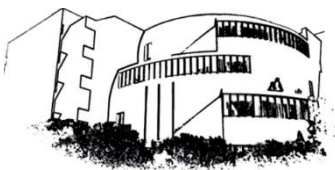




# ESTUDIO DEL CEREBRO Y LA ATENCIÓN A TRAVÉS DE LA MAGIA



INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS



Facultat de Biologia

David Sánchez Bestué  
Departamento de Neurobiología Celular y de  
Sistemas, Instituto de Neurociencias de Alicante

Tutor externo: Luis Martínez Otero  
Tutora interna: Ester Verdaguer Cardona

Grado de Biología  
3 de septiembre del 2015



## ABSTRACT

---

Neuroscience has seen in magic a tool to investigate the effects of surprise, astonishment and misdirection in human brain. This project wants to use magic tricks to study the prefrontal cortex activity and the failure to detect changes in scenes. According to this goal, this project consists of two sections: “Neuronal correlation of a magic trick” and “Effect of attentional type in change blindness”.

In “Neuronal correlation of a magic trick” we suggest that using the principle of magic “naturalness conditioned” improves response to magic tricks – this principle states that the repetition of an ordinary gesture entails a decrease of attention over that gesture and it can be used to introduce a “tricky” gesture successfully-. To evaluate the response to magic tricks we use functional near-infrared spectroscopy (fNIR). This neuroimaging technique determines whether performing magic in different ways affects oxygenation in prefrontal cortex –more oxygenation entails more astonishment-. Moreover, we attempt to estimate the effect of different personality traits (such as extroversion, wrath and sensation seeking) in neuronal response to magic tricks. Finally, we want to compare the response between seeing magic tricks alive and through a video.

In “Effect of attentional type in change blindness” we suggest that the detection of some changes and not others, might be explained by the fact that some people are more prone to focus attention locally vs. globally and vice versa. Change blindness refers to the striking failure to see large changes that normally would be noticed easily. Here we also discuss the incidence of the magnitude and position of changes in the detection task. Finally, we want to determine how the detection of one change limits the detection of another one when they occur simultaneously.



## Agradecimientos

---

En primer lugar, he de agradecer a mi familia y a mi pareja por el apoyo que me han dado para poder llevar a cabo este proyecto en Alicante. Sin su apoyo, ni habría podido disfrutar completamente de la experiencia ni habría contado con un gran equipo para corregir y criticar el trabajo.

Quiero agradecer a Luis Martínez y Jordi Camí por darme la oportunidad de combinar mis pasiones en el proyecto de fin de carrera. He de darles las gracias por el excelente trato recibido desde el primer minuto y por los estímulos que me han dado para que mejorase y aprendiese. Del mismo modo, quiero agradecer a la Universidad de Barcelona por apoyar el proyecto y en especial a mi tutora Ester Verdaguer por el seguimiento.

Sería imposible estar leyendo estas líneas sin la inmensa ayuda de mis compañeras de laboratorio Sandra Gomis, Mari Carmen Navarro y Alicia Navarro. Me han hecho sentir como si llevase años en el laboratorio y no puedo tener más que elogios hacia ellas, como científicas y como personas. A Sandra quiero agradecerle su manera cariñosa de dar “golpes de realidad” y su claridad para entenderlo todo y aconsejarme en cada uno de mis pasos. A Mari Carmen el gran clima que lleva consigo allá donde va y su capacidad para hacerme ver que no hace falta desesperarse, que si trabajas, poquito a poco todo va saliendo bien. Finalmente, a Alicia he de darle las gracias por su enorme calidad como persona y por ayudarme desinteresadamente en todos y cada uno de los experimentos sin que fuese su trabajo.

Tampoco habría podido realizar el trabajo sin el apoyo técnico del Instituto de Neurociencias de Alicante, dónde quiero agradecer las aportaciones del doctor Joaquín Ibáñez y Jennifer en relación al instrumental técnico y a sus consejos.

Quiero agradecer también a mi buen amigo Alfredo, por seguir ayudándome esté donde esté, y también a todos aquellos que me han hecho sentir como en casa pese a estar lejos. Por lo que gracias a mis amigos en Barcelona, a los distribuidos por Europa, a mis compañeros de residencia, a mi equipo de balonmano y mis amigos “maguzos” de la *SEI* y *LaMagiaJove*.



# **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
----------------------------	---

## **1. CORRELATO NEURONAL DE UN EFECTO MÁGICO**

1.1. Introducción.....	3
1.2. Objetivos .....	5
1.3. Sujetos .....	5
1.4. Material .....	5
1.4.1. Cuestionarios .....	5
1.4.1.1. Cuestionario de información básica.....	5
1.4.1.2. Cuestionario de personalidad EPI (forma B) .....	6
1.4.1.3. SSS: Escala de búsqueda de sensaciones (forma V) .....	6
1.4.1.4. Inventario de expresión de ira estado-rasgo STAXI2 .....	6
1.4.1.5. Cuestionarios posteriores a cada efecto mágico .....	6
1.4.2. Sesión de magia.....	6
1.4.3 Grabaciones.....	7
1.4.4. Instrumentos de registro.....	7
1.4.4.1. Espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR).....	7
1.4.4.2. Pulsador.....	8
1.4.5 Software de registro y análisis.....	8
1.5. Diseño .....	8
1.5.1. Variable respuesta .....	8
1.5.2. Factores .....	8
1.5.3. Estructura.....	8
1.6. Método .....	9
1.6.1. Organización .....	9
1.6.2 Procedimiento .....	9
1.7. Resultados .....	10

1.7.1. Condicionado vs No condicionado.....	12
1.7.2. Directo vs Vídeo .....	13
1.7.3. Rasgos psicológicos.....	15
1.7.4. Conocimiento del método.....	16
1.8. Conclusiones y discusión .....	16
1.8.1. Condicionados vs no condicionados.....	16
1.8.2. Directo vs Vídeo .....	17
1.8.3. Rasgos psicológicos.....	18
1.8.4. Conocimiento del método.....	18

## **2. INCIDENCIA DEL TIPO DE ATENCIÓN EN LA CEGUERA AL CAMBIO**

2.1. Introducción.....	19
2.2. Objetivos .....	20
2.3. Sujetos .....	21
2.3.1. Fuente.....	21
2.3.2. Discriminación de dos clases de sujetos .....	21
2.4. Material .....	21
2.4.1. Cuestionario AGL. Atención global-local.....	21
2.4.2. Cuestionario posterior al visionado.....	22
2.4.3. Vídeos.....	22
2.4.3.1. Vídeo con cambios.....	22
2.4.3.2. Vídeo control.....	23
2.4.3.3. Vídeo de recompensa .....	23
2.5. Diseño.....	23
2.5.1. Variable respuesta .....	23
2.5.2. Factores .....	23
2.5.3. Estructura.....	23
2.6. Método .....	24
2.6.1. Organización .....	24



2.6.2. Procedimiento .....	24
2.7. Resultados .....	24
2.8. Discusión y Conclusiones.....	28

## BIBLIOGRAFÍA

ANEXO: TABLAS

ANEXO: CUESTIONARIOS

ANEXO: MATERIAL AUDIOVISUAL

*Los hombres deben saber que del cerebro y solo de él vienen las alegrías, las delicias,  
el placer, la risa y también, el sufrimiento, el dolor y los lamentos.*

*Y por él, adquirimos sabiduría y conocimiento, y vemos y oímos y sabemos lo que está  
bien y lo que está mal, lo que es dulce y lo que es amargo. Y por el mismo órgano nos  
volvemos locos y deliramos y el miedo y los terrores nos asaltan.*

*Es el máximo poder en el hombre.*

*Es nuestro intérprete de aquellas cosas que están en el aire*

*Hipócrates, siglo IV a.C.*

## Introducción general

---

Desde hace siglos, el arte de la magia ha desarrollado múltiples y variadas técnicas para conseguir generar en los espectadores la sensación de lo imposible. Entre los recursos que los magos utilizan, además de una cuidadosa presentación y una depurada técnica manipulativa, entran en juego recursos psicológicos y de control de la atención que resultan fundamentales para que germine, en la mente del espectador, la idea de que sólo la magia puede explicar lo que ha presenciado (Kuhn & Martínez, 2011). No es de extrañar que, como la magia se genera en el cerebro de las personas, la neurociencia haya descubierto en los mecanismos internos de este arte una fuente de conocimientos y a la vez una herramienta, para poder descifrar los entramados neuronales detrás de la percepción, la atención y el asombro.

En la línea de lo anteriormente comentado, existen varios estudios que han utilizado los efectos de magia en neurociencia y han allanado el terreno para los posteriores estudios. En líneas generales, van dirigidos a un mejor conocimiento de la percepción visual (Rieiro et al., 2013; Macknick & Martínez Conde, 2010), a un conocimiento más elevado sobre los mecanismos de la atención y de la diversión de ésta (Kuhn et al., 2014; Barnhart & Goldinger, 2014; Olson et al., 2015; Tachibana & Kawabata, 2014) y también a la detección y ceguera ante cambios (Simons & Levin, 1997; Darriba et al., 2011).

Este trabajo, que utiliza los efectos de magia como vehículo, puede dividirse en dos proyectos. El primero de ellos, titulado como “correlato neuronal de un efecto mágico” analiza cambios de oxigenación en la corteza prefrontal al visionar de forma distinta efectos de magia realizados de diferentes formas. El segundo proyecto, titulado como “incidencia del tipo de atención en la ceguera al cambio” intenta relacionar la habilidad de detectar cambios con el tipo de atención de los sujetos. Pese a que a ambas áreas les une una estrecha relación con la magia, para facilitar la comprensión del trabajo, se introduce por separado cada uno de los proyectos.

Este trabajo intenta que la ciencia interprete el mundo de la magia en un sentido más global, intentando observar los efectos de magia en su conjunto y manteniendo unas condiciones bastante ecológicas (que los sujetos no sientan que forman parte de un experimento científico). Con ello, se espera que la relación magia-ciencia pueda dar frutos en un sentido bidireccional, ya que hasta la fecha, tanto la comunidad mágica como la científica coinciden en que el mundo de la neurociencia no ha ayudado a progresar tanto al mundo de la magia como en el sentido contrario. Debe matizarse que la magia se nutre de muchos avances científicos. No en balde, Arthur C. Clarke anunció que "Toda tecnología lo suficientemente avanzada es indistinguible de la magia" (Clarke, 1973). Sin embargo, a día de hoy la balanza "magia-neurociencia" está desequilibrada. Se espera que los resultados obtenidos con este trabajo puedan ser de ayuda para que, en un futuro, tal vez los magos conozcan mejor los fallos de detección humana y puedan recurrir a la tecnología para elegir los juegos más adecuados para una sesión.

Para cerrar esta introducción, se quiere volver a resaltar que este proyecto es solo un naipe en un enorme juego de cartas que se está abriendo en el mundo de la neurociencia cognitiva. Ojalá que la fusión de magia y ciencia dure muchos años y que este arte se ennoblezca engañando a los espectadores y sincerando al cerebro.

# **CORRELATO NEURONAL DE UN EFECTO MÁGICO**





## 1.1. Introducción

---

En este primer proyecto se trata la evolución neurofisiológica de la respuesta a un efecto de magia en función de si se aplica o no el principio de la **“naturalidad condicionada”** (concepto de teoría mágica que se basa acostumbrar al público a un determinado movimiento para poder hacer una “trampa” sin llamar la atención). También se comparan los resultados entre presenciar los efectos de magia en vivo o mediante un vídeo. Finalmente, se intenta ver si distintos rasgos de la personalidad (extroversión, ira o búsqueda de sensaciones) o el conocimiento del método (saber “cuál es el truco”) afectan a la respuesta neurofisiológica al ver magia.

En este primer proyecto, se lleva una sesión de magia completa “al laboratorio”. Uno de los problemas de analizar efectos mágicos desde la óptica científica es que surge bastante polémica en la comunidad mágica ya que, de manera acertada, ésta sostiene que los efectos mágicos se realizan en un contexto y una atmosfera mágica en la que confluyen numerosos elementos y es la globalidad de éstos lo que hace que el efecto gane en potencia y que la trampa ni se intuya ni se quiera intuir (Ascanio & Etcheverry, 2000). En condiciones de laboratorio, en cambio, lo que prima principalmente es el reduccionismo, entendido como la creación de un diseño experimental en el que no se introduzcan demasiados factores difíciles de controlar y poder, de esta manera, analizar las variaciones que genera uno o unos pocos factores en una variable respuesta. Pese a las dificultades implícitas, en este proyecto se recrearon las condiciones de una sesión de magia.

Si bien ya se ha tratado el correlato neuronal de efectos de magia con imagen por resonancia magnética funcional (Danek et al., 2015; Parris et al., 2009) en este proyecto se considera que es una técnica que no preserva las condiciones de una sesión de magia, por lo que para registrar la respuesta neurológica se utilizó la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR). Esta técnica es ideal para montajes ecológicos al no ser invasiva y permitir cierta movilidad de los sujetos. La tecnología fNIR registra los cambios relativos de las concentraciones de hemoglobina oxigenada y desoxigenada en la corteza prefrontal, estimando de esta manera el nivel de oxigenación de la zona con una resolución temporal de segundos y una resolución espacial de centímetros (Biopac Systems, 2009). Debido al acoplamiento neurovascular (Dirnagl, 1997), una mayor oxigenación conlleva una mayor actividad cerebral que, de acuerdo con la información de la que se dispone hasta la fecha, puede traducirse como una mayor sorpresa o asombro (Parris et al., 2009). La espectroscopia funcional de infrarrojo

cercano se basa en LEDs que emiten luz a longitudes de onda del infrarrojo cercano (740 y 860nm) y fotodetectores a dos distancias distintas de los LEDs (distancia corta y distancia larga). La tecnología fNIR reporta información sobre dos capas relacionadas con la corteza prefrontal; la capa superficial, que se asocia a la vascularización de piel y meninges (cuando los LEDs y los fotodetectores se encuentren a la distancia corta) y la capa profunda, asociada a la actividad de la corteza prefrontal (cuando los LEDs y los fotodetectores se encuentren a la distancia larga).

De acuerdo con la información que se dispone, en este proyecto se analiza por primera vez el principio de teoría mágica llamado “naturalidad condicionada”. Este concepto, acuñado por el mago español Arturo de Ascanio a principios de los sesenta enuncia que:

*“Cuando en un juego se hace un determinado movimiento (coger una carta, o dejarla...) inocuo en sí mismo, hay que hacerlo exactamente igual que cuando el movimiento es imprescindible, necesario para el juego. Se debe acostumbrar desde el principio al público a que dicha acción siempre se hace de idéntica forma, sea o no necesaria para el juego, de modo que en ninguno de los casos llame la atención”*

*Arturo de Ascanio, Análisis de un juego. II jornadas cartomágicas de El Escorial, 1975*

En términos más aplicados al proyecto, este principio hace referencia a que el hecho de repetir una acción con un determinado gesto sin hacer la trampa hace que, cuando esta acción se repita con el mismo gesto pero de manera tramposa (“haciendo el truco”), la acción tramposa pasará desapercibida para los integrantes del público, ya que estarán condicionados en relación a ese gesto. Este principio, plenamente arraigado en la teoría mágica, pasa a ser analizado desde un enfoque científico-técnico, ya que se intenta observar si la ausencia o presencia de maniobras de condicionamiento repercute en la respuesta neurofisiológica.

Con tal de establecer un contexto mágico adecuado, se confeccionaron dos sesiones de magia que constaban, cada una de ellas, de tres efectos mágicos. Cada uno de éstos presentaba un movimiento que podía estar condicionado o no y se englobaba con los otros dos en una charla coherente. Los participantes podían ver estas sesiones o bien en directo o bien en vídeo. Además, los participantes contestaban cuestionarios psicológicos sobre extroversión (EPI), ira (STAXI-2) y búsqueda de sensaciones (SSS) para ver si puntuaciones elevadas en alguno de estos rasgos se relacionaban con una mayor o menor respuesta neurofisiológica a los efectos de magia.



## 1.2. Objetivos

---

- ❖ Comparar la oxigenación de la corteza prefrontal ante la presencia o ausencia de maniobras de condicionamiento. Evaluar la eficacia de la naturalidad condicionada para que los movimientos tramposos pasen desapercibidos.
- ❖ Comparar la oxigenación de la corteza prefrontal entre presenciar efectos de magia en directo y verlos a través de un vídeo.
- ❖ Determinar si distintos niveles de extroversión, ira o búsqueda de sensaciones conllevan distintos niveles de oxigenación ante efectos mágicos.
- ❖ Determinar si el conocimiento del método (saber cómo se realiza el efecto de magia) conlleva distintos niveles de oxigenación ante efectos mágicos.

## 1.3. Sujetos

---

Voluntarios procedentes, en su mayoría, del campus universitario de San Juan de Alicante y del Instituto de Neurociencias de Alicante.

Hasta la fecha, se cuenta con un total de 54. 14 hombres con una media de edad de 33,5 años (desviación de 8,91) y 39 mujeres con una media de edad de 31,18 años (desviación de 9,68).

## 1.4. Material

---

### 1.4.1. Cuestionarios

Durante el proyecto, los sujetos contestaron a una serie de cuestionarios. Esta información fue útil para el análisis de los resultados. Se encuentra una explicación detallada de los cuestionarios complejos en el ANEXO: CUESTIONARIOS.

#### 1.4.1.1. Cuestionario de información básica

Este cuestionario (de diseño propio) permite clasificar a los sujetos según sus conocimientos sobre magia y su actitud al presenciar efectos de magia. Tiempo aproximado: 1min.

#### **1.4.1.2. Cuestionario de personalidad EPI (forma B)**

Creado por H. J. Eysenck y S. B. G. Eysenck. Consta de tres escalas independientes: la escala de neuroticismo, extroversión y sinceridad. Se utilizó la puntuación asociada al nivel de extroversión de los sujetos. Tiempo aproximado: 12min.

#### **1.4.1.3. SSS: Escala de búsqueda de sensaciones (forma V)**

Creada por M. Zuckerman, S. B. G. Eysenck y H. J. Eysenck. Consta de 4 subescalas independientes que dan puntuaciones sobre: búsqueda de emociones, búsqueda de excitación, desinhibición y susceptibilidad hacia el aburrimiento. Se utilizó la puntuación de la subescala búsqueda de emociones. Tiempo aproximado: 5min.

#### **1.4.1.4. Inventario de expresión de ira estado-rasgo STAXI2**

Creado por Charles D. Spielberger. Consta de seis escalas independientes, cinco subescalas y un Índice de Expresión de la Ira. Se utilizó la puntuación en la escala de rasgo de ira. Tiempo aproximado: 10min.

#### **1.4.1.5. Cuestionarios posteriores a cada efecto mágico**

Estos tres cuestionarios (de creación propia) informan sobre el grado de conocimiento que tienen los sujetos de los efectos de magia presenciados y sobre los movimientos o materiales que han llamado su atención. Informan, a nivel subjetivo, de la eficacia de las maniobras de condicionamiento. Tiempo aproximado: 1min cada uno.

### **1.4.2. Sesión de magia**

La sesión de magia que presencian los sujetos consta de unas instrucciones previas, un efecto control y tres efectos de magia que se pueden realizar con o sin maniobras de condicionamiento. La función del efecto control (aparición de una baraja de cartas) es verificar que los sujetos entienden las instrucciones. Se denomina a los 3 efectos de magia como efecto de cartas, efecto de monedas y efecto de cubiletes. Existen dos tipos de sesiones para que cualquier sujeto vea tanto efectos condicionados como no condicionados:

- ❖ Sesión 1: efecto control → cartas condicionado → monedas no condicionado → cubiletes condicionado.
- ❖ Sesión 2: efecto control → cartas no condicionado → monedas condicionado → cubiletes no condicionado.

Las sesiones de magia pueden encontrarse en el ANEXO: MATERIAL AUDIOVISUAL. A continuación, se desarrolla una explicación de los efectos realizados para una mayor comprensión de las sesiones que vieron los sujetos.

### ***Efecto de magia con cartas***

Efecto mágico: Transformación del 7 de picas en una carta de cara blanca.

Movimiento a condicionar: Voltear la carta superior de la baraja con un movimiento extraño.

En el efecto condicionado se voltean tres cartas de cara blanca y el 7 de picas de manera extraña. En el no condicionado sólo se voltea de manera extraña el 7 de picas.

### ***Efecto de magia con moneda***

Efecto mágico: Aparición de tres monedas.

Movimiento a condicionar: Pasar una moneda de una mano a otra.

En el efecto condicionado se pasan cuatro monedas de una mano a otra. En el no condicionado tres monedas no se pasan de una mano a otra y la cuarta sí.

### ***Efecto de magia con cubiletes***

Efecto mágico: Viaje de 3 pelotas de un cubilete a otros tres cubiletes distintos.

Movimiento a condicionar: Ayudarse del cubilete para pasar una pelota a la mano izquierda.

En el efecto condicionado se cogen 4 bolas ayudándose con el cubilete. En el no condicionado se cogen tres bolas sin ayudarse del cubilete y una cuarta bola ayudándose de él.

Para la elección de estos efectos de magia se procuró que fuesen efectos mágicos distintos entre sí, que los movimientos a condicionar fuesen acciones principales, que se repitiese el mismo número de veces el movimiento a condicionar, que existiese un suspense previo al efecto mágico y que se pudiesen integrar en una presentación coherente.

## **1.4.3 Grabaciones**

Están grabadas las sesiones de magia 1 y 2 (ANEXO AUDIOVISUAL). Las grabaciones están hechas con cámaras profesionales manejadas por técnicos de la Universidad Miguel Hernández.

## **1.4.4. Instrumentos de registro**

### **1.4.4.1. Espectroscopia funcional de infrarrojo cercano**

La técnica de medición de las respuestas neurofisiológicas ante los efectos de magia es la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR).

Características del fNIR diseñado en el Instituto de Neurociencias de Alicante (INA):

1. Dimensiones: longitud: 20 cm; altura: 6cm

2. LEDs y fotodetectores: Consta de 4 LEDs y de 10 fotodetectores. La primera distancia, que reporta información de la capa superficial, es de 1,4cm y la segunda distancia, que reporta información de la capa profunda, es de 3,2cm. De acuerdo con la disposición de los LEDs y los fotodetectores se dispone de 16 canales de adquisición de datos en la capa superficial y de 12 en la profunda.
3. Longitudes de onda utilizadas: 740nm para la desoxihemoglobina y a 860nm para la oxihemoglobina.

#### 1.4.4.2. Pulsador

El pulsador es un mando de juegos de la marca Xbox360®. El sujeto dispuso de un pulsador para reportar el momento en el que sentía la sensación de magia. Se asoció el pulsador al software de registro de fNIR.

#### 1.4.5 Software de registro y análisis

El software de registro de los datos a tiempo real está diseñado por el doctor Joaquín Ibáñez del INA. El tratamiento y análisis de los datos registrados se realiza con: el set de MATLAB HOMER2, Microsoft Excel y GraphPad Prism 6.

### 1.5. Diseño

---

#### 1.5.1. Variable respuesta

Cambios relativos de oxigenación en 16 canales de adquisición de datos de la capa superficial y en 12 canales de la capa profunda.

#### 1.5.2. Factores

- ❖ Factor 1: Sesión de magia: Fijo a 2 niveles (sesiones 1 y 2).
- ❖ Factor 2: Visionado de la sesión: Fijo a 2 niveles (directo y vídeo).

#### 1.5.3. Estructura

Factores	Sesión de magia 1	Sesión de magia 2
<b>Visionado en directo</b>	18 sujetos	18 sujetos
<b>Visionado en vídeo</b>	9 sujetos	8 sujetos

Estructura cruzada. Los sujetos que han visionado en vídeo son menos debido a que, de cara a ampliar el experimento, aumentar su número es más sencillo.

## 1.6. Método

---

### 1.6.1. Organización

Todos los sujetos contestaron antes de ver las sesiones de magia el cuestionario de información básica vía on-line. Se formaron 4 grupos según el tipo de sesión y el método de visionado. Dentro del mismo método de visionado se intentó que el número de hombres y mujeres fuese similar así como su actitud ante los efectos de magia. Cada sujeto visualizó individualmente la sesión de magia. Los sujetos no sabían qué tipo de sesión iban a ver.

### 1.6.2 Procedimiento

(1) El sujeto se sentó en el asiento situado delante de la mesa. (2) Se le puso el fNIR al sujeto y se le ajustó. (3) Se dieron las instrucciones del experimento. (4) Se inició la presentación con un efecto mágico a modo de control para cerciorarse de que se habían entendido las instrucciones. (5) Se tomaron las constantes en reposo (*baseline* del run 1). (6) Se visionó el efecto de magia con cartas. (7) Se marcó como inicio del estímulo del primer run al momento previo a producirse el efecto mágico. Los espectadores reportaron, mediante el pulsador, el tiempo en el que ellos consideraron que se producía el efecto mágico (tiempo 1). (8) Se esperaron 60 segundos después del efecto mágico para aislar la respuesta del cuestionario (fin del *run* 1). (9) Se pasó el cuestionario posterior al efecto mágico.

Se repitieron los pasos 5, 6, 7, 8 y 9 con el efecto de monedas y el efecto de cubiletes.

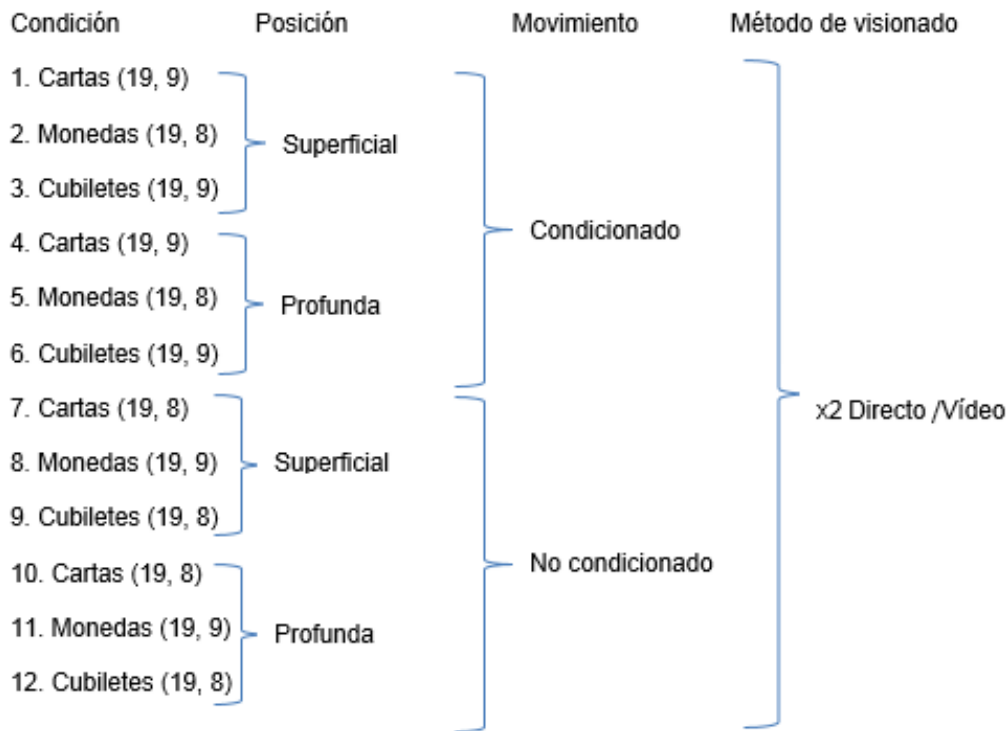
Después de la sesión de magia, se contaba con 3 *runs* de cada sujeto (uno por cada efecto de magia). Los tiempos 1 de cada efecto, que eran los reportados por los sujetos cuando experimentaban la sensación de magia, fueron los que se usaron para el análisis. El inicio del estímulo servía como referencia para aquellos sujetos que olvidaban pulsar.

Después de realizar el visionado de las sesiones, los sujetos contestaban a los siguientes test de manera individual e invirtiendo el tiempo que creyesen oportuno:

- a) Cuestionario de personalidad EPI (forma B).
- b) SSS. Escala de búsqueda de Sensaciones (forma V).
- c) Inventario de expresión de ira estado-rasgo STAXI-2.

## 1.7. Resultados

Los datos obtenidos se agrupan en **24 condiciones** distintas. Se representan a continuación de forma esquematizada (esquema 1) con el número de sujetos entre paréntesis para cada condición. El primer número es para la condición en directo y el segundo para la condición en vídeo.



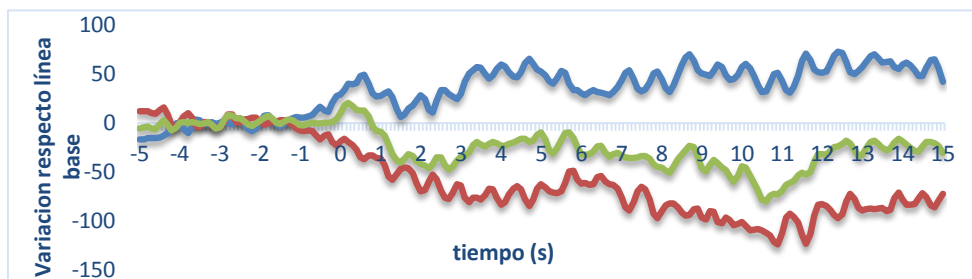
Esquema 1. Se muestran las 24 condiciones experimentales con el número de sujetos por condición.

De cada uno de los sujetos se dispone del registro realizado con la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR) y de los resultados a los test psicológicos. De acuerdo con los objetivos, se compararon unas condiciones con otras. Las pruebas estadísticas que se presentan en ningún caso se realizaron comparando los mismos sujetos para no perder la independencia de la muestra. Se observó si los datos seguían una distribución normal mediante los test Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov y D'Agostino-Pearson. Para comparar dos condiciones entre sí, se utilizó la prueba estadística T-student (t) si seguían normalidad. Si no la seguían, se empleó la prueba estadística Mann Whitney (U). Para comparaciones múltiples se usó ANOVA si seguían normalidad y la prueba estadística Kruskal-Wallis si no la seguían. Se estableció una  $\alpha=0,05$  en todos los casos.

La espectroscopia funcional de infrarrojo cercano toma información de 16 zonas de la capa superficial (informa sobre la vascularización de piel y meninges) y 12 zonas de la capa profunda (informa sobre la actividad de la corteza prefrontal). Estas 28 zonas se

traducen como 28 canales de adquisición de datos. Existía una amplia variabilidad en la morfología craneal de los sujetos por lo que cada canal no registraba exactamente la misma zona de un sujeto a otro. Para comparar dos condiciones entre sí, se eligieron aquellos canales que en ambas condiciones presentaban una respuesta promedio similar. **Para comparar dos condiciones se buscaron dos canales con respuesta similar, uno de capa superficial y uno de capa profunda.** Se eligió también un canal superficial (que estrictamente no mide la actividad del córtex cerebral) por la existencia de anastomosis y por ser indicativo de la respuesta a nivel sistémico.

Para facilitar la comprensión de los resultados, se expone a continuación la respuesta a una condición después del registro y el filtrado con HOMER2. Para cada condición se escogieron dos registros (uno para capa superficial y otro para capa profunda) de características y forma similares al siguiente:



Ejemplo de la respuesta en fNIR a un efecto de magia.

Se observan tres curvas. La curva azul informa sobre la hemoglobina oxigenada, la roja sobre la hemoglobina desoxigenada y la verde sobre la oxigenación total. **En este trabajo se analizaron las diferencias en la curva de oxigenación total entre condiciones.** El eje de las abscisas informa sobre el tiempo en segundos. X=0 corresponde al tiempo 1 (cuando el sujeto experimenta la sensación mágica y pulsa). El eje de las ordenadas representa las variaciones de concentración obtenida a través de las absorbancias a 740nm y 860nm. La tecnología fNIR no reporta concentraciones absolutas por la imposibilidad de medir con exactitud el área registrada. Informa sobre las variaciones de absorbancia respecto a una línea base (sin unidades).

Se comparó el **área bajo la curva por unidad de tiempo**. El área bajo la curva se dividió entre la duración del estímulo porque no todas las condiciones estaban sujetas a las mismas condiciones temporales.

Se han dividido los resultados en distintos apartados para facilitar su comprensión. Se empieza mostrando la comparación de condicionados y no condicionados, se sigue comentando las diferencias entre el visionado en directo y en vídeo, se analizan los resultados derivados de los test psicológicos y se termina mostrando las diferencias entre conocer el método y no hacerlo.

### 1.7.1. Condicionado vs No condicionado

A continuación se exponen los resultados que comparan aquellos sujetos que han presenciado efectos de magia con maniobras de condicionamiento y aquellos que no. En primer lugar, se presentan los resultados de detección de las maniobras “tramposas” y seguidamente, se muestran los resultados obtenidos con fNIR.

#### ❖ Detección de maniobras tramposas.

Los resultados que siguen se obtuvieron a través de los cuestionarios posteriores a cada efecto. Se contabilizó a cuantos sujetos les había llamado la atención el movimiento tramposo. Según la teoría mágica, las maniobras de condicionamiento consiguen que los movimientos tramposos llamen menos la atención.

No existían diferencias estadísticamente significativas en la detección de movimientos tramposos en función de la presencia o ausencia de maniobras de condicionamiento (figura 1). La comparación en cartas arrojaba una  $U=162$  y  $p>0,999$ . En monedas, dónde resulta que la maniobra de condicionamiento aumentaba la tasa de detección (0,27 y 0,22), tampoco se encontraban diferencias estadísticamente significativas ( $U=153$  y  $p>0,999$ ). En cubiletes, dónde la maniobra de condicionamiento sí era efectiva (0,11 y 0,17), no se hayaban diferencias estadísticamente significativas ( $U=153$  y  $p>0,999$ ).

tasa de detección del movimiento tramposo  
condicionado vs no condicionado

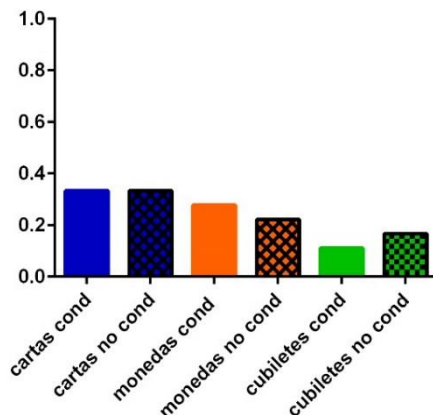


Figura 1. Muestra el tanto por uno de detección del movimiento tramposo en cada efecto.

#### ❖ Variación de la oxigenación.

Se comparó el área bajo la curva de las 24 condiciones (12 condicionadas y 12 no condicionadas) para observar si la presencia o ausencia de maniobras de condicionamiento conlleva distintos niveles de oxigenación en la corteza pre-frontal. Se muestran las 12 comparaciones de condicionado con no condicionado (divididas en dos gráficos según el método de visionado).

En los análisis de las 6 comparaciones entre condicionado y no condicionado en directo se observaban diferencias estadísticamente significativas en las comparaciones de cartas en señal superficial ( $U=0$  y  $p<0,0001$ ) y de monedas en señal superficial ( $U=73,5$  y  $p=0,0077$ ). El resto de comparaciones no eran significativamente distintas (ANEXO, 1). Excepto en “cubiletes señal superficial”, se apreciaba que el valor promedio de las condiciones condicionadas era mayor al de las no condicionadas.



En los análisis de la comparación entre condicionado y no condicionado en vídeo (figura 2) existían diferencias estadísticamente significativas en las condiciones con cartas (con  $U=0$  y  $p=0,0002$  en ambos casos). En el resto de comparaciones se observaba que, a pesar de no existir diferencias estadísticamente significativas, (ANEXO, 2) el

valor promedio de los condicionados era mayor al de los no condicionados (se daba este fenómeno en todas las comparaciones).

### 1.7.2. Directo vs Vídeo

A continuación, se presentan los resultados que comparan aquellos sujetos que han presenciado efectos de magia en directo con los que lo han hecho en vídeo. En primer lugar, se muestra cómo se valoraron los efectos según el método de visionado y seguidamente, se exponen los resultados obtenidos con fNIR.

#### ❖ Valoración subjetiva.

En este apartado se analizan las puntuaciones que recibieron los efectos según si se visionaban en directo o en vídeo. Las puntuaciones van del 1 al 5, siendo 1 que no gustó nada y 5 que gustó mucho. Estos resultados se obtuvieron del test posterior a cada efecto (figura 3).

Tras comparar los efectos de magia visionados en directo y en vídeo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cartas ( $t=2,237$  y  $p=0,0297$ ) y en cubiletes ( $t=2,029$  y  $p=0,0477$ ). En el efecto de monedas no existían diferencias estadísticamente significativas ( $t=1,183$  y  $p=0,2422$ ). En todos los casos se observaba que el efecto visto en directo se valoraba mejor que visto en vídeo.

**Área por tiempo oxigenación  
condicionado vs no condicionado  
(vídeo)**

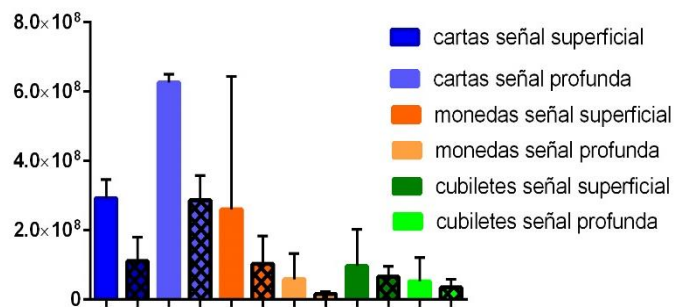


Figura 2. Muestra el área bajo la curva de oxigenación promedio en las 12 condiciones del visionado en vídeo. Las columnas ralladas son las condiciones no condicionadas y las lisas las condicionadas.

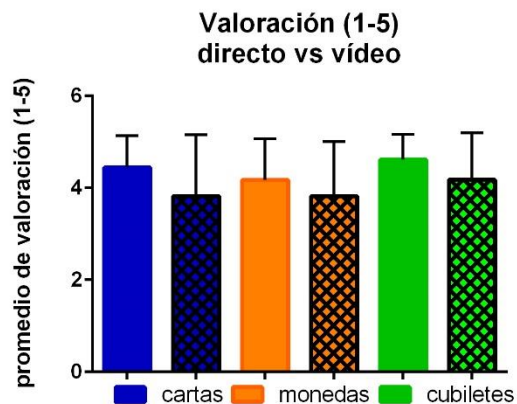


Figura 3. Muestra la puntuación que ha obtenido cada juego (del 1 al 5). Se compara el visionado en directo y en vídeo. Las columnas ralladas corresponden a los efectos visionados en vídeo y las lisas a los vistos en directo.

#### ❖ Variación de la oxigenación.

Se comparó el área bajo la curva de las 24 condiciones (12 en directo y 12 en vídeo) para observar si la metodología del visionado conllevaba distintos niveles de oxigenación en la corteza prefrontal. Las siguientes figuras (figuras 4, 5 y 6) muestran las 12 comparaciones de directo y vídeo (4 por cada efecto).

En las 4 comparaciones del efecto con cartas, había diferencias estadísticamente significativas en la señal profunda de cartas condicionadas ( $U=14$  y  $p=0,0057$ ). El resto de las comparaciones no eran significativamente distintas (ANEXO, 3). Se apreciaba que en todas las comparaciones el valor promedio de las condiciones visionadas en directo era mayor a las vistas en vídeo.

En las 4 comparaciones el efecto de monedas no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANEXO, 4). Se apreciaba que, excepto en la señal superficial del condicionado, en todas las comparaciones el valor promedio de las condiciones visionadas en directo era mayor a las vistas en vídeo.

En las 4 comparaciones el efecto de cubiletes no se observaron diferencias estadísticamente significativas (ANEXO, 5). Se apreciaba que, excepto en la señal profunda del condicionado, en todas las comparaciones el valor promedio de las condiciones visionadas en directo era mayor a las vistas en vídeo.

**Comparación de áreas oxigenación directo vs ordenador**

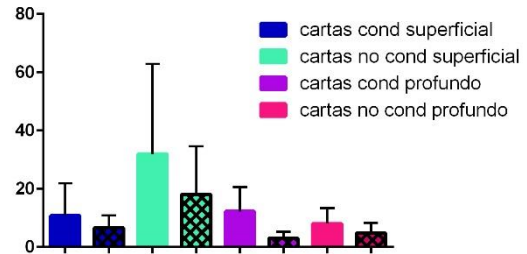


Figura 4. Muestra el área bajo la curva de oxigenación promedio en las 4 comparaciones del efecto de cartas. Las columnas ralladas son las condiciones visionadas en vídeo y las lisas las vistas en directo.

**Comparación de áreas oxigenación directo vs ordenador**

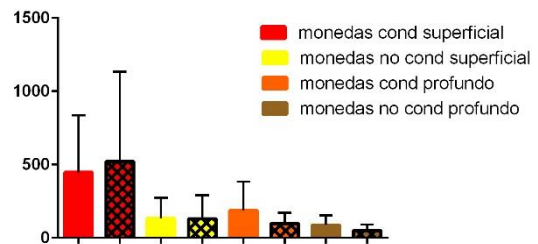


Figura 5. Muestra el área bajo la curva de oxigenación promedio en las 4 comparaciones del efecto de monedas. Las columnas ralladas son las condiciones visionadas en vídeo y las lisas las vistas en directo.

**Comparación de áreas oxigenación directo vs vídeo**

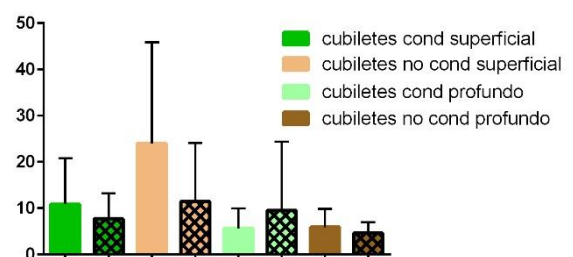


Figura 6. Muestra el área bajo la curva de oxigenación promedio en las 4 comparaciones del efecto de cubiletes. Las columnas ralladas son las condiciones visionadas en vídeo y las lisas las vistas en directo.

### 1.7.3. Rasgos psicológicos

A continuación, se comparan los resultados de variación de oxigenación entre aquellos sujetos que sacaron altas puntuaciones y aquellos que sacaron bajas puntuaciones en los cuestionarios psicológicos. Se contaba con el test EPI, que diferencia entre extrovertidos e introvertidos; el test STAXI-2, que diferencia entre alto rasgo y bajo rasgo de ira y la escala de búsqueda de sensaciones, que diferencia entre mayor y menor necesidad de estímulos externos. Se eligió la condición con mayor diferencia entre la respuesta y el tiempo previo a ésta: cartas condicionadas, señal superficial y en directo. Se presentan por separado los resultados. Las muestras no eran suficientemente grandes (4 sujetos por condición) para determinar normalidad, por lo que se utilizó estadística paramétrica y no paramétrica.

#### ❖ Escala de Extroversión (EPI)

La comparación de los sujetos extrovertidos e introvertidos no mostraba diferencias estadísticamente significativas ( $t=0,4403$  y  $p=0,6825$ ) ( $U=4$  y  $p>0,9999$ ). Se observó que el promedio del área de los extrovertidos era mayor a la de los introvertidos (figura 7).

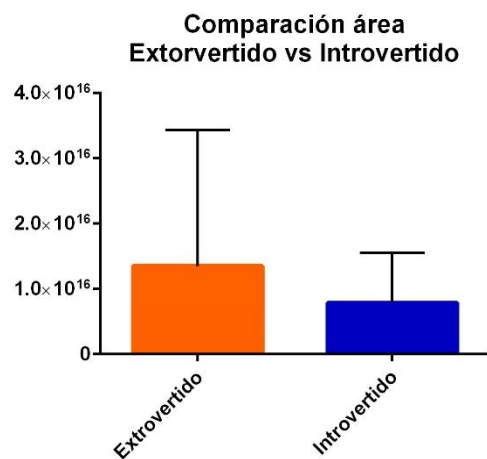


Figura 7. Comparación de aquellos sujetos con altas y bajas puntuaciones en la escala de extroversión del cuestionario EPI.

#### ❖ Rasgo de Ira (STAXI-2)

La comparación de los sujetos alto rasgo y bajo rasgo de ira no arrojó diferencias estadísticamente significativas ( $t=0,05826$  y  $p=0,9536$ ) ( $U=3$  y  $p=0,7$ ).

#### ❖ Escala de Búsqueda de sensaciones

La comparación de los sujetos con alta y baja búsqueda de sensaciones (figura 8) sí arrojó diferencias estadísticamente significativas según la prueba estadística t-student ( $t=2,853$  y  $p=0,0463$ ) y no con Mann Whitney ( $U=0$  y  $p=0,1$ ).

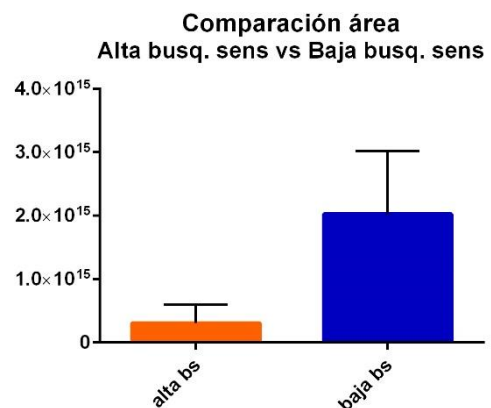


Figura 8. Comparación de aquellos sujetos con altas y bajas puntuaciones en la escala de búsqueda de emociones del cuestionario SSS.

#### 1.7.4. Conocimiento del método

En este apartado se presenta la comparación entre aquellos sujetos que consideraron que sabían el método y aquellos que no. Para distinguirlos se utilizó el test posterior a cada efecto. Se eligió un efecto donde los sujetos hubiesen respondido con bastante variabilidad (cubiletes) y la condición con mayor diferencia entre la respuesta y el tiempo previo a ésta (directo, superficial, condicionado). No existían diferencias estadísticamente significativas ( $U=4$  y  $p=0,1905$ ). Se observó una mayor respuesta en los no conocedores (figura 9).

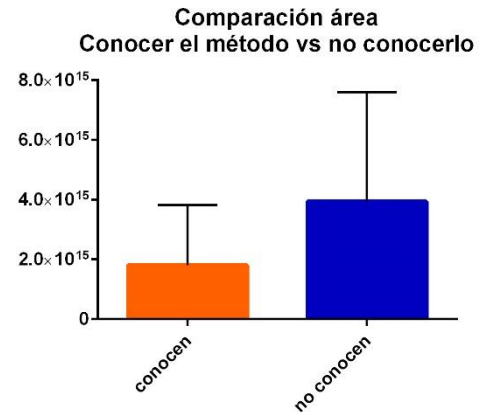


Figura 9. Comparación de aquellos sujetos que conocen y no conocen el método.

### 1.8. Conclusiones y discusión:

#### 1.8.1. Condicionados vs no condicionados

La primera conclusión que se extrae de los resultados es que **el condicionamiento de ciertas acciones no resulta efectivo para conseguir que el movimiento tramposo pase desapercibido**. Una posible explicación a ello es que los espectadores, en líneas generales, no saben distinguir entre movimientos naturales y no naturales. A raíz de esto, se puede suponer que los que realmente están condicionados son los magos, pues ellos sí saben distinguir entre movimientos naturales y no naturales en relación a objetos de uso común en magia (cartas, monedas, cubiletes...). Para probar esta hipótesis, deberían seleccionarse sujetos expertos (magos) y observar si hay diferencias en las tasas de detección.

A nivel de diferencias en la oxigenación, tampoco existían diferencias estadísticamente significativas por lo que **no se puede afirmar que la aplicación de la naturalidad condicionada conlleve diferencias significativas en los niveles de sorpresa ante un efecto mágico**. La razón de esto puede deberse a que este principio no está vinculado directamente a enfatizar el efecto sino que se usa para dotar a la presentación de una coherencia gestual. Para probar esta hipótesis, se deberían elegir efectos con un concepto teórico mágico ligado de manera más directa a conseguir la sorpresa. Este concepto teórico podría ser el “paréntesis de olvido” (Ascanio & Etcheverri, 2000) que enuncia que ha de separarse temporalmente el movimiento tramposo del momento de sorpresa para que al espectador le cueste reconstruir la secuencia.

Sin embargo, es interesante destacar que, aunque en muchos casos las diferencias no eran estadísticamente significativas, **en la mayoría de comparaciones el efecto condicionado conlleva un mayor nivel de oxigenación** (asociado posiblemente a una mayor sorpresa). La explicación de éste fenómeno puede encontrar cabida en la concepción de los efectos de magia que sostienen magos como Tommy Wonder (Wonder & Minch, 1996), Juan Tamariz (Tamariz, 1988) o Dani DaOrtiz (Ortiz, 2009) entre otros. Sugieren que la capacidad de sorpresa ante un efecto mágico va debilitándose a medida que el espectador siente que se adulteran las condiciones que se producirían si el mago tuviese verdaderos poderes. Por esta razón, acciones confusas, poco claras, movimientos sospechosos o muy rápidos hacen que los espectadores atribuyan a la habilidad del mago el efecto que han presenciado. En la línea de lo anterior, tal vez la naturalidad condicionada consiga que no se produzca una de estas sensaciones y no se debilite tanto el efecto.

### 1.8.2. Directo vs Vídeo

A nivel de valoración de los efectos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cartas y cubiletes. La primera conclusión que inferimos es que **ver magia en directo es más gratificante para los espectadores que verla en vídeo**. La explicación de los resultados puede deberse a diversos factores. El primero de ellos es que se consigue una relación más estrecha con el espectador y éste valorará mejor la actuación (pese a que en el experimento se deja claro que los resultados son anónimos). Otro factor importante es que en la magia en directo es más sencillo dirigir la atención hacia donde quiere el mago, hecho que permite ocultar mejor el método y que probablemente guste más a los espectadores.

A nivel de diferencias en la oxigenación, **los efectos visionados en directo presentaban, generalmente, mayores niveles de oxigenación que los visionados en vídeo**. Sin embargo, al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas **no se puede afirmar que el método de visionado conlleve diferencias en los niveles de sorpresa ante un efecto mágico**. La razón de no encontrar diferencias significativas puede deberse a que los espectadores están visionando exactamente lo mismo y pese a que el método de visionado parece influir, no permite apreciar diferencias. Es probable que un aumento del número de sujetos y un análisis de más canales mostrase que sí existen diferencias porque durante la realización de los experimentos se observaba que los que veían los efectos en directo quedaban más sorprendidos que los que los veían en vídeo.

### 1.8.3. Rasgos psicológicos

Con la ayuda de los cuestionarios psicológicos se ha podido determinar qué factores de la personalidad influyen en la respuesta neurofisiológica a efectos de magia. Es necesario dejar claro que el número de sujetos todavía no es suficiente alto y haría falta aumentar la n para consolidar estas conclusiones.

**La comparación de sujetos extrovertidos e introvertidos no mostraba diferencias estadísticamente significativas pero se observaba una tendencia a que los sujetos extrovertidos presentasen una mayor respuesta que los introvertidos.**

La explicación puede deberse a que una mayor presencia de este rasgo puede conllevar mayor facilidad para empatizar con el mago y seguir de manera más positiva y menos analítica la sesión de magia, actitudes que podrían favorecer una mayor respuesta.

El rasgo de ira no presentó diferencias estadísticamente significativas y tampoco se apreciaba que hubiese tendencia de mayor oxigenación de acuerdo con niveles del rasgo de ira. Los resultados parecen indicar que **el rasgo de ira no influye en la respuesta a un efecto mágico.** El resultado parece coherente pues para que tuviese repercusión cabría esperar que el espectador identificase al mago como una persona hostil, y la actitud del mago durante la sesión no lo favorecía. Podría ser interesante cambiar la actitud del mago durante las sesiones para ver si el rasgo de ira pasase a ser un factor influyente.

El rasgo de búsqueda de sensaciones sí mostraba diferencias estadísticamente significativas, mostrando que **aquellos sujetos con una menor puntuación en búsqueda de sensaciones presentaban una mayor oxigenación ante efectos de magia.** La explicación a este fenómeno puede deberse a que los sujetos con mayores puntuaciones requieren de mayor estimulación para sorprenderse que los de bajas puntuaciones.

### 1.8.4. Conocimiento del método.

De acuerdo con los resultados, se concluye que **no hay diferencias estadísticamente significativas en la oxigenación entre conocer el método y no hacerlo.** Sin embargo, parece que **los que desconocen el secreto experimentaban una mayor respuesta.** El no encontrar diferencias estadísticamente significativas puede deberse o bien a que los espectadores mienten al afirmar que conocen el método exacto (tal vez sólo lo intuyen), o bien a que el número de sujetos todavía es bajo. Otra razón posible para no encontrar diferencias es que la racionalización del método suele darse una vez el efecto ya ha tenido lugar (en un fenómeno de reconstrucción de los hechos). Esta separación temporal haría que el descubrimiento del método no afectase a la respuesta.

# **INCIDENCIA DEL TIPO DE ATENCIÓN EN LA CEGUERA AL CAMBIO**







## 2.1. Introducción

---

En este proyecto se trata de observar la relación entre el tipo de atención y la detección de cambios en un vídeo con errores de continuidad (cambios incoherentes de una escena a otra aprovechando los planos cerrados de la cámara).

Este segundo proyecto se caracteriza en primer lugar, por utilizar un vídeo con errores de continuidad en el que los cambios que se producen se clasifican según su magnitud (tosco y sutil) y su posición (central y periférico). Asimismo, intenta relacionar características visuales con la detección de cambios e intentar ver qué relación mantienen ambos campos. Además, la metodología de este proceso dota al proyecto de un componente de divulgación importante, puesto que los sujetos son estudiantes de bachillerato y, después de los experimentos, obtienen conocimientos sobre el sistema visual y los mecanismos de la atención.

Este proyecto está inspirado y sigue la línea de los trabajos de ceguera al cambio (Simons & Levin, 1997; Simons, 2000) y detección de cambios (Rensink et al., 2000; Rensink et al., 1997). Además, en los últimos años ha aparecido bastante material multimedia en las que se representan estos escenarios cambiantes (Wiseman, 2012; Palmer, 2008). Puesto que el análisis neurofisiológico de la detección y de la ceguera al cambio ya se ha llevado a cabo en numerosos estudios (Beck et al., 2001; Rees & Lavie, 2001; Pessoa & Ungerleider, 2004), se combina un vídeo con el cuestionario AGL (atención global-local) para observar si existen relaciones entre cómo siguen los sujetos una escena y características de su atención. Ciertas personas son más propensas a centrarse en los rasgos locales de una imagen y, por contraposición, otras tienden a analizar los rasgos globales. El test AGL da puntuaciones en ambos tipos de atención.

El eje teórico de este proyecto se basa en el concepto de la ceguera al cambio en situaciones reales (Simons & Levin, 1998) y en los mecanismos de atención del cerebro. La ceguera al cambio hace referencia a la incapacidad de detectar los cambios que se producen en una escena y se fundamenta en que la memoria de trabajo (el proceso de comparación entre el pasado y el presente) no puede procesar toda la información que recibe. Para reconstruir una escena se necesitan mover continuamente los ojos, este movimiento introduce cambios en la información visual que recibe cada neurona visual del cerebro, aun cuando nada ha cambiado en la escena. Estas neuronas están diseñadas para detectar cambios y como el movimiento de los ojos las tendría activadas

continuamente, el cerebro ha aprendido a obviar los cambios que se producen o bien muy lentamente, o bien coincidiendo con algún tipo de discontinuidad visual: saltos de cámara, parpadeos, un oscurecimiento súbito de la imagen, movimientos sacádicos de los ojos, etc. La detección de cambios se basa en un proceso de comparación, por lo que cualquier fallo en el almacenamiento de la información relevante de la escena produce la ceguera al cambio (Simons et al., 2002).

Por otro lado, está el hecho de que se dispone de dos mecanismos de atención: el que funciona de arriba abajo (*top-down*) y el que funciona de abajo a arriba (*bottom-up*). Éste último se presenta cuando algo novedoso capta la atención, mientras que el primero se manifiesta cuando voluntariamente se centra la atención en algo (Darriba et al., 2012). La relación de los mecanismos de atención con la ceguera al cambio se debe a que se evitan ambos sistemas de la siguiente manera: cuando se produce un cambio en una escena sin que se vea cómo ocurre (en el vídeo no se ve el proceso en el que cambia algo debido a la interrupción visual), el mecanismo de abajo-arriba no se activa. Como los participantes no saben que hay cambios en el vídeo – esto alteraría la manera en la que observan una imagen (Simons & Mitroff, 2001) – el cambio también pasa desapercibido para el sistema arriba-abajo.

En este segundo proyecto, se elaboró un vídeo de un efecto mágico en el que, utilizando las aperturas y cierres del campo visual de la cámara, se introducían cambios en la escena (en la ropa, en el color del fondo...). Se medía el número de cambios que los sujetos eran capaces de detectar. Además, los participantes, que tenían entre 16 y 18 años, rellenaban el test AGL, que diferencia a los sujetos con una atención más holística de los que tienen una más focalizada. Con esto, se espera ver si la detección de determinados cambios depende del tipo de atención que alguien presenta.

## 2.2. Objetivos

---

- ❖ Medir la incidencia de la magnitud y la posición en la escena en la detección de cambios.
- ❖ Determinar si los sujetos detectan unos cambios u otros en función del tipo de atención que presentan.
- ❖ Determinar si la presencia de más de un cambio a la vez limita la capacidad de detectar cambios.
- ❖ Observar si se presentan falsos positivos debido a la naturaleza del experimento.

## 2.3. Sujetos

---

### 2.3.1. Fuente

Estudiantes de bachillerato de “Escola Pia de Nostra Senyora” en Barcelona.

La n total es de 23 (16 hombres y 7 mujeres) con edades comprendidas entre los 16 y los 18 años.

### 2.3.2. Discriminación de dos clases de sujetos

- Sujetos que visionaron el vídeo con cambios (con errores de continuidad).
- Sujetos control.

La discriminación de las dos clases de sujetos se hizo al azar. No se balanceó puesto que la finalidad de los sujetos control tenía carácter descriptivo.

## 2.4. Material

---

### 2.4.1. Cuestionario AGL. Atención global-local

Creado por María J. Blamca, Claridad Zalabardo, Belén Rando, Dolores López- Montiel y Rafaela Luna. Evalúa la rapidez y precisión perceptivas con atención dividida, así como de la habilidad diferencial para procesar rasgos globales y locales de un estímulo visual. Tras su realización, se obtiene: un índice indicativo de la facilidad para procesar los rasgos globales, un índice indicativo de la facilidad para procesar los rasgos locales, un índice total de rapidez y precisión perceptivas en atención dividida (que equivale a la suma del índice de rasgos locales y el índice de rasgos globales) y un índice de eficacia relativa (que equivale a la resta del índice de rasgos locales al índice de rasgos globales). Se utilizaron principalmente los índices en procesamiento de rasgos globales y locales. Altas puntuaciones en el índice global se asocian a una mayor facilidad en procesamiento de los rasgos generales de una imagen. Una puntuación alta en el índice local se asocia a una mayor facilidad en procesamiento de los detalles de una imagen. Puesto que el cuestionario está validado para personas de entre 16 y 18 años, se buscaron sujetos en ese margen de edad con plenas capacidades cognitivas. Tiempo aproximado: 10min.

### 2.4.2. Cuestionario posterior al visionado

Este cuestionario (de creación propia) presenta la imagen final del vídeo visionado (control o con cambios). Los sujetos deben señalar y explicar los cambios que han visto. Deben puntuar del 1 al 5 lo seguros que están de que el cambio se ha producido. Tiempo aproximado: 10min.

### 2.4.3. Vídeos

Los vídeos utilizados son representaciones del efecto: “*Magic Card-toon Deck*” (revelación de una carta elegida a través de una animación en el dorso de las cartas). Durante la visualización de este efecto de magia, pueden verse errores de continuidad. Se cuenta con tres videos (todos en el ANEXO AUDIOVISUAL):

- ❖ Vídeo con cambios.
- ❖ Vídeo control (sin cambios).
- ❖ Vídeo de recompensa (se ve cómo se realizan los cambios).

La elección del efecto “*Magic Card-toon Deck*” se debe a su impacto mágico, su duración (menor a 2 minutos) y a que su presentación en vídeo requiere planos cerrados de cámara que pueden ser usados para introducir cambios.

#### 2.4.3.1. Vídeo con cambios

En este proyecto se postula que la detección de cambios depende de su magnitud (entendida como la contundencia escénica del cambio) y su posición (entendida como la cantidad de atención que puede haber captado un elemento antes de cambiar).

De acuerdo con lo anterior, en el vídeo se producen doce cambios, tres por cada una de las cuatro posibles categorías (figura 10).

	Centrales	Periféricos
<b>Cambio sutil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desaparición americana.</li> <li>✓ Desaparición jersey espectadora.</li> <li>✓ Cambio de hora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambio disposición público.</li> <li>✓ Cambio cuadro.</li> <li>✓ Desaparición estuche.</li> </ul>
<b>Cambio tosco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desaparición gafas.</li> <li>✓ Cambio espectadora principal.</li> <li>✓ Desaparición carta elegida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desaparición espectadora del fondo.</li> <li>✓ Cambio de color del fondo.</li> <li>✓ Cambio tapete.</li> </ul>

Figura 10. Cambios clasificados según el tipo de cambio.

El vídeo con cambios presenta 4 planos cortos que durante la grabación se utilizaron como “momentos de cambio”. Cada momento de cambio está balanceado en número (tres cambios en cada uno). También se distribuyen uniformemente los cambios de acuerdo con la magnitud y a la posición (en ningún momento se producen dos cambios de la misma categoría simultáneamente).

#### **2.4.3.2. Vídeo control**

Se trata de un control negativo. Presenta el mismo efecto y la misma escenografía que el vídeo anterior pero no se realiza ningún cambio, por lo que no se ve alterada la continuidad de la escena.

#### **2.4.3.3. Vídeo de recompensa**

Se trata del vídeo con cambios pero realizado con un plano abierto desde el que son apreciables todos los cambios que se realizan.

## **2.5. Diseño**

---

### **2.5.1. Variable respuesta**

Cambios detectados con su seguridad asociada.

### **2.5.2. Factores**

- ❖ Factor 1: Video visionado: Fijo a 2 niveles (vídeo con cambios y vídeo control)

### **2.5.3. Estructura**

<b>Vídeo con cambios</b>	<b>Vídeo control</b>
19 sujetos	4 sujetos

Los sujetos que visionaron el vídeo control son menos debido a que su función era descriptiva y primaban los resultados derivados del vídeo con errores de continuidad.

## 2.6. Método

---

### 2.6.1. Organización

1. Realización del experimento en la Escola Pia de Nostra Senyora de Barcelona el día 28 de mayo de 2015.
2. El centro habilitó 1 sala para los visionados.

### 2.6.2. Procedimiento

1. Todos los sujetos visualizaron, de forma individualizada, o bien el vídeo con cambios o bien el control. La visualización se produjo en una situación controlada sin estímulos externos; para ello se aisló a los sujetos con suficiente espacio entre ellos y con auriculares. Se procedió en completo silencio. Era de vital importancia que los sujetos no supiesen que iban a haber cambios en el vídeo. Si lo hubiesen sabido, su visualización de la escena hubiese estado distorsionada y enfocada en detectar cambios (Simons & Mitroff, 2001). Para ello, se hizo creer a los sujetos que el fin de la sesión era el de crear una sesión de magia interactiva para todo el centro. La instrucción ante la visualización del vídeo era la de que habían de mirar con atención ya que después se les pediría la opinión sobre él.
2. Después del visionado, los sujetos contestaron el cuestionario posterior al visionado de manera individual.
3. Se mostró a los voluntarios el vídeo de recompensa y se explicó el experimento como motivación para la correcta realización del test AGL.
4. Los sujetos contestaron el cuestionario AGL de manera individual.

## 2.7. Resultados

---

De 23 sujetos, 19 que han visionado el vídeo con cambios y 4 el vídeo control. De todos ellos se dispone de:

- Resultado en el test AGL (puntuación en **global, local, total y relativa**).
- Cambios detectados y nivel de seguridad de dichas detecciones. Existen un total de 12 cambios en el vídeo con errores de continuidad (0 en el control). Los 12 cambios están agrupados en 4 tipos: central-tosco (**CT**), central-sutil (**CS**), periférico-tosco (**PT**) y periférico-sutil (**PS**).

Se observó mediante los test Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov y D'Agostino-Pearson que los datos no se distribuían normalmente. Por ello, se utilizó la prueba estadística

Kruskaly-Wallis para las comparaciones múltiples. Se calcularon también los coeficientes de correlación de Spearman entre los resultados del test AGL y la detección de los cuatro tipos de cambio (CT, CS, PT, PS). Se estableció una  $\alpha=0,05$  en todos los casos.

Como en algunos estudios se comenta la imposibilidad de detectar más de un cambio al mismo tiempo (Rensink, 2002), también se calculó la probabilidad de detectar dos cambios simultáneos en este experimento.

Antes de empezar a valorar los resultados, ha de resaltarse que el número de sujetos es bajo y se espera poder aumentar la n mediante la colaboración con otros centros educativos.

Para una clara exposición de los resultados se presenta, en primer lugar, un apartado con los resultados generales del experimento. A continuación, otro apartado con las correlaciones más significativas y finalmente, uno con las probabilidades de detectar dos cambios simultáneos.

### ❖ Resultados generales

Individualmente, el cambio más detectado fue la desaparición de la espectadora del fondo seguido por el cambio de la ayudante. La desaparición del estuche y del jersey no los vio ningún sujeto (figura 11).

El promedio de cambios detectados en todo el vídeo fue de 3,94. Según la clasificación de los cambios, los más detectados (figura 12, página siguiente) fueron los toscos en el centro seguidos de los toscos en periferia (sin diferencias significativas entre ellos). Los menos detectados fueron los sutiles en centro y en periferia (sin diferencias significativas entre ellos pero sí con los toscos).

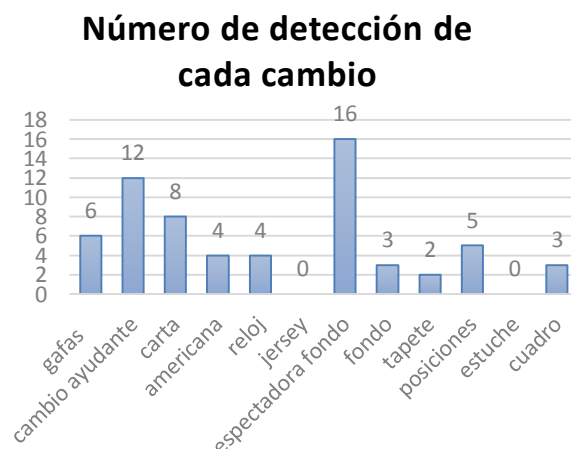


Figura 11. Muestra el número de detecciones que ha recibido cada cambio tras el experimento.

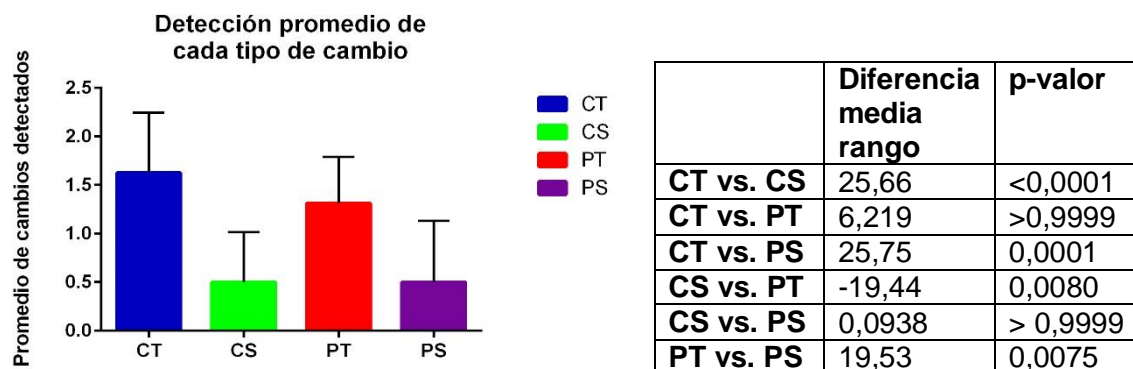


Figura 12. En el gráfico y tabla superiores se muestra el promedio de detección de cada tipo de cambio (valores que pueden variar de 0 a 3). La tabla de la derecha muestra las comparaciones tras un análisis no paramétrico. Se observaron diferencias significativas entre CT-CS, CT-PS, PT-CS y PT-PS.

Respecto al nivel de seguridad en la detección de cambios (figura 13), no existían diferencias estadísticamente significativas entre ningún tipo de cambio.

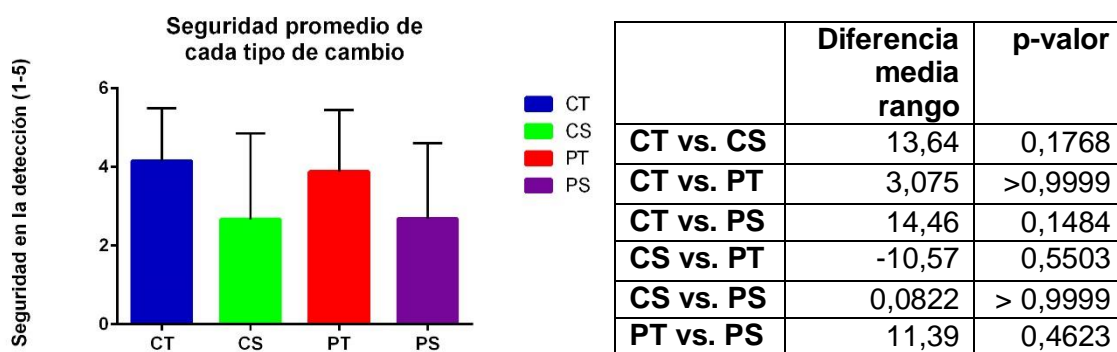


Figura 13. En el gráfico y tabla superiores se muestra el promedio de seguridad de detección de cada tipo de cambio (valores que pueden variar de 1 a 5). La tabla de la derecha muestra las comparaciones tras un análisis no paramétrico. No se observaron diferencias significativas.

En la tabla siguiente (figura 14) se muestran los resultados grupales al test AGL:

	EDAD	GLOBAL	LOCAL	TOTAL	RELATIVA
<b>Promedio</b>	17,125	50,9375	50,9375	101,875	-0,625
<b>Desv. Est.</b>	0,6191	7,9956	7,3164	12,4893	6,8203

Figura 14. Resultados grupales tras el test AGL.

Como se pretende observar la influencia del tipo de atención, se compararon aquellos sujetos con altas puntuaciones en la atención global con los de bajas puntuaciones. Se hizo lo mismo con las puntuaciones en atención local (figura 15).

	Promedio	Desv. Est.
<b>Alto GLOBAL</b>	62,25	4,25
<b>Bajo GLOBAL</b>	42,25	2,22
<b>Alto LOCAL</b>	59,6	2,51
<b>Bajo LOCAL</b>	42,25	4,19

Figura 15. Promedios y desviaciones de acuerdo a la puntuación en el test AGL.



No existían diferencias estadísticamente significativas en la detección de cambios a distintas puntuaciones de los índices de atención global y local (ANEXO, 6 y 7).

Sin embargo, se intuía un aumento en la detección de cambios periféricos a mayor puntuación en el índice global (figura 16).

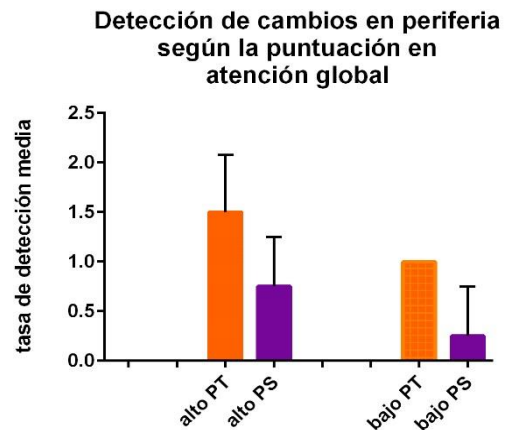


Figura 16. Muestra la tasa de detección en periferia de acuerdo a las puntuaciones en la atención global del test AGL.

### ❖ Controles

Los cambios encontrados hacían referencia a efectos secuenciales y no a cambios de objetos (por ejemplo, que la hora no era la misma que al principio puesto que habían pasado dos minutos). En el 75% de los controles se reportó algún cambio de este tipo.

### ❖ Correlaciones

Tras calcular los coeficientes de correlación de Spearman entre las puntuaciones del test AGL con la detección en los cuatro tipos de cambio se obtuvieron los siguientes resultados (figura 17):

	nº total de cambios	CT	CS	PT	PS
<b>GLOBAL</b>	0,2473	0,0496	0,0543	0,3078	0,2415
<b>LOCAL</b>	0,1011	-0,0670	0,0408	0,0293	0,1444
<b>TOTAL</b>	0,2582	-0,0248	0,1085	0,2779	0,2460

Figura 17. Coeficientes de correlación de Spearman entre puntuaciones en test AGL y tipos de cambio.

Se observaron correlaciones menores a 0,4 en todos los casos. Se estableció el nivel de significación de los coeficientes de correlación (ANEXO, 8). Ninguna correlación era estadísticamente significativa. Las correlaciones más cercanas a un  $\alpha=0,05$  eran las de GLOBAL – nº total de cambios ( $p=0,17$ ), GLOBAL – PT ( $p=0,12$ ), GLOBAL-PS ( $p=0,18$ ), TOTAL – nº de cambios ( $p=0,16$ ), TOTAL-PT ( $p=0,16$ ) y TOTAL-PS ( $p=0,18$ ).

### ❖ Probabilidad de detección de más de un cambio

Tras cada interrupción visual (planos cortos que no permitían ver cómo se producían los cambios) se calculó la probabilidad de detectar 2 cambios. El cálculo se realizó respecto al total de los sujetos (incluyendo aquellos que no habían detectado cambios) y respecto a aquellos que sí habían detectado cambios (excluyendo a aquellos que no habían detectado cambios). Los resultados promediados tras las 4 interrupciones visuales se muestran a continuación (figura 18).

Probabilidad promedio de detección:	
2 cambios entre los que detectaron algún cambio	2 cambios entre todos los sujetos
0,215	0,125

Figura 18. Probabilidad de detección de 2 cambios simultáneos (incluyendo y excluyendo a los sujetos que no habían detectado ningún cambio).

Uno de cada ocho sujetos (0,125) era capaz de detectar dos cambios tras cada interrupción visual. La detección de dos cambios era bastante inferior a la de detectar al menos un cambio (0,703) y superior a la de detectar tres (0,031). Asimismo, se observó que aproximadamente en cuatro de cada cinco sujetos (0,785) la detección de un cambio limitaba la detección de otro.

## 2.8. Discusión y Conclusiones

---

En primer lugar, los resultados de detección según el tipo de cambio parecen coherentes al ser más detectados aquellos que presentaban niveles más elevados de exposición y tosquedad y menos detectados encontramos aquellos con menores niveles de exposición y tosquedad. De acuerdo con el funcionamiento del sistema *bottom-up* de atención y al hecho de que las zonas centrales de una imagen capturan más la atención que las periféricas (Kelley et al., 2003), es de esperar que aquellos cambios que generen un mayor contraste con la escena anterior y que se encuentren más expuestos en el campo visual sean los más recordados por la memoria de trabajo y menos ceguera al cambio experimenten.

Es lógico preguntarse cuál de estos factores (magnitud o posición) juega un papel más importante en la detección de un cambio. De acuerdo con los valores de detección según los tipos de cambio y a la clara significación estadística, queda patente que **la magnitud es más importante que la posición a la hora de detectar un cambio.**

De acuerdo con la conclusión planteada, es coherente que el cambio más detectado haya sido la desaparición de la espectadora del fondo (PT). A nivel de contraste visual, este cambio es el más tosco de todos, pues se produce un cambio de blanco a negro (luminancia máxima contra luminancia mínima).

Se postula que ante la misma magnitud, los cambios centrales son más detectados que los periféricos (Rensink et al., 1997). De acuerdo con los resultados del proyecto, a una misma magnitud no se encontraban diferencias significativas, por lo que **la posición no parece ser un factor influyente a la hora de detectar cambios.** Sin embargo, el no encontrar diferencias puede deberse a que el cambio de la espectadora del fondo es el más detectado del vídeo y afectaría a todo el grupo PT. Las diferencias con otros trabajos (Rensink et al., 1997; Kelley et al., 2003) puede deberse también a que la posición de periferia en esos estudios es más clara que en este proyecto.

Se ha observado que tanto la desaparición del estuche como la desaparición del jersey de la primera ayudante no han sido detectados por ningún sujeto. Es posible que nadie se haya percatado del cambio de jersey porque la chica también ha cambiado y a la hora de reportar los datos en el cuestionario no aparece la imagen de la espectadora principal. La no detección de la desaparición del estuche respondería al hecho de que se trata de una acción acabada (tras sacar las cartas del estuche éste deja de tener trascendencia) y éstas tienden a recordarse menos que las inacabadas. Este fenómeno fue descrito por Zeigarnik en 1938 (Ellis, 1938).

De acuerdo con los resultados **no puede afirmarse que existan diferencias estadísticamente significativas en la seguridad de detección de los distintos tipos de cambios.** Sin embargo, se intuye que los promedios de seguridad siguen el mismo patrón que los de detección: los cambios más toscos presentaban un nivel de seguridad mayor que los sutiles mientras que centrales y periféricos casi no presentaban diferencias entre ellos. La razón volvería a ser que cambios con mucho contraste visual activarían con mayor seguridad el sistema *bottom-up* y serían más fácilmente recordados por la memoria de trabajo. Esto sucedería con bastante independencia de su posición espacial (de acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento).

Gracias al cuestionario AGL se pueden inferir distintas conclusiones. La primera de ellas es que parece que el rasgo de atención global correlaciona mejor con la detección de cambios que la atención local. De acuerdo con los resultados se infiere que **la atención focalizada (relacionada con la atención local) no correlaciona con la detección de cambios**. Por contraposición, **la atención holística de la escena (relacionada con la atención global) y la atención dividida (puntuación total) correlacionan débilmente con la detección de cambios en periferia**. Ambos lo hacen de manera positiva, por lo que mayores puntuaciones en atención global y total se asocian a ver más cambios en periferia.

Resulta sorprendente que altas puntuaciones en atención local no correlacionasen con los cambios producidos en el centro, pues se hipotetizaba que altas puntuaciones en este rasgo atencional conllevarían mayor atención efectiva en el foco visual. Por otro lado, sí se esperaba que altas puntuaciones en atención global y total supusiesen una mayor detección de cambios en periferia pues se creía que una mayor capacidad de atender de manera efectiva a características poco expuestas de una escena se relacionaría con las puntuaciones en estos rasgos de atención.

En el apartado de detección de dos cambios simultáneos, se puede concluir que **la detección de un cambio no limita la detección de otro** como se postula en algunos textos (Rensink, 2002). Sin embargo, queda claro que sí condiciona pues el 70,3% de los sujetos fueron capaces de detectar un cambio tras cada interrupción visual y sólo el 12,5% pudo detectar dos. La razón de esta disminución podría deberse a que atender a un determinado estímulo satura en gran medida nuestra capacidad para atender a otro, aunque no la limita por completo.

Es importante recalcar que la metodología del experimento facilitaba que los sujetos reportasen cambios, pues tenían la imagen final del vídeo (por cuestiones metodológicas). Como se ha explicado, al detectar cambios con interrupción visual, se compara mentalmente la escena previa y la posterior. Con esta metodología únicamente tenían que reconstruir la imagen inicial. Sería interesante repetir el experimento sin utilizar el cuestionario posterior al visionado (eliminar el soporte visual), ya que se hipotetiza que la detección de cambios sería mucho menor. Otra repercusión del procedimiento en los resultados es la que se observa en los sujetos control. Ellos, al ver que sus compañeros escribían en el cuestionario posterior al visionado, se vieron forzados a escribir alguna cosa. Por ello se concluye que **realizar el experimento con muchos sujetos a la vez pone de manifiesto la influencia del grupo sobre el individuo**.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### ❖ ARTÍCULOS

Barnhart, A.S. & Goldinger, S.D. (2014). Blinded by magic: eye-movements reveal the misdirection of attention. *Frontiers in Psychology* 5:1461.

Beck, D. M.; Rees, G.; Frith, C. D. & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change awareness and change blindness. *Nature Neuroscience* 4 (6) 645-650.

Danek, A.H.; Öllinger, M.; Fraps, T., Grothe, B. & Flanagan, V.L. (2015). An fMRI investigation of expectation violation in magic tricks. *Frontiers in Psychology* 6:84.

Darriba, A.; Pazo-Álvarez, P.; Capilla, A. & Amenedo, E. (2011). Oscillatory Brain Activity in the Time Frequency Domain Associated to Change Blindness and Change Detection Awareness. *Journal of Cognitive Neuroscience* 24:337-350.

Dirnagl, U. (1997). Metabolic aspects of neurovascular coupling. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 413:155-159.

Kelley, T.A. et al. (2003). Effects of scene inversions on change detection of targets matched for visual salience. *Journal of Vision* 3, 1-5.

Kuhn, G. & Martinez, L. M. (2011). Misdirection – Past, Present, and the Future. *Frontiers in Human Neuroscience* 5:172.

Kuhn, G.; Caffaratti, H.A.; Teszka, R. & Rensink, R.A. (2014). A psychologically-based taxonomy of misdirection. *Frontiers in Psychology* 5:1392.

Parris, B.; Kuhn, G.; Mizon, G. A.; Benattayallah, A. & Hodgson, T. L. (2009). Imaging the impossible: An fMRI study of impossible causal relationship in magic tricks. *Neuroimage* 45: 1033-1039.

Pessoa, I. & Ungerleider, L.G. (2004). Neural Correlates of Change Detection and Change Blindness in a Working Memory Task. *Cerebral Cortex* 14: 511-520.

Rees, G. & Lavie, N. (2001). What can functional imaging reveal about the role of attention in visual awareness? *Neuropsychologia* 39:1343-1353.

Rieiro, H.; Martinez-Conde, S. & Macknik, S. L. (2013). Perceptual elements in Penn & Teller's "Cups and Balls" magic trick. *PeerJ* 1: 19.

Rensink, R.A. (2002). Failure to see more than one change at a time. *Journal of Vision* 2, 245a.

Rensink, R.A.; O'Regan, J. K. & Clark, J. J. (1997). To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes. *Psychology Science* 8:368– 373.

Rensink, R.A.; O'Regan, J. K. & Clark, J. J. (2000). On the failure to detect changes in scenes across brief interruptions. *Visual Cognition* 7:127–145.

Simons, D.J. (2000). Current approaches to change blindness. *Visual Cognition* 7:1–15.

Simons, D.J. & Levin, D.T. (1997). Change blindness. *Trends in cognitive sciences* 1:261-267.

Simons, D.J.; Levin, D.T. (1998). Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin and Review* 5:644–49.

Simons, D.J.; Mitroff, S.R. (2001). The role of expectations in change detection and attentional capture. *Vision and attention* 189-207.

Simons, D. J.; Chabris, C.F.; Schnur, T.T. & Levin, D.T. (2002). Evidence for preserved representations in change blindness. *Consciousness and Cognition* 11:78-97.

Tachibana, R. & Kawabata, H. (2014). The effects of social misdirection on magic tricks: How deceived and undeceived groups differ. *i-Perception* 5: 143-146.

## ❖ **LIBROS**

Ascanio, A. & Etcheverry, J. (2000). *La Magia de Ascanio. La concepción Estructural de la Magia. Su Pensamiento Teórico-Mágico.* 1ª Edición. Páginas. España.

Clarke, A.C. (1973). Profiles of the Future. 1ª Edición. Biblioteca Universal Caralt. España.

Macknik, S. L. & Martínez Conde, S. (2010). Los engaños de la mente. Destino. España.

Ortiz, D. (2009) Libertad de expresión. 1ª Edición. Ediciones y Publicaciones de Málaga. España.

Ellis, W.D. (1938). A Source Book of Gestalt Psychology. Rev 1997. Gestalt Journal Press. Gran Bretaña.

Tamariz, J. (1988) La vía mágica. 1ª Edición. Frankson Magic Books. España.

Wonder, T. & Minch, S. (1996) El Libro de las Maravillas. Vol 1. 1ª Edición. Páginas. España.

#### ❖ **REVISTAS ELECTRÓNICAS**

Olson, J.A.; Amlani, A.A.; Raz, A. & Rensink, R.A. "Influencing choice without awareness", [en línea]. *Consciousness and Cognition*. (2015). URL: <>, <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2015.01.004>>. [Consulta: 23 marzo 2015].

#### ❖ **PÁGINAS WEB**

Palmer, C. (5 noviembre 2008). Whodunnit? [archivo de video]. URL:<<http://www.campaignlive.co.uk/thework/885848/>>. [Consulta: 1 marzo 2015].

Wiseman, R. (21 noviembre 2012). Colour Changing Card Trick [archivo de vídeo]. URL:< <https://www.youtube.com/watch?v=v3iPrBrGSJM>>. [Consulta: 1 marzo 2015].

#### ❖ **OTRAS FUENTES**

Biopac Systems, I. (2009). fNIR devices technology. fNIR Devices: Functional Optical Brain Imaging Systems. California, USA.





## ANEXO: TABLAS

---

### 1. Comparaciones Condicionado - No Condicionado. Directo.

	cartas superficial	cartas profundo	monedas superficial	monedas profundo	cubiletes superficial	cubiletes profundo
Mann-Whitney U	0	43	73,5	148,5	86	55
p-valor	<0,0001	0,6174	0,0077	0,8902	0,83	0,0825

### 2. Comparaciones Condicionado - No Condicionado. Ordenador.

	cartas superficial	cartas profundo	monedas superficial	monedas profundo	cubiletes superficial	cubiletes profundo
Mann-Whitney U	0	0	10	4	34	29,5
p-valor	0,0002	0,0002	0,4286	0,1905	0,673	0,5582

### 3. Comparaciones Directo-Vídeo. Cartas.

	condicionado superficial	condicionado profundo	no condicionado superficial	no condicionado profundo
Mann-Whitney U	45	14	33	27
p-valor	0,7664	0,0057	0,659	0,3283

### 4. Comparaciones Directo-Vídeo. Monedas.

	condicionado superficial	condicionado profundo	no condicionado superficial	no condicionado profundo
Mann-Whitney U	13	11	27	20
p-valor	0,9273	0,6485	0,6331	0,246

5. Comparaciones Directo-Vídeo. Cubiletes.

	condicionado superficial	condicionado profundo	no condicionado superficial	no condicionado profundo
Mann-Whitney U	59	43	30	51
p-valor	0,8291	0,2244	0,1213	0,7639

6. Comparación en la detección de tipos de cambio según las puntuaciones en GLOBAL.

	CT	CS	PT	PS
Mann Whitney U	8	8	4	4
p-valor	>0,9999	>0,9999	0,4286	0,4857

7. Comparación en la detección de tipos de cambio según las puntuaciones en LOCAL.

	CT	CS	PT	PS
Mann Whitney U	10	9	9,5	6,5
p-valor	>0,9999	>0,9999	>0,9999	0,5238

8. Significación de los coeficientes de correlación de Spearman (p-valor).

	nº total de cambios	CT	CS	PT	PS
GLOBAL	0,1779	0,4288	0,4278	0,128	0,1814
LOCAL	0,3547	0,4021	0,4498	0,4707	0,2954
TOTAL	0,1671	0,4675	0,3605	0,1598	0,1768

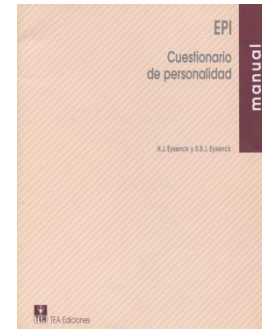
## ANEXO: CUESTIONARIOS

---

### 1. CUESTIONARIO DE PERSONALIDAD EPI

La información que aquí se expone es un resumen de los puntos que se consideran más necesarios para la introducción a este cuestionario psicológico. La información completa se encuentra en los manuales de dicho cuestionario de *TEA Ediciones*.

- Finalidad: Evaluación de dos dimensiones de la personalidad: neuroticismo (N) y extraversión (E); esta última con sus dos subescalas: impulsividad y socialización; incluye también una escala de sinceridad (S).
- Ficha técnica
  - o Autores: H. J. Eysenck y S. B. G. Eysenck.
  - o Procedencia: Hodder & Stoughton, Londres.
  - o Adaptación española: M. Sánchez Turet (Barcelona) y Departamento de I+D de TEA Ediciones, S.A. (Madrid) 1972.
  - o Administración: Individual y colectiva.
  - o Duración: Variable; aproximadamente 12 minutos.
  - o Destinatarios: Adolescentes y adultos.
  - o Tipificación: Baremos de escolares, profesionales y de la población general de ambos sexos.
- Escalas e Ítems: El cuestionario consta de tres escalas independientes (aunque se encuentran pequeñas correlaciones los resultados empíricos son compatibles con esta ortogonalidad): Escala de Neuroticismos-estabilidad, Escala de Extraversión y Escala de sinceridad. Posee un total de 57 ítems, siendo 24 para la escala de Neuroticismo-Estabilidad, 24 para la de extraversión y 9 para la sinceridad. Se entiende que sujetos con valores elevados en la escala de neuroticismo-estabilidad son indicativos de labilidad emocional e hiperactividad; por lo que tienden a ser emocionalmente hipersensibles, con dificultades para recuperarse después de una situación emocional, con quejas frecuentes ante desarreglos somáticos difusos, con estados de preocupación, ansiedad... Las puntuaciones altas en la escala de extraversión-introversión son obtenidas por sujetos que tienen tendencia a ser expansivos, impulsivos y no inhibidos, que tienen numerosos contactos sociales y frecuentemente toman parte de las actividades de grupo. La última escala, la de sinceridad, resulta fiable, válida y útil para identificar a los sujetos que tienden a responder en un sentido deseable.



Cuestionario de personalidad EPI.

- Aplicación:
  - Deben cumplirse los requisitos habituales en la aplicación de pruebas psicológicas en cuanto se refiere a la aplicación del material, disposición de la sala, condiciones ambientales, motivación de los sujetos, etc.
  - El examinador debe conocer la prueba y su material y atenerse estrictamente a las instrucciones dadas en el manual.
  - Antes de la aplicación debe explicarse brevemente a los sujetos el motivo por el que se debe contestar el cuestionario y se insta al interés que tiene el hacerlo bien, de modo que se consiga su aceptación y la disposición adecuada para responder al mismo con la máxima sinceridad.
  
- Corrección y puntuación: La puntuación directa en cada una de las escalas (N, E y S) es el número total, en cada una de las variables, de coincidencias entre las respuestas del sujeto y las existentes en la plantilla de corrección. Se anota el número de respuestas que coincidan con el recuadro de la plantilla de corrección para cada escala, obteniendo de esta manera las puntuaciones directas (PD). De acuerdo con las puntuaciones obtenidas en las distintas escalas, el cuestionario permite una baremación en percentiles según el sexo, si son profesionales o estudiantes y de acuerdo a la población general segregada por sexos.
  
- Fiabilidad y validez. La fiabilidad del EPI se ha calculado mediante las pruebas test-retest y mediante la de las dos mitades. En la primera de ellas se obtuvieron, de una muestra de 92 sujetos (muestras inglesas), los coeficientes de 0,84 en la escala de neuroticismo y de 0,88 en la de extraversión. En la prueba de fiabilidad “dos mitades”, el coeficiente para la escala de neuroticismo en la adaptación española fue de 0,73 y de 0,63 en la de extraversión.

Para obtener un índice de validez se dispone de diferentes métodos. A continuación se mencionarán muy brevemente los que se han aplicado a EPI en fases de construcción y en estudios posteriores:

- Validez factorial: Que es la correlación existente entre una escala y el factor que pretende medir. Se correlacionaron tres subescalas de la extraversión de MPI con EPI, obteniendo saturaciones factoriales de 0,78, 0,79 y 0,78.

- Validez del constructo: Que es la refrendación estadística de los supuestos de las escalas con pacientes clínicos (p.ejemplo: se ha encontrado que, tal como hipotetizaba el test, los psicópatas son más extrovertidos que los distímicos). En EPI, utilizando muestras extranjeras, se observan leves correlaciones entre edad y personalidad, existiendo una mayor correlación en la escala de neuroticismo en los psicóticos (-0,21) que en los normales (-0,16). En la escala de extroversión, sucede lo inverso; es mayor la correlación en normales que en psicóticos (-0,24 y -0,08).
- Validez paralela: Qué hace referencia a las correlaciones que se encuentran con otras escalas al medir cosas parecidas (p ej, la escala E temía una correlación de 0,79 con la de la Ratimia de Guilford y la N un 0,82 con la disposición cicloide).

## 2. INVENTARIO DE EXPRESIÓN DE IRA ESTADO-RASGO (STAXI-2)

La información que aquí se expone es un resumen de los puntos que se consideran más necesarios para la introducción a este cuestionario psicológico. La información completa se encuentra en los manuales de dicho cuestionario de TEA Ediciones.

- Finalidad: Evaluación del estado y el rasgo de la ira. Asimismo, del grado de expresión y control a nivel externo e interno.
- Ficha técnica
  - Autor: Charles D. Spielberger.
  - Procedencia: Psychological Assessment Resources PAR, Odesa, Florida, EE. UU.
  - Adaptación española: J.J Miguel Tobal, M.I. Casado Moraleas, A. Cano Vindel y C.D. Spielberger.
  - Administración: Individual y colectiva.
  - Duración: 10 a 15 minutos.
  - Destinatarios: Adolescentes y adultos.
  - Tipificación: Diversas muestras españolas.
- Escalas e Ítems: El test consta de seis escalas independientes, cinco subescalas y un Índice de Expresión de la Ira (IEI). La primera de las escalas es la del Estado de Ira, que consta de 15 ítems y permite evaluar tres componentes distintos de la intensidad de la ira como estado emocional: Sentimiento,



Inventario de expresión de ira estado-rasgo.

Expresión verbal y Expresión física. El estado de ira se define como una situación o condición emocional psicobiológica caracterizada por sentimientos subjetivos que pueden variar desde un moderado enfado hasta una intensa furia. La segunda de las escalas es la de Rasgo de Ira. Ésta consta de 10 ítems y se divide en dos subescalas de 5 ítems cada una: Temperamento de Ira y Reacción de Ira. El rasgo de la ira se caracteriza por las diferencias individuales al percibir un amplio rango de situaciones como enojosas y frustrantes. La tercera de las escalas es la de Expresión Externa de Ira, que consta de 6 ítems. La cuarta escala es la de Expresión Interna de Ira, que consta igualmente de 6 ítems. La quinta escala es la de Control Externo de Ira, que está compuesta por 6 ítems. La sexta y última escala es de Control Interno de Ira, compuesta por 6 ítems. Finalmente, a partir de 24 ítems de diversas escalas (las dos de expresión y de control) se obtiene el Índice de Expresión de Ira.

- Aplicación:
  - Deben cumplirse los requisitos habituales en la aplicación de pruebas psicológicas en cuanto a la aplicación del material, disposición de la sala, condiciones ambientales, motivación de los sujetos, etc.
  - Deberá proporcionarse a los examinados un bolígrafo (no pluma o rotulador) o un lapicero afilado porque el ejemplar del STAXI-2 es copiativo y, por ello, se requiere un instrumento que produzca una presión adecuada para que la marca sea legible en la hoja inferior. El uso de un bolígrafo o lapicero afilado asegura la fácil corrección de las hojas.
  - Antes de responder a los ítems, los voluntarios deberán anotar en la parte superior de la portada los siguientes datos: número de sujeto y fecha.
  - En los diferentes ítems que se presentan en las diferentes escalas, los sujetos contestarán de acuerdo a una escala de frecuencia con 4 opciones, siendo la opción *A* la de menor frecuencia y la opción *D* la de mayor frecuencia.
  
- Corrección y puntuación: Las puntuaciones obtenidas en las distintas escalas vienen dadas por la suma de los valores de frecuencia contestados en cada uno de sus ítems. Para el cálculo del índice de expresión de ira deberán sumarse los resultados de las escalas de expresión externa e interna de ira y restarle a este valor la suma de las escalas de control externo e interno. De acuerdo con las puntuaciones obtenidas en las distintas escalas, el cuestionario permite una baremación en percentiles según el sexo y la edad, además de los globales por sexo.

-Validación: Para estudiar la fiabilidad y la consistencia interna de STAXI-2 se llevaron a cabo dos estudios. En primer lugar, se hicieron pruebas de correlación test-retest con un intervalo temporal de 2 meses. En segundo lugar, se calculó el coeficiente alpha de Cronbach. La correlación test-retest indica que es una prueba fiable con valores de 0,71 en la escala de Rasgo de Ira, de 0,59 y 0,61 en los de expresión y de 0,20 en la de Estado de Ira (un valor bajo se adecúa debido a que resulta cambiante en el tiempo). En relación al coeficiente de Cronbach, se indica una buena consistencia interna con valores de 0,89 en la escala de Estado de Ira, de 0,82 en la escala de Rasgo de Ira y en las de expresión se encuentran valores algo más bajos (0,69 y 0,67) que se aceptan como válidos a causa del reducido número de ítems.

### 3. SSS: ESCALA DE BÚSQUEDA DE SENSACIONES (FORMA V)

La información que aquí se expone es un resumen de los puntos que se consideran más necesarios para la introducción a este cuestionario psicológico.

- Finalidad: Evaluación del deseo de experimentar nuevas sensaciones en los sujetos.
- Ficha técnica
  - o Autores: M. Zuckerman, S. B. G. Eysenck, H. J. Eysenck.
  - o Administración: Individual.
  - o Duración: 5 a 10 minutos.
  - o Destinatarios: Adolescentes y adultos.
  - o Tipificación: Diversas muestras españolas.
- Escalas e Ítems: La SSS es una escala diseñada para evaluar la búsqueda de sensaciones. Este rasgo se entiende como la necesidad de sensaciones y experiencias nuevas, variadas y complejas, y el deseo de arriesgarse con el fin de obtenerlas. Consta de 40 ítems a los que los sujetos contestas afirmativa o negativamente. Consta de 4 subescalas independientes de 10 ítems cada una. La primera de las subescalas es la de Búsqueda de Emociones (BEM), que hace referencia al deseo de participar en actividades que requieren rapidez y peligro. La segunda es la de Búsqueda de Excitación (BEX) que informa sobre el deseo de encontrar nuevas experiencias a través de sensaciones y estilos de vida poco convencionales. La tercera subescala es la de Desinhibición (DES), que hace referencia al deseo de liberarse a través de la desinhibición social, la bebida y



Escala de Búsqueda de Sensaciones (forma V).

las fiestas. Finalmente, la cuarta subescala es la de Susceptibilidad hacia el aburrimiento (SAB) que informa sobre el disgusto con la repetición de experiencias, la rutina del trabajo y la inquietud cuando las cosas son monótonas.

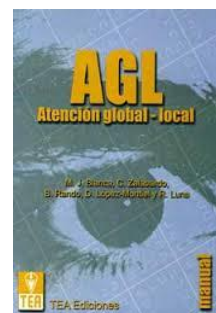
- Aplicación:
  - Deben cumplirse los requisitos habituales en la aplicación de pruebas psicológicas en cuanto a la aplicación del material, disposición de la sala, condiciones ambientales, motivación de los sujetos, etc.
  - Antes de responder a los ítems, los voluntarios deberán anotar el sexo, la edad y su identificador como sujeto.
  - El examinador estará presente para verificar las condiciones de control y las posibles dudas que puedan surgir se comentarán individualmente o en grupo de acuerdo a la interpretación del examinador.
  
- Corrección y puntuación: Cada respuesta afirmativa evalúa 1 punto y cada respuesta negativa, 0 puntos, por lo que a mayor puntuación, mayor presencia del rasgo. De acuerdo con las puntuaciones obtenidas en las distintas escalas, el cuestionario permite una comparación respecto a la población normativa española.
  
- Validación: Para estudiar la fiabilidad y la consistencia interna de la Escala de Búsqueda de sensaciones Forma V se calculó el coeficiente alpha de Cronbach, arrojando valores en un rango de 0,78 a 0,80 en la escala total y entre 0,50 y 0,74 en las otras cuatro subescalas (siendo SAB la que presenta los valores más bajos). También se ha realizado la técnica del test-retest con una diferencia de 10 días, obteniendo coeficientes superiores al 0,90 en la escala total.



#### 4. AGL. ATENCIÓN GLOBAL-LOCAL

La información que aquí se expone es un resumen de los puntos que se consideran más necesarios para la introducción al cuestionario AGL. La información completa se encuentra en los manuales de dicho cuestionario de TEA Ediciones.

- Finalidad: Evaluación de la rapidez y precisión perceptivas con atención dividida, así como de la habilidad diferencial para procesar rasgos globales y locales de un estímulo visual.
- Ficha técnica:
  - o Autoras: María J. Blamca, Claridad Zalabardo, Belén Rando, Dolores López- Montiel y Rafaela Luna.
  - o Administración: Individual y colectiva.
  - o Ámbito de aplicación: Desde 1º ESO hasta 2º de bachillerato.
  - o Duración: Aproximadamente 10 minutos.
  - o Baremación: Baremos por curso y sexo en percentiles para los índices de Atención Local, Global, Total y de Eficacia relativa.
- Aplicación:
  - o Antes de la ejecución del test se realizará una fase de entrenamiento de unos 90 segundos. Seguidamente, y con todas las dudas ya resueltas, se ejecutará el cuestionario por un tiempo de 3 minutos.
  - o Deberá aplicarse cuando los sujetos no estén cansados y no vayan a ser interrumpidos.
  - o El examinador estará presente durante todo el desarrollo de la prueba. Debe seguir con un ejemplar todos los pasos de la misma, intercalando las aclaraciones que crea necesarias.
  - o Se procurará que los sujetos no empiecen a trabajar antes de que se dé la señal y se evitará que continúen después de que haya finalizado el tiempo.
  - o Se instará en que todas las aclaraciones se soliciten en voz alta durante el tiempo de los ejercicios de entrenamiento. Si algún sujeto no lo hiciese así, se repetirá a todo el grupo la duda u observación y se contestará en voz alta.
- Corrección: El cuestionario se corrige a partir del ejemplar autocorregible y se obtienen unos índices basados en los aciertos. Los índices obtenidos son:
  - o Índice indicativo de la facilidad para procesar los rasgos globales: Equivale al número de aciertos en la figura global (ejecución global).



Test Atención  
global-local (AGL).

- Índice indicativo de la facilidad para procesar los rasgos locales: Equivale al número de aciertos en la figura local (ejecución local).
- Índice total de rapidez y precisión perceptivas en Atención dividida: Equivale a la suma de todos los aciertos (ejecución total), que resulta de la suma de la ejecución global y la local.
- Índice de eficacia relativa: Equivale a la resta de la ejecución local a la global.

De acuerdo con las puntuaciones obtenidas en las distintas escalas el cuestionario arroja una baremación en percentiles en función del sexo y curso.

- Validación: La tipificación de esta prueba se la realizado con 1287 alumnos de los cursos de Enseñanza Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, provenientes de 8 institutos distintos.

Para analizar las diferencias según el sexo y el curso en los tres índices se ha realizado un análisis de la varianza multivariante 2x6, dónde con  $p < 0,001$  se arrojan diferencias significativas según el sexo, según el curso y se observa una interacción entre sexo y curso.

Se ha validado el test AGL para que cumpliera su función como test de velocidad. El índice de velocidad de Gulliksen presenta un valor de 0,001, el coeficiente de velocidad de Stafford proporciona un valor de 0,94 indicando ambas informaciones que se trata de un test de velocidad válido y dónde la mayoría de fallos se deben a no-intentos.

También se ha calculado la fiabilidad mediante las técnicas par-impar y la de test-retest. En el primero de los casos tenemos un índice medio de 0,97 (0,96, 0,97, 0,98) y en el segundo un coeficiente de 0,80 en todos los índices, lo que sugiere una gran estabilidad en la medida.

