedio (ms), tasas de error y desviación estándar para cada grupo. Como se esperaba, los tiempos de reacción fueron más cortos para las palabras de alta frecuencia en comparación con las de baja frecuencia para ambas variantes de LDT. Además, esta diferencia fue similar para ambas bases de datos de frecuencia.

Tabla 1. Promedio de los tiempos de reacción (TR, en ms), tasas de error y desviación estándar (DS) para cada grupo de frecuencia y variante LDT (*Go-No go* y *Yes-No*).

Frecuencia		<i>Go-No go</i>		<i>Yes-No</i>		
		<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Pseudopalabras</i>
Lexesp	TR	635,92	601,94	593,50	530,76	697,88
	DS	42,618	55,489	28,432	22,434	38,88
	Error	4%	4%	1%	1%	3%
Google	TR	628,06	592,34	601,36	540,36	
	DS	44,72	59,77	34,30	34,80	
	Error	4%	4%	1%	1%	

El ANOVA en los TR para la variante *Yes-No* mostró que las diferencias según el origen de las frecuencias no alcanzaron la significación estadística: $F_{(1,59)} < 1$. Como era de esperar, el efecto de frecuencia de palabras alcanzó la significación estadística: $F_{(1,59)} = 31,04$; $MCE = 2308,30$; $\eta^2 = 0,345$; $p < 0,001$. Además, se encontró una interacción

estadísticamente significativa para las bases de frecuencia * efecto de frecuencia de palabra: $F_{(1,59)} = 8,75$; $MCE = 423,08$; $\eta^2 = 0,129$; $p < 0,005$. Por otro lado, las diferencias en la tasa de error no alcanzaron la significación estadística para las bases de frecuencias, siendo todas $F < 1$. El ANOVA en los TR para la variante *Go-No go* mostró un patrón similar al análisis anterior. Las diferencias en las bases de datos de frecuencia no alcanzaron la significación estadística: $F_{(1,59)} < 1$, y las diferencias de frecuencia de palabras fueron estadísticamente significativas: $F_{(1,59)} = 63,86$; $MCE = 3563,19$; $\eta^2 = 0,52$; $p < 0,001$. También se encontró una interacción para la base de frecuencias * efecto de frecuencia de palabras: $F_{(1,59)} = 16,56$; $MCE = 333,87$; $\eta^2 = 0,219$; $p < 0,001$. Finalmente, las diferencias en la tasa de error no alcanzaron la significación estadística para la base de frecuencias, siendo todas $F < 1$.

La Tabla 2 muestra los coeficientes de correlación de Pearson para cada base de frecuencia con respecto a las dos variantes de las TDL (véase también la figura 10).

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson para cada frecuencia con respecto a las dos variantes de las tareas de decisión léxica.

	<i>Yes-No</i>			<i>Go-No go</i>		
	TR	<i>LexEsp</i>	<i>Google</i>	TR	<i>LexEsp</i>	<i>Google</i>
TR	1	-,239**	-,231*	1	-,416**	-,318**
<i>LexEsp</i>		1	,537**		1	,537**
<i>Google</i>			1			1

Nota. **<0,001; *<0,005

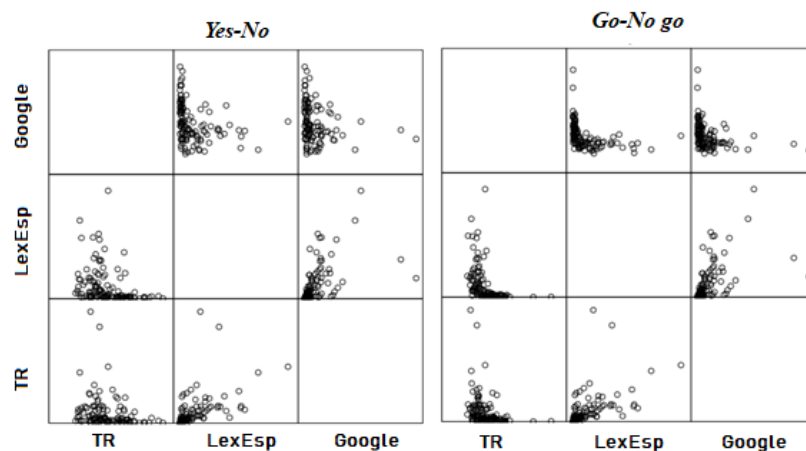


Figura 10. Diagrama de dispersión para TR bases de datos de frecuencia de *LexEsp*, *Google* y variantes de la TDL.

La Tabla 3 muestra el análisis de regresión para predecir los tiempos de decisión léxica de acuerdo con las frecuencias clásicas y las frecuencias de *Google* en las dos variantes de las TDL. El análisis fue desarrollado a través de una regresión no lineal, bajo una transformación logarítmica entre la frecuencia y los tiempos de decisión léxica, tal y como se ha realizado en la literatura previa (Balota et al., 2004; Smith & Levy, 2013). Además, la medida de vecindad ortográfica (N) también se consideró como variable de control en el análisis (Yarkoni et al., 2008). Así mismo, no se incluyó el número de letras tal y como se ha realizado en la literatura previa (ya que todos los estímulos eran de 5 letras), ni el número de sílabas (todos los estímulos presentaron dos sílabas, excepto un 8% de los mismos que contenían tres sílabas).

Tabla 3. Análisis de regresión no lineal para la base de datos de frecuencias con respecto a los tiempos de reacción en diferentes variantes de LDT.

	<i>Yes-No</i>			<i>Go-No go</i>		
	B±ES	β	R^2	B±ES	β	R^2
<i>LexEsp</i>	-13,29±2,15	-0,49	0,24*	-23,94±2,41	-0,67	0,45*
<i>Google</i>	-11,51±2,45	-0,39	0,15*	21,28±2,93	-0,55	0,30*
N	2,79±3,8	0,16	0,00	2,93±5,05	0,13	0,00

Nota. B = Coeficiente de Regresión; ES = Error estándar; β = Coeficiente de regresión estandarizado; R^2 = Coeficiente de determinación; * = $p \leq 0,001$

En el presente trabajo nos hemos centrado en el motor de búsqueda de *Google*; sin embargo, la popularidad del motor de búsqueda puede variar según el país. La comparación entre motores de búsqueda está más allá del alcance de este estudio. El motor de búsqueda de *Google* fue seleccionado debido a su popularidad en España, siendo un objetivo instrumental para el segundo estudio. En este sentido, y dado que las frecuencias online en *Google* predijeron de forma similar los TR, procedimos al segundo estudio, donde se examinó este efecto, juntamente con una aproximación al efecto de contexto, en la predicción de rostros.

Segundo Estudio: Efecto de frecuencia y Contexto online para rostros

En este estudio se realizaron dos experimentos sobre las predicciones a través de *Google* del punto anterior en caras y palabras escritas, en diferentes momentos (experimento 1) y en participantes de diferente origen (experimento 2). Como se ha comentado, se incluyeron las frecuencias de noticias como una aproximación al efecto de contexto. El primer experimento fue de carácter longitudinal, evaluando 16 estudiantes universitarios en dos momentos, Pre y Post. Los resultados muestran que el reconocimiento facial fue más rápido que el reconocimiento de nombres tanto para el primer como para el segundo experimento, como se muestra en la tabla 4. Las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks se emplearon para examinar si las variables se distribuían normalmente.

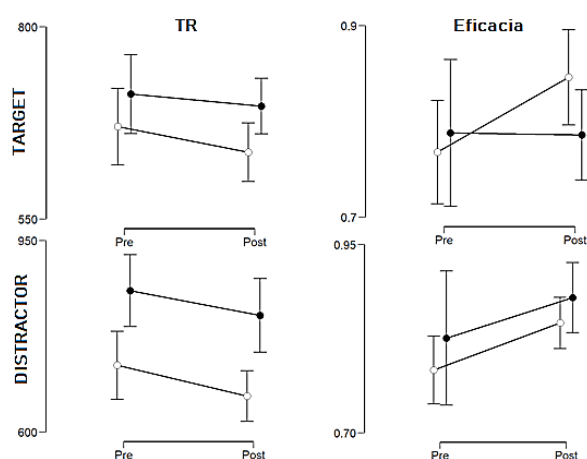


Figura 11. Diferencias en los momentos Pre versus Post momentos para los estímulos objetivo de rostros (blanco) y nombres (negro). A la izquierda, diferencias en latencias. A la derecha, diferencias en precisión. Arriba estímulos *Target*, abajo Distractores.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para los dos experimentos desarrollados en el estudio dos, a través de momentos y países de procedencia. Media, Desviación estándar (DE) y Eficacia (%).

		Caras			Nombres			
		Grupo	Media	DE	Eficacia	Media	DE	Eficacia
Exp. I	Target	Pre	670,23	86,49	76	712,53	108,57	78
		Post	636,95	77,08	84	696,93	77,62	78
	Distractor	Pre	721,95	117,88	78	858,33	129,55	82
		Post	665,92	88,21	84	813,32	106,52	88
Exp. II	Target	España	634,68	88,22	80	712,96	100,68	77
		EEUU	668,59	96,43	74	681,92	91,53	79
		Total	651,64	93,40	77	697,44	96,87	78
	Distractor	España	701,74	112,81	79	843,59	137,89	81
		EEUU	696,42	111,18	81	778,55	132,25	89
		Total	699,08	111,32	80	811,07	138,17	85

No se encontró significación estadística, $p > 0,05$ ni para el Experimento I y II. Debido a que el tamaño muestral del primer experimento puede considerarse pequeño, se eligió un enfoque no paramétrico. De esta manera, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los momentos Pre y Post para ambas latencias (ver figura 11). Sin embargo, las diferencias de precisión alcanzaron la diferencia estadística a través de la prueba de Wilcoxon para rostros en la condición *Target* ($z = 2,44$; $p < 0,05$) y nombres ($z = 3,51$; $p < 0,01$), así como para la Distractora ($z = 2,82$; $p < 0,01$).

Respecto a la naturaleza de los estímulos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las caras y los nombres en el momento Pre, pero sí en el momento Post a través de la prueba de Wilcoxon ($z = 2,58$; $p < 0,05$). Los TR en estímulos distractores mostraron diferencias estadísticamente significativas para caras y nombres tanto en el Pre ($z = 2,48$; $p < 0,05$) como en el Post momento ($z = 2,94$; $p < 0,01$).

En Experimento II, se realizó un ANOVA con un diseño 2 (cara versus nombre) x 2 (*Target* versus distractores) x 2 (España versus EEUU) en los TR. Las diferencias entre el reconocimiento de caras y nombres fueron estadísticamente significativas: $F_{(1,78)} = 34,97$; $MCE = 14237,18$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,31$.

Las diferencias entre los estímulos *Target* y distractores también alcanzan el nivel estadístico, con tiempos menores para el primero de ellos: $F_{(1,78)} = 73,85$; $MCE = 7025,31$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,49$. Se encontró una interacción para las condiciones experimentales * grupo: $F_{(1,78)} = 3,81$; $MCE = 77716,30$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,06$. Con respecto a la precisión o eficacia, el reconocimiento de los nombres fue más preciso que el reconocimiento facial, y esta diferencia fue estadísticamente significativa. Sin embargo, la proporción de varianza explicada fue relativamente pequeña: $F_{(1,78)} = 7,334$; $MCE = 0,010$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,08$.

Tabla 5 Coeficiente de correlación de Pearson entre los TR y las diferentes frecuencias proporcionadas por los motores de búsqueda (frecuencias generales y de noticias).

	Noticias	Búsquedas	TR Caras	TR Nombres
Noticias	1	.372**	-.271*	-.446**
Búsquedas		1	.064	-.322*
TR Caras			1	.236
TR Nombres				1

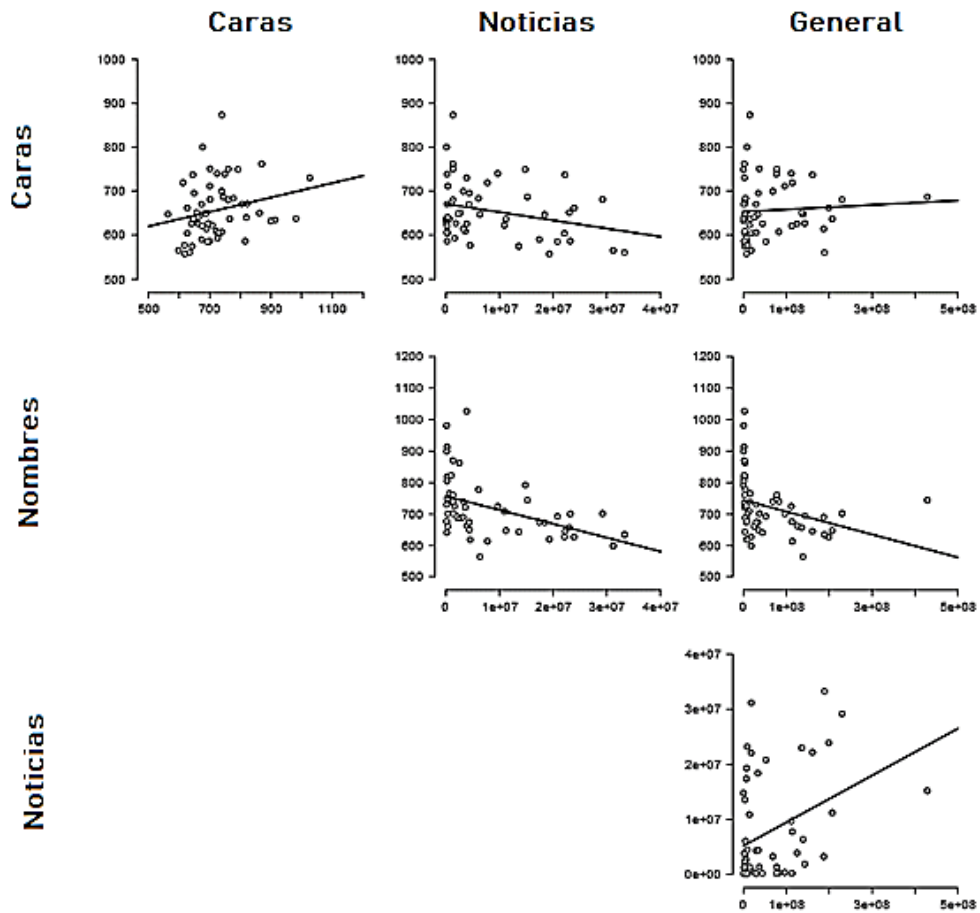


Figura 12. Diagrama de dispersión para búsquedas online generales y de noticias, según caras y nombres.

Las diferencias entre los estímulos *target* y distractores alcanzaron también el nivel estadístico, siendo los últimos reconocidos de forma más precisa, pero con una pequeña varianza explicada no muy marcada: $F_{(1,78)} = 7,07$; $MCE = 0,02$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,08$. Como se esperaba, se encontró una interacción para las condiciones experimentales * grupo: $F_{(1,78)} = 13,12$; $MCE = 0,13$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,14$. Por otra parte, se examinó la relación entre latencias de respuesta y frecuencias basadas en búsquedas de *Google* generales y noticias, véase figura 12 y tabla 5.

Así mismo, la Tabla 6 muestra el análisis de regresión para predecir los tiempos de reconocimiento, bajo una transformación logarítmica como se examinó en la literatura previa (Balota et al., 2004; Moret-Tatay, Gamermann, Murphy, et al., 2018; Smith & Levy, 2013), de acuerdo con las frecuencias de Google en búsquedas y noticias. Se encontraron predicciones más fuertes para las frecuencias de noticias online.

Tabla 6 Análisis de regresión no lineal para la base de datos de frecuencias con respecto a los tiempos de reacción en caras y nombres de celebridades.

	Caras			Nombres		
	β	p	R^2	β	p	R^2
General	0,09	0,50	0,08	-0,33	0,014	0,10
Noticias	-0,37	0,03	0,13	-0,46	<0,01	0,20

Nota. B = Coeficiente de Regresión; β = Coeficiente de regresión estandarizado; R^2 = Coeficiente de determinación; * = $p \leq 0,001$

Por otro lado, se llevó a cabo una segunda estrategia basada en un enfoque bayesiano. Los sectores en la Figura 13 representan la fuerza de la evidencia que proporciona el factor Bayes. Estas relaciones se transforman a una magnitud entre 0 a 1, dentro de la proporción de un área circular.

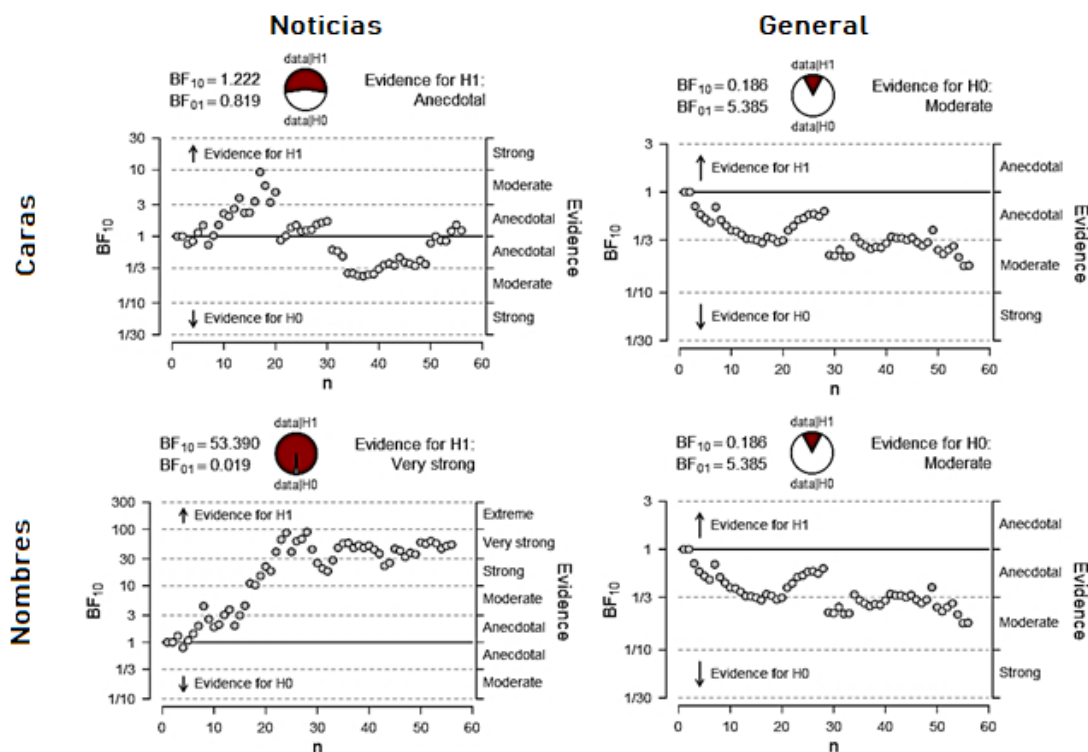


Figura 13. Fuerza de la evidencia que proporciona el factor Bayes en las frecuencias generales y de noticias para el reconocimiento de caras y nombres.

Las frecuencias de noticias fueron las que mostraron una evidencia mayor, y esta a su vez, fue más marcada para el reconocimiento de nombres que de caras.

Tercer Estudio: Análisis de redes en el reconocimiento de caras y nombres

En este estudio se llevó a cabo dos experimentos, uno de tarea simple controlando el sexo de los participantes, y otro experimento de *priming* enmascarado en participantes de diferentes países (España y EEUU). La Tabla 7 muestra el análisis descriptivo para los tiempos de reacción y la precisión entre hombres y mujeres para el primer experimento. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks se empleó para examinar si las variables se distribuían normalmente. No se encontró significación estadística, $p > 0,05$. Por otro lado, la prueba de Levene indicó igualdad de varianzas (todas $p > 0,05$). En primer lugar, se examinaron las diferencias entre participantes hombres y mujeres, y no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de estímulos (caras versus nombres de palabras). Sin embargo, el ANOVA para los estímulos *Target* frente a los estímulos distractores se acercó al nivel de significación estadística ($F_{(1,19)} = 4,29$; $MCE = 2473,49$; $p = 0,05$).

Tabla 7. Análisis descriptivo: Media, DE (desviación estándar) y precisión para el Experimento I, a través de las condiciones y el sexo del participante.

Condición	Estímulo/Grupo	Media (ms)	DE	Media (ms)	DE	Eficacia	
Cara <i>Target</i>	Mujer	Hombre	852,12	81,86	816,65	111,32	72%
		Mujer	781,19	129,02			
	Hombre	Hombre	945,03	86,58	888,75	129,25	87%
		Mujer	832,48	144,01			
Nombre <i>Target</i>	Mujer	Hombre	821,62	104,24	799,81	94,31	89%
		Mujer	778,01	82,80			
	Hombre	Hombre	849,58	140,98	831,16	123,55	82%
		Mujer	812,75	107,68			
Cara Distractora	Mujer	Hombre	836,03	120,53	815,53	105,66	96%
		Mujer	795,03	90,04			
	Hombre	Hombre	824,81	125,30	807,36	100,87	97%
		Mujer	789,92	71,44			
Nombre Distractor	Mujer	Hombre	932,14	96,28	917,60	105,51	96%
		Mujer	903,05	117,32			
	Hombre	Hombre	895,69	78,80	902,64	93,22	97%
		Mujer	909,59	109,68			

Dado que los grupos de mujeres y hombres en este estudio deben considerarse pequeños, también se desarrolló un enfoque no paramétrico. Por esta razón, las latencias

también se abordaron a través de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, encontrando resultados similares. Es de destacar que las diferencias entre el reconocimiento facial a través del sexo se acercaron al nivel de significación estadística; $U = 27$, $n_1 = n_2 = 10$, $p = 0.08$). No se encontraron diferencias en términos de eficacia a través de ninguno de los dos abordajes, paramétrico o no paramétrico. En relación con el segundo experimento de este estudio, la Tabla 8 muestra el análisis descriptivo de los tiempos de reacción y la precisión. En este caso, el sexo de los participantes no se controló como en el experimento anterior. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se empleó para examinar si las variables se distribuían normalmente, $p > 0,05$. Este fue el mismo caso para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (a excepción de las condiciones de *Priming* enmascarado Target y Distractoras no relacionadas en caras, siendo $p = 0,37$ y $p = 0,22$ respectivamente). La prueba de Levene indicó igualdad de varianzas (todas $p > 0,05$). El ANOVA sobre los TR mostró que las condiciones de Identidad se procesaron de forma más rápida: $F_{(3,171)} = 32,70$; $MCE = 1740,34$; $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,36$.

Tabla 8. Media y DE (desviación estándar), y tasa de precisión o precisión en el segundo experimento del tercer estudio, en todas las condiciones.

	Condición	Media	DE	Eficacia
CARA TARGET	Identidad (Cara-Cara)	660,06	90,12	79%
	Relación (nombre-cara)	677,31	94,08	83%
	No relación (Cara-Cara)	701,33	80,10	82%
	No relación (Nombre-Cara)	706,38	96,78	77%
NOMBRE TARGET	Identidad (Nombre-Nombre)	703,31	100,29	78%
	Relación (Cara-Nombre)	708,51	100,52	85%
	No relación (Nombre-Nombre)	765,95	103,22	81%
	No relación (Cara-Nombre)	745,18	105,14	83%
CARA DISTRACTOR	Identidad (Cara-Cara)	712,32	106,39	78%
	Relación (Nombre-Cara)	737,76	110,65	79%
	No relación (Cara-Cara)	714,90	108,22	78%
	No relación (Nombre-Cara)	746,83	110,74	79%
NOMBRE DISTRACTOR	Identidad (Nombre-Nombre)	814,79	129,39	87%
	Relación (Cara-Nombre)	844,89	119,61	86%
	No relación (Nombre-Nombre)	851,22	126,70	87%
	No relación (Cara-Nombre)	804,77	129,62	88%

Los TR en caras *target* fueron más rápidos que los nombres: $F_{(1,57)} = 57,49$; $MCE = 225599,46$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,50$. Como era de esperar, los estímulos distractores se procesaron de forma más lenta, y esto, fue estadísticamente significativo: $F_{(1,57)} = 35,13$; $MCE = 36118,37$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,38$. Los estímulos distractores también mostraron latencias más breves para las caras que para los nombres: $F_{(1,57)} = 43,62$; $MCE = 28038,84$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,43$. Las

condiciones de identidad también se procesaron más rápido que otras condiciones:

$$F_{(3,171)} = 8,83; MCE = 1740,34; p < 0,001; \eta^2 = 0,13.$$

Tabla 9. Efectos del priming enmascarado para el segundo experimento del tercer estudio, entre países (España, Brasil y EEUU) y condiciones

Condición	País	Media	DE	Media	DE
Identidad Caras	Brasil	43,17	52,15	41,27	48,29
	España	38,11	50,64		
	EEUU	42,53	44,09		
Identidad Nombres	Brasil	61,27	52,83	62,64	51,27
	España	64,48	49,77		
	EEUU	62,18	53,76		
Relación Nombre-Cara	Brasil	10,95	65,31	29,07	62,35
	España	22,24	53,73		
	EEUU	54,03	62,22		
Relación Cara-Nombre	Brasil	55,58	40,64	36,67	53,48
	España	24,32	71,05		
	EEUU	30,11	39,99		

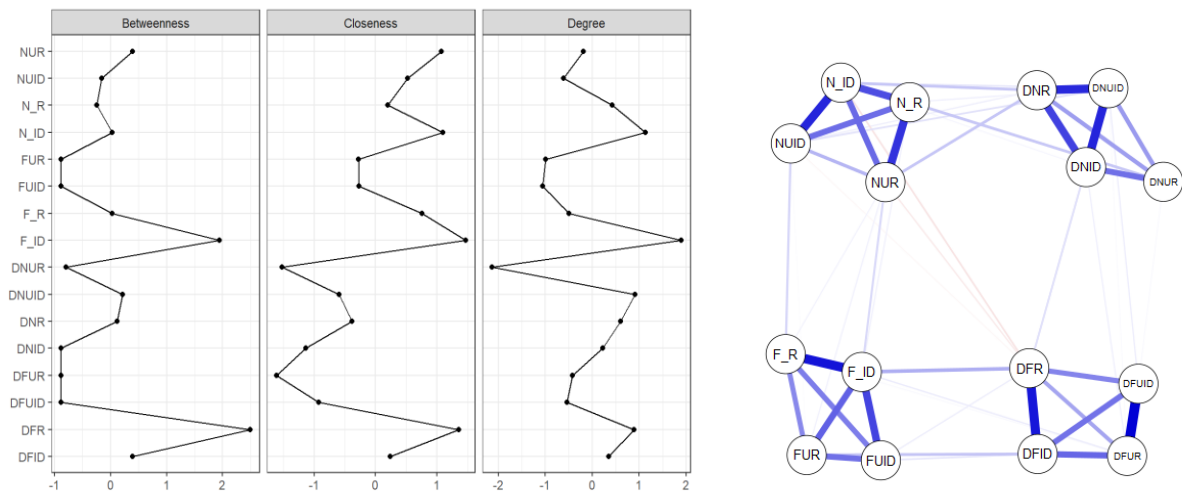


Figura 14. Indicadores de Betweenness, Closeness y Degree. Nodos de variables. *Target*: NUR = No relacionado Cara/Nombre; NUID = No relacionado Nombre/Nombre; N_R= Relacionado Nombre/Cara; N_ID = Identidad Nombre; FUR= No relacionado Nombre/Cara; FUID= No relacionado Cara/Cara; F_R = Relacionado Nombre/Cara; F_ID = Identidad Cara/Cara. Nodos de variables distractoras: DNUR = No relacionado Cara/Nombre; DNUID = No relacionado Nombre/Nombre; DN_R= Relacionado Nombre/Cara; DN_ID = Identidad Nombre; DFUR= No relacionado Nombre/Cara; DFUID= No relacionado Cara/Cara; DF_R = Relacionado Nombre/Cara; DF_ID = Identidad Cara/Cara.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la tasa de aciertos/errores. Así mismo, este segundo experimento reveló un marcado efecto de *priming* de identidad enmascarado tanto para las caras como para los nombres, siendo más marcado en el primer caso, tal y como se muestra en la tabla 9.

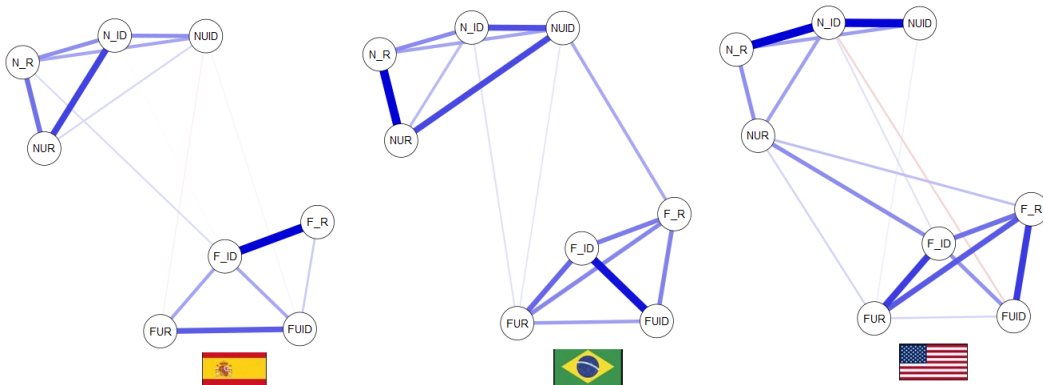


Figura 15. Red según país, los nodos de variables *Target*: NUR = No relacionado Cara/Nombre; NUID = No relacionado Nombre/Nombre; N_R= Relacionado Nombre/Cara; N_ID = Identidad Nombre; FUR= No relacionado Nombre/Cara; FUID= No relacionado Cara/Cara; F_R = Relacionado Nombre/Cara; F_ID = Identidad Cara/Cara.

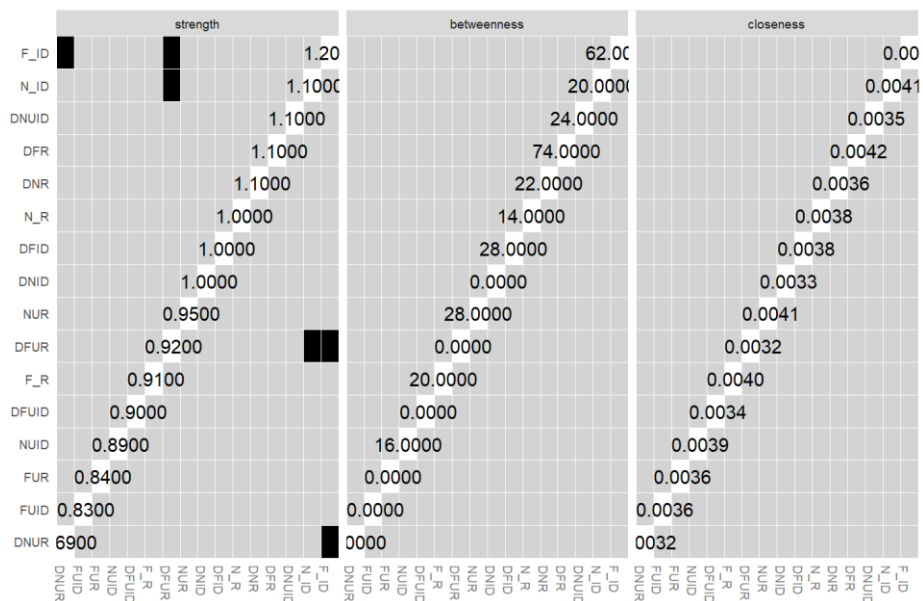


Figura 16. Los cuadros grises indican nodos o bordes que no difieren significativamente entre sí y los cuadros negros representan nodos o bordes que sí lo hacen. Los cuadros blancos en el diagrama de centralidad muestran el valor de la fuerza del nodo.

De este modo, se muestran islas de nodos o subcomunidades que justamente agrupan las variables objeto de estudio: caras *target*, nombres *target*, caras distractoras y nombres distractores. Además, esta estructura se replicó en cada grupo de países (figura 15). Es importante señalar dentro de este punto que algunos problemas metodológicos pueden comprometer la potencia estadística del análisis de la red con una herramienta inferencial. La razón de esto es bastante simple: incluso si la calidad de las medidas es tomada con sumo cuidado, uno de los principales puntos débiles del estudio actual es el tamaño de la muestra para este análisis. Por último, se realizó un análisis de red. La Figura 14 muestra los indicadores de calidad de la red, y representa dicho diagrama para todo el conjunto de datos. La literatura previa respalda el uso de este enfoque en muestras relativamente pequeñas, cuando se prioriza la calidad de los datos (Bernabé-Valero et al., 2019; Luo et al., 2017; Lusher et al., 2010).

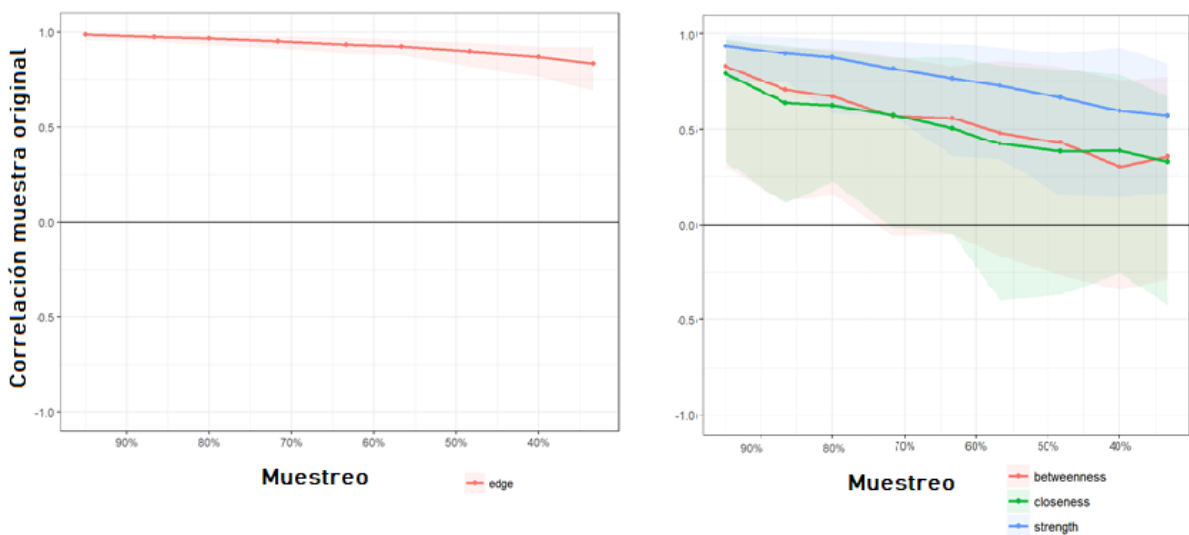


Figura 17. Promedio de correlaciones entre los índices de centralidad de las redes muestreadas mediante *bootstrapping* con la muestra original.

Para poder abordar este problema, proponemos el uso de la técnica *bootstrapping*. Este parece bastante apropiado para las preocupaciones clave del presente punto, al volver a muestrear una muestra original (Mooney et al., 1993). Por tanto, se empleó esta técnica con un tamaño de simulación $N=1000$.

Las Figuras 16 y 17 representan la relación entre los índices de centralidad de las redes muestreadas a través del *bootstrapping* con la muestra original.

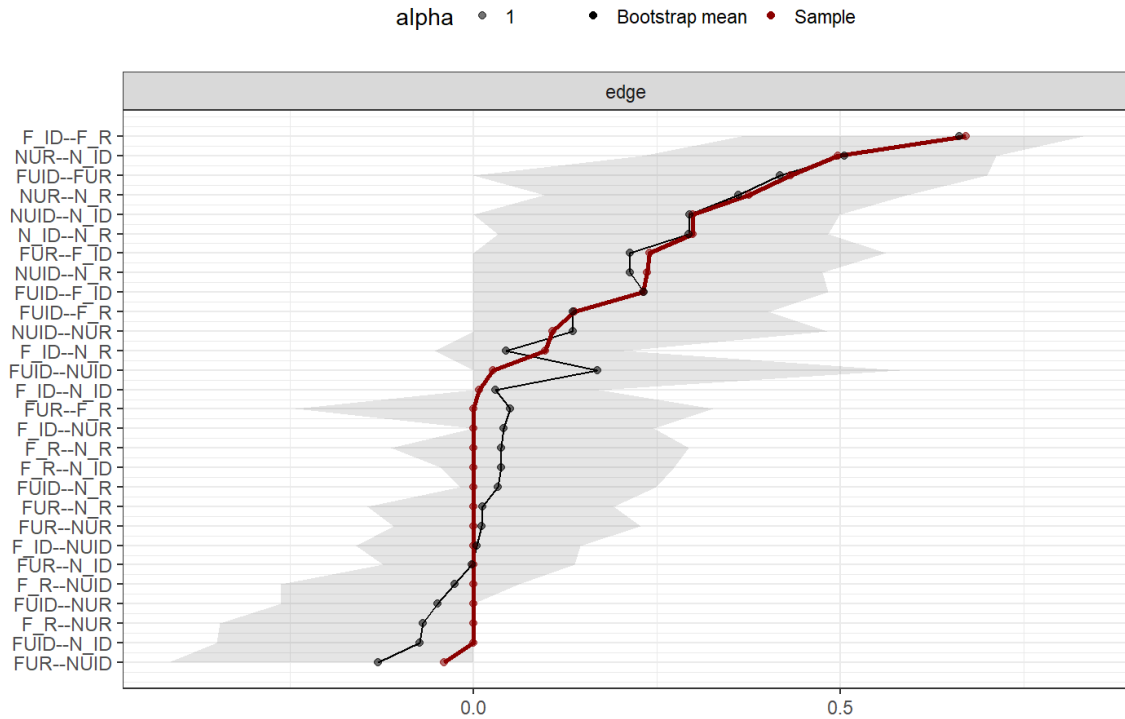


Figura 18. Estabilidad del subconjunto tras el *bootstrapping* para la submuestra brasileña. Target: NUR = No relacionado Cara/Nombre; NUID = No relacionado Nombre/Nombre; N_R= Relacionado Nombre/Cara; N_ID = Identidad Nombre; FUR= No relacionado Nombre/Cara; FUID= No relacionado Cara/Cara; F_R = Relacionado Nombre/Cara; F_ID = Identidad Cara/Cara. Nodos de variables distractoras: DNUR = No relacionado Cara/Nombre; DNUID = No relacionado Nombre/Nombre; DN_R= Relacionado Nombre/Cara; DN_ID = Identidad Nombre; DFUR= No relacionado Nombre/Cara; DFUID= No relacionado Cara/Cara; DF_R = Relacionado Nombre/Cara; DF_ID = Identidad Cara/Cara.

Las figuras 18, 19 y 20 muestran la representación de los intervalos de confianza por país. De esta forma, la línea roja indica los valores de la muestra, mientras que el área gris representa dichos intervalos de confianza. Este análisis fue realizado para cada una de las submuestras de estudiantes españoles, brasileños y norteamericanos. En todos los casos se encontraron resultados dentro del intervalo de confianza para la comparación de los datos originales y los calculados a través del *bootstrapping*.

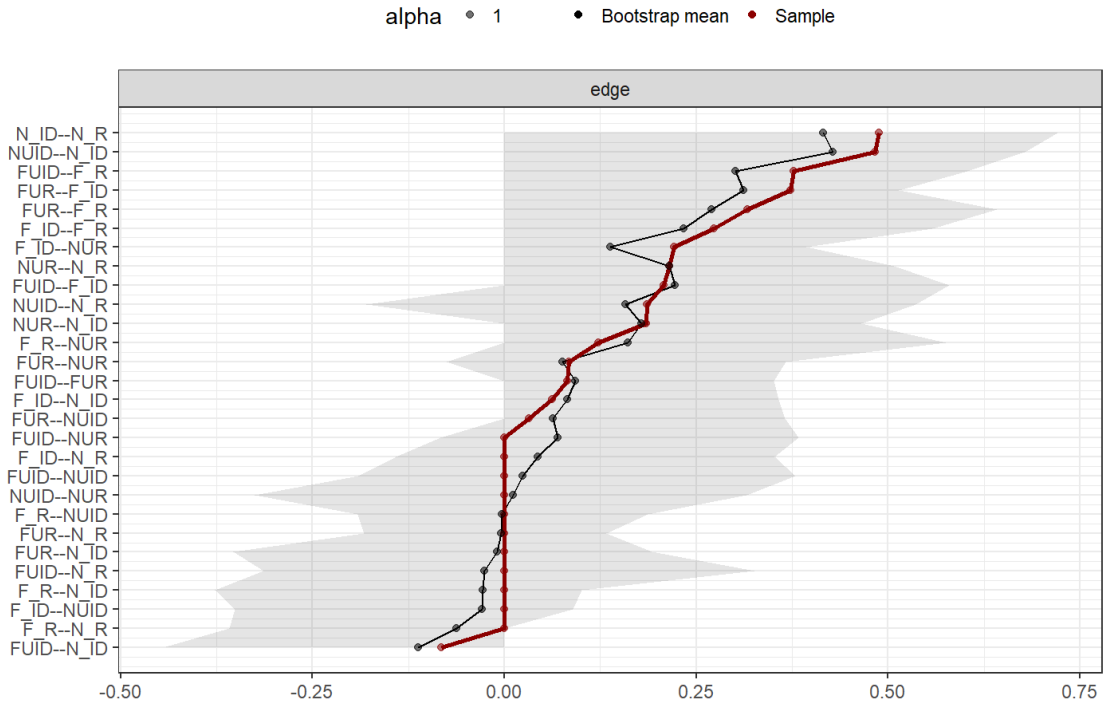


Figura 19. Estabilidad del subconjunto tras el *bootstrapping* para la submuestra española. Notación similar a la figura 18.

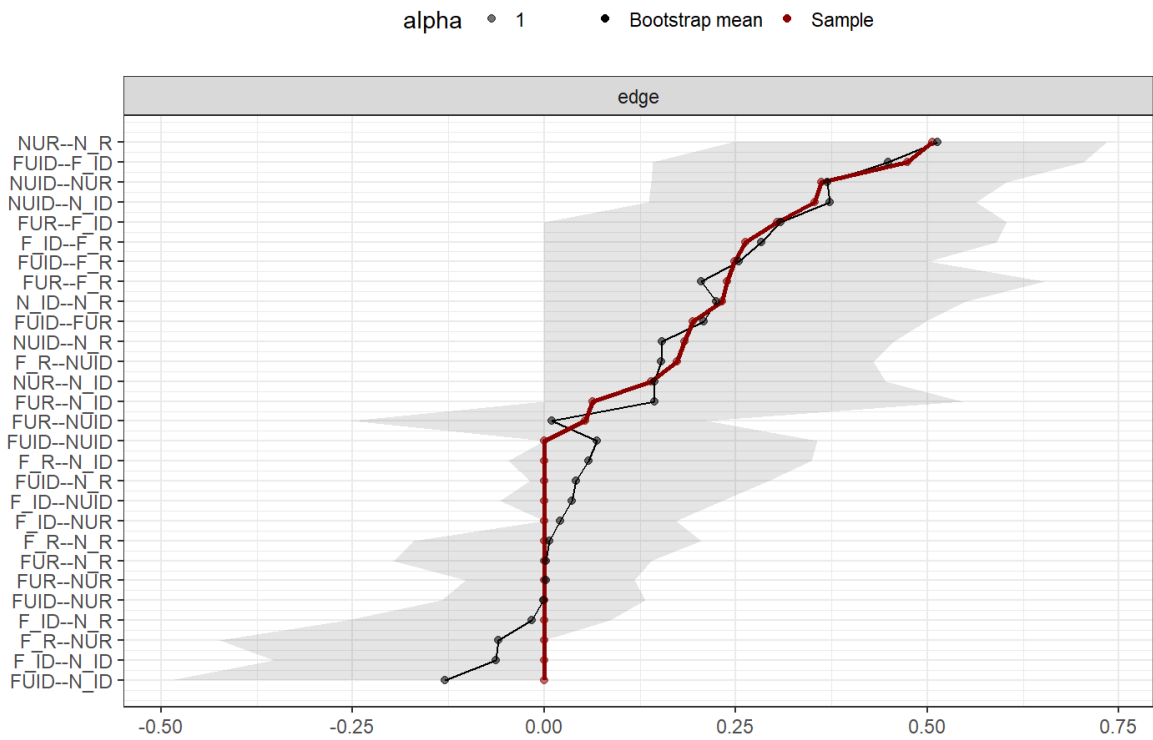


Figura 20. Estabilidad del subconjunto tras el *bootstrapping* para la submuestra norteamericana. Notación similar a la figura 18.

Cuarto Estudio: Componentes de procesamiento en el paradigma priming

El presente estudio, fue una réplica directa del anterior, con una muestra mayor y un abordaje estadístico diferente. En este caso participaron 50 estudiantes españoles y 50 norteamericanos. La tabla 10 muestra los estadísticos descriptivos para ambos subgrupos según la condición, tras el *triming* de los datos, tal y como se ha indicado en la sección del método. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se empleó para examinar si las variables se distribuían normalmente, $p > 0,05$. Este fue el mismo caso para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. La prueba de Levene indicó igualdad de varianzas (todas $p > 0,05$). El ANOVA sobre los TR *target* mostró que las caras se procesaron de forma más rápida que los nombres: $F_{(1,98)} = 20,57$; $MCE = 16026,26$; $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,17$. Así mismo, las condiciones de identidad fueron procesadas de forma más rápida que otras condiciones: $F_{(3,294)} = 84,46$; $MCE = 1522,93$; $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,46$. Además, se encontró una interacción para la naturaleza de estímulos (caras versus nombres) * grupo (España versus EEUU): $F_{(1,98)} = 9,38$; $MCE = 150375,30$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,09$. En relación a la eficacia, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a la condición asociada en el *priming* enmascarado: $F_{(3,294)} = 14,71$; $MCE = 0,03$; $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,13$. Este efecto interaccionó con la naturaleza del estímulos (caras versus nombres) * grupo (España versus EEUU): $F_{(3,294)} = 15,64$; $MCE = 0,04$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,14$.

Tabla 10. Media y DE (desviación estándar), y eficacia o precisión en el cuarto estudio.

	Condición	España			EEUU		
		Media	DE	Eficacia(%)	Media	DE	Eficacia(%)
CARA TARGET	Identidad (Cara-Cara)	635,58	83,55	81	674,41	99,49	71
	Relación (nombre-cara)	667,82	87,04	83	684,39	100,24	76
	No relación (Cara-Cara)	687,77	75,70	83	718,81	88,99	73
	No relación (Nombre-Cara)	690,32	90,75	78	724,35	103,24	69
NOMBRE TARGET	Identidad (Nombre-Nombre)	709,67	94,20	79	684,57	92,86	78
	Relación (Cara-Nombre)	720,21	95,08	80	701,20	104,40	77
	No relación (Nombre-Nombre)	766,11	89,28	80	745,38	98,59	78
	No relación (Cara-Nombre)	757,56	100,30	80	723,51	95,91	78
CARA DISTRACTOR	Identidad (Cara-Cara)	695,98	107,13	80	701,56	108,33	80
	Relación (Nombre-Cara)	717,18	98,38	87	721,03	119,67	87
	No relación (Cara-Cara)	707,78	101,29	86	696,05	117,64	83
	No relación (Nombre-Cara)	728,46	82,51	86	728,20	120,71	86
NOMBRE DISTRACTOR	Identidad (Nombre-Nombre)	843,19	124,39	86	776,17	133,57	90
	Relación (Cara-Nombre)	873,10	113,88	85	795,05	114,85	91
	No relación (Nombre-Nombre)	889,02	115,63	87	801,27	122,62	91
	No relación (Cara-Nombre)	835,33	121,09	86	772,43	128,18	88

Por otro lado, el ANOVA sobre los TR distractores mostró que las caras se procesaron de forma más rápida que los nombres: $F_{(1,98)} = 106,74$; $MCE = 23153,39$; p

$<0,001$ $\eta^2 = 0,52$. Así mismo, las condiciones de identidad fueron procesadas de forma más rápida que otras condiciones, pero con un efecto menor a los estímulos *target*: $F_{(3,294)} = 10,58$; $MCE = 19811,22$; $p <0,001$ $\eta^2 = 0,09$. Nuevamente, se encontró una interacción para la naturaleza de estímulos (caras versus nombres) * Condición: $F_{(1,98)} = 17,97$; $MCE = 38514,52$; $p <0,01$; $\eta^2 = 0,15$. Nótese que no se encontró interacción por grupo de país. Finalmente, y en relación a la eficacia, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a la condición asociada en el *priming* enmascarado: $F_{(3,294)} = 16,91$; $MCE = 0,03$; $p <0,001$ $\eta^2 = 0,14$. Además, los nombres fueron reconocidos de forma más eficiente que las caras: $F_{(1,98)} = 7,15$; $MCE = 0,04$; $p <0,01$; $\eta^2 = 0,06$.

En último lugar, se realizó un ajuste ex-Gaussiano, con objeto de examinar los componentes de procesamiento de los procesos bajo estudio. Para ello, se empleó el método de máxima verosimilitud. En las tablas 11 y 12 se muestran los parámetros de ajuste para el procesamiento de caras y nombres respectivamente, así como la bondad de ajuste. En este sentido, cuando los valores de p son pequeños, nos indicaría que la distribución ex-Gaussiana no es un modelo tan bueno para ajustarse a los resultados empíricos.

Tabla 11. Parámetros ex -Gaussianos para el reconocimiento de caras target y distractoras según país.

		M	S	λ	μ	σ	τ	p-val ₁	pval ₂
España <i>Target</i>	Identidad (Cara-Cara)	645,573	228,376	1,983	417,558	18,717	227,729	0,000	0,000
	Relación (nombre-cara)	676,029	229,204	1,989	446,410	17,368	228,811	0,000	0,000
	No relación (Cara-Cara)	697,920	225,710	1,862	498,616	77,036	199,305	1,000	0,015
	No relación (Nombre-Cara)	691,987	222,013	1,610	481,050	61,476	210,937	1,000	0,020
España Distract.	Identidad (Cara-Cara)	706,131	255,765	1,702	468,389	70,737	237,743	1,000	0,038
	Relación (nombre-cara)	728,188	242,001	1,718	502,109	58,635	226,078	1,000	0,012
	No relación (Cara-Cara)	716,470	255,164	1,610	483,739	84,495	232,731	1,000	0,003
	No relación (Nombre-Cara)	737,736	238,607	1,775	520,841	71,675	216,902	1,000	0,007
EEUU <i>Target</i>	Identidad (Cara-Cara)	671.153	222.761	1.658	456.035	56.707	215.118	1.000	0.810
	Relación (nombre-cara)	699.160	252.744	2.012	451.390	36.489	250.152	1.000	0.001
	No relación (Cara-Cara)	725.255	227.872	1.848	509.769	54.777	215.486	1.000	0.077
	No relación (Nombre-Cara)	728.799	246.941	1.485	482.415	44.269	246.384	1.000	0.536
EEUU Distract.	Identidad (Cara-Cara)	713.385	267.786	1.585	463.748	80.757	249.636	1.000	0.007
	Relación (nombre-cara)	723.926	252.982	1.750	498.379	84.624	225.551	1.000	0.003
	No relación (Cara-Cara)	701.195	259.202	1.676	469.983	87.874	231.212	1.000	0.000
	No relación (Nombre-Cara)	732.960	243.383	1.580	509.466	82.867	223.494	1.000	0.029

Tal y como se describe en las tablas, en primer lugar, encontraríamos los estadísticos de la convolución, así como λ que hace alusión a la asimetría. Por otra parte, encontraríamos los valores de cada parámetro de forma aislada. Usando los parámetros obtenidos en este ajuste, estimamos los puntos donde la distribución tiene más asimetría y

eliminamos las mediciones más allá de estos puntos. Con el conjunto de datos recortado, eliminado de valores atípicos, realizamos ajustes nuevamente, y, por tanto, evaluamos las probabilidades p_1 y p_2 . De esta forma, podemos evaluar la discrepancia entre los datos con y sin valores extremos. Estos ajustes fueron mejores para EEUU en comparación con España. Además, el parámetro τ fue menor para las condiciones no relacionadas. Las figuras 21 y 22 muestran de forma gráfica el ajuste para estímulos de identidad, relacionados y no relacionados. En primer lugar, cabe destacar que el ajuste de los datos a la convolución ex-Gaussiana fue mejor para los nombres de celebridades para las caras, y como era de esperar, la calidad del ajuste baja cuando se eliminan los valores extremos. Justamente, este es el procedimiento contrario a la técnica *triming* o recorte de datos, empleada comúnmente en la literatura y en el resto de los estudios de esta tesis doctoral.

Tabla 12. Parámetros ex -Gaussianos para el reconocimiento de nombres target y distractoras según país.

		M	S	λ	μ	σ	τ	p-val ₁	pval ₂
España Target	Identidad (Nombre-Nombre)	723.519	252.402	1.767	483.750	67.101	239.769	1.000	0.065
	Relación (Cara-Nombre)	733.432	245.070	1.599	498.169	63.076	235.263	1.000	0.276
	No relación (Nombre-Nombre)	776.026	242.951	1.594	565.336	96.592	210.692	1.000	0.000
	No relación (Cara-Nombre)	780.308	261.575	1.572	532.319	80.384	247.989	1.000	0.664
España Distract.	Identidad (Nombre-Nombre)	866.061	298.138	1.104	582.469	119.213	283.591	1.000	0.143
	Relación (Cara-Nombre)	903.430	286.977	1.205	615.447	93.195	287.983	1.000	0.206
	No relación (Nombre-Nombre)	924.255	300.368	1.029	614.448	95.484	309.806	1.000	0.058
	No relación (Cara-Nombre)	870.072	299.209	1.195	563.352	87.989	306.720	1.000	0.040
EEUU Target	Identidad (Nombre-Nombre)	700.252	257.882	1.939	468.302	60.721	231.950	1.000	0.004
	Relación (Cara-Nombre)	718.875	258.199	1.848	489.526	72.585	229.430	1.000	0.001
	No relación (Nombre-Nombre)	762.754	246.690	1.956	537.218	57.630	225.537	1.000	0.014
	No relación (Cara-Nombre)	745.483	268.940	1.922	506.513	67.866	238.971	1.000	0.001
EEUU Distract.	Identidad (Nombre-Nombre)	794.543	301.971	1.390	502.438	87.162	292.103	1.000	0.045
	Relación (Cara-Nombre)	823.688	287.051	1.549	555.944	88.326	267.745	1.000	0.023
	No relación (Nombre-Nombre)	822.753	285.689	1.410	547.361	86.825	275.380	1.000	0.023
	No relación (Cara-Nombre)	784.813	277.964	1.379	517.384	88.395	267.426	1.000	0.078

Por otra parte, recordemos que el parámetro τ fue de particular interés en este experimento, dada su posible relación con componentes de procesamiento en términos ejecutivos. Por ello, fue uno de los objetivos de este experimento. Puede observarse un patrón de crecimiento de los valores de parámetro de forma gradual que abarca desde la identidad a los estímulos no relacionados. Además, los valores del parámetro fueron ligeramente menores para las condiciones relacionadas con diferentes naturalezas, como por ejemplo Cara-Nombre o viceversa. No obstante, para poder afirmar dicho resultado, la distancia entre condiciones debería ser superior a la suma de sus incertidumbres, tal y como se realiza en los procedimientos con intervalos de confianza.

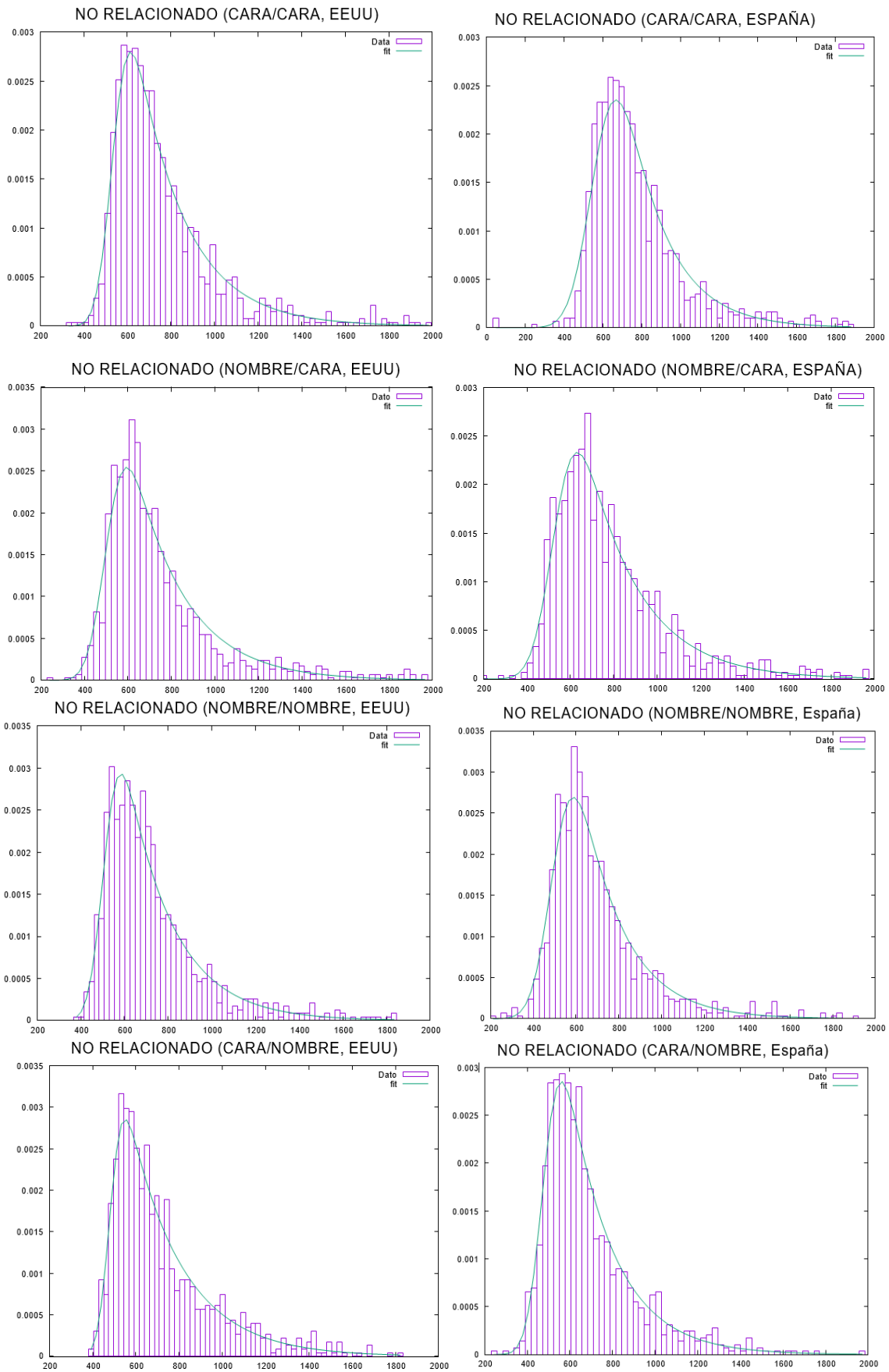


Figura 21. Representación de los ajustes para las condiciones de identidad y relacionadas, según país.

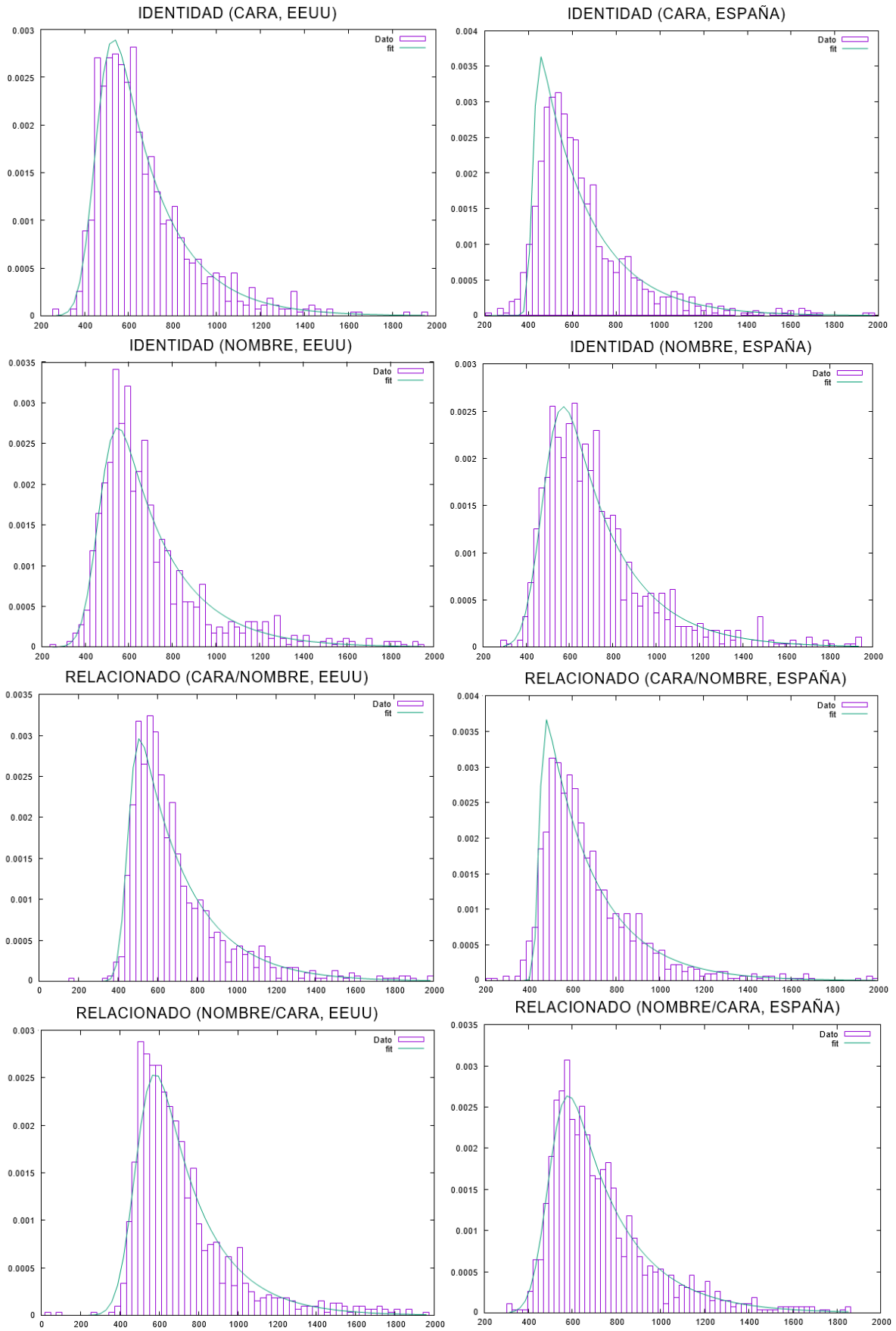


Figura 22. Representación de los ajustes para las condiciones no relacionadas, según país.

Quinto Estudio: Componentes de procesamiento según posición

En este último estudio, se analizó el procesamiento de caras según su posición. La tarea difirió de las anteriores, ya que en este caso se incluyó un tipo de tarea de reconocimiento de estímulos previamente. En este caso, en lugar de centrarnos en la identificación, nos interesamos por los perfiles de los participantes, a la hora de descartar la nueva información. Por ello, se desarrolló un análisis de perfiles. En este caso, se incluyeron los estadísticos descriptivos (latencias de respuestas y aciertos), así como el incremento de latencias (Δ) entre los estímulos *target* y distractores.

Tabla 13. Media y DE (desviación estándar), incrementos (Δ) y eficacia (%) en el quinto estudio.

	<i>Target</i>			Distractor			Δ	
	Media	DE	Eficacia	Media	DE	Eficacia	Media	DE
Central	916,95	212,99	73	947,76	196,02	80	30,81	150,29
Dch. Parcial	891,12	164,97	78	964,48	222,65	77	73,37	154,19
Dch. Perfil	889,37	160,33	75	974,39	225,47	75	85,02	148,27
Izq. Parcial	880,43	159,18	75	953,07	209,97	82	72,64	164,29
Izq. Perfil	865,87	177,62	71	989,00	224,21	79	123,13	173,13

Dch.=Derecha; Izq. =Izquierda

Tras el *triming* de los datos, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para examinar si las variables se distribuían normalmente, $p > 0,05$. Este fue el mismo caso para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. La prueba de Levene indicó igualdad de varianzas (todas $p > 0,05$). El ANOVA sobre los TR distractores mostró que las imágenes *target* se procesaron de forma más rápida que las distractoras: $F_{(1,24)} = 10,56$; $MCE = 36479,79$; $p < 0,001$ $\eta^2 = 0,30$. No se encontró efecto de posición para las latencias de respuesta ni diferencias de eficacia a través de la tasa de aciertos (todas las $p > 0,05$).

En segundo lugar, se realizó un análisis de cluster bietápico exploratorio con el fin de identificar el número de clúster en los participantes sobre los estímulos distractores. Así mismo, en la tabla 14 se muestra el criterio de inferencia bayesiano (BIC) de Schwarz. Empleamos la misma para, en los diferentes modelos estimados, seleccionar el menor valor de BIC, en este caso, para dos clústeres. Además, el incremento indica una evidencia positiva, tal y como se muestra además en la figura 23, donde, además, se muestra una buena cohesión y separación para las dos razones sugeridas.

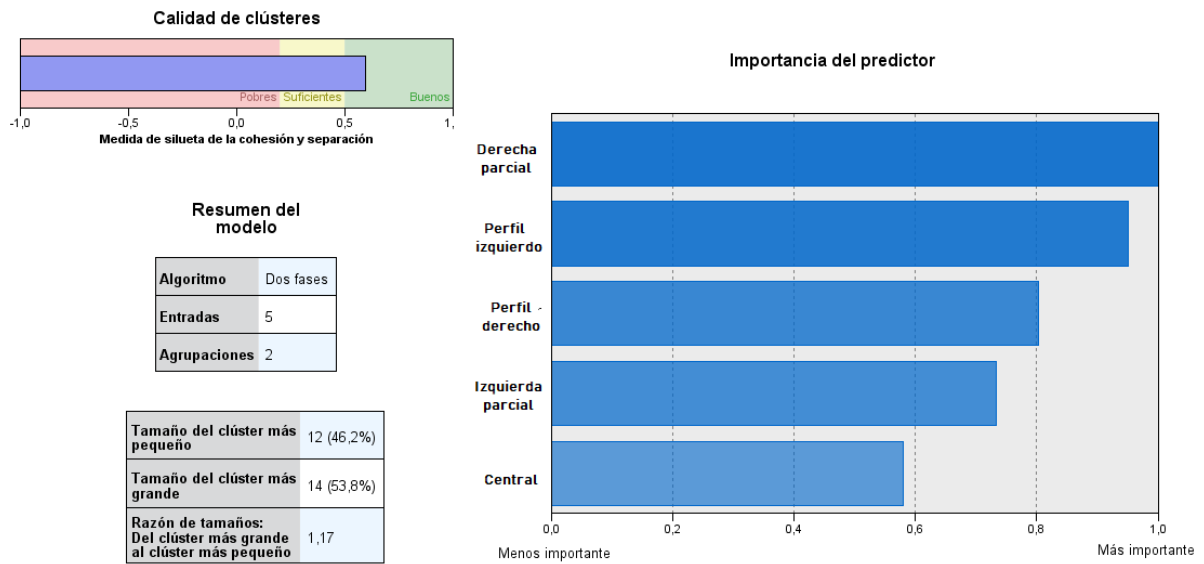


Figura 23. Indicadores de calidad del clúster, razón de tamaños e importancia de los predictores, según las cinco entradas de reconocimiento distractor.

Tabla 14. Agrupamiento sobre la base del criterio de inferencia bayesiano (BIC) de Schwarz.

Nº de Clústers	BIC	Δ BIC	Ratio de Δ BIC	Ratio de distancias
1	120,166			
2	111,049	-9,117	1,000	1,976
3	122,533	11,484	-1,260	4,279
4	150,185	27,651	-3,033	1,116
5	178,349	28,164	-3,089	1,571
6	208,118	29,770	-3,265	1,234
7	238,421	30,303	-3,324	1,174
8	269,062	30,640	-3,361	1,860
9	300,599	31,537	-3,459	1,031
10	332,168	31,569	-3,463	1,234
11	363,929	31,761	-3,484	1,015
12	395,702	31,773	-3,485	1,136
13	427,572	31,870	-3,496	1,070
14	459,488	31,916	-3,501	1,016
15	491,415	31,927	-3,502	1,066

Tras el análisis, se incluyó el 100% de los casos, la razón de tamaños fue óptima, con un valor de 1,17. Se formaron dos grupos con un 46,2% y 53,8% de casos

respectivamente. De esta forma, se describieron dos perfiles (Véase tabla 15), un perfil denominado G₁ que presentó un procesamiento más lento (n=14) y un perfil G₂ con un procesamiento más rápido y eficiente (n=12). Además, según los valores Δ , pueden describirse patrones de respuesta muy diversos.

Tabla 15. Media y DE (desviación estándar), incrementos (Δ) y eficacia (%) en los clústeres.

Grupo	Posición	Target			Distractor			Δ	
		Media	DE	Eficacia	Media	DE	Eficacia	Media	DE
G ₁ n=14	Central	1041,65	199,82	74	1065,77	180,95	71	24,12	177,35
	Dch. Parcial	963,89	156,61	77	1128,42	150,15	74	164,53	113,43
	Dch. Perfil	964,09	159,41	74	1128,62	157,13	69	164,53	124,86
	Izq. Parcial	944,57	151,65	74	1091,98	176,81	78	147,41	139,73
	Izq. Perfil	954,26	175,91	69	1151,47	163,41	74	197,21	184,43
G ₂ n=12	Central	771,47	114,17	71	810,08	101,11	89	38,62	118,49
	Dch. Parcial	806,21	135,13	80	773,22	109,12	81	-33,00	126,12
	Dch. Perfil	802,21	113,99	75	794,46	144,12	82	-7,74	118,77
	Izq. Parcial	805,60	138,06	76	791,02	100,23	88	-14,58	151,19
	Izq. Perfil	762,75	116,57	72	799,45	99,52	86	36,71	113,10

Dch.=Derecha; Izq. =Izquierda

Tabla 16. Prueba U de Mann-Whitney para las condiciones experimentales en los clústeres.

Posición	W	p	VS-MPR*	Hodges-Lehmann	95% IC Hodges-Lehmann		Correlación Biserial por Rangos	
					Inferior	Superior		
Target	Central	153.0	< .001	296.13	235.59	133.007	406.296	0.821
	Dch. Parcial	132.0	0.013	6.64	150.83	39.058	285.781	0.571
	Dch. Perfil	134.0	0.009	8.59	137.71	42.708	245.354	0.595
	Izq. Parcial	125.0	0.036	3.09	126.63	7.592	248.429	0.488
	Izq. Perfil	144.0	0.001	41.69	155.48	78.479	278.485	0.714
Distractor	Central	157.0	< .001	900.44	228.16	131.955	376.916	0.869
	Dch. Parcial	168.0	< .001	115426.96	340.01	225.884	463.676	1.000
	Dch. Perfil	162.0	< .001	4939.10	324.96	204.327	444.413	0.929
	Izq. Parcial	168.0	< .001	115426.96	269.16	151.331	413.728	1.000
	Izq. Perfil	163.0	< .001	7512.37	349.44	232.391	485.385	0.940

W: U de Mann-Whitney. Nota*. Vovk-Sellke -Ratio: basado en dos colas, para examinar la máxima probabilidad posible a favor de H₁ sobre H₀ para 1/(-e p log(p)) siendo p ≤ .37 (Sellke, Bayarri, & Berger, 2001). Dch.=Derecha; Izq. =Izquierda.

El sexo de los participantes no se relacionó con la distribución de los nuevos grupos, es más, este pareció distribuirse de forma proporcionada, ya que el G₁ aglutinó 7 hombres y 7 mujeres, el grupo G₂ un total de 6 hombres y 6 mujeres. Además, y como era

de esperar, con la prueba χ^2 , no se encontraron diferencias de sexo en los nuevos clústeres. En el análisis de estos nuevos grupos se optó por un acercamiento no paramétrico, dado el nuevo tamaño de estos, tal y como se muestra en la tabla 16. En este caso, se empleó la prueba U de Mann-Whitney, que mostró diferencias estadísticamente significativas para todas las condiciones según grupo de clúster. Además de la prueba U de Mann-Whitney, conjuntamente, se ofrecen los indicadores de Vovk-Sellke para examinar la máxima probabilidad posible a favor de H_1 sobre H_0 (Sellke et al., 2001). Esta información fue incluida como complemento a los análisis tradicionales basados en el p -valor, tal y como se sugiere en la literatura previa, a través del uso de la probabilidad (Nuzzo, 2014). Todas las condiciones fueron estadísticamente significativas para las diferencias entre grupos. Así mismo, se incluyó la estimación de Hodges- Lehmann con sus intervalos de confianza, que nos indicaría la diferencia de la mediana entre los dos grupos, y el coeficiente de correlación biserial por rangos, que puede considerarse como un tamaño del efecto y se interpreta como igual que el coeficiente de correlación de Pearson (Cureton, 1956). En la figura 24 se muestran los diagramas de caja y bigotes para todas las condiciones experimentales según grupo de clúster. Esta representación nos ofrece, de forma muy visual, conocer no sólo los estadísticos de tendencia central, sino también su relación con la variabilidad, la cual fue marcadamente menor para el grupo 2.

De la misma forma que en la tabla 16, se abordó los incrementos (Δ), tal y como se ha descrito en la tabla 17. Este análisis trata de arrojar luz sobre diferencias en los patrones al estimar la distancia entre latencias de la condición *target* y distractora. Así como la posición central, considerada más ecológica, no presentó cambios en los incrementos de los grupos, las diferencias entre grupo parecen marcar un sesgo hacia el lado izquierdo, y siendo el derecho el que distingue los participantes con mejor ejecución en la tarea.

Tabla 17. Prueba U de Mann-Whitney para los incrementos (Δ) en los clústeres.

Posición	W	p	VS-MPR*	Hodges -Lehmann	95% IC Hodges-Lehmann		Correlación Biserial por Rangos
					Inferior	Superior	
Central	83.00	0.980	1.000	-2.095	-132.04	119.8	-0.012
Dch. Parcial	146.00	< .001	61.221	208.146	105.96	286.3	0.738
Dch. Perfil	139.00	0.004	17.727	169.989	71.61	277.1	0.655
Izq. Parcial	142.00	0.002	29.110	134.609	65.32	235.7	0.690
Izq. Perfil	131.00	0.015	5.886	147.011	50.28	304.4	0.560

Notación similar a la tabla 16.

Finalmente, el análisis de conglomerados bietápico propuesto fue replicado con un clúster jerárquico. El objetivo, fue replicar la estructura exploratoria del análisis previo.

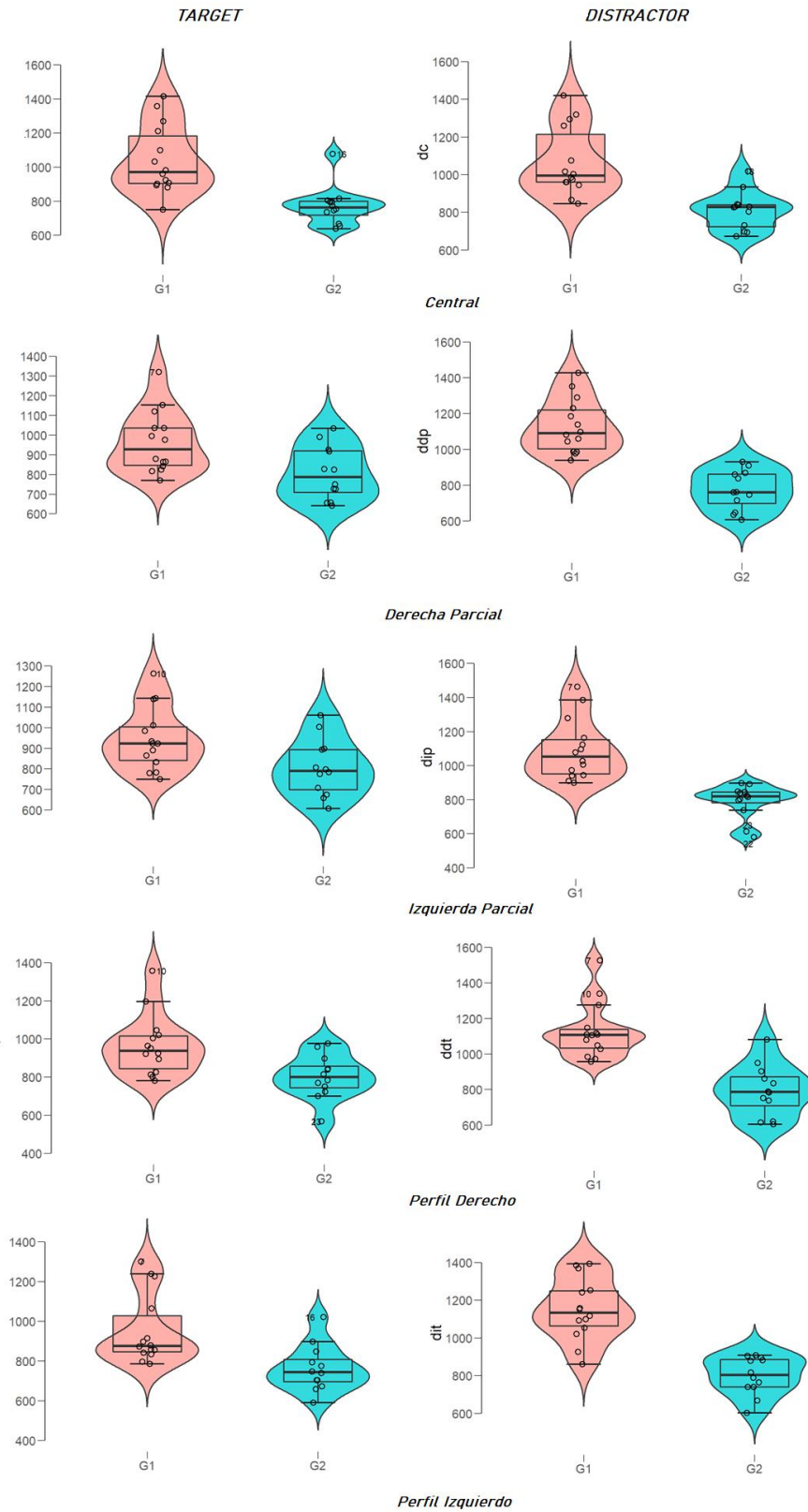


Figura 24. Diagrama de Caja y Bigotes para las diferentes condiciones según grupo de clúster.

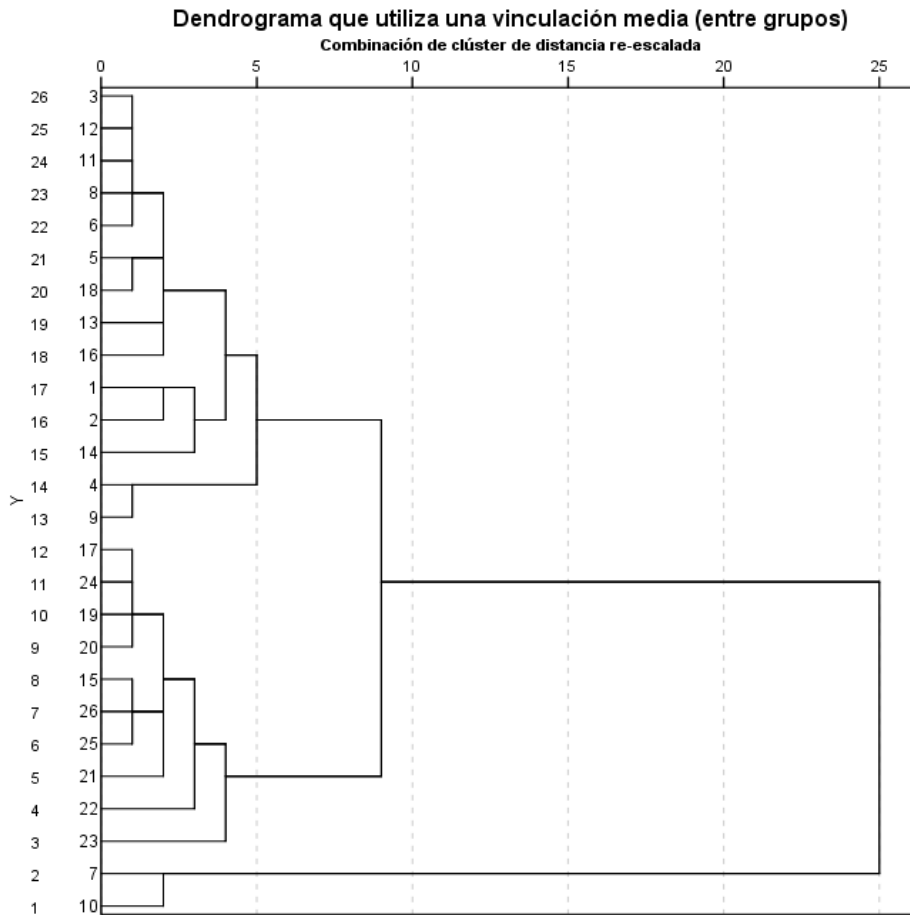


Figura 25. Diagrama de árbol sobre la agrupación de participantes en un análisis de clúster jerárquico.

En relación al nuevo clúster jerárquico, se incluye una representación del dendrograma sugerido, el cual, replica la estructura anterior. En la figura 25 se presenta dicha estructura en formato de diagrama de árbol que trata de ilustrar las agrupaciones de ellos participantes. Se presentan dos grandes grupos, coherentes con el análisis previo, a excepción de dos sujetos, que, aunque no se encuentran dentro de este subgrupo, su vinculación es cercana.

Integración de los cinco estudios realizados

En último lugar, se presenta una tabla ilustrativa de los principales resultados obtenidos en relación con los componentes de respuestas en los diferentes estudios y experimentos llevados a cabo. La tabla 18 trata de ofrecer una integración de los principales resultados obtenidos en los diferentes estudios y experimentos de la presente tesis doctoral. Estos, además, se enfocan según el objetivo, tarea.

Tabla 18. Resumen de los principales resultados encontrados en los diferentes estudios realizados.

		Objetivo	Tarea	Principal Resultado
Estudio 1	Experimento I	Examinar la predicción de las frecuencias online sobre los tiempos de reacción a palabras escritas.	Tarea de decisión léxica <i>Go-No go</i> .	-Predicciones similares al corpus de frecuencia <i>LexEsp</i> para ambas variantes.
	Experimento II	Réplica del objetivo anterior en una variante de TDL más compleja (de dos respuestas).	Tarea de decisión léxica <i>Yes-No</i> .	
Estudio 2	Experimento I	Evaluar el mantenimiento de los efectos en el tiempo (Estudio Longitudinal).	Discriminación simple (6 meses)	-Estabilidad de los resultados en el tiempo, mayor efecto test-retest para el reconocimiento de caras.
	Experimento II	Estudiar el efecto de frecuencias online (tanto, generales y contextuales) en la predicción de tiempos de respuesta a caras y nombres escritos.	Discriminación simple (dos países: EEUU-España)	-Mejor predicción de los contextos frente a las búsquedas generales. -Mejor predicción para nombres frente a las caras. -Comunidades o subgrupo de redes interconectadas pero aglutinadas según naturaleza del proceso.
Estudio 3	Experimento I	Estudiar diferencias entre hombres y mujeres en la discriminación de caras y nombres escritos.	Tarea de discriminación simple (Hombres-Mujeres)	-Ausencia de diferencias entre hombres y mujeres y condición (los efectos podrían ser más tempranos).
	Experimento II	Estudiar efectos tempranos en la discriminación de caras y nombres escritos en diferentes culturas.	Tarea de Priming (EEUU-España-Brasil)	-Efectos más tempranos para las caras, y mayor efecto de repetición de <i>priming</i> enmascarado para los nombres.
Estudio 4	Experimento I	Examinar los efectos tempranos en la discriminación de caras y nombres escritos en diferentes culturas en términos de componentes de respuesta (parámetros ex-Gaussianos).	Réplica directa de la tarea de Priming anterior (EEUU-España)	-Efectos más tempranos para las caras, y mayor efecto de repetición de <i>priming</i> enmascarado para los nombres. -Diferencias entre países para las caras <i>target</i> pero no distractoras. -Mejor ajuste para el reconocimiento de nombres que rostros. -Menores valores de parámetro para las condiciones no relacionadas de diferente naturaleza.
Estudio 5	Experimento I	Estudio de los perfiles de reconocimiento, según posición de rostros.	Tarea de reconocimiento de caras según posición	-Identificación de dos perfiles en relación al tiempo, pero no a la eficacia. -Sesgo hacia la izquierda.

Finalmente, quisiéramos resaltar dos contenidos no incluidos en la tabla. De forma instrumental, recordemos que se han producido dos scripts en lenguaje Python, subyacentes a los objetivos de estos estudios, y publicados de forma abierta para futuras líneas de investigación.

7. Conclusiones y Discusión

El objetivo general de la presente tesis doctoral hace referencia al estudio del reconocimiento visual de rostros humanos a través de los componentes de respuesta. En este sentido, se ha comparado dicho proceso con otros procesos cognitivos, como el reconocimiento visual de palabras, siendo considerados como dos caras de la misma moneda en la literatura. Recordemos que ambos procesos comparten un área similar en el cerebro, dentro del giro fusiforme, y, que ambos, son ejemplos del procesamiento visual experto. No obstante, su naturaleza, descrita como innata y aprendida para las caras y las palabras respectivamente, ha sido cuestionada recientemente. Por otra parte, se ha estudiado el rol de ciertas variables internas, como la cultura o procesos de índole atencional, así como externas, como, por ejemplo, la frecuencia del estímulo o la posición del rostro, mayor fuente de variabilidad para el proceso de reconocimiento.

Los principales resultados obtenidos pueden enumerarse de la siguiente forma: i) las frecuencias de búsqueda, especialmente de noticias, proporcionadas por los motores de búsqueda como *Google*, son predictores de los tiempos de reacción en el reconocimiento de palabras escritas, pero no para el reconocimiento visual de rostros; ii) el reconocimiento de nombres escritos y rostros parece estable en el tiempo, pero las caras serían más susceptibles al aprendizaje; iii) a través de análisis de redes, se sugiere que el reconocimiento de caras y nombres escritos presenta preferencias por su misma naturaleza aunque ambos procesos se encuentren interconectados, y esta estructura se replica entre países; iv) Se han encontrado efectos tempranos en el reconocimiento más marcados para el reconocimiento de rostros que para el de palabras escritas; v) Se ha encontrado un mayor efecto de *priming* de repetición y un mejor ajuste ex -Gaussiano para el reconocimiento de palabras escritas que para el de caras; vi) es posible identificar perfiles de rendimiento en el reconocimiento visual de caras que difieren en su posición, con un sesgo hacia la izquierda.

En primer lugar, la perspectiva compartida en el trabajo actual apoya redes para ambos procesos que, en lugar de ser independientes, podrían distribuirse bilateralmente con algunas especializaciones o preferencias. Esto podría ser congruente con la idea de la plasticidad de los FFA, exhibiendo cambios estructurales hasta la edad adulta (Dehaene-Lambertz et al., 2018). Sin embargo, tanto las replicaciones sistemáticas como las directas parecen ser imperativas. Según Robotham y Starrfelt (2017) estas

investigaciones podrían mostrar resultados mixtos (debido al uso de pequeñas muestras y a la tarea empleada). No obstante, en la literatura se ha argumentado el papel del procesamiento experto en el reconocimiento de rostros. Por un lado, los estudios con macacos, privados de rostro desde el nacimiento, no confirman la especificidad del rostro (Arcaro et al., 2017). Por otro lado, se puede adquirir experiencia sin esta preexposición, tal y como se marca en estudios de formación con adultos (Chua et al., 2014). En este sentido, el FFA podría no sólo estar relacionado con el reconocimiento de rostros, sino también con una parte del procesamiento experto. Además, podría estar modulado por las diferencias de género y país de procedencia, con respecto a la densidad de población de la ciudad natal (Sunday, Dodd, et al., 2019; Sunday, Patel, et al., 2019). Más que el hecho de ser hombre o mujer, esto vendría explicado por los roles que toman las mujeres y los hombres en determinadas culturas, exponiéndoles más a situaciones de sociabilidad (Brown et al., 2019), incluso fomentar ciertos atributos como la extroversión (Li et al., 2010). En definitiva, nos referimos al papel de la experiencia con los rostros, que podría estar relacionado con nuestro trabajo o lugar de residencia, donde, en otras palabras, se ofrezca una mayor gama de experiencias visuales. Nuestros resultados no muestran efectos por diferencias entre hombres y mujeres. No obstante, nótese que, a pesar de tratarse de estudios experimentales, los subgrupos de hombres y mujeres eran relativamente pequeños para este propósito.

En lo que concierne a los diferentes lugares de los participantes del estudio 3 y 4, este efecto pudo observarse de forma parcial. En el estudio 4, segundo experimento, se encontró una interacción de los tiempos de respuesta según país, indicando que el reconocimiento de caras se realizaría de forma más rápida en uno de los países frente al otro (España frente a EEUU, respectivamente), y lo más interesante es, que esta interacción, desapareció para los estímulos distractores (caras desconocidas). No obstante, esta misma interacción no apareció en el estudio anterior, en un tamaño muestral inferior. Esto puede sugerir que el efecto sería muy sensible a la potencia estadística del diseño. Por otro lado, los estudios a través del uso de redes mostraron una estructura similar en los diferentes países. De forma particular, nos gustaría resaltar la novedad metodológica del enfoque de redes (estudio 3) o bayesiano (estudio 2) en este campo (Druicã et al., 2019; Puga et al., 2015; Ruiz-Ruano et al., 2019). Este enfoque ofrece evidencia adicional para respaldar las diferencias entre ambos procesos, como apoyo el análisis frecuentista tradicional.

A un nivel teórico, es importante recordar que, hace más de una década, Haxby et al., (2000) argumentaron que, el sistema visual se distribuye y superpone las representaciones, descartando hasta cierto punto una especialización independiente para las caras y los objetos. En la literatura actual se sostiene que las respuestas de las áreas FFA y VWFA podrían activarse de forma paralela a los rostros y a los estímulos escritos, con, además, activaciones en otras regiones (Martin et al., 2019; Nordt et al., 2019; Yargholi et al., 2019). Un punto de interés a considerar, por encima de este razonamiento, es el papel de la categorización, ya que el reconocimiento de palabras no requiere una discriminación específica como podría hacerlo el reconocimiento de rostros. Los experimentos de los estudios 2, 3 y 4 fueron diseñados con este propósito, al categorizar un conjunto como “celebridad” o no, y siguiendo en cualquier caso, los procedimientos de la literatura previa (Nanda et al., 2019; Rizzo et al., 2002). Los resultados, parecen sugerir diferencias de forma temprana en tareas como *priming* enmascarado para ambos procesos, no obstante, estas serían menos marcadas para tareas de presentación simple, donde los efectos son más tardíos. Así mismo, el efecto de *priming* enmascarado para condiciones relacionadas con diferentes naturalezas (cara-nombre y viceversa) parece mostrar cierta facilitación frente a las condiciones no relacionadas. Esto es de gran interés, ya que mostraría la relación entre procesos, apoyando concretamente su papel de forma distribuida, gradual y asociada, tal y como se ha estipulado en la literatura reciente (Hernandez et al., 2019a, 2019b; Jitsuishi et al., 2020). En relación con la técnica, es importante señalar que el *priming* enmascarado fue diseñado para propósitos psicolingüísticos, por lo que esta herramienta, podría, a priori, presentar potencialmente un sesgo. Sin embargo, este paradigma ya ha sido empleado en la literatura con propósitos similares al de esta tesis doctoral, e incluso en manipulaciones con emoticonos dentro de la categoría *prime* (Comesaña et al., 2013; de Gardelle et al., 2011).

Otra forma de estudiar posibles diferencias o similitudes entre los procesos es a través de la replicación de efectos inherentes a los mismos. En este caso, se seleccionó el efecto de frecuencia, uno de los más robustos en la literatura, así como una aproximación al efecto de contexto. Para ello, en el Estudio 1 y 2 se realizó una aproximación a los motores de búsqueda como una opción ecológica que permita la comparación de ambos estímulos, caras y nombres de celebridades. Si nos detenemos a considerar el uso particular de los motores de búsqueda en nuestra sociedad, podríamos imaginar a alguien buscando una palabra como una forma de recibir información sobre

algo desconocido. Contrariamente a nuestra predicción sobre la validez ecológica de los artículos digitales, los resultados mostraron que las frecuencias de *LexEsp* predicen los TR, en las variantes de las tareas de decisión léxica, de manera similar que las frecuencias obtenidas por los resultados de búsqueda *online*. Con esto nos referimos a la varianza explicada (que, además, fue ligeramente mayor para la base de datos *LexEsp* que la de *Google*). Una posible explicación se refiere a cómo las personas usan Internet y "preguntan a *Google*". Esta herramienta no solo se usa como diccionario, principal fuente de los corpus lingüísticos, sino que también es una fuente de información actualizada sobre el mundo que nos rodea. Buscar en Google puede servir para fines premeditados de no lectura o *cuasilectura*, como la corrección ortográfica, la verificación de la existencia de un determinado término, la búsqueda de imágenes y ubicaciones, entre otras variables. Estos factores están fuera del alcance de este estudio, aunque son relevantes para la línea de investigación actual. En el estudio 2, se apostó por la inclusión de las frecuencias de noticias, que irían enfocadas a este problema. De esta manera, han surgido otros conceptos, como los términos de diversidad contextual (Adelman et al., 2006; Rosa et al., 2017), que se refiere al número de contextos más que al tiempo de repetición. Dado que se encontraron mejores predicciones para frecuencias basadas en noticias en línea, este resultado podría apoyar el enfoque contextual, que fue más marcado para los nombres que para las caras de celebridades. No obstante, se deberían de realizar más investigaciones para poder reconocer las frecuencias de búsquedas de noticias en motores de búsquedas bajo esta acepción. El estudio 2 supondría un humilde paso en dicha dirección. De poder aceptarse dicho enfoque en futuras investigaciones, las frecuencias basadas en noticias podrían arrojar luz sobre las diferencias entre ambos procesos.

En referencia a los tipos de procesamientos, algunas investigaciones han postulado que las relaciones espaciales entre los componentes tipográficos constituyen un procesamiento holístico y configurable para el reconocimiento de palabras (Barton et al., 2010; Dyson & Stott, 2012), su comparación con el reconocimiento facial presenta una ventaja notable para el reconocimiento de palabras en los procesos de categorización. Esta podría estar sujeta a procesos ejecutivos y/o atencionales (Mei et al., 2010). En el estudio 4, segundo experimento, empleamos una metodología alternativa para estimar el papel de los componentes de procesamiento. Esta estrategia se llevó a cabo a través de un ajuste ex-Gaussiano. Recordemos que las latencias de respuesta generalmente muestran una alta sensibilidad a los procesos cognitivos, pero su

distribución a menudo se encuentra sesgada positivamente. Esto no es sólo problemático para algunos métodos de análisis estadístico, además, en términos de teorías de detección de señales, ciertas puntuaciones pueden confundirse con ruido, así como el ruido puede confundirse con puntuaciones válidas, también denominadas señal (Navarro-Pardo et al., 2013). Por todo ello, y a diferencia del resto de estudios, esta técnica nos permitió, en el tercer estudio, analizar los componentes de respuesta en su totalidad, sin aplicar ninguna técnica de recorte de datos o *triming*. Además, la literatura parece apoyar que las latencias de respuesta comportamentales ajustan adecuadamente a una distribución ex-Gaussiana (Fitousi, 2020a, 2020b; Hwang Gu et al., 2013; Leth-Steensen et al., 2000). La ventaja de este análisis radica en el hecho de que sus tres parámetros pueden relacionarse en diferentes procesos cognitivos, aunque la interpretación funcional de esos parámetros todavía es debatido en la literatura (Galloway-Long & Huang-Pollock, 2018; Sternberg & Backus, 2015). El parámetro que posiblemente atrae el mayor interés de investigación es el parámetro τ . Se ha descrito como un componente de decisión (Luce, 1986) o reflejo ejecutivo en relación a los mecanismos de control (Leth-Steensen et al., 2000; Moret-Tatay et al., 2016). No obstante, y aunque puede observarse un patrón de crecimiento de los valores de parámetro de forma gradual que abarca desde la identidad a los estímulos no relacionados, y, que los valores del parámetro fueron ligeramente menores para las condiciones relacionadas con diferentes naturalezas (e.g., nombre del famoso con su rostro) frente a las no relacionadas, estas diferencias no fueron mayores que la suma de sus incertidumbres. Además, nuestros resultados parecen mostrar un mejor ajuste para la tarea de reconocimiento de nombres escritos frente a palabras. De este modo, no podrían concluirse diferencias en términos de parámetros ex-Gaussianos para efectos tempranos, bajo la manipulación de *priming* enmascarado. El campo de los procesos atencionales y ejecutivos es muy extenso, y aunque no se hayan encontrado resultados en esta tarea, los estudios de resonancia electromagnética parecen ser concluyentes (Chen et al., 2019). Por este motivo, en futuras investigaciones, sería recomendable desarrollar réplicas directas y sistemáticas de forma integrada con técnicas corticales y conductuales.

En lo referente a las competencias lectoras, la literatura científica respalda los efectos de la configuración cultural en las habilidades visuoespaciales (Rinaldi et al., 2014). De forma particular, se ha constatado que los hábitos lectores influyen ampliamente en el sistema cognitivo, pudiendo introducir sesgos espaciales tanto a nivel

perceptual como representacional de un amplio abanico de estímulos. Concretamente se han encontrado sesgos hacia la izquierda en lectores de origen francés (Kazandjian et al., 2010) y hacia la derecha en israelíes (Chokron & Imbert, 1993). Este aspecto es de especial interés cuando debemos reconocer una cara, ya que, como estímulo, a diferencia de, por ejemplo, las palabras escritas, puede aparecer en múltiples posiciones y ser procesado, sin aparentemente esfuerzo. Por tanto, podría esperarse un sesgo hacia la izquierda, tal y como marcan los resultados del estudio 5. Este último trabajo, trató además de conocer los diferentes perfiles de respuesta de los participantes, mostrando dos tipos marcados. La literatura ha descrito perfiles de buenos reconocedores, los cuales se distinguirían no sólo por la cantidad de caras que reconocen, sino también por la cantidad de estos estímulos que son capaces de rechazar como no familiares (Devue et al., 2019). Por ello, la capacidad de descarte fue la principal variable empleada en la estimación de los perfiles. Los patrones entre los dos grupos sugeridos mostraron diferencias entre la gestión de estímulos *target* y distractores. A nivel aplicado, esto podría ser de interés, con objeto de dirigir programas de entrenamiento en el reconocimiento de caras. En este sentido, la literatura ha demostrado la capacidad plástica del proceso, incluso en algunos perfiles clínicos (Burns et al., 2017; Corrow et al., 2019; Grbavec et al., 2010).

En resumen, tanto el proceso de reconocimiento de rostros como el de reconocimiento de palabras presentan similitudes, si bien también tienen notables diferencias entre sí que incluyen una amplia gama de enfoques, así como resultados de diferentes grupos de participantes. Obviamente, existen varias limitaciones en este trabajo. No obstante, planteamos las mismas en términos de futuras líneas de investigación. En primer lugar, el reconocimiento facial podría no ser un proceso innato como se creía. Se necesita más investigación para abordar en qué medida el reconocimiento facial se aprende o es innato. Se han ofrecido varias perspectivas teóricas para explicar de qué manera el giro fusiforme podría operar para el reconocimiento de rostro y palabra. Algunos de ellos se oponen y otros apuntan a ser integradores. Como comentamos anteriormente, los resultados de la presente tesis doctoral apoyan redes para ambos procesos que, en lugar de ser independientes, podrían distribuirse bilateralmente con algunas especializaciones o preferencias. Por un lado, según los estudios de interés, más que un uso específico para la lectura, el VWFA podría estar relacionado con las propiedades de procesamiento (Vogel et al., 2014), e incluso con redes atencionales (Vogel et al., 2012). Por otra parte, la FFA podría no ser

exclusivamente para el procesamiento facial, sino estar también relacionado con el procesamiento visual experto (Glezer et al., 2016; Sunday, Dodd, et al., 2019; Ventura, 2014).

Finalmente, dentro de los modelos de procesamiento también restan cuestiones subyacentes al mismo. Los enfoques de segmentación holística y de características sugieren la necesidad de más investigación en términos de perspectiva holística versus característica en el proceso visual como un continuo. Por ello, es necesario llevar a cabo más estudios que contemplen ambos procesos de forma simultánea, así como estudios longitudinales. En especial, las informaciones provenientes de lectores en desarrollo son de gran interés, así como la investigación llevada a cabo en muestras clínicas, ya que permiten examinar la independencia y dependencia de ambos procesos, o cómo podría verse afectado selectivamente uno de ellos, mientras el otro se mantiene intacto. De esta manera, hace menos de una década, se realizó el primer estudio longitudinal con resonancia electromagnética o *fMRI* sobre los cambios en la sensibilidad cortical a las palabras escritas en lectores en desarrollo (Ben-Shachar et al., 2011). Esto permitió determinar el papel del surco occipito-temporal izquierdo. No obstante, todavía existen muchas cuestiones subyacentes a su relación con el reconocimiento de caras, que podría ser abordado desde este enfoque. Se han formulado muchas hipótesis dentro de estas líneas, ya que, según teorías clásicas, aprender a reconocer palabras puede colonizar cierto territorio cortical no destinado para esta función. No obstante, otras líneas de investigación tratan de enfatizar la importancia de aprender más sobre la selectividad del área VWFA (Wandell et al., 2012). Por todo ello, los estudios longitudinales que evalúan las dificultades de lectura y el reconocimiento de rostros a lo largo del ciclo vital podrían ser imperativos para comprender las diferencias individuales, tal y como se estipula en teorías recientes sobre niveles de neurocomputación (Hernandez et al., 2019b).

8. Conclusions and Discussion

This dissertation aims to study of the visual recognition of human faces through the response components. In this way, this process has been compared with other cognitive processes such as visual word recognition, which have been considered as two sides of the same coin in the literature. One should bear in mind that both processes share a similar area in the brain, within the fusiform gyrus, and are examples of expert visual processing. However, their innate and learned nature, which differs from one to another, has also been questioned recently. On the other hand, the role of certain internal variables, such as culture or attentional processes, has been studied, as well as external ones, such as, for example, the frequency of the stimulus or the position of the face, which is a major source of variability for the recognition process. The main results obtained can be listed as follows: (i) Search frequencies, especially news frequencies, provided by search engines such as *Google*, seem to be good predictors of reaction times in written word recognition, but this is not the case for visual face recognition, (ii) written name and face recognition seem stable over time, but faces would be more susceptible to learning, (iii) through network analysis, it is suggested that face and written name recognition have preferences for their nature although both processes are interconnected, and this structure is replicated between countries, (iii) early effects on recognition have been found to be more pronounced for face recognition than for written words, (iv) a greater repeated priming effect and a better ex-Gaussian fit have been found for written word recognition than for face recognition, (v) it is possible to identify performance profiles in visual recognition of faces that differ in position, with a bias towards the left.

Firstly, the shared perspective in current work supports networks for both processes that, instead of being independent, could be distributed bilaterally with some specializations or preferences. This could be congruent with the idea of the plasticity of FFA, exhibiting structural changes until adulthood (Dehaene-Lambertz et al., 2018). However, both systematic and direct replications seem to be imperative. According to Robotham & Starrfelt (2017) these investigations could show mixed results (due to the use of small samples and the task employed). However, the role of expert processing in face recognition has been argued in the literature. On one hand, studies with macaques, deprived of face from birth, do not confirm the specificity of the face (Arcaro et al.,

2017). On the other hand, experience can be gained without this pre-exposure, as noted in training studies with adults (Chua et al., 2014). In this way, the FFA could not only be related to face recognition, but also to an expert processing part. Furthermore, it could be modulated by differences in gender and country of origin, with respect to the population density of the home city (Sunday, Dodd, et al., 2019; Sunday, Patel, et al., 2019). More than the fact of being a man or a woman, this would be better explained by the roles that women and men take in certain cultures, exposing them more to situations of sociability (Brown et al., 2019), even with personality roles such as extraversion (Li et al., 2010). In sum, this might be linked to the role of the experience with faces, which could be related to our work or place of residence, where, in other words, a greater range of visual experiences is offered. Our results do not show these effects due to differences between men and women. However, our subgroups of men and women were relatively small for this purpose, even in the experimental approach offered.

For the different locations of the participants in study 3 and 4, this effect could be observed partially. In study 4, second experiment, an interaction of the response times according to country was found, indicating that face recognition would be faster in one of the countries than in the other (Spain versus USA, respectively), and what is more interesting is that this interaction disappeared for the distracting stimuli (unknown faces). However, this interaction did not appear in the previous study, in a smaller sample size. This may suggest that the effect would be very sensitive to the statistical power of the design. On the other hand, the studies using networks showed a similar structure in the different countries. In particular, we would like to highlight the methodological novelty of the network (study 3) or Bayesian (study 2) approach in this field (Druică et al., 2019; Puga et al., 2015; Ruiz-Ruano et al., 2019). This approach provides additional evidence to support the differences between the two processes, in support of traditional frequency analysis.

At a theoretical level, it is important to remember that, more than a decade ago, Haxby et al., (2000) argued that, if the visual system is distributed and overlaps representations, it rules out to some extent independent specialization for faces and objects. In the current literature it is argued that the responses of the FFA and VWFA areas to faces and written stimuli also run in pairs with activations in other regions (Martin et al., 2019; Nordt et al., 2019; Yargholi et al., 2019). A point of interest to consider, beyond this reasoning, is the role of categorization, since word recognition

does not require specific discrimination as face recognition might. The experiments in studies 2, 3 and 4 were designed for this purpose, by categorizing a set as "celebrity" or not and following in any case the procedures of the previous literature (Nanda et al., 2019; Rizzo et al., 2002). The results seem to suggest early differences in tasks such as masked priming for both processes, however, these would be less marked for simple presentation tasks, where the effects are later. Nevertheless, the effect of masked priming for conditions related to different natures (face-name and vice versa) seems to show some facilitation compared to unrelated ones. This is of great interest, as it would show the relationship between processes, specifically supporting their role in a distributed, gradual and associated way, as stipulated in recent literature (Hernandez et al., 2019a, 2019b; Jitsuishi et al., 2020). In relation to the technique, it is important to point out that masked priming was designed for psycholinguistic purposes, so this tool could, a priori, present a potential bias. However, this technique has been used in the literature with similar purposes to this doctoral thesis, and even in manipulations with emoticons as priming (Comesaña et al., 2013; de Gardelle et al., 2011).

Another way of studying possible differences or similarities between the processes is through the replication of effects inherent in them. In this case, we selected the frequency effect, one of the most robust in the literature, as well as an approach to the context effect. To this end, in Study 1 and 2 an approach to search engines was made as an ecological option that allows the comparison of both stimuli, faces and celebrity names. If we stop to consider the particular use of search engines, we could imagine someone searching for a word as a way of receiving information about something unknown. Therefore, we should expect an inverse relationship of word frequency and therefore a positive relationship with reaction times. However, the results cast doubt on this hypothesis. Contrary to our prediction about the ecological validity of digital articles, the results showed that *LexEsp* frequencies predict the TR, in the variants of the lexical decision tasks, in a similar way as the frequencies obtained by the online search results. By this we mean the explained variance (which was also slightly higher for the *LexEsp* database than for *Google*). One possible explanation refers to how people use the Internet and "asking *Google*". This tool is not only used as a dictionary, the main source of linguistic corpora, but it is also a source of updated information about the world around us. Searching in *Google* can be used for premeditated non-reading or quasi-reading purposes, such as spell-checking, verifying the existence of a certain term, searching for images, locations, among other variables. These factors were beyond

the scope of this study, although they are relevant to the current line of research. However, in study two, we opted for the inclusion of news frequencies, which would focus on this point. In this way, other concepts have emerged, such as the terms of contextual diversity (Adelman et al., 2006; Rosa et al., 2017), which refers to the number of contexts rather than the time of repetition. Given that better predictions were found for frequencies based on online news, this result could support the contextual approach, which was more pronounced for names than celebrity faces. However, more research should be done in order to recognize the frequencies of news searches in search engines in this sense. Study number 2 would be a humble step in that direction. If such an approach can be accepted in future research, news-based frequencies could shed light on the differences between the two processes.

With regard to the types of processing, some research has postulated that the spatial relationships between typographic components constitute a holistic and configurable processing for word recognition (Barton et al., 2010; Dyson & Stott, 2012), its comparison with face recognition presents a significant advantage for word recognition in categorization processes. This could be subject to executive and/or attention processes (Mei et al., 2010). In study number 4, second experiment, we used an alternative methodology to estimate the role of processing components. This strategy was carried out through an ex-Gaussian fit. One should bear in mind here that response latencies generally show a high sensitivity to cognitive processes, but their distribution is often positively biased. This is not only problematic for some statistical analysis methods, but also, in terms of signal detection theories, certain scores can be confused with noise, just as noise can be confused with valid scores, also called signal (Navarro-Pardo et al., 2013). For all these reasons, and unlike to the rest of the studies, this technique allowed us, in the third study, to analyze the response components in their entirety, without applying any data cutting or trimming technique. Furthermore, the literature seems to support that behavioural response latencies adequately fit an ex-Gaussian distribution (Fitousi, 2020a, 2020b; Hwang Gu et al., 2013; Leth-Steensen et al., 2000). The advantage of this analysis lies in the fact that its three parameters can be related in different cognitive processes, although the functional interpretation of these parameters is still debated in the literature (Galloway-Long & Huang-Pollock, 2018; Sternberg & B The parameter that possibly attracts the most research interest is the τ parameter. It has been described as a decision component (Luce, 1986) or executive reflex in relation to control mechanisms (Leth-Steensen et al., 2000; Moret-Tatay et al.,

2016). However, although a pattern of growth of parameter values can be observed gradually from identity to unrelated stimuli, and specifically that parameter values were slightly lower for conditions related to different natures (e.g., celebrity name with face) versus unrelated ones, these differences were not greater than the sum of their uncertainties. In addition, our results seem to show a better fit for the task of recognizing written names versus words.

The scientific literature supports the effects of cultural configuration on visuospatial skills (Rinaldi et al., 2014). It has been found that habits such as reading have a strong influence on the cognitive system and can introduce spatial biases at both the perceptual and representational levels of a wide range of stimuli. Specifically, biases towards the left have been found in readers of French origin (Kazandjian et al., 2010) and to the right for participants from Israel (Chokron & Imbert, 1993). This aspect is of special interest when we must recognize a face, since, as a stimulus, unlike, for example, written words, it can appear in multiple positions and be processed, apparently without effort. Therefore, a bias towards the left could be expected, as marked by the results of study 5. This last work also tried to know the different response profiles of the participants, showing two marked types. The literature has described profiles of good recognisers, which would be distinguished not only by the number of faces they recognise, but also by the number of these stimuli they are able to reject as unfamiliar (Devue et al., 2019). Therefore, this last capacity was the main variable used in the estimation of the profiles. The patterns between the two suggested groups showed differences between the management of target and distracting stimuli. At the applied level, this could be of interest, with a view to conducting training programs in face recognition. In this sense, the literature has demonstrated the plastic capacity of the process, even in some clinical profiles (Burns et al., 2017; Corrow et al., 2019; Grbavec et al., 2010).

In sum, face recognition might be not as an innate process as it was believed. More research is needed to address to what extent face recognition is learned or/and innate. Several theoretical perspectives have been offered to explain in which way the fusiform gyrus might operate for face and word recognition. Some of them are opposed and some others aim to be integrative. The manuscript aims to support networks for both processes that, rather than being independent, might be bilaterally distributed with some specializations or preferences. Moreover, according to the studies of interest, more than a specific usage for reading, the VWFA might be related to processing properties

(Vogel, Petersen, & Schlaggar, 2014) and regions of the dorsal attention network (Vogel, Miezin, Petersen, & Schlaggar, 2011). In this way, Face familiarity is an issue of debate. Earlier experiences are of interest in the field as FFA might not be exclusively for face processing, but also related to expert processing (Glezer, Kim, Rule, Jiang, & Riesenhuber, 2015; Sunday, Patel, Dodd, & Gauthier, 2019; Ventura, 2014). The holistically and features segmentation approaches have been described for both face and word recognition, suggesting the need of more research in terms of holistic versus feature perspective in the visual process as a continuum (and not only in isolated steps such as the perceptual, attentional or decisional one). Longitudinal studies in developing readers, as well as research carried out in clinical samples are of interest for both face and word recognition to examine whether one of the processes could be selectively impaired while the other is kept intact. In this way, less than a decade ago, Ben-Shachar, Dougherty, Deutsch, & Wandell (2011), conducted the first longitudinal *fMRI* study to on changes in cortical sensitivity to written words in developing readers, to determine the role of the left occipito-temporal sulcus. Many hypotheses have been formulated over these lines, as learning to recognize words might colonizes neighboring cortical territory, which is devoted for other processes, while others emphasizes the importance to learn more about VWFA stimulus selectivity (Wandell, Rauschecker, & Yeatman, 2012). Future lines of research should include the role visual experience in sculpting the spatial window as suggested in previous literature (Gomez, Natu, Jeska, Barnett, & Grill-Spector, 2018). Hence, longitudinal studies which assess reading difficulties over life span might be imperative to understand individual differences, as approaches as the Neuroemergentism stipulates by seeking to achieve neurocomputational levels through a developmental approach (Hernández et al., 2019).

9. ANEXO A

A continuación, se describen los estímulos empleados en el estudio 1 para las dos variantes de las TDL (*Go-No go* y *Yes-No*), en términos de frecuencia y estructura ortográfica.

Estímulo	Frecuencia <i>LexEsp</i>	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
fuego	80,36	CVVCV	4
viaje	118,93	CVVCV	0
cielo	110,71	CVVCV	5
papel	183,57	CVCVC	2
miedo	149,82	CVVCV	0
lunes	40,89	CVCVC	0
ayuda	105,18	VCVCV	1
marca	43,39	CVCCV	10
nieve	39,29	CVVCV	1
color	128,75	CVCVC	4
salir	170	CVCVC	1
padre	383,57	CVCCV	2
jugar	68,57	CVCVC	2
siete	111,96	CVVCV	1
mundo	675,54	CVCCV	3
forma	489,82	CVCCV	5
largo	136,79	CVCCV	3
suelo	148,04	CVVCV	7
calor	82,14	CVCVC	3
noche	405,71	CVCCV	2
feliz	75	CVCVC	0
reloj	50,71	CVCVC	0
hielo	30,89	CVVCV	1
señor	311,25	CVCVC	0
lejos	78,04	CVCVC	0
juego	160,18	CVVCV	3
madre	380,54	CVCCV	1
árbol	35	VCCVC	0
gafas	33,04	CVCVC	2
sueño	132,14	CVVCV	5
marzo	22,68	CVCCV	3
primo	17,32	CCVCV	1
magia	19,29	CVCVV	9
cofre	1,61	CVCCV	2
horno	7,14	CVCCV	3
trapo	10,18	CCVCV	5

abeto	1,25	VCVVCV	0
tripa	5,54	CCVVCV	3
jamón	12,86	CVCVC	5
buzón	3,39	CVCVC	2
cinta	17,68	CVCCV	7
guapo	15	CVVVCV	2
muela	1,43	CVVVCV	4
selva	16,96	CVCCV	2
igual	104,46	VCVVC	0
perro	60,54	CVCCV	7
ruido	57,5	CVVVCV	6
bolsa	40,36	CVCCV	2
tarde	253,57	CVCCV	2
fuera	290	CVVVCV	6
negro	130,36	CVCCV	1
barco	47,68	CVCCV	8
libro	194,29	CVCCV	4
clase	154,82	CCVVCV	2
plato	30,89	CCVVCV	4
campo	184,64	CVCCV	2
coche	122,86	CVCCV	3
reina	46,07	CVVVCV	4
cinco	235,54	CVCCV	3
verde	69,46	CVCCV	2
plaza	97,68	CCVVCV	6
playa	41,96	CCVVCV	5
gente	278,21	CVCCV	3
carta	84,29	CVCCV	14
amigo	158,39	VCVVCV	2
leche	54,11	CVCCV	2
comer	86,96	CVCVC	3
avión	50,36	VCVVC	1
final	245,36	CVCVC	2
letra	31,07	CVCCV	2
calle	239,29	CVCCV	5
lugar	369,64	CVCVC	5
silla	48,21	CVCCV	6
otoño	31,43	VCVVCV	0
abeja	3,57	VCVVCV	3
grifo	6,96	CCVVCV	2
melón	3,21	CVCVC	5
tabla	15	CVCCV	3
susto	14,82	CVCCV	3
cebra	0,89	CVCCV	3
jabón	9,46	CVCVC	5
cazar	7,68	CVCVC	8

flaco	8,04	CCVCV	3
arroz	10,71	VCCVC	1
igual	104,46	VCVVC	0
perro	60,54	CVCCV	7
ruido	57,5	CVVCV	6
bolsa	40,36	CVCCV	2
tarde	253,57	CVCCV	2
fuera	290	CVVCV	6
negro	130,36	CVCCV	1
barco	47,68	CVCCV	8
libro	194,29	CVCCV	4
clase	154,82	CCVCV	2
plato	30,89	CCVCV	4
campo	184,64	CVCCV	2
coche	122,86	CVCCV	3
reina	46,07	CVVCV	4
cinco	235,54	CVCCV	3
verde	69,46	CVCCV	2
plaza	97,68	CCVCV	6
playa	41,96	CCVCV	5
gente	278,21	CVCCV	3
carta	84,29	CVCCV	14
amigo	158,39	VCVCV	2
leche	54,11	CVCCV	2
comer	86,96	CVCVC	3
avión	50,36	VCVVC	1
final	245,36	CVCVC	2
letra	31,07	CVCCV	2
calle	239,29	CVCCV	5
lugar	369,64	CVCVC	5
silla	48,21	CVCCV	6
otoño	31,43	VCVCV	0
peine	5	CVVCV	2
mosca	10,71	CVCCV	3
burla	10,54	CVCCV	4
chino	14,64	CCVCV	5
roble	5,18	CVCCV	2
ficha	7,68	CVCCV	6
rosal	2,32	CVCVC	2
grasa	16,25	CCVCV	9
aguja	8,93	VCVCV	1
erizo	0,71	VCVCV	0
tigre	4,29	CVCCV	0
nadar	7,14	CVCVC	3
cable	13,93	CVCCV	3
pulga	1,79	CVCCV	3

pesca	16,25	CVCCV	2
torta	3,04	CVCCV	8
clavo	5,36	CCVCV	4
volar	17,14	CVCVC	8
vagón	5,36	CVCVC	2
plomo	13,93	CCVCV	0
ducha	12,68	CVCCV	6
casco	17,5	CVCCV	8
recta	10,89	CVCCV	7
barba	21,43	CVCCV	2

10. ANEXO B

En este anexo se describen los estímulos empleados en los estudios 2, 3 y 4 para las tareas de presentación simple y *priming* enmascarado.

Target	Distractor
Adele	Mevin Lason
Amy Winehouse	Bolly Boin
Angelina Jolie	Marlina Marina
Arnold Schwarzenegger	Maripilian
Barack Obama	Alver Prismar
Ben Affleck	Angelica Giama
Benedict Cumberbatch	Brenda Nill
Beyoncé	Daniel Primp
Bill Clinton	Morlan Froman
Bill Cosby	Wintera Driver
Bill Gates	Hallera Boin
Brad Pitt	Jenifer Lucia
Britney Spears	Bellida
Cameron Díaz	Raminha
Cher	Eduard Michael
Chuck Norris	Ally Beerack
David Bowie	Jean Depen
Donald Trump	Meichaela Mark
Eddie Murphy	Isabella Prima
Elisabeth II	Principe Loran
Elvis Presley	Lady Francesca
Emilia Clarke	Leonidas Lebron
Emma Watson	Jenny Fistar
Freddie Mercury	Steven Halling
George Clooney	Lidia Lia
Gwyneth Paltrow	Kam Jing
Harrison Ford	Lea Darsian
Hillary Clinton	Henry Ferd
J. K. Rowling	Siguona Near
Jack Nicholson	Sergev Pein
Jennifer Aniston	Jessica Anilla
Jennifer Lawrence	Albert Liebowitz
Jessica Alba	Rifka Hartman
Jodie Foster	Nick Hanningan
Johnny Depp	Elisa Clock
Jon Bon Jovi	Nina Hirschfeld
Julia Roberts	Jhonny Clun
Keanu Reeves	Adilian
Kevin Bacon	Joseph Cucumberg
Kevin Spacey	Nial Nian

Kim Jong-un
Kim Kardashian
Kit Harington
Kristen Stewart
Lady Diana
Lady Gaga
Leonardo DiCaprio
Lionel Messi
Lucy Liu
Madonna
Mariah Carey
Marilyn Monroe
Mark Zuckerberg
Meghan Markle
Meryl Streep
Michael Jackson
Michael Schumacher
Miley Cyrus
Morgan Freeman
Muhammad Ali
Naomi Campbell
Nelson Mandela
Nicole Kidman
Pope Francis
Penelope Cruz
Prince Harry
Rihanna
Robin Williams
Ronaldo
Ryan Gosling
Salma Hayek
Scarlett Johansson
Serena Williams
Shakira
Sigourney Weaver
Stephen Hawking
Steve Jobs
Vladimir Putin
Whoopi Goldberg
Winona Ryder

Nila Kadman
Mike Jhonny
Jeana Ryan
Sean Lopian
Kina Lina
Brain William
Pepil Francis
Miralin Cana
Giulian Lawn
Nillan Loan
Titian
Admed Li
Irma Weals
Bill Ruan
Suorak
Ben Callis
Loda Lea
Whisper Cerf
Sach Kodesh
Ben Beck
Cayetana Troop
Seon Loop
Silvia Harrack
Marcus Getz
H.P. Malian
Lean Goop
Whila Waps
Frodian Moop
Silina Win
Daniel Brown
Mary Strap
Joseph Beats
Nima Champs
Lopold Mossa
Renial
Britania Plims
Kevin Reen
Mary Pealds
Rubert Wills
Jhon Nillan

11. ANEXO C

A continuación, presentamos el script empleado para realizar la búsqueda de estímulos en el estudio 1 y 2. Este fue publicado en Moret-Tatay, Gamermann, Murphy, & Kuzmičová, (2018). De esta forma, escribimos un script en Python que, sobre una lista de palabras o estímulos, se conecta a la API de Google. Para poder realizar esto, hay que conectarse a las API del panel de control (y para esto, es necesario tener una cuenta de *Google*, como *gmail*):

<https://console.cloud.google.com/apis/dashboard>

En el panel de control, creamos un proyecto para el cual recibiremos una clave API, que es un código (cadena de letras y números) que nuestro futuro script de Python debe usar para hacer las solicitudes al servidor de Google. Dentro del servidor, hay diferentes servicios que ofrece Google. En la Biblioteca API, seleccionamos la API de búsqueda personalizada. Allí configuramos un nuevo Motor de búsqueda personalizado (CSE) que devolverá los resultados en el idioma que deseemos y buscará resultados en toda la Web. Cada CSE tiene una identificación, también una cadena de letras y números que nuestro script debe usar para acceder al servicio más tarde. Para acceder a la API de *Google* desde un script de Python, también tuvimos que instalar la biblioteca apropiada en nuestro dispositivo:

<https://developers.google.com/api-client-library/python/start/installation>

Emplearemos un archivo de extensión .txt con la lista de estímulos de interés para el uso del presente script. En este ejemplo, hemos denominado el archivo wordlist.txt. El primer script leerá los estímulos y el segundo escribirá el resultado. Hemos de tener en cuenta que, para utilizar los servicios de *Google* de forma gratuita, hay una cuota límite de 100 solicitudes por día para el CSE. Es por eso que, en la línea 23 del script, el ciclo se ejecuta hasta 100 (solo pudimos obtener los resultados de 100 palabras por día). Esa es la razón por la que el primer script, primero debe verificar las palabras que ya se han buscado antes de realizar una nueva ejecución.

Para usar el script, la cadena XXXXXXXXXXXXX debe ser reemplazada por clave API del usuario y el AAAAAAAAAAAAAA por el ID de CSE.

#Primer script de Python

```
from apiclient.discovery import build

import sys

reload ( s y s )

s y s . s e t d e f a u l t e n c o d i n g ( ' u t f - 8 ' )

service = b u i l d ( " c u s t o m s e a r c h ", " v 1 ", d e v e l o p e r k e y =
"XXXXXXXXXXXXXXXX")

fil = open ( " n w f r e q . t x t " )

dic = {}

for line in fil:

    pair = line.split()

    word = pair[0].strip()

    d i c [ w o r d . d e c o d e ( " l a t i n - 1 " ) ] = f l o a t ( p a i r [ 1 ] )

f i l . c l o s e ( )

words = dic.keys()

d i c _ d o n e s = d i c t ( [ ( e l e . s p l i t ( ) [ 0 ] . d e c o d e ( " u t f - 8 " ) , f l o a t ( e l
e . s p l i t ( ) [ 1 ] ) ) \ f o r e l e i n o p e n ( " w o r d l i s t . t x t " ) . r e a d l i n e s ( ) ] )

dones = dicdones.keys()

notyet = list ( set ( words ) - set ( dones ) )

f o r i i i n x r a n g e ( 1 0 0 ) :
```

```

try :

word = notyet[ii]

res = service.cse(). list ( q = '%s '%word, cx = 'YYYYYYYYYYYYYY'

).execute()

nres = res["searchInformation"]["totalResults"] d i c [ word ] = int (nres)print i i,
word, n r e s p r i n t >> p r i n t >> o p e n ( " w o r d l i s t . t x t ", " a " ), u "%s %i
"%(word, int ( n r e s ) ) e x c e p t : b r e a k

```

#Segundo script de Python

```

from time import s l e e p, time
day = 60. 60. 2 4
mm = 0.
while True :
mm + = 1
t i = time ( )
e x e c f i l e ( " n e w . p y " )
t f = time ( )
p r i n t " R u n _ % i d o n e i n % f s . _ \ n _ W a i t i n g . . . "%(mm+1, t f -t i)
s l e e p ( d a y )

```


12. ANEXO D

Esta es una adaptación del script publicado en Moret-Tatay, Gamermann, Navarro-Pardo, E., & Fernández de Córdoba Castellá, (2018), y desarrollado para la presente tesis doctoral. Concretamente, presentamos la función empleada en este trabajo, bajo el método de máxima verosimilitud. Se describen dos listas, para los dos ajustes realizados, sin (p1) y con técnicas de recorte de datos (p2).

#Primer script de Python (probabilidad p1)

```
def p1 ( xi , mu, s i g , tau , r eps=1000 , eps=1. e -10):
    N = len ( xi )
    xxx = 1 . / r eps
    KSemp = KS s tat ( xi , mu, s i g , tau , N)
    pval = 0 .
    ks s = [ 0 . for i i in xrange ( r eps ) ]
    for i i in xrange ( r eps ) :
        datas = [ e x g r vs (mu, s i g , tau ) for j j in xrange (N) ]
        nmu, ns i g , ntau = maxLKHD( datas , eps=eps )
        KSrand = KS s tat ( datas , nmu, ns i g , ntau , N)
        ks s [ i i ] = KSrand
    i f KSrand>KSemp: pval += xxx
    return pval , s t a t s ( ks s )
```

#Segundo script de Python (probabilidad p2)

```
def p2 ( xi , mu, s i g , tau , r eps=1000 , eps=1. e □10):
    N = len ( xi )xxx = 1 . / r eps
    KSemp = KS s tat ( xi , mu, s i g , tau , N)
    pval = 0 .
    ks s = [ 0 . for i i in xrange ( r eps ) ]
```

```

for i i in xrange ( r eps ) :
  datas = [ e x g r vs ( mu , s i g , tau ) for j j in xrange ( N ) ]
  [ x , y ] = hi s togram ( datas , norm=1);
  nmu, ns ig , ntau = minSQR(x , y , mu , s i g , tau , eps=eps )
  KSrand = KS s tat ( datas , nmu, ns ig , ntau , N)
  ks s [ i i ] = KSrand
  i f KSrand>KSemp: pval += xxx
return pval , s t a t s ( ks s )

```

13. Referencias

- Adelman, J. S., Brown, G. D. A., & Quesada, J. F. (2006). Contextual Diversity, Not Word Frequency, Determines Word-Naming and Lexical Decision Times. *Psychological Science*, *17*(9), 814–823. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01787.x>
- Adolphs, R., Sears, L., & Piven, J. (2001). Abnormal Processing of Social Information from Faces in Autism. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *13*(2), 232–240. <https://doi.org/10.1162/089892901564289>
- Albonico, A., & Barton, J. (2019). Progress in perceptual research: The case of prosopagnosia. *F1000Research*, *8*, 765. <https://doi.org/10.12688/f1000research.18492.1>
- Andrews, T. J., Davies-Thompson, J., Kingstone, A., & Young, A. W. (2010). Internal and External Features of the Face Are Represented Holistically in Face-Selective Regions of Visual Cortex. *Journal of Neuroscience*, *30*(9), 3544–3552. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4863-09.2010>
- Arcaro, M. J., Schade, P. F., Vincent, J. L., Ponce, C. R., & Livingstone, M. S. (2017). Seeing faces is necessary for face-domain formation. *Nature Neuroscience*, *20*(10), 1404–1412. <https://doi.org/10.1038/nn.4635>
- Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Spieler, D. H., & Yap, M. J. (2004). Visual Word Recognition of Single-Syllable Words. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(2), 283–316. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.2.283>

- Balota, D. A., Yap, M. J., Hutchison, K. A., Cortese, M. J., Kessler, B., Loftis, B., Neely, J. H., Nelson, D. L., Simpson, G. B., & Treiman, R. (2007). The English Lexicon Project. *Behavior Research Methods*, 39(3), 445–459. <https://doi.org/10.3758/BF03193014>
- Barton, J. J. S., Fox, C. J., Sekunova, A., & Iaria, G. (2010). Encoding in the Visual Word Form Area: An fMRI Adaptation Study of Words versus Handwriting. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(8), 1649–1661. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21286>
- Barton, J. J. S., Keenan, J. P., & Bass, T. (2001). Discrimination of spatial relations and features in faces: Effects of inversion and viewing duration. *British Journal of Psychology*, 92(3), 527–549. <https://doi.org/10.1348/000712601162329>
- Behrmann, M., & Plaut, D. C. (2013). Distributed circuits, not circumscribed centers, mediate visual recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(5), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.03.007>
- Behrmann, M., & Plaut, D. C. (2020). Hemispheric Organization for Visual Object Recognition: A Theoretical Account and Empirical Evidence. *Perception*, 49(4), 373–404. <https://doi.org/10.1177/0301006619899049>
- Ben-Shachar, M., Dougherty, R. F., Deutsch, G. K., & Wandell, B. A. (2011). The Development of Cortical Sensitivity to Visual Word Forms. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2387–2399. <https://doi.org/10.1162/jocn.2011.21615>
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551–565. <https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.6.551>

- Bernabé-Valero, G., Blasco-Magraner, J. S., & Moret-Tatay, C. (2019). Testing Motivational Theories in Music Education: The Role of Effort and Gratitude. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *13*, 172. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00172>
- Blair, I. V., Urland, G. R., & Ma, J. E. (2002). Using Internet search engines to estimate word frequency. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *34*(2), 286–290. <https://doi.org/10.3758/BF03195456>
- Boutet, I. (2002). The influence of attention on holistic face encoding. *Cognition*, *84*(3), 321–341. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(02\)00072-0](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(02)00072-0)
- Brown, M., Sacco, D. F., & Medlin, M. M. (2019). Approaching extraverts: Socially excluded men prefer extraverted faces. *Personality and Individual Differences*, *137*, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.09.007>
- Bruce, V., & Valentine, T. (1986). Semantic Priming of Familiar Faces. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *38*(1), 125–150. <https://doi.org/10.1080/14640748608401588>
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, *77*(3), 305–327. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb02199.x>
- Brysbaert, M., Keuleers, E., & New, B. (2011). Assessing the Usefulness of Google Books' Word Frequencies for Psycholinguistic Research on Word Processing. *Frontiers in Psychology*, *2*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00027>
- Brysbaert, M., & New, B. (2009). Moving beyond Kučera and Francis: A critical evaluation of current word frequency norms and the introduction of a new and improved word frequency measure for American English. *Behavior Research Methods*, *41*(4), 977–990. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.977>

- Burns, E. J., Bennetts, R. J., Bate, S., Wright, V. C., Weidemann, C. T., & Tree, J. J. (2017). Intact word processing in developmental prosopagnosia. *Scientific Reports*, 7(1), 1683. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01917-8>
- Caharel, S., Jacques, C., d'Arripe, O., Ramon, M., & Rossion, B. (2011). Early electrophysiological correlates of adaptation to personally familiar and unfamiliar faces across viewpoint changes. *Brain Research*, 1387, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.02.070>
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41(2), 195–202. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00149-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00149-5)
- Calvo, M. G., & Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): Identification under different display-duration conditions. *Behavior Research Methods*, 40(1), 109–115. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.1.109>
- Carstensen, L. L., & DeLiema, M. (2018). The positivity effect: A negativity bias in youth fades with age. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 19, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.07.009>
- Centanni, T. M., Norton, E. S., Park, A., Beach, S. D., Halverson, K., Ozernov-Palchik, O., Gaab, N., & Gabrieli, J. D. (2018). Early development of letter specialization in left fusiform is associated with better word reading and smaller fusiform face area. *Developmental Science*, 21(5), e12658. <https://doi.org/10.1111/desc.12658>
- Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: The forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(2), 310–324. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.2.310>

- Chen, L., Wassermann, D., Abrams, D. A., Kochalka, J., Gallardo-Diez, G., & Menon, V. (2019). The visual word form area (VWFA) is part of both language and attention circuitry. *Nature Communications*, *10*(1), 5601. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13634-z>
- Chokron, S., & Imbert, M. (1993). Influence of reading habits on line bisection. *Cognitive Brain Research*, *1*(4), 219–222. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(93\)90005-P](https://doi.org/10.1016/0926-6410(93)90005-P)
- Chua, K.-W., Richler, J. J., & Gauthier, I. (2014). Becoming a Lunari or Taiyo expert: Learned attention to parts drives holistic processing of faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*(3), 1174–1182. <https://doi.org/10.1037/a0035895>
- Cohen, L., & Dehaene, S. (2004). Specialization within the ventral stream: The case for the visual word form area. *NeuroImage*, *22*(1), 466–476. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.049>
- Comesaña, M., Soares, A. P., Perea, M., Piñeiro, A. P., Fraga, I., & Pinheiro, A. (2013). ERP correlates of masked affective priming with emoticons. *Computers in Human Behavior*, *29*(3), 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.10.020>
- Corrow, S. L., Stubbs, J. L., Schlaug, G., Buss, S., Paquette, S., Duchaine, B., & Barton, J. J. S. (2019). Perception of musical pitch in developmental prosopagnosia. *Neuropsychologia*, *124*, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.12.022>
- Cureton, E. E. (1956). Rank-biserial correlation. *Psychometrika*, *21*(3), 287–290. <https://doi.org/10.1007/BF02289138>

- Dacey, M. (2016). The Varieties of Parsimony in Psychology: The Varieties of Parsimony in Psychology. *Mind & Language*, 31(4), 414–437. <https://doi.org/10.1111/mila.12113>
- Davies-Thompson, J., & Andrews, T. J. (2012). Intra- and interhemispheric connectivity between face-selective regions in the human brain. *Journal of Neurophysiology*, 108(11), 3087–3095. <https://doi.org/10.1152/jn.01171.2011>
- Davies-Thompson, J., Johnston, S., Tashakkor, Y., Pancaroglu, R., & Barton, J. J. S. (2016). The relationship between visual word and face processing lateralization in the fusiform gyri: A cross-sectional study. *Brain Research*, 1644, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.05.009>
- de Gardelle, V., Charles, L., & Kouider, S. (2011). Perceptual awareness and categorical representation of faces: Evidence from masked priming. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1272–1281. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.02.001>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(6), 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.04.003>
- Dehaene-Lambertz, G., Monzalvo, K., & Dehaene, S. (2018). The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. *PLOS Biology*, 16(3), e2004103. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004103>
- Devue, C., Wride, A., & Grimshaw, G. M. (2019). New insights on real-world human face recognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(6), 994–1007. <https://doi.org/10.1037/xge0000493>

- Druică, E., Vâlsan, C., Ianole-Călin, R., Mihail-Papuc, R., & Munteanu, I. (2019). Exploring the Link between Academic Dishonesty and Economic Delinquency: A Partial Least Squares Path Modeling Approach. *Mathematics*, 7(12), 1241. <https://doi.org/10.3390/math7121241>
- Dyson, M. C., & Stott, C. (2012). Characterizing typographic expertise: Do we process typefaces like faces? *Visual Cognition*, 20(9), 1082–1094. <https://doi.org/10.1080/13506285.2012.722568>
- Ekman, P. (2004). Emotional and Conversational Nonverbal Signals. In J. M. Larrazabal & L. A. P. Miranda (Eds.), *Language, Knowledge, and Representation* (pp. 39–50). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2783-3_3
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Fitousi, D. (2020a). Linking the Ex-Gaussian Parameters to Cognitive Stages: Insights from the Linear Ballistic Accumulator (LBA) Model. *The Quantitative Methods for Psychology*, 16(2), 91–106. <https://doi.org/10.20982/tqmp.16.2.p091>
- Fitousi, D. (2020b). Decomposing the composite face effect: Evidence for non-holistic processing based on the ex-Gaussian distribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(6), 819–840. <https://doi.org/10.1177/1747021820904222>
- Forster, K. I., & Forster, J. C. (2003). DMDX: A Windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(1), 116–124. <https://doi.org/10.3758/BF03195503>

- Froehlich, E., Liebig, J., Ziegler, J. C., Braun, M., Lindenberger, U., Heekeren, H. R., & Jacobs, A. M. (2016). Drifting through Basic Subprocesses of Reading: A Hierarchical Diffusion Model Analysis of Age Effects on Visual Word Recognition. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01863>
- Gabay, Y., Dundas, E., Plaut, D., & Behrmann, M. (2017). Atypical perceptual processing of faces in developmental dyslexia. *Brain and Language*, 173, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.06.004>
- Galloway-Long, H., & Huang-Pollock, C. (2018). Using inspection time and ex-Gaussian parameters of reaction time to predict executive functions in children with ADHD. *Intelligence*, 69, 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2018.06.005>
- Gao, Z., Flevaris, A. V., Robertson, L. C., & Bentin, S. (2011). Priming global and local processing of composite faces: Revisiting the processing-bias effect on face perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(5), 1477–1486. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0109-7>
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Moylan, J., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). The Fusiform “Face Area” is Part of a Network that Processes Faces at the Individual Level. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(3), 495–504. <https://doi.org/10.1162/089892900562165>
- Geschwind, D. H. (2009). Advances in Autism. *Annual Review of Medicine*, 60(1), 367–380. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.60.053107.121225>
- Gil-López, C., Perea, M., Moret-Tatay, C., & Carreiras, M. (2011). Can masked priming effects be obtained with words? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(6), 1643–1649. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0174-y>

- Gimenes, M., & New, B. (2016). Worldlex: Twitter and blog word frequencies for 66 languages. *Behavior Research Methods*, 48(3), 963–972. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0621-0>
- Glezer, L. S., Eden, G., Jiang, X., Luetje, M., Napoliello, E., Kim, J., & Riesenhuber, M. (2016). Uncovering phonological and orthographic selectivity across the reading network using fMRI-RA. *NeuroImage*, 138, 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.05.072>
- Goffaux, Valerie, & Greenwood, J. A. (2016). The orientation selectivity of face identification. *Scientific Reports*, 6(1), 34204. <https://doi.org/10.1038/srep34204>
- Goffaux, Valérie, & Rossion, B. (2006). Faces are ‘spatial’—Holistic face perception is supported by low spatial frequencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(4), 1023–1039. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.32.4.1023>
- Grainger, J., Rey, A., & Dufau, S. (2008). Letter perception: From pixels to pandemonium. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(10), 381–387. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.06.006>
- Grbavec, A., Fox, C., & Barton, J. (2010). Use of a correlative training method in the rehabilitation of acquired prosopagnosia. *Journal of Vision*, 9(8), 487–487. <https://doi.org/10.1167/9.8.487>
- Guo, Y., Logan, H. L., Glueck, D. H., & Muller, K. E. (2013). Selecting a sample size for studies with repeated measures. *BMC Medical Research Methodology*, 13(1), 100. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-100>
- Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Manoach, D. S., Naik, P., Snyder, J., Dominick, K., Hoge, R., Van den Stock, J., Flusberg, H. T., & de Gelder, B. (2009). Body expressions of emotion do not trigger fear contagion in autism spectrum

- disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 4(1), 70–78.
<https://doi.org/10.1093/scan/nsn038>
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 223–233.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01482-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01482-0)
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51(1), 59–67.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(01\)01330-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(01)01330-0)
- Hendel, R. K., Starrfelt, R., & Gerlach, C. (2019). The good, the bad, and the average: Characterizing the relationship between face and object processing across the face recognition spectrum. *Neuropsychologia*, 124, 274–284.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.11.016>
- Hernandez, A. E., Claussenius-Kalman, H. L., Ronderos, J., Castilla-Earls, A. P., Sun, L., Weiss, S. D., & Young, D. R. (2019a). Neuroemergentism: A framework for studying cognition and the brain. *Journal of Neurolinguistics*, 49, 214–223.
<https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2017.12.010>
- Hernandez, A. E., Claussenius-Kalman, H. L., Ronderos, J., Castilla-Earls, A. P., Sun, L., Weiss, S. D., & Young, D. R. (2019b). Neuroemergentism: Response to commentaries. *Journal of Neurolinguistics*, 49, 258–262.
<https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.06.001>
- Hills, C. S., Pancaroglu, R., Duchaine, B., & Barton, J. J. S. (2015). Word and text processing in acquired prosopagnosia: Words in Prosopagnosia. *Annals of Neurology*, 78(2), 258–271. <https://doi.org/10.1002/ana.24437>
- Hubl, D., Bolte, S., Feineis-Matthews, S., Lanfermann, H., Federspiel, A., Strik, W., Poustka, F., & Dierks, T. (2003). Functional imbalance of visual pathways

- indicates alternative face processing strategies in autism. *Neurology*, *61*(9), 1232–1237. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000091862.22033.1A>
- Humphreys, K., Hasson, U., Avidan, G., Minshew, N., & Behrmann, M. (2008). Cortical patterns of category-selective activation for faces, places and objects in adults with autism. *Autism Research*, *1*(1), 52–63. <https://doi.org/10.1002/aur.1>
- Hwang Gu, S.-L., Gau, S. S.-F., Tzang, S.-W., & Hsu, W.-Y. (2013). The ex-Gaussian distribution of reaction times in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities*, *34*(11), 3709–3719. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.07.025>
- Jacques, C., d'Arripe, O., & Rossion, B. (2007). The time course of the inversion effect during individual face discrimination. *Journal of Vision*, *7*(8), 3. <https://doi.org/10.1167/7.8.3>
- Jiang, X., Bollich, A., Cox, P., Hyder, E., James, J., Gowani, S. A., Hadjikhani, N., Blanz, V., Manoach, D. S., Barton, J. J. S., Gaillard, W. D., & Riesenhuber, M. (2013). A quantitative link between face discrimination deficits and neuronal selectivity for faces in autism. *NeuroImage: Clinical*, *2*, 320–331. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2013.02.002>
- Jitsuishi, T., Hirono, S., Yamamoto, T., Kitajo, K., Iwadate, Y., & Yamaguchi, A. (2020). White matter dissection and structural connectivity of the human vertical occipital fasciculus to link vision-associated brain cortex. *Scientific Reports*, *10*(1), 820. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-57837-7>
- Johnson, M. H. (2011). Face Processing as a Brain Adaptation at Multiple Timescales. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *64*(10), 1873–1888. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.590596>

- Johnson, M. H., Dziurawiec, S., Ellis, H., & Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, *40*(1–2), 1–19. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(91\)90045-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(91)90045-6)
- Joseph, R. M., & Tanaka, J. (2003). Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*(4), 529–542. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00142>
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The Fusiform Face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception. *The Journal of Neuroscience*, *17*(11), 4302–4311. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.17-11-04302.1997>
- Kazandjian, S., Cavézian, C., Zivotofsky, A. Z., & Chokron, S. (2010). Bisections in two languages: When number processing, spatial representation, and habitual reading direction interact. *Neuropsychologia*, *48*(14), 4031–4037. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.020>
- Klin, A., Sparrow, S. S., De Bildt, A., Cicchetti, D. V., Cohen, D. J., & Volkmar, F. R. (1999). A normed study of face recognition in autism and related disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, *29*(6), 499–508.
- Kučera, H., & Francis, W. N. (1967). Computational analysis of present-day American English. *Dartmouth Publishing Group*.
- Lavie, N., Ro, T., & Russell, C. (2003). The Role of Perceptual Load in Processing Distractor Faces. *Psychological Science*, *14*(5), 510–515. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.03453>
- Le, V., Khorrami, P., Tariq, U., Tang, H., & Huang, T. (2016). *Face Processing and Applications to Distance Learning*. WORLD SCIENTIFIC. <https://doi.org/10.1142/9866>

- Leth-Steensen, C., King Elbaz, Z., & Douglas, V. I. (2000). Mean response times, variability, and skew in the responding of ADHD children: A response time distributional approach. *Acta Psychologica*, *104*(2), 167–190. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(00\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(00)00019-6)
- Li, J., Tian, M., Fang, H., Xu, M., Li, H., & Liu, J. (2010). Extraversion predicts individual differences in face recognition. *Communicative & Integrative Biology*, *3*(4), 295–298. <https://doi.org/10.4161/cib.3.4.12093>
- Lu, H., Li, Y., Chen, M., Kim, H., & Serikawa, S. (2018). Brain Intelligence: Go beyond Artificial Intelligence. *Mobile Networks and Applications*, *23*(2), 368–375. <https://doi.org/10.1007/s11036-017-0932-8>
- Lu, Y., Wang, S., Wang, J., Zhou, G., Zhang, Q., Zhou, X., Niu, B., Chen, Q., & Chou, K.-C. (2019). An Epidemic Avian Influenza Prediction Model Based on Google Trends. *Letters in Organic Chemistry*, *16*(4), 303–310. <https://doi.org/10.2174/1570178615666180724103325>
- Luce, R. D. (1986). *Response times: Their role in inferring elementary mental organization* (Oxford University Press on Demand., Vol. 1–8).
- Luo, Y., El Naqa, I., McShan, D. L., Ray, D., Lohse, I., Matuszak, M. M., Owen, D., Jolly, S., Lawrence, T. S., Kong, F.-M. (Spring), & Ten Haken, R. K. (2017). Unraveling biophysical interactions of radiation pneumonitis in non-small-cell lung cancer via Bayesian network analysis. *Radiotherapy and Oncology*, *123*(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2017.02.004>
- Lusher, D., Robins, G., & Kremer, P. (2010). The Application of Social Network Analysis to Team Sports. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, *14*(4), 211–224. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2010.495559>

- Mandal, I., Ferguson, T., De Pace, G., & Mankodiya, K. (2017). An Emotional Expression Monitoring Tool for Facial Videos. In S. F. Ochoa, P. Singh, & J. Bravo (Eds.), *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (Vol. 10586, pp. 796–807). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67585-5_77
- Martin, L., Durisko, C., Moore, M. W., Coutanche, M. N., Chen, D., & Fiez, J. A. (2019). The VWFA Is the Home of Orthographic Learning When Houses Are Used as Letters. *Eneuro*, 6(1), ENEURO.0425-17.2019. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0425-17.2019>
- Maurer, D., Grand, R. L., & Mondloch, C. J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 255–260. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01903-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01903-4)
- McKone, E. (2008). Configural processing and face viewpoint. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(2), 310–327. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.2.310>
- McKone, E., Davies, A. A., Darke, H., Crookes, K., Wickramariyaratne, T., Zappia, S., Fiorentini, C., Favelle, S., Broughton, M., & Fernando, D. (2013). Importance of the Inverted Control in Measuring Holistic Face Processing with the Composite Effect and Part-Whole Effect. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00033>
- McKone, E., Wan, L., Pidcock, M., Crookes, K., Reynolds, K., Dawel, A., Kidd, E., & Fiorentini, C. (2019). A critical period for faces: Other-race face recognition is improved by childhood but not adult social contact. *Scientific Reports*, 9(1), 12820. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49202-0>

- Megreya, A. M., & Bindemann, M. (2015). Developmental Improvement and Age-Related Decline in Unfamiliar Face Matching. *Perception*, *44*(1), 5–22. <https://doi.org/10.1068/p7825>
- Mei, L., Xue, G., Chen, C., Xue, F., Zhang, M., & Dong, Q. (2010). The “visual word form area” is involved in successful memory encoding of both words and faces. *NeuroImage*, *52*(1), 371–378. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.067>
- Meyers, E. M., Borzello, M., Freiwald, W. A., & Tsao, D. (2015). Intelligent Information Loss: The Coding of Facial Identity, Head Pose, and Non-Face Information in the Macaque Face Patch System. *Journal of Neuroscience*, *35*(18), 7069–7081. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3086-14.2015>
- Mittal, S., Agarwal, S., & Nigam, M. J. (2018). Real Time Multiple Face Recognition: A Deep Learning Approach. *Proceedings of the 2018 International Conference on Digital Medicine and Image Processing - DMIP '18*, 70–76. <https://doi.org/10.1145/3299852.3299853>
- Mondloch, C. J., Lewis, T. L., Budreau, D. R., Maurer, D., Dannemiller, J. L., Stephens, B. R., & Kleiner-Gathercoal, K. A. (1999). Face Perception During Early Infancy. *Psychological Science*, *10*(5), 419–422. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00179>
- Mooney, C. F., Mooney, C. L., Mooney, C. Z., Duval, R. D., & Duvall, R. (1993). *Mooney, C. F., Mooney, C. L., Mooney, C. Z., Duval, R. D., & Duvall, R. Bootstrapping: A nonparametric approach to statistical inference (No. 95)*. (No 93). Sage.
- Moret-Tatay, C., Lami, A., Oliveira, C. R., & Beneyto-Arrojo, M. J. (2018). The mediational role of distracting stimuli in emotional word recognition.

Psicologia: Reflexão e Crítica, 31(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41155-017-0082-8>

Moret-Tatay, Carmen, Baixauli-Fortea, I., Sevilla, M. D. G., & Irigaray, T. Q. (2020). Can You Identify These Celebrities? A Network Analysis on Differences between Word and Face Recognition. *Mathematics*, 8(5), 699. <https://doi.org/10.3390/math8050699>

Moret-Tatay, Carmen, Beneyto-Arrojo, M. J., Gutierrez, E., Boot, W. R., & Charness, N. (2019). A Spanish Adaptation of the Computer and Mobile Device Proficiency Questionnaires (CPQ and MDPQ) for Older Adults. *Frontiers in Psychology*, 10, 1165. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01165>

Moret-Tatay, Carmen, Gamermann, D., Murphy, M., & Kuzmičová, A. (2018). Just Google It: An Approach on Word Frequencies Based on Online Search Result. *The Journal of General Psychology*, 145(2), 170–182. <https://doi.org/10.1080/00221309.2018.1459451>

Moret-Tatay, Carmen, Gamermann, D., Navarro-Pardo, E., & Fernández de Córdoba Castellá, P. (2018). ExGUtills: A Python Package for Statistical Analysis With the ex-Gaussian Probability Density. *Frontiers in Psychology*, 9, 612. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00612>

Moret-Tatay, Carmen, Lemus-Zúñiga, L.-G., Tortosa, D. A., Gamermann, D., Vázquez-martínez, A., Navarro-Pardo, E., & Conejero, J. A. (2017). Age slowing down in detection and visual discrimination under varying presentation times. *Scandinavian Journal of Psychology*, 58(4), 304–311. <https://doi.org/10.1111/sjop.12372>

Moret-Tatay, Carmen, Leth-Steensen, C., Irigaray, T. Q., Argimon, I. I. L., Gamermann, D., Abad-Tortosa, D., Oliveira, C., Sáiz-Mauleón, B., Vázquez-

- Martínez, A., Navarro-Pardo, E., & Fernández de Córdoba Castellá, P. (2016). The Effect of Corrective Feedback on Performance in Basic Cognitive Tasks: An Analysis of RT Components. *Psychologica Belgica*, 56(4), 370–381. <https://doi.org/10.5334/pb.240>
- Moret-Tatay, Carmen, Moreno-Cid, A., Argimon, I. I. de L., Quarti Irigaray, T., Szczerbinski, M., Murphy, M., Vázquez-Martínez, A., Vázquez-Molina, J., Sáiz-Mauleón, B., Navarro-Pardo, E., & Fernández de Córdoba Castellá, P. (2014). The effects of age and emotional valence on recognition memory: An ex-Gaussian components analysis. *Scandinavian Journal of Psychology*, 55(5), 420–426. <https://doi.org/10.1111/sjop.12136>
- Moret-Tatay, Carmen, & Murphy, M. (2019). Editorial: Aging in the Digital Era. *Frontiers in Psychology*, 10, 1815. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01815>
- Morton, J., & Johnson, M. H. (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, 98(2), 164–181. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.98.2.164>
- Moscovitch, M., Winocur, G., & Behrmann, M. (1997). What Is Special about Face Recognition? Nineteen Experiments on a Person with Visual Object Agnosia and Dyslexia but Normal Face Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(5), 555–604. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.5.555>
- Murphy, J., Gray, K. L. H., & Cook, R. (2017). The composite face illusion. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(2), 245–261. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1131-5>
- Nanda, S., Mohanan, N., Kumari, S., Mathew, M., Ramachandran, S., Rajesh Pillai, P. G., Kesavadas, C., Sarma P., S., & Menon, R. N. (2019). Novel Face-Name Paired Associate Learning and Famous Face Recognition in Mild Cognitive

- Impairment: A Neuropsychological and Brain Volumetric Study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*, 9(1), 114–128.
<https://doi.org/10.1159/000496476>
- Navarro-Pardo, E., Navarro-Prados, A. B., Gamermann, D., & Moret-Tatay, C. (2013). Differences Between Young and Old University Students on a Lexical Decision Task: Evidence Through an Ex-Gaussian Approach. *The Journal of General Psychology*, 140(4), 251–268. <https://doi.org/10.1080/00221309.2013.817964>
- Ng, S. Y., Zebrowitz, L. A., & Franklin, R. G. (2016). Age Differences in the Differentiation of Trait Impressions From Faces. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 71(2), 220–229.
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbu113>
- Nordt, M., Gomez, J., Natu, V., Jeska, B., Barnett, M., & Grill-Spector, K. (2019). Learning to Read Increases the Informativeness of Distributed Ventral Temporal Responses. *Cerebral Cortex*, 29(7), 3124–3139.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhy178>
- Norton, D., McBain, R., & Chen, Y. (2009). Reduced Ability to Detect Facial Configuration in Middle-Aged and Elderly Individuals: Associations With Spatiotemporal Visual Processing. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64B(3), 328–334.
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbp008>
- Nuzzo, R. (2014). Scientific method: Statistical errors. *Nature*, 506(7487), 150–152.
<https://doi.org/10.1038/506150a>
- Pachai, M. V., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2019). The effect of training with inverted faces on the selective use of horizontal structure. *Vision Research*, 157, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.04.003>

- Partanen, E. J., Leminen, A., Cook, C., & Shtyrov, Y. (2018). Formation of neocortical memory circuits for unattended written word forms: Neuromagnetic evidence. *Scientific Reports*, 8(1), 15829. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34029-y>
- Pascalis, O., & Slater, A. (Eds.). (2003). *The development of face processing in infancy and early childhood: Current perspectives*. Nova Science Publishers, Inc.
- Perlman, S. B., Hudac, C. M., Pegors, T., Minshew, N. J., & Pelphrey, K. A. (2011). Experimental manipulation of face-evoked activity in the fusiform gyrus of individuals with autism. *Social Neuroscience*, 6(1), 22–30. <https://doi.org/10.1080/17470911003683185>
- Plaut, D. C., & Behrmann, M. (2013). Response to Susilo and Duchaine: Beyond neuropsychological dissociations in understanding face and word representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 546. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.010>
- Puga, J. L., Krzywinski, M., & Altman, N. (2015). Bayesian networks. *Nature Methods*, 12(9), 799–800. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3550>
- Qiao, E., Vinckier, F., Szwed, M., Naccache, L., Valabrègue, R., Dehaene, S., & Cohen, L. (2010). Unconsciously deciphering handwriting: Subliminal invariance for handwritten words in the visual word form area. *NeuroImage*, 49(2), 1786–1799. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.034>
- Rauschecker, A. M., Bowen, R. F., Parvizi, J., & Wandell, B. A. (2012). Position sensitivity in the visual word form area. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(24), E1568–E1577. <https://doi.org/10.1073/pnas.1121304109>
- Rhodes, G., Lee, K., Palermo, R., Weiss, M., Yoshikawa, S., Clissa, P., Williams, T., Peters, M., Winkler, C., & Jeffery, L. (2005). Attractiveness of Own-Race,

- Other-Race, and Mixed-Race Faces. *Perception*, 34(3), 319–340.
<https://doi.org/10.1068/p5191>
- Rinaldi, L., Di Luca, S., Henik, A., & Girelli, L. (2014). Reading direction shifts visuospatial attention: An Interactive Account of attentional biases. *Acta Psychologica*, 151, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.05.018>
- Rizzo, S., Venneri, A., & Papagno, C. (2002). Famous face recognition and naming test: A normative study. *Neurological Sciences*, 23(4), 153–159.
<https://doi.org/10.1007/s100720200056>
- Robotham, R. J., & Starrfelt, R. (2017). Face and Word Recognition Can Be Selectively Affected by Brain Injury or Developmental Disorders. *Frontiers in Psychology*, 8, 1547. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01547>
- Rosa, E., Tapia, J. L., & Perea, M. (2017). Contextual diversity facilitates learning new words in the classroom. *PLOS ONE*, 12(6), e0179004.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179004>
- Rossion, B. (2018). Humans Are Visual Experts at Unfamiliar Face Recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(6), 471–472.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.03.002>
- Rossion, B., Hanseeuw, B., & Dricot, L. (2012). Defining face perception areas in the human brain: A large-scale factorial fMRI face localizer analysis. *Brain and Cognition*, 79(2), 138–157. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2012.01.001>
- Rubino, C., Corrow, S. L., Corrow, J. C., Duchaine, B., & Barton, J. J. S. (2016). Word and text processing in developmental prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 33(5–6), 315–328.
<https://doi.org/10.1080/02643294.2016.1204281>

- Ruiz-Ruano, A.-M., López-Puga, J., & Delgado-Morán, J.-J. (2019). El componente social de la amenaza híbrida y su detección con modelos bayesianos/ The Social Component of the Hybrid Threat and its Detection with Bayesian Models. *URVIO. Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, 25, 57–69. <https://doi.org/10.17141/urvio.25.2019.3997>
- Sebastián, N., Martí, M. A., Carreiras, M., & Cuetos, F. (2000). *LEXESP: Léxico informatizado del español*. Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Sellke, T., Bayarri, M. J., & Berger, J. O. (2001). Calibration of ρ Values for Testing Precise Null Hypotheses. *The American Statistician*, 55(1), 62–71. <https://doi.org/10.1198/000313001300339950>
- Sigurdardottir, H. M., Fridriksdottir, L. E., Gudjonsdottir, S., & Kristjánsson, Á. (2018). Specific problems in visual cognition of dyslexic readers: Face discrimination deficits predict dyslexia over and above discrimination of scrambled faces and novel objects. *Cognition*, 175, 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.02.017>
- Sigurdardottir, H. M., Hjartarson, K. H., Gudmundsson, G. L., & Kristjánsson, Á. (2019). Own-race and other-race face recognition problems without visual expertise problems in dyslexic readers. *Vision Research*, 158, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.02.010>
- Sigurdardottir, H. M., Ívarsson, E., Kristinsdóttir, K., & Kristjánsson, Á. (2015). Impaired recognition of faces and objects in dyslexia: Evidence for ventral stream dysfunction? *Neuropsychology*, 29(5), 739–750. <https://doi.org/10.1037/neu0000188>
- Simion, F., Leo, I., Turati, C., Valenza, E., & Dalla Barba, B. (2007). How face specialization emerges in the first months of life. In *Progress in Brain Research*

- (Vol. 164, pp. 169–185). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)64009-6](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)64009-6)
- Smith, N. J., & Levy, R. (2013). The effect of word predictability on reading time is logarithmic. *Cognition*, *128*(3), 302–319. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.02.013>
- Starrfelt, R., Klargaard, S. K., Petersen, A., & Gerlach, C. (2018). Reading in developmental prosopagnosia: Evidence for a dissociation between word and face recognition. *Neuropsychology*, *32*(2), 138–147. <https://doi.org/10.1037/neu0000428>
- Sternberg, S., & Backus, B. T. (2015). Sequential processes and the shapes of reaction time distributions. *Psychological Review*, *122*(4), 830–837. <https://doi.org/10.1037/a0039658>
- Stupina, E., Myachykov, A., & Shtyrov, Y. (2018). Automatic Lexical Access in Visual Modality: Eye-Tracking Evidence. *Frontiers in Psychology*, *9*, 1847. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01847>
- Sullivan, S., Ruffman, T., & Hutton, S. B. (2007). Age Differences in Emotion Recognition Skills and the Visual Scanning of Emotion Faces. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *62*(1), P53–P60. <https://doi.org/10.1093/geronb/62.1.P53>
- Sunday, M. A., Dodd, M. D., Tomarken, A. J., & Gauthier, I. (2019). How faces (and cars) may become special. *Vision Research*, *157*, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.12.007>
- Sunday, M. A., Patel, P. A., Dodd, M. D., & Gauthier, I. (2019). Gender and hometown population density interact to predict face recognition ability. *Vision Research*, *163*, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.08.006>

- Thompson, P. (1980). Margaret Thatcher: A New Illusion. *Perception*, 9(4), 483–484.
<https://doi.org/10.1068/p090483>
- Thorndike, E. L., & Lorge, I. (1944). The teacher's word book of 30,000 words. *Bureau of Publications, Teachers Co.*
- Tsao, D. (2006). EPPENDORF 2006 WINNER: A Dedicated System for Processing Faces. *Science*, 314(5796), 72–73. <https://doi.org/10.1126/science.1135163>
- Tsao, D. Y., & Livingstone, M. S. (2008). Mechanisms of Face Perception. *Annual Review of Neuroscience*, 31(1), 411–437.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.30.051606.094238>
- Ventura, P. (2014). Let's face it: Reading acquisition, face and word processing. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00787>
- Vogel, A. C., Miezin, F. M., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2012). The Putative Visual Word Form Area Is Functionally Connected to the Dorsal Attention Network. *Cerebral Cortex*, 22(3), 537–549.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhr100>
- Vogel, Alecia C., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2014). The VWFA: It's not just for words anymore. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00088>
- Wandell, B. A., Rauschecker, A. M., & Yeatman, J. D. (2012). Learning to See Words. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 31–53. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100434>
- Yargholi, E., Hossein-Zadeh, G.-A., & Rajimehr, R. (2019). Predicting Blood Oxygenation Level-Dependent Activity in Fusiform Face Area from the Activity in Other Visual Areas. *Brain Connectivity*, 9(4), 329–340.
<https://doi.org/10.1089/brain.2018.0624>

- Yarkoni, T., Balota, D., & Yap, M. (2008). Moving beyond Coltheart's N: A new measure of orthographic similarity. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15*(5), 971–979. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.5.971>
- Zafar, U., Ghafoor, M., Zia, T., Ahmed, G., Latif, A., Malik, K. R., & Sharif, A. M. (2019). Face recognition with Bayesian convolutional networks for robust surveillance systems. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, *2019*(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13640-019-0406-y>
- Zebrowitz, L. A., Franklin, R. G., Hillman, S., & Boc, H. (2013). Older and younger adults' first impressions from faces: Similar in agreement but different in positivity. *Psychology and Aging*, *28*(1), 202–212. <https://doi.org/10.1037/a0030927>
- Zhou, G., Liu, J., Xiao, N. G., Wu, S. J., Li, H., & Lee, K. (2018). The Fusiform Face Area Plays a Greater Role in Holistic Processing for Own-Race Faces Than Other-Race Faces. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 220. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00220>