



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Máster en Neurociencia Fundamental y Traslacional
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)

Análisis del aplauso como proceso cognitivo individual y colectivo frente al ilusionismo

Autora: Ángela María González Tapia

Tutor: Luis M. Martínez Otero

Orientador: Álex Gómez- Marín

Instituto de Neurociencias de Alicante (UHM-CSIC)

Unidad de Neurobiología celular y de sistemas

Laboratorio de Analogía Visual

2019/2020

Agradecimientos

A Alex Gómez Marín por su paciencia y su acogedora enseñanza.

A mi amiga y compañera Mercedes Rosillo por facilitar y embellecer esta etapa de mi vida.

A Miguel, mi amparo y apoyo incondicional.

A mi familia y amigos.

ÍNDICE

Resumen	2
Palabras clave	2
Abstract	3
Keywords.....	3
Introducción.....	4
Objetivos.....	7
Materiales y métodos	8
Resultados	15
Discusión.....	27
Conclusión.....	30
Contribuciones de autor:	31
Bibliografía.....	31
ANEXOS	34

Resumen

Los procesos cognitivos que el mago utiliza en sus espectáculos constituyen herramientas clave que propician la creación de un efecto mágico sorprendente e inesperado. Las inferencias y anticipaciones de la realidad que crea el cerebro humano son determinantes para originar una ilusión de continuidad. En este sentido, los mecanismos inconscientes que subyacen a la cognición juegan un papel clave dirigiendo la atención durante el espectáculo, dando lugar a una dualidad entre lo oculto, o “vida interna” del truco, y lo que el público ve, o “vida externa”. La vida interna del truco engloba toda una realidad paralela ajena a lo que siguen los espectadores, sustentando un desenlace mágico que provoca diversas emociones al romper con las expectativas creadas mediante las inferencias y anticipaciones. Esta transgresión de las creencias condiciona de forma directa mecanismos sociales como el aplauso. En los espectáculos multitudinarios, el aplauso es una acción desencadenada para gratificar la actuación del mago, que también se utiliza para expresar las emociones generadas con un hecho inesperado. En espectáculos de magia la función del aplauso en los mecanismos cognitivos del público general no se ha estudiado en profundidad anteriormente.

El objetivo del presente trabajo ha sido caracterizar el aplauso como mecanismo cognitivo individual o colectivo frente al ilusionismo. Los resultados han revelado que el aplauso presenta variaciones significativas dependientes de la presentación de efectos mágicos. Los trucos de magia están influenciados por aspectos individuales (género, la distancia o la percepción de la magia); y por aspectos colectivos (control de la atención o el condicionamiento a aplaudir). Se requieren más análisis para obtener datos más robustos. Nuestros datos indican que la regulación del desenlace en un espectáculo de magia a través de las disonancias cognitivas es un factor clave en el estudio del funcionamiento del cerebro. Resultados preliminares han demostrado que el aplauso en exhibiciones multitudinarias es un ejemplo de los patrones sincronizados propios de los ritmos espontáneos de sistemas biológicos y sociales

Palabras clave

Neurociencia, magia, procesos cognitivos, atención, percepción visual

Abstract

Magicians manipulate cognitive processes during their shows, these are key for leading the audience in to the creation of a surprising and unexpected magical effect. Inferences and anticipations created by the human brain are decisive to create a continuous illusion. In this sense, mechanisms underlying cognition have a key role in directing attention during the show, giving rise to a duality between the hidden, or "inner life" of the trick, and what the audience sees, or "outer life." The internal life of the trick encompasses a whole parallel reality to what the spectators follow, sustaining a magical outcome that provokes diverse emotions by breaking with the expectations created through inferences and anticipations. This transgression of beliefs directly conditions social mechanisms such as applause. In big shows, applause is an action triggered to gratify the magician's performance, which is also used to express emotions generated by an unexpected event. In magic shows the function of applause in general public cognitive processes has not been studied in depth before.

The aim of this project has been to characterize if the applause, referring to illusionism, is based on individual cognitive processes or collective ones. The results here exposed reveal that applauding presents significant variations depending on the presentation of magical effect. Magical effects from illusions are influenced by individual aspects (gender, distance or perception of magic) and collective aspects (attention control or conditioning to applaud). Although more experiments are required to clarify this data. Our data shows that regulation of the outcome in a magic show through cognitive dissonances is a key factor in the study of brain function. Preliminary results have shown that applause in mass exhibitions is an example of the synchronized patterns characteristic of the spontaneous rhythms of biological and social systems.

Keywords

Neuroscience, magic, cognitive processes, attention, visual perception

Introducción

La magia o ilusionismo es una de las formas más antiguas de entretenimiento, existente desde tiempos ancestrales. Durante miles de años se han utilizado juegos de manos y otras formas de engaño para manipular la experiencia consciente del público y así convencer y controlar a las masas. Este engaño a la mente humana está basado exactamente en la fisiología de nuestro propio cerebro. Antecedentes científicos afirman que la información captada a través de la vista es tan extensa (un ojo capta 70 Gb/seg.) que nuestro cerebro dedica un tercio de su anatomía a procesar todos estos datos (Camí J. et al., 2020). Aun así, nuestro cerebro es incapaz de administrar esta información en su totalidad, ya que existen interferencias naturales e involuntarias como son el parpadeo o las microsacadas. Estas intermitencias junto a la imposibilidad de captación de la totalidad de las imágenes suponen un retraso de un tercio de segundo en el procesamiento de la información, lo cual obliga a nuestro sistema a construir una ilusión de imposibilidad. El proceso de ver es pues una ilusión cerebral en la cual se construye una continuidad, para mantener la armonía del mundo real y favorecer la supervivencia. Nuestra experiencia visual puede desembocar en la sorpresa de las personas cuando descubren fallos en la conciencia visual, como son la ceguera por falta de atención (Mack y Rock, 1999) y la ceguera por cambios (Rensink et al., 1997). Las inferencias que realiza nuestro cerebro son interpretaciones de la realidad basadas en experiencias pasadas que se anticipan a los hechos, por lo tanto, las ilusiones ópticas como las utilizadas en trucos de magia representan sucesos fascinantes que rompen con nuestras expectativas, no coincidiendo con estas inferencias naturales inconscientes. En ciencia, ya que el mago utiliza las inferencias que hacemos del mundo real para “hackear” nuestro sistema de procesamiento de una ilusión óptica, ¿podría entonces el estudio del procesamiento de las ilusiones experimentadas en los trucos de magia proporcionar nuevos conocimientos sobre cómo funciona nuestro cerebro? (Camí J. et al., 2020).

A pesar de que los expertos en ilusionismo son también expertos en dominar métodos empíricos de diversas disciplinas de la ciencia, anteriormente no se había prestado demasiada atención a la magia por parte de científicos cognitivos (Kuhn y otros, 2016; véase también <https://scienceofmagicassoc.org/home#research>). Ha sido durante las dos últimas décadas cuando los científicos han comenzado a interesarse por las técnicas que sustentan los efectos mágicos, basados en fenómenos cognitivos fundamentales como la atención o la percepción (Camí J. et al., 2020). El incremento de la confianza en el potencial del ilusionismo como medio en investigaciones neurocientíficas sobre el funcionamiento automático de nuestro cerebro ha

conllevado al perfeccionamiento de técnicas utilizadas durante siglos en los trucos de magia (Camí J. et al., 2020).

El público supone un componente imprescindible en el espectáculo mágico. Es tal su importancia, que la magia varía en función del público al que vaya dirigida. La realización de espectáculos de magia en directo es fundamental para mantener la credibilidad de este resultado imposible, junto al procesamiento interno del individuo se consideran elementos constitutivos de los fenómenos cognitivos (Gómez-Marín y Ghazanfar, 2019). Hay que remarcar que la eficiencia de la ilusión viene restringida por el contexto social y particular de cada espectador, que influye directamente en las reacciones y vivencias durante el espectáculo de magia. Además de la influencia del contexto, en referencias anteriores se divide al público en categorías según su tolerancia a la magia: profanos, niños o magos, en orden desde los individuos menos condescendientes con los magos hasta los aficionados de la magia. Esta clasificación considera que los efectos provocados también son variables y que los métodos y la complejidad del espectáculo requieren de un público adecuado para evitar resultados inapropiados (Camí J. et al., 2020).

En relación a la importancia del público, el éxito en un espectáculo de magia está condicionado por la utilización de manipulaciones presensoriales por parte del mago para propiciar una atmósfera mágica, lo cual se conoce como vida interna del truco. La vida interna del truco acoge diversas técnicas utilizadas para “manejar” los procesos cognitivos subyacentes al antojo del mago, antes y durante el desarrollo del espectáculo. Dentro de estas herramientas cognitivas podemos encontrar el control de la atención, la variación del contraste, la guía del componente anticipativo o el uso de componentes verbales y no verbales. En referencias anteriores se ha enfatizado que el desvío o control de la atención, también conocido como “misdirection”, es uno de los mejores instrumentos de los magos para conducir el truco hasta un desenlace antinatural y sorprendente (Kuhn et al., 2014). El mantenimiento de la atención es un proceso curioso, pues el cerebro está permanentemente enfocado en alguna tarea de forma natural, pero se conoce que en ocasiones determinadas se disminuye la atención de manera no uniforme. Por ejemplo, se conoce que la atención se relaja tras una captura activa o debido a la sensación de bienestar (se baja la guardia) (Camí J. et al., 2020). Existen momentos en los que el mago necesita aprovecharse de esta desactivación parcial de la atención de los espectadores para ejecutar manipulaciones ocultas, como ocurre durante el aplauso post microclímax.

El aplauso es un ritual llamativo necesario para que el final de un espectáculo no se torne incómodo, ya que después de una buena actuación la audiencia demuestra su apreciación mediante un aplauso que se sincroniza progresivamente hasta alcanzar un nivel de ruido

considerable. En referencias anteriores se ha estudiado la sincronización del aplauso en espectáculos multitudinarios como un ejemplo de autoorganización humana similar a procesos de sincronización observados en otros sistemas naturales, por ejemplo, en las células marcapasos del corazón (Mann R. et al., 2000). La ritmicidad en el aplauso emerge desde aplausos inicialmente incoherentes de los individuos, que funcionan como paréntesis o gags en la atención de los espectadores, atención que se reactiva posteriormente a la pausa para el aplauso.

El proceso de aplauso sincrónico del público despierta nuestro interés en entender si el aplauso como mecanismo social puede influenciarse por procesos cognitivos subyacentes a la respuesta atencional en espectáculos de magia o únicamente depende de un fenómeno de “infección social” (Mann R. et al., 2000). Existen escasas referencias anteriores sobre el estudio del aplauso de la audiencia en un espectáculo de magia como mecanismo de respuesta satisfactoria frente a una ilusión óptica. Sin embargo, se ha estudiado que cuando la audiencia experimenta un desengaño, como el que ocurre al revelar un truco de magia, se activan mecanismos de defensa involuntarios debidos al no establecimiento de una relación casualidad-causalidad lógica entre la experiencia previa, a partir de la cual realizamos inferencias, y los fenómenos acontecidos, que no coinciden con ningún recuerdo natural anterior. Esta “amenaza” a nuestro sistema de creencias se compensa con una sensación satisfactoria derivada de una situación físicamente segura, en la que sólo se quebranta nuestra integridad mental.

El aplauso podría ser entonces una forma de exteriorizar la satisfacción del espectador ante el trabajo brillante del mago. Es en este momento cuando se instaura un aparente conflicto frente a la idea de que el aplauso surge únicamente como respuesta a un contagio social de la audiencia. En palabras de Gary Lupyan, “aplaudir es una señal de que estamos impresionados, si en un aterrizaje de aviones modernos uno escucha a otros aplaudir se crea un conflicto entre usted, que como no aplaude cree que lo que ha sucedido no es impresionante, y el sonido de la gente aplaudiendo, que lo obliga a reevaluar sus creencias”.

¿Sigue siendo entonces el aplauso en espectáculos de magia un mero mecanismo de respuesta social?

Objetivos

En este trabajo se pretende examinar la respuesta del público a la utilización de los mecanismos de la cognición por parte del mago. Se evaluará el comportamiento del público respecto a los aplausos y cómo varía el número de aplausos después que el mago dirija a los espectadores a un desenlace mágico, con el fin de determinar qué herramientas influyen en la acción de aplaudir.

Este estudio busca la relación entre el aplauso, como un ejemplo de patrón rítmico autoorganizativo en el comportamiento colectivo, y los procesos cognitivos en un espectáculo de magia. Para aclarar la relación entre la cognición y mecanismos humanos colectivos o individuales, se estudiará la variación del aplauso según factores externos, como la temática de los trucos, la distancia al mago y el género. También se evaluará la variación del aplauso según factores internos como la sociabilidad mediante el estudio la sincronía existente entre aplaudir e interaccionar con un compañero en un espectáculo de magia.

En base a estas cuestiones se procurará evidenciar si la variación del aplauso en la audiencia se debe meramente a un contagio social o si se ve influenciado por el comportamiento interno particular o la utilización de herramientas cognitivas por parte del mago.

Materiales y métodos

A. Diseño experimental

En el espectáculo participaron 38 espectadores en total, los cuales se numeraron con un patrón de zig-zag desde la posición más a la izquierda en la fila inferior hasta la posición más a la derecha en la fila superior más lejana al mago. El espectáculo se desarrolló en una sesión en vivo para recrear un escenario de grupo natural.

El espectáculo se filmó desde dos perspectivas, por un lado, se situaron dos cámaras a ambos lados de la mesa de trabajo del mago para recoger las reacciones del público durante el *show*, por otro lado, la actuación del mago se filmó con una cámara central situada detrás de la última fila de butacas.

Todos los participantes firmaron un consentimiento de que iban a ser grabados, en acuerdo con los estándares éticos. Los procedimientos fueron aprobados por la junta de revisión institucional (referencia 2019.264.E.OIR a AGM).

B. Espectáculo de magia

El espectáculo tiene una duración total de 42 minutos. El espectáculo queda recogido en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=b1YZutaGmvU&feature=youtu.be>

El espectáculo se ha dividido en 8 trucos según la temática y la interacción mago-espectador. Estos 8 trucos se definen con la siguiente duración:

- Truco 1, duración de 6:30 minutos, desde el minuto 0 hasta el minuto 6:20. Este truco comienza con el mago colocando una carta con el dorso azul dentro de la caja. Entonces hace 2 montones con las cartas del dorso rojo y pregunta al público que montón desea conservar y cual descartar. Mientras, el mago hace trucos con la cada uno de los montones, haciendo que cambie un comodín por una carta aleatoria y haciendo que cambie el color del dorso del reverso de las cartas con esto, el truco acaba con una sola carta que coincide con la que puso dentro de la caja. Por último, el mago coloca la carta con el reverso azul encima de la mesa y un espectador elige una carta diferente de la baraja que tiene el dorso rojo, entonces la carta que había dejado el mago encima de la mesa cambia para coincidir con la carta escogida.
- Truco 2, duración de 3 minutos, desde el minuto 6:20 hasta el minuto 9:20. En este truco, un espectador elige una carta y el mago la vuelve a introducir en el mazo de cartas. Pregunta

el mago al participante del truco cuantas oportunidades tiene para encontrar la carta y este le da 2, a la primera no encuentra la carta escogida, pero la transforma en la elegida, entonces saca la primera carta (la del primer error) de detrás de la oreja del participante. En ese momento intenta explicarlo a los espectadores diciendo que es solo cuestión de frotar las cartas, si lo haces, las cartas cambian, a la vez que lo hace. Para demostrarlo, frota una carta pidiendo al participante que le diga la carta en la que quiere que se transforme la que está frotando, pero esta desaparece y aparece en la oreja del participante nuevamente. Con esta carta y otra, y aparece una moneda entre estas cartas. Repite este truco con cuatro cartas y por último aparece una moneda más grande a la anterior.

- Truco 3, duración de 3:04 minutos, desde el minuto 9:20 hasta el minuto 12:24. El mago cubre cuatro monedas con cuatro cartas y a lo largo del truco las va moviendo de sus posiciones, quedando las cuatro monedas debajo de una de las cartas. Por último, aparecen las cartas nuevamente en sus posiciones originarias.
- Truco 4, duración de 3:52 minutos, desde el minuto 12:24 hasta el minuto 16:16. El mago narra que las barajas de cartas tienen “un alma” y saca esta de la baraja entregándosela a un espectador. Le pide al espectador que elija (piense) una carta imaginaria de esta baraja imaginaria y la coloque nuevamente en la baraja imaginaria, pero al revés que las demás. Entonces el mago, hace el gesto de incluir el “alma” de la baraja en la baraja real y saca del mazo la única carta que está del revés y coincide con la elegida por el espectador.
- Truco 5, duración de 5:10 minutos, desde el minuto 16:16 hasta el minuto 21:26. El mago presenta cuatro monedas de cobre, primero estas cambian de cobre a plata y posteriormente pasan de una mano a un vaso que sujeta con la otra mano si que estas se toquen en ningún momento. Luego estas monedas atraviesan la mesa para caer en el vaso, y después las monedas atraviesan el vaso nuevamente para terminar en la mano del mago que las vuelve a transformar de plata a cobre.
- Truco 6, duración de 10:16 minutos, desde el minuto 21:26 hasta el minuto 31:42. Tres espectadores toman una carta al azar del mazo y al deletrear estas cartas el mago, aparecen. Esto lo hace incluso con cartas de la baraja española, y hacia el final el mago aparentemente comete un error hasta que finalmente lo resuelve y aparece la carta escogida.
- Truco 7, duración de 3:36 minutos, desde el minuto 31:42 hasta el minuto 35:08. El mago cuenta que este truco lo aprendió en la ciudad de Granada por un amigo. Narra un poema sobre el paso del tiempo a la vez que encuentra a los cuatro reyes de la baraja y deja el resto de cartas en blanco y coloca tres cartas blancas encima de cada rey haciendo cuatro

montones. A medida que va narrando el poema, los reyes se van convirtiendo en cartas en blanco, hasta que en sincronía con el final de la historia todas las cartas terminan siendo blancas.

- Truco 8, duración de 6:40 minutos, desde el minuto 35:08 hasta el minuto 41:48. El mago presenta una baraja con unas instrucciones escritas a mano en ellas. Después pierde una carta entre la baraja que es capaz de encontrar gracias a estas instrucciones que están escritas en la baraja. La última instrucción indica que un espectador tiene que ordenar a la carta escogida que “suba” entre las demás y aparezca encima de la baraja.

La duración de cada truco viene delimitada por el conjunto de las participaciones del mago, que se compone de las intervenciones humorísticas, explicaciones y diálogos entre el mago y el espectador, además de los trucos en sí.

C. Diccionario

Para el estudio de la grabación del público durante el espectáculo, se elaboró un diccionario que recogía acciones realizadas por el mismo, de forma que nos permitiera anotar cómo se comportaba la audiencia en el transcurso de la actuación del mago. En un primer momento se elaboró un diccionario de 101 acciones tras realizar una observación inicial de las grabaciones. En este diccionario las acciones aparecían divididas en categorías según las partes del cuerpo implicadas en las mismas (ej.: cabeza, piernas, brazos, etc.). La extensión de este primer diccionario resultó ser contraproducente, pues dificultó las anotaciones al demandar un exhaustivo catálogo de cada acción de los espectadores y más tiempo en la anotación de cada truco. Posteriormente se elaboró un segundo diccionario reducido, compuesto por 20 acciones sin categorizar, que se ajustaba mejor al propósito de este trabajo. El diccionario escogido está compuesto por las acciones que aparecen recogidas en la *Tabla 1*.

Los aplausos se clasificaron según su duración y su intensidad debido a las diferencias individuales encontradas en la observación inicial de las grabaciones.

Tabla 1. Diccionario de acciones realizadas por el público donde aparece el nombre, la sigla representativa y la definición consenso de cada una.

Acciones	Siglas	Definición
Expresión facial	F	Todo lo relacionado con expresiones faciales derivadas de la actuación del mago (ej.: arquear las cejas o fruncir el ceño).
Sonrisa	S	Arqueo ascendente de la comisura de los labios, pero sin movimiento corporal. Acción silenciosa.
Risa	R	Seguimos la definición que aparece en referencias anteriores de la risa como una actividad multimodal que comprende tres características: emisión vocal como es el sonido de risa, expresión facial y movimiento de todo el cuerpo.
Boca	B	Acción de abrir o taparse la boca en respuesta a la actuación del mago.
Cabeza	C	Movimiento de la cabeza que indique afirmación o negación en respuesta a las intervenciones del mago.
Apoyar la barbilla en la mano	N	Apoyar la barbilla o la cabeza sobre una mano o sobre los dedos.
Interactuar con compañero de la derecha/izquierda	D/I	Recoge cualquier interacción con las personas adyacentes a la derecha o a la izquierda del espectador en estudio.
Mirar al público	L	Recoge cualquier interacción con cualquier persona del público no adyacente al espectador en cuestión.
Interactuar con el mago	M	Recoge cualquier interacción con el mago. También aplicable para espectadores que participan activamente en un truco.
Otras distracciones	O	Cualquier tipo de distracción que retire la atención del espectador en estudio del espectáculo (ej.: mirar el reloj, al suelo, etc.).
Aplauso	A	Aplauso normal, intensidad moderada y duración entre 5 y 10 seg.
Aplauso mantenido	AA	Aplauso normal, intensidad moderada y duración > 10 seg.
Aplauso breve	a	Aplauso normal, intensidad moderada y duración < 5 seg.
Aplauso intenso	A+	Aplauso rápido (dificultad para observar el movimiento de las manos), intensidad alta y duración > 5 seg.
Aplauso antes que el resto	A0	Inicio de aplauso antes que el resto.
Inclinarse en el asiento	Si	Acción de inclinarse en el asiento hacia adelante.
Reclinarse en el asiento	Se	Acción de reclinarse en el asiento hacia atrás.
Quedarse inmóvil	In	Permanecer en la misma posición durante un tiempo estimado de 30 seg.

D. Anotaciones

Las acciones se anotaron en ocho tablas de Excel, una tabla por cada truco. Todas las tablas siguen la misma distribución, en el eje y se representa la duración de cada truco en *mm:ss* y el eje x se representa el número asignado a cada espectador (1-38). La duración de cada truco se anotó en serie cada dos segundos para reducir el tiempo de anotación. El tiempo de anotación estimado es de 7.66 segundos cada 1 segundo de video por persona, por lo que la estimación de tiempo total de anotación del espectáculo completo es de 203,756 horas.

Para optimizar el tiempo de anotación se dividió el número de trucos entre dos personas, correspondiendo la anotación de tres trucos a cada una. Las acciones en los dos primeros trucos están anotadas por Ángela y Mercedes en conjunto a través de videoconferencias. Cada anotación de cada acción se consensuó hasta llegar a un criterio común puesto en práctica en las anotaciones de los siguientes 6 trucos, que se anotaron de manera individual.

Para anotar las acciones de aquellos espectadores en los que se reduce la visibilidad de la cámara principal se utilizó una grabación de la cámara Extra situada en el extremo contrario a la cámara principal, a la izquierda del público desde el atril del mago. A la hora de realizar las anotaciones, la pérdida de visibilidad se databa añadiendo *PV* en la tabla Excel que recogía las acciones. Hay que tener en cuenta que la cámara principal presenta un *delay* de 3 segundos con respecto a la cámara Extra.

Las anotaciones presentan dificultades asociadas a la subjetividad de cada componente de la audiencia. Existe cierta variabilidad entre las personas asignadas a cada división de los trucos que obliga, a pesar de consensuar las pautas a seguir, como son el diccionario de acciones y los tiempos, a mantener el contacto para armonizar lo máximo posible el trabajo y que no aparezcan resultados demasiado dispares. También hay que considerar la subjetividad gestual de cada espectador, pues en la audiencia aparecen sujetos con tics nerviosos que dificultan la clasificación de sus acciones y pueden promover la aparición de ambigüedades con otros movimientos involuntarios.

E. Análisis

Los análisis de las anotaciones se realizaron utilizando Excel. Se creó una tabla por truco, en la cual se representaba la duración del truco en formato *mm:ss* en el eje y, y el número de participantes (1 a 38) en el eje x. Para complementar los estudios de la dinámica de los aplausos en contextos escénicos, se ha estudiado la variación en el número de aplausos por trucos, por espectador, por filas y por género. Los análisis se pueden separar en dos partes, por un lado, se

realizaron análisis basados en el número de aplausos, recogidos desde el apartado A hasta el G, y por otro lado, se realizaron análisis basados en el número de coincidencias de aplausos, interacción social y sonrisa. Esta coincidencia se denominó sincronía, y los análisis basados en ello van desde el apartado F al I.

E.1. Análisis del número de aplausos

En estos análisis se sustituyeron las siglas de los cuatro tipos de aplausos por números, siendo la leyenda A = 1, A+ = 2, a = 3 y AA = 4.

- A. Análisis del número de aplausos de toda la audiencia cada dos segundos, en cada truco, y representación gráfica, para observar la distribución del número de aplausos. Se utilizó la función CONTAR.SI, que cuenta las celdas que cumplen una condición determinada. Los datos se analizaron una segunda vez seleccionando los segundos en los que el número total de aplausos era mayor que 0, para obtener gráficos menos densos.
- B. Análisis del número de cada tipo de aplauso por espectador, en cada truco, y representación gráfica, para evaluar cuánto aplaude cada espectador en cada truco. Se utilizó la función CONTAR.SI.
- C. Análisis del número total y la media de cada tipo de aplauso por truco y representación gráfica, para evaluar la variación en el número de aplausos a lo largo del espectáculo. Se utilizaron las funciones SUMA y PROMEDIO, función que calcula la media aritmética de una matriz de valores determinada, sobre los datos obtenidos en los análisis A y B.
- D. Análisis del número de aplauso común (A) y el número de aplauso intenso (A+) por truco y representación gráfica, para observar si hay diferencias en la intensidad de los aplausos totales dependiendo de cada truco. Se utilizaron las funciones SUMA y PROMEDIO sobre los datos obtenidos en el análisis C.
- E. Análisis de la media del número de cada tipo de aplauso en cada truco, separando a los espectadores por filas, para observar si el número de aplausos varía según la distancia al mago. La fila más cercana al mago se enumeró como la fila 1, y la fila superior más lejana al mago se numeró como la fila 5. Se utilizó la función PROMEDIO sobre los datos obtenidos en el análisis A y se representaron gráficamente, obteniendo un gráfico por cada fila.
- F. Análisis de la media del número de cada tipo de aplauso por espectador en cada fila y representación gráfica, para observar la tendencia global del número de aplausos según la

distancia al mago. Se utilizó la función PROMEDIO sobre los datos obtenidos en el análisis E.

- G. Análisis del número de aplausos por espectador en cada truco, separando a los espectadores según aparentaran ser hombres o mujeres y representando los datos gráficamente, para observar si existía alguna variación en el número de aplausos relacionada con diferencias de género. Se utilizó la función SUMA sobre los datos obtenidos en el análisis B.

E.2. Análisis de sincronías entre aplauso, interacción social o sonrisa.

En estos análisis se sustituyeron las siglas de los cuatro tipos de aplausos por la sigla A, para poder evaluar las coincidencias indistintamente del tipo de aplauso que fuese.

- F. Análisis del número de sincronías aplauso/interacción social por espectador en cada uno de los trucos. Se distinguió entre interacción con compañeros adyacentes, derecho (D) e izquierdo (I), y con compañeros separados en el espacio (L), utilizando las siglas recogidas en la Tabla 1. Se utilizó la función SI., que devuelve un valor u otro según se cumpla la condición establecida. Las funciones SI. se encadenaron para obtener una tabla algo más comprimida.
- G. Análisis del número de sincronías aplauso/sonrisa por espectador en cada uno de los trucos. Se distinguió entre sonrisa (S) o risa (R), utilizando las siglas recogidas en la Tabla 1. Se utilizó de nuevo la función SI. de la misma manera que en el análisis F.
- La representación gráfica de los análisis F y G se hizo conjunta para evitar la generación de demasiados gráficos.
- H. Análisis de la media del número de sincronías aplauso/interacción social y aplauso/sonrisa por espectador en cada truco, y representación gráfica, para observar si las coincidencias varían a lo largo del espectáculo. Se utilizó la función PROMEDIO sobre los datos obtenidos en los análisis F y G.
- I. Análisis del número total y la media de sincronías aplauso/interacción social y aplauso/sonrisa por espectador en cada truco, para evaluar si existía una correspondencia entre el número de coincidencias A/D o I o L y A/S o R por espectador.
- La representación gráfica de estos análisis se hizo conjunta para obtener un gráfico comparativo de los resultados de ambas coincidencias.

Resultados

1. Análisis basados en el número de aplausos

Los análisis de las acciones anotadas según el criterio mencionado en el apartado Materiales y Métodos informan de que se ha aplaudido un total de 1245 veces en este espectáculo, que tiene una duración de 42 minutos. Con este valor se pueden obtener dos medias aritméticas, una media de 112,27 aplausos por espectador y otra media de 29,64 aplausos por minuto. En la Tabla 1 se presenta la media de cada tipo de aplauso, siguiendo el criterio de clasificación de los aplausos en cuatro tipos (ver Materiales y métodos, Apartado 3), por minuto y por espectador. Se observa que la mayoría de los espectadores aplauden de forma normal (22,74 aplausos/espectador), moderando la intensidad del aplauso durante aproximadamente unos 10 segundos. Esto quizás esté relacionado con la sincronización del aplauso en eventos sociales en los que los individuos de la multitud reducen su frecuencia natural de aplausos aproximadamente a la mitad para lograr una congregación sonora de menor volumen (Barabási et al., 2000).

Tabla 2. Número total de los cuatro tipos de aplauso y medias por espectador y por minuto.

Tipo de aplauso	TOTAL	Media por espectador	Media por min.
Nº aplausos (A)	864	22,74	20,57
Nº aplausos intensos (A+)	91	2,39	2,17
Nº aplausos mantenidos (AA)	109	2,87	2,60
Nº aplausos breves (a)	181	4,76	4,31

El número total de aplausos normales asciende a 864, siguiéndole el aplauso breve con un valor total de 181. A pesar de esta gran diferencia numérica, el hecho de que el aplauso breve mantenga el segundo número elevado de eventos totales puede también relacionarse con un aumento de la pausa entre cada aplauso para lograr la sincronización. En referencias anteriores (Barabási et al., 2000) se menciona que la sincronización del aplauso en la multitud puede causar insatisfacción al conllevar una reducción del volumen del aplauso. La forma en la que los individuos pueden aumentar la intensidad del ruido es acelerando el ritmo de aplauso, lo cual provoca de nuevo la pérdida de la sincronización, convirtiéndose esta en un suceso dependiente de la intensidad del aplauso.

Para evaluar si los individuos modificaban la intensidad del aplauso a medida que avanzaba el espectáculo, se calculó la media del número de aplauso común (A) por espectador y la media del número de aplauso intenso (A+) por espectador en cada truco. Los valores de las medias obtenidos se representaron en un gráfico de barras (Figura 1). Se puede observar que el número del aplauso intenso no sigue una variación correlacionada con la variación del aplauso común. Este resultado parece estar en consonancia con la disminución de la intensidad media del aplauso una vez que se establece la fase sincronizada del aplauso (Barabási et al. 2000).

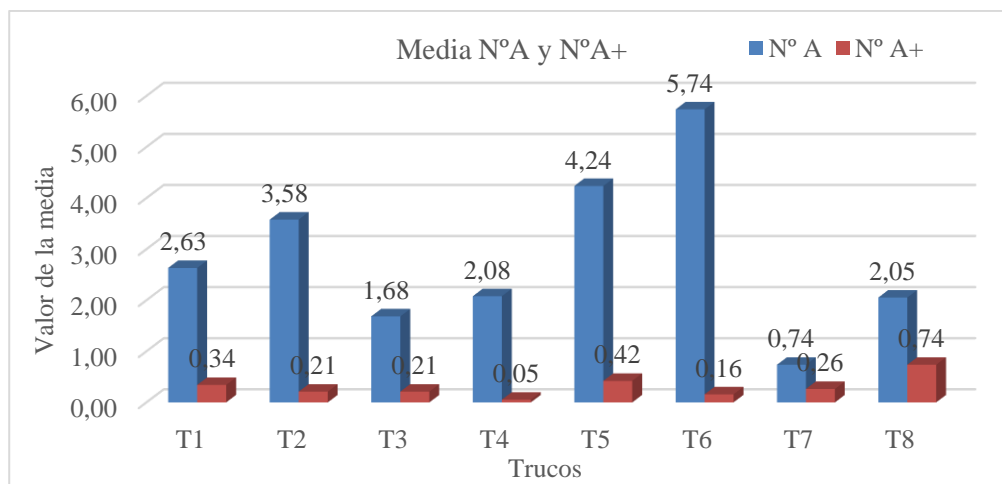


Figura 1. Comparación de la media del número de aplausos común e intenso por espectador en cada truco.

Para evaluar la variación del número de aplausos de cada truco se ha considerado que la duración es variable y, por lo tanto, el tiempo representado también varía. Se calculó la media del número de aplausos totales por espectador en cada truco y se representó gráficamente en la Figura 2. Se pueden observar fluctuaciones en los valores de las medias, se observa un aumento del número de aplausos en el truco 2 (5,18 aplausos/espectador) con respecto al truco 1 (4,05 aplausos/espectador), valor que vuelve a descender en el truco 3 (2,21 aplausos/espectador) y posteriormente vuelve a ascender paulatinamente hasta el truco 6, donde alcanza un máximo de 7,29 aplausos/espectador. Esto va seguido de un mínimo de 1,55 aplausos/espectador en el truco 7. Finalmente, el valor de la media asciende a 4,47 aplausos/espectador en el truco 8.

Si se extraen los datos de las medias desde el truco 3 hasta el truco 6 y se representan en un gráfico (Figura 3), se obtiene una clara línea de tendencia del número de aplausos.

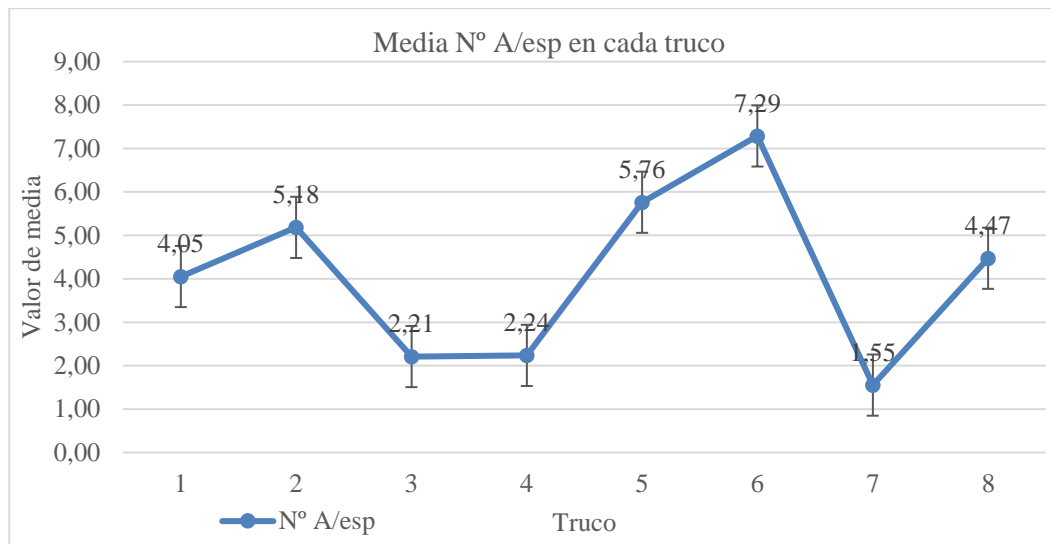


Figura 2. Comparativa de la media del número de aplausos totales por espectador en cada truco.

La tendencia al aumento en el número de aplausos desde el truco 3 hasta el truco 6 puede deberse a un aumento de la atención del espectador que podría relacionarse con la participación de los espectadores en los trucos a partir del truco 2. Otra herramienta que puede relacionarse con la variación del número de aplausos es el empleo de elementos adicionales externos al truco de magia, pero cotidianos. Un ejemplo de aumento del número de aplausos en un truco en el que se han utilizado elementos adicionales aparece con el truco 6, donde se observa el pico máximo de aplausos. En este truco el mago utiliza tanto monedas como un vaso de agua vacío, del cual se ayuda para hacer desaparecer las monedas.

Por otra parte, la duración del truco de magia parece guardar una correlación con el número de aplausos de los espectadores. Los trucos que presentan mayor media del número de aplausos por espectador son los trucos 2 (5,18), 5 (5,76) y 6 (7,29), en orden ascendente (Figura 2). La duración de estos tres trucos es variable, respectivamente de 3, 5:10 y 10:16 minutos de duración, también en orden ascendente (ver Materiales y métodos, Apartado 2). Se puede observar una correlación entre ambos datos, a mayor duración del truco de magia, mayor media del número de aplausos por espectador.

Para analizar el número de aplausos totales en cada truco se ha calculado el número total de cada tipo de aplauso con respecto a la duración de cada truco. Se han elaborado 8 gráficos de barras en los cuales, para evitar la generación de gráficas demasiado extensas, se han seleccionado los momentos de mayor concentración de eventos de cada truco, haciendo un

zoom de los gráficos en los resultados de mayor importancia. Las Figuras 4 a la 11 se encuentran ordenadas desde el truco 1 al truco 8.

En el truco 1 (Figura 4) aparecen dos *burst* iniciales de aplausos distintos a los generados después de un microclímax, un pico debido al inicio del espectáculo (0:00 min.), donde el número de aplausos alcanza su valor máximo en todo el espectáculo (32 aplausos), y otro pico debido a la presentación del mago (4:38 min.). Los siguientes momentos de elevado número de aplausos se relacionan con los microclímax que ocurren en el truco, en el minuto 5:54 y 6:16, donde el mago revela el truco. En estas ocasiones, los picos vienen precedidos de un número menor de aplausos que parece ser el detonante de la ola de aplausos posterior. El último *burst* de aplausos encontrado en este truco parece tener un número menor de aplausos que los anteriores y va descendiendo en los segundos siguientes.

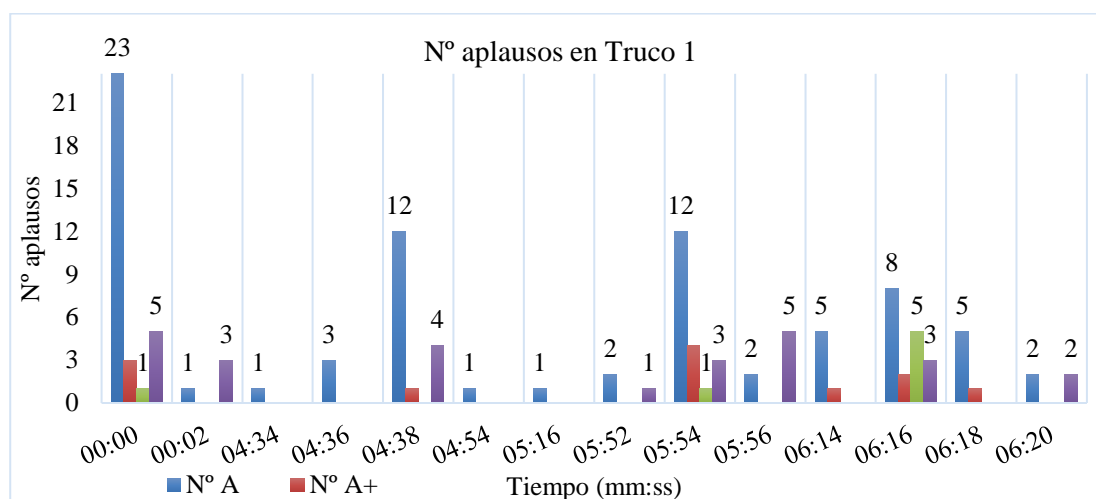


Figura 3. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 1 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. El *burst* inicial se corresponde con el aplauso del público al inicio del espectáculo, los tres picos siguientes se corresponden con microclímax del truco.

De la misma forma ocurre en el truco 2 (Figura 5), donde aparece el *burst* inicial en el número de aplausos relacionado con el fin del truco 1 y el inicio del truco 2, siguiendo el mismo patrón sigmoideal de inicio y detención del aplauso encontrado en el truco 1. También se observan dos *burst* de aplausos a partir del minuto 7:44, relacionados con microclímax provocados por el desenlace de los subtrucos. El segundo momento donde se alcanza un pico de aplausos parece tener mayor número de aplausos que los siguientes, pues el número de aplausos descende en los picos posteriores.

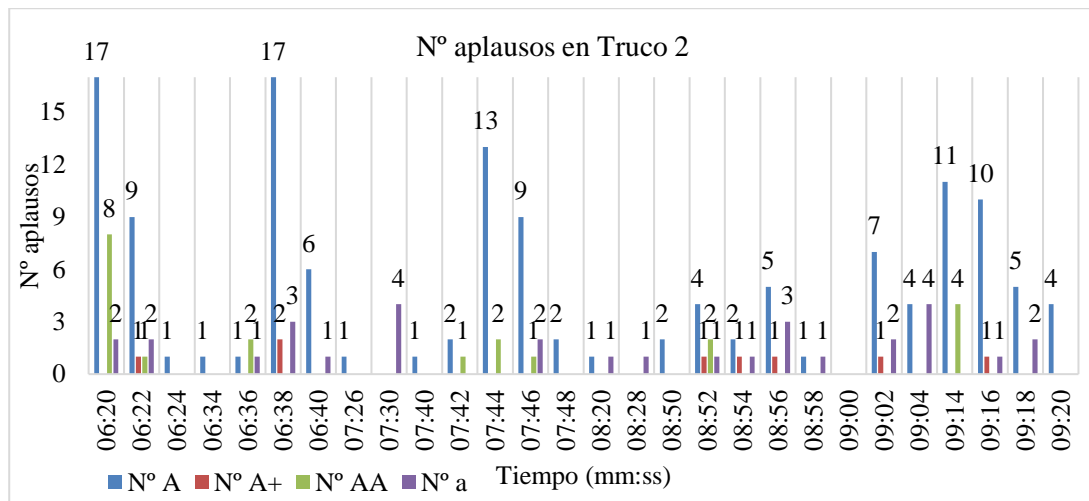


Figura 4. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 2 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. El truco 2, además de presentar *burst* correspondientes al inicio y final del truco, presenta un aumento del número de microclímax (3 en total) en minutos más centrales, no relacionados con inicio o fin del truco.

En los trucos 3 y 4 solamente aparecen dos *burst* de aplausos, uno aparece en el inicio del truco (minuto 9:18 y 12:20, respectivamente) y otro sucede al final de cada truco (minutos 12:20 y 16:16, respectivamente). Estos datos corroboran la inexistencia de microclímax durante el desarrollo de ambos trucos. Un dato curioso aparece en el número de aplausos que forman el *burst* al final del truco 4, alcanzando un valor total de 27 aplausos, un número elevado con respecto a los clímax de los trucos anteriores (18, 15 y 21 aplausos en el clímax de los trucos 1, 2 y 3, respectivamente).

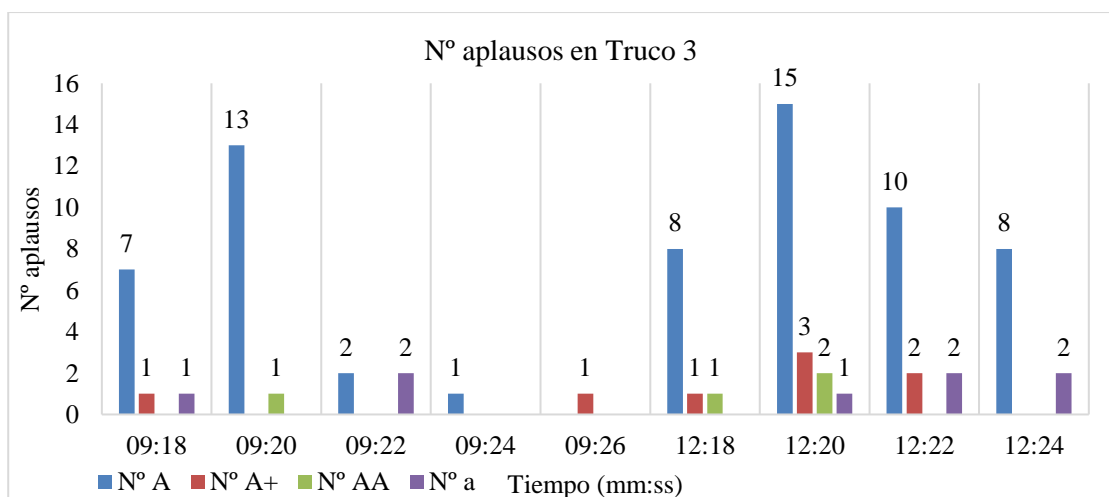


Figura 5. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 3 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. En el truco 3 sólo aparecen dos *burst* de aplausos, al inicio y al final del truco.

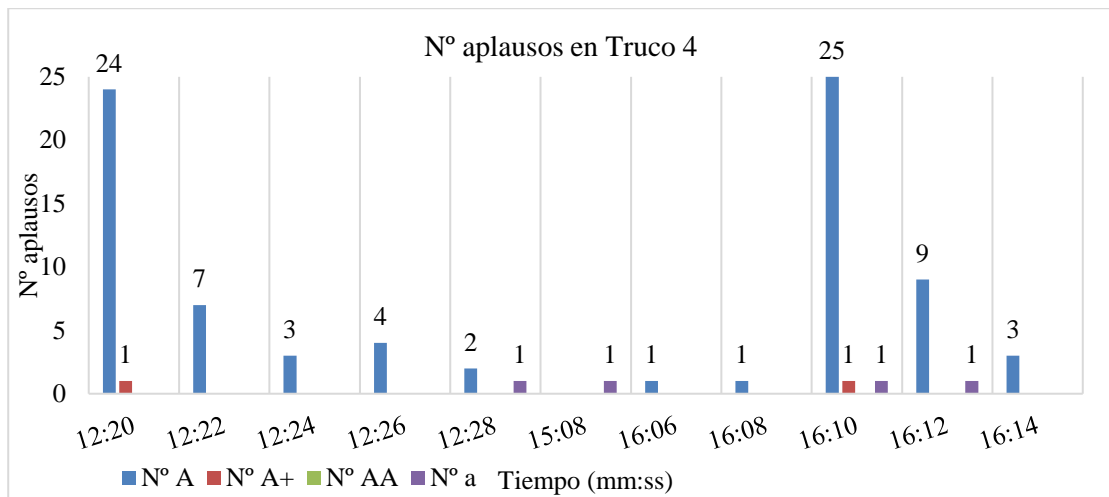


Figura 6. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 4 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. Al igual que en el truco 3, en el truco 4 sólo aparecen dos *burst* de aplausos, uno al inicio y otro al final del truco.

El quinto truco presenta una distribución de aplausos distinta a todo lo descrito anteriormente (Figura 8). Aparecen 7 *burst* de aplausos distribuidos durante todo el espectáculo, todos ellos relacionados con los microclímax tras el desenlace de los subtrucos. Este truco es el primero en el que se introducen elementos adicionales cotidianos, como son las monedas. Según las referencias anteriores, los movimientos de las manos y los gestos son elementos clave en el mantenimiento o desviación de la atención. Las monedas propician la realización de movimientos prioritarios, que en magia se refieren a movimientos amplios que cubren a movimientos más pequeños, fenómeno denominado “ilusión silenciadora” en neurociencia (Camí J., Martínez LM., (2020).

En el truco 6 ocurre algo parecido al truco 5, aparecen varios microclímax durante el espectáculo, en total 9 teniendo en cuenta el *burst* de aplausos relacionado con el clímax del truco, siendo el truco en el que más *burst* de aplausos aparecen (Figura 9). Sin embargo, en este caso no aparece un pico de aplausos inicial, probablemente debido a que el tiempo de inicio del truco 6 se tomó segundos después del *burst* de aplausos final del truco 5. Por el contrario, el *burst* de aplausos final de este truco contiene el número de aplausos más elevado después del aplauso inicial del espectáculo, alcanzando un valor de 31 aplausos en el minuto 31:38. El elevado número de *burst* de aplausos en este truco podría relacionarse con el diálogo que el mago establece con varios participantes, ya que en este truco vuelven a aparecer solamente cartas. Además de la invitación a participar en el truco, el mago “juega” con los espectadores aparentando no acertar la carta que uno de ellos tenía, efecto que podría relacionarse con la dirección de la atención hacia ese participante en concreto. Estos datos coincidirían con el resto

de resultados obtenidos en otros análisis, ya que el truco 6 presenta el mayor valor de media del nº de aplausos por espectador, ya se evalúen los datos por truco, por género o por fila, y es un truco que contiene bastantes herramientas de dirección de la atención.

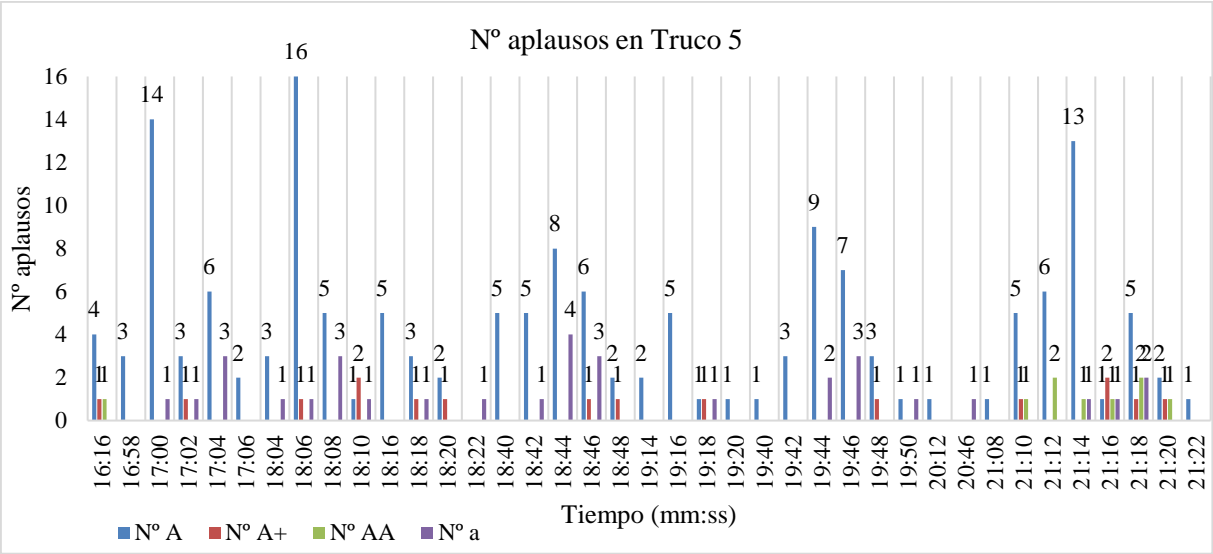


Figura 7. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 5 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. En el truco 5 vuelve a aumentar el número de *burst* de aplausos en minutos centrales, sumando 3 picos de aplausos relacionados con microclímax, al igual que ocurría en el truco 2.

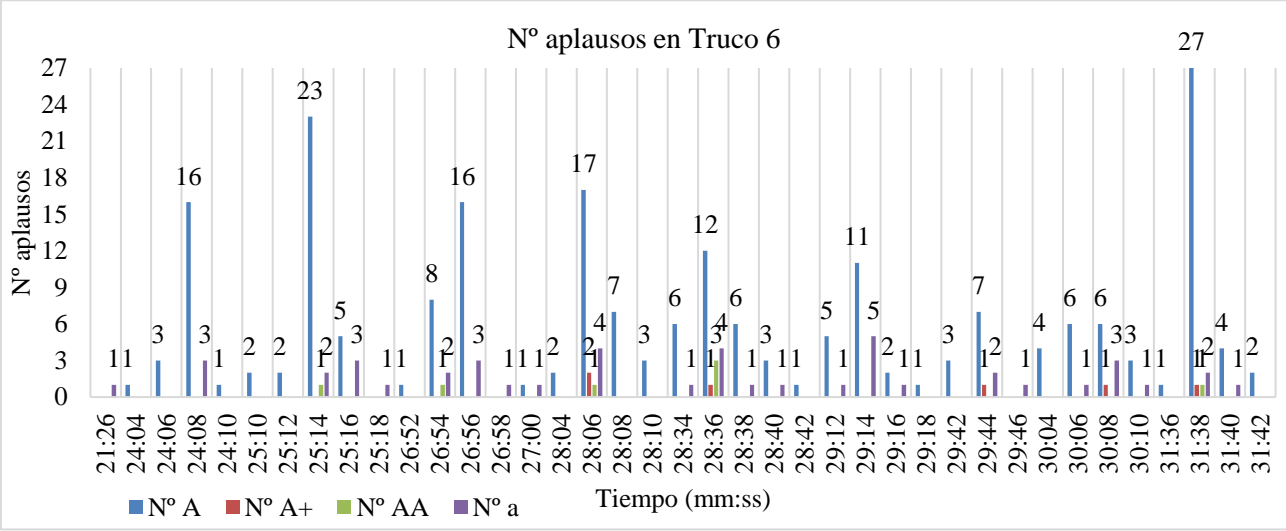


Figura 8. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 6 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. En el truco 6 se ha registrado el valor máximo de *burst* de aplausos (9 *burst*).

Siguiendo con el análisis por trucos, el séptimo truco también presenta una distribución distinta a los trucos anteriores (Figura 10). Aparece un único *burst* de aplausos al final del truco,

alcanzando un número de 28 aplausos en el min. 34:36. Este escaso número de picos de aplausos puede estar relacionado con el alto contenido emocional del truco, en esta ocasión los diálogos del mago parecen tomar un tono más cercano al espectador. Se conoce que los relatos de belleza son distractores y generan una sensación de bienestar que contribuye a que se baje la guardia y el nivel de atención en general (Camí J., Martínez LM., (2020)).

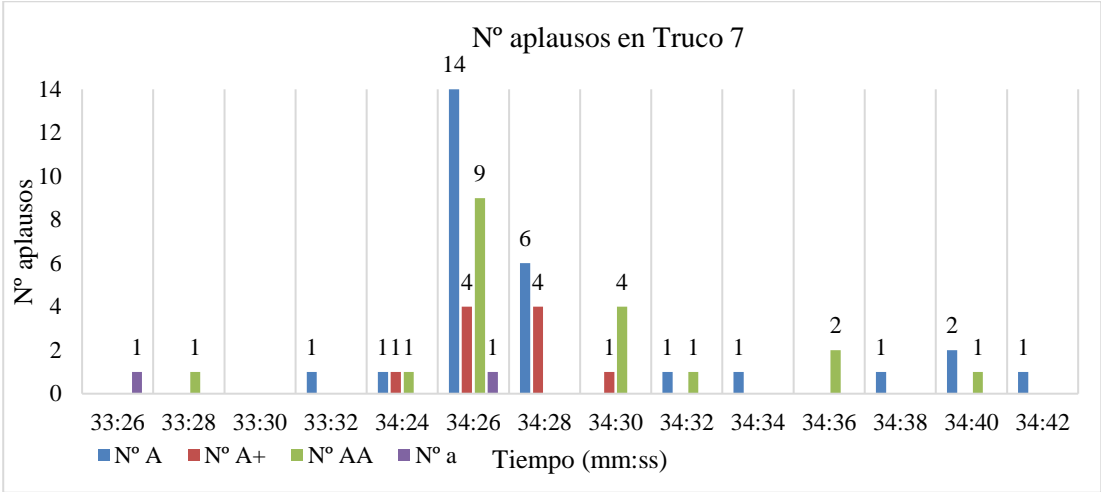


Figura 9. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 7 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. El truco 7 sólo contiene un *burst* de aplausos localizado al final del truco (min 34:26).

Finalmente, el estudio del truco 8 (Figura 11) arroja de nuevo resultados diferentes a todos los anteriores. El octavo truco contiene solamente dos *burst* de aplausos, ambos cercanos al final del truco (minutos 40:02 y 41:20). El pico de aplausos que aparece en el minuto 40:20 corresponde al último *burst* de aplausos del espectáculo. Este último *burst* presenta la singularidad de ser el único pico de aplausos al final de un truco que no está precedido por un número menor de aplausos, es decir, este pico se inicia directamente con un número elevado de aplausos, un total de 24. Posteriormente, al igual que ocurría con el resto de *burst* intermedios y finales del resto de trucos, el número de aplausos comienza a descender hasta la detención total del aplauso de la audiencia en el minuto 40:44. El inicio del aplauso general al mismo tiempo sólo ocurre en otra ocasión, al principio del espectáculo, en el minuto 00:00 del truco 1. En este truco, el mago hace uso de una baraja escrita. Este efecto podría relacionarse con un uso consecutivo de la sorpresa, ya que va revelando la escritura en las cartas y el mensaje que estas transmiten para, finalmente, adivinar la carta perdida entre la baraja.

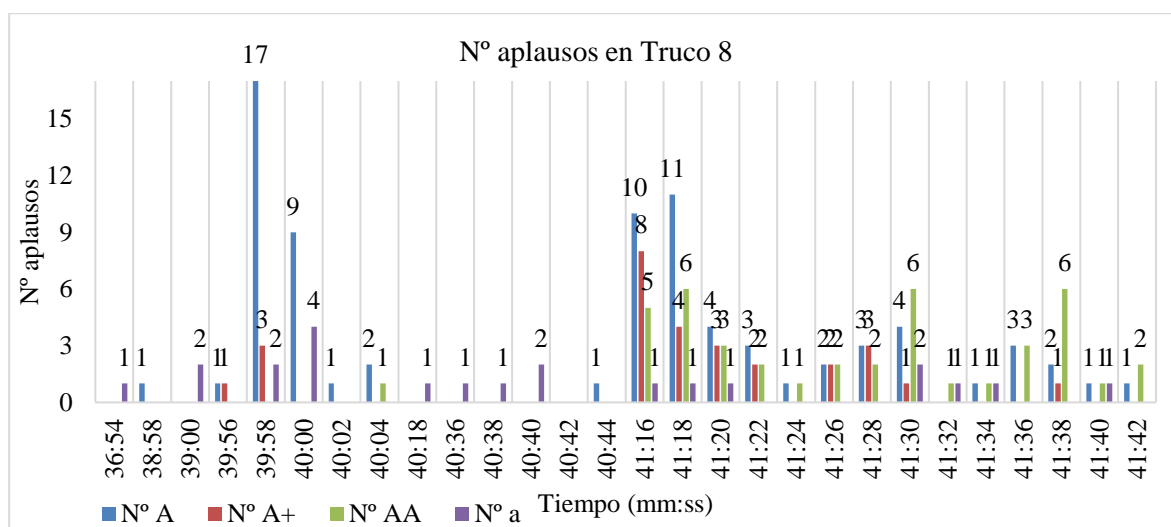


Figura 10. Distribución de los picos en el número de aplausos en el truco 8 representados con respecto al tiempo específico donde ocurren. El truco 8 sólo contiene dos *burst* localizados al final, teniendo el último las mismas características que el primer *burst* del espectáculo.

En la mayoría de los trucos se observa un *burst* inicial del número de aplausos, relacionado con el clímax final del truco y el cambio del siguiente truco. En cada *burst* se observa que inicialmente hay un número reducido de participantes aplaudiendo que aumenta tras unos segundos, alcanzando un pico en el que la mayoría de participantes están aplaudiendo. En todos los trucos aparece mínimo un *burst* de aplausos en grupo, donde el número de personas aplaudiendo supera el 50%. Por otro lado, en algunos trucos como el truco 1, 6 u 8 aparecen *burst* de aplausos con un número inferior a la mitad del total de espectadores, casi siempre localizados después de un aplauso con mayor participación (minutos 4:18, 28:36 y 41:16, respectivamente). Estos resultados podrían basarse en la sociabilidad que sustenta a la acción de aplaudir (Mann et al., 2000).

Para el estudio de la variación del número de aplausos según el género de los espectadores se realizó la clasificación de los 38 componentes del público según aparentaran ser mujeres u hombres. El número total era de 17 participantes aparentemente mujeres y 21 participantes aparentemente hombres. Siguiendo esta separación, se calcularon las medias del número de aplausos totales por espectador en cada truco y se representaron en la Figura 12, donde se representan en un gráfico de barras los valores obtenidos junto al error típico de cada media. En este resultado se puede observar que la diferencia entre la media del número de aplauso de hombres y mujeres no es significativa, como se demostró mediante un estadístico t de student

($p_{\text{value}} = 0,535417873$). Sin embargo, sí que aparece una tendencia de mayor número de aplauso en hombres que en mujeres que se repite a lo largo de los trucos, excepto en el truco 7.

Este resultado podría estar influenciado por varios aspectos. La diferencia entre el número de participantes de cada género podría ser influyente, por lo que sería necesario un tamaño muestral mayor para determinar si la diferencia es o no significativa. Por otro lado, la diferencia aparente en el truco 7 donde aplauden más mujeres que hombres podría relacionarse con el contenido más emotivo del truco, o con las emociones que se desencadene la actuación del mago.

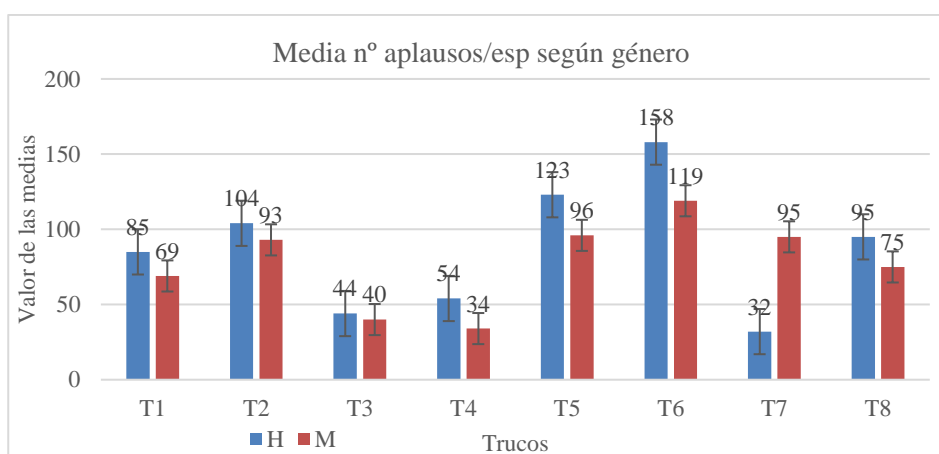


Figura 11. Diferencia entre la media del número de aplausos por espectador según sea hombre o mujer.

Para el estudio de la variación del número de aplausos según la distancia al mago se han analizado los datos dividiendo al público en cinco filas, numeradas desde la fila 1 como la más cercana al mago hasta la fila 5 en la parte superior más alejada del mago. Se calculó la media por espectador del número de los cuatro tipos de aplausos descritos en Materiales y métodos, apartado 3; de cada fila en cada uno de los trucos, obteniendo cinco gráficas que aparecen recogidas en el Anexo 1. Para sintetizar estos datos se elaboró un gráfico que recoge la comparación de las medias del número de aplausos totales por espectador de cada fila en cada truco (Figura 13). Como ya se ha visto en referencias anteriores (Camí et al., 2020), se asume que la distancia que el mago toma con los espectadores es crucial para la dirección de la atención, pues el espacio personal cuando el mago invita a la participación es un componente que debe ser respetado en todo momento. Sin embargo, este elemento parece no ser correspondido con el resultado obtenido en la representación gráfica, ya que las diferencias del número de aplausos entre las filas no son similares si se comparan por truco, no se corresponde la diferencia entre filas en los ocho trucos.

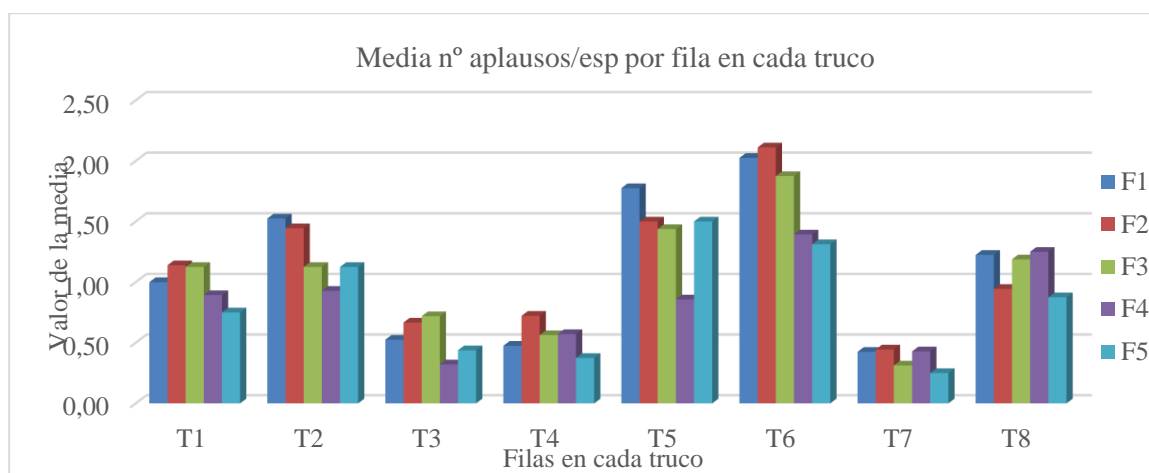


Figura 12. Media nº aplausos por espectador, separados por filas en cada uno de los trucos. La distancia de cada individuo hasta el mago parece ser determinante en el número de aplausos.

2. Análisis de la sincronía entre el aplauso y la interacción social, y entre el aplauso y la risa.

Para determinar si el aplauso en este espectáculo guarda algún tipo de relación con la interacción social, se ha realizado un análisis cuantitativo de los momentos en los que un aplauso coincide con la interacción entre dos participantes del público, analizando la interacción tanto de participantes adyacentes como de participantes que se encuentran en dos puntos lejanos en el espacio. Se elaboraron 8 gráficos de barras en los que se representó la media del número de veces que ocurren simultáneamente un aplauso y la interacción con un compañero por espectador (Anexo 2). La interacción con otros participantes del público se analizó siguiendo las siglas recogidas en el 2. Materiales y métodos, apartado C. Para complementar el análisis de simultaneidad del aplauso y la interacción social, se tomó como referencia el trabajo paralelo de estudio de la risa en el espectáculo de magia llevado a cabo por mi compañera Mercedes Rosillo, en el cual aparecían datos de simultaneidad entre sonrisa e interacción social de mínimo 1 coincidencias por espectador. Para evaluar el número de veces en las que se sonríe al mismo tiempo que se aplaude, se realizó un análisis similar al anterior de sincronía entre el momento de aplaudir y esbozar una sonrisa, representando en los mismos gráficos de barras la media del número de veces que ocurren simultáneamente un aplauso y una sonrisa por espectador (Anexo 2).

Para estudiar la relación entre la coincidencia del aplauso, la interacción social y la sonrisa, se elaboró un gráfico donde se sintetizaban los resultados obtenidos en las ocho gráficas recogidas en el Anexo 2. Se calculó la media del número de veces que se producían simultáneamente un

aplausos y una sonrisa, y un aplauso y una interacción social por espectador en todo el espectáculo y se representó en la Figura 14. Se calculó que la media de coincidencias de aplauso e interacción social por espectador es de 0,51, y la media de coincidencias de aplauso y sonrisa es de 2,12. Estos resultados podrían guardar relación con la hipótesis de que la sonrisa es un mecanismo social, como se ha observado en el trabajo paralelo sobre la risa en este espectáculo de magia, y de que el inicio y la detención de aplaudir también depende de un componente social en espectáculos de multitudes. (Mann R. et al., 2000).

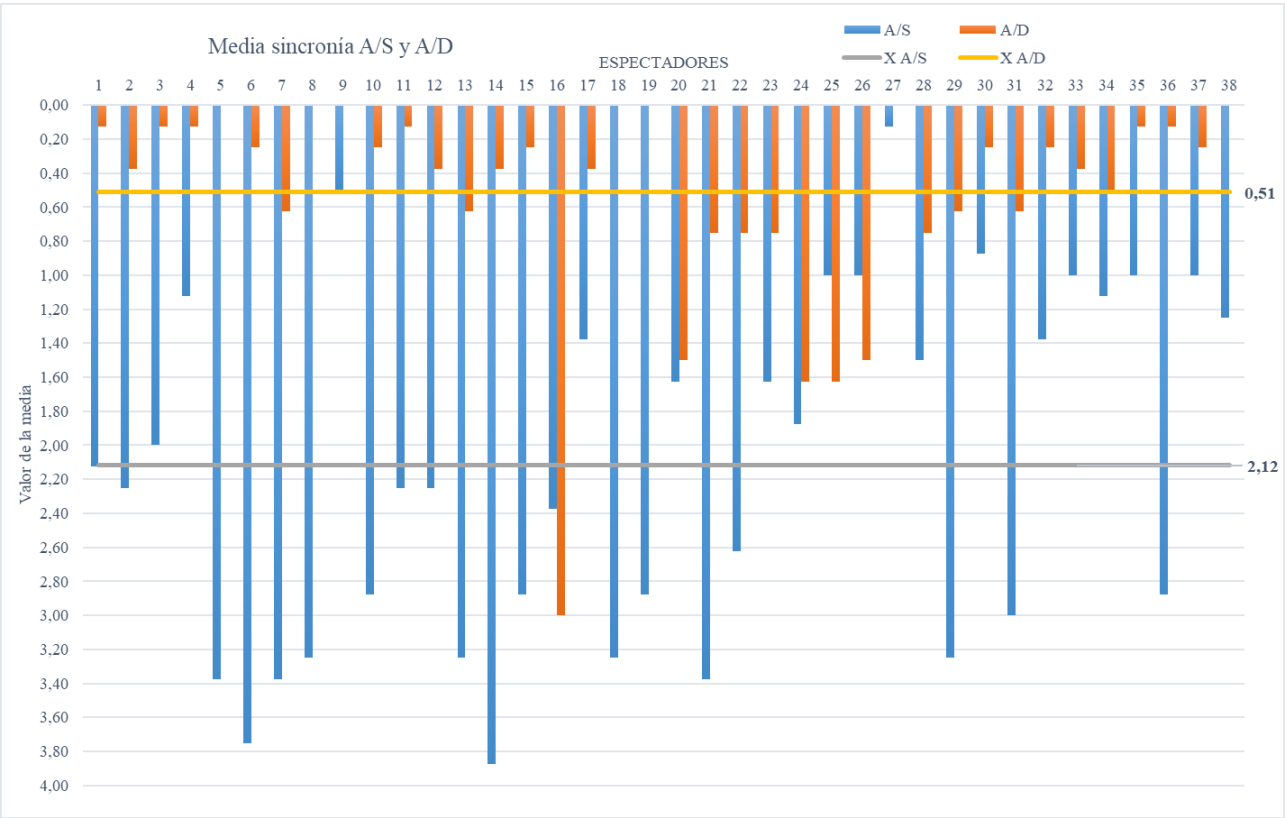


Figura 13. Comparación de la media del número de coincidencias de aplauso, interacción social y sonrisa por espectador en el espectáculo total.

Discusión

“Nada tiene sentido en la neurociencia si no es a la luz del comportamiento”.

El comportamiento humano sigue siendo el punto de mira de infinidad de disciplinas científicas, la psicología sigue intentando entenderlo en su totalidad y la neurociencia cognitiva investiga las profundidades del funcionamiento cerebral en la cognición. Magos de gran renombre, como Juan Tamariz o Arturo de Ascanio, ya habían comenzado a enfatizar la importancia de la psicología de la magia. Nuestro procesamiento de la realidad está a tal nivel derivado de las tareas cognitivas, que la manipulación de las mismas por parte de los magos tiene influencias invaluable en algunas manifestaciones conductuales teóricamente sociales, como se ha estudiado que es el aplauso.

En este trabajo se ha informado de cómo los efectos mágicos, basados en mecanismos comunes ya estudiados en neurociencia, son capaces de modificar la percepción que tenemos de lo que ocurre delante de nuestros ojos, y establecen una estrecha relación con mecanismos humanos de carácter social. Por este motivo, es incuestionable que el diálogo entre ciencia y magia conllevaría a la adquisición de intrigantes conocimientos sobre la cognición humana, que ayudarían a identificar errores o vulnerabilidades durante el procesamiento de los trucos de magia. Es decir, se podría explicar qué ocurre en nuestro cerebro cuando el mago hace creer al espectador que sabe qué ocurrió en el truco de magia. Anteriormente existen muy pocas referencias del estudio científico de trucos de magia como utensilios de los procesos cognitivos enfocados en el comportamiento del público. Estudios previos informaron que la magia es una herramienta para estudiar la memoria episódica (Bestue et al., 2020), ya que las inferencias que utilizan los magos son interpretaciones precisas de la realidad basadas en infinidad de experiencias previas almacenadas en nuestra memoria. De forma paralela a este trabajo, se han realizado análisis del mismo espectáculo de magia sobre la variación de la risa en los espectadores, considerada esta como una respuesta del sistema anticipatorio (Camí et al., 2020) y relacionada con el sistema de recompensa (Hangya B. et al, 2015).

Se conoce que la magia combina múltiples principios de atención, conciencia, confianza y percepción para desviar a la audiencia. Entre estos dispositivos destaca el uso de la desviación de la atención como medio para generar ilusiones cognitivas, utilizando técnicas como la ceguera al cambio, las ilusiones de memoria y las correlaciones ilusorias causa-efecto (Camí et al., 2020). Gustav Kuhn, psicólogo y mago británico, lidera actualmente el interés en la ciencia y la psicología que sustentan a los efectos mágicos (Kuhn et al., 2016; véase también

<https://scienceofmagicassoc.org/home#research>), cuyos estudios se llevan a cabo en “The MAGIC Lab” (cuyas siglas en inglés significan “Mind Attention & General Illusory Cognition”). En su laboratorio se ha demostrado que las técnicas mágicas se basan en explotar las limitaciones de nuestra mente y lo poco conscientes que somos los humanos de ello (Ortega et al., 2018).

Con afinidad a estos experimentos, los resultados que obtuvimos al analizar la respuesta del aplauso del público apuntan a una influencia directa de las manipulaciones que realiza el mago en nuestra percepción, atribuyéndose una ventaja al anticipar nuestras expectativas, contradecir nuestras previsiones de la realidad y conseguir que se produzca una ilusión de imposibilidad. En el libro “El cerebro ilusionista”, sus autores Jordi Camí y Luis M. Martínez proponen algunos procesos cognitivos acerca de cómo funciona la magia. Las herramientas evaluadas en este libro se han relacionado con los resultados obtenidos en nuestros análisis, ya que existen variaciones en el número de aplausos que se distribuyen según el contenido de los trucos de magia.

En nuestros resultados se ha observado que la variación en el número de aplausos puede estar relacionada con la temática del truco de magia, ya que el mago puede modelar la narrativa del truco y controlar temporalmente la atención del público. El lenguaje verbal parece ser otro claro determinante a la hora de mantener la atención y la participación activa de la audiencia en un espectáculo, el argumento del truco fortalece el mantenimiento del hilo conductor del espectáculo. Por ejemplo, el uso de expresiones que aludan al engaño que el mago está ejerciendo sobre la audiencia también puede influir sobre la atención e incluso crear un efecto de “comodidad” en los espectadores. (Camí J. et al., 2020). En cuanto a lenguaje no verbal, los gestos y la distancia del mago constituyen un elemento clave para desviar la atención del público. La distancia y la disposición del espacio cuando se invita a los espectadores a participar en juegos de magia influye directamente en el sentido del argumento, como se ha observado en algunos de nuestros resultados en los que aumenta el número de aplausos en trucos en los que el mago requiere la participación de los espectadores o se acerca al público. Otra herramienta que puede relacionarse con la variación del número de aplausos en estos análisis es el empleo de elementos adicionales externos al truco de magia, pero cotidianos. Por ejemplo, la utilización de un vaso de cristal que familiarice al espectador con la situación. Esta familiaridad o cercanía produce una relajación de la atención en los espectadores, que el mago aprovecha para desviar la atención y realizar maniobras ocultas (Camí J. et al., 2020). El mago dirige la atención del público hacia la zona de interés haciendo uso consecutivo de estímulos contrastantes, uno de los procedimientos englobados dentro de la “misdirection” física (Camí J. et al., 2020), como

puede ser el movimiento de las manos acompañado del sonido de las monedas cayendo en el vaso.

Tanto el inicio como el fin de los aplausos son acciones que parecen ocurrir de manera secuencial en el público, es decir, un pico en el número de aplausos siempre va precedido de un primer aplauso que marca el momento donde segundos después la mayoría de espectadores empezará a aplaudir. De la misma forma, el pico de aplausos siempre es seguido por una disminución del número de aplausos, que podría marcar el ritmo de detención del aplauso de los espectadores que ya estaban aplaudiendo e involucrar a aquellos espectadores que todavía no habían comenzado. Estos resultados coinciden con la idea de que el aplauso se propaga como una infección en el público, como se vio en referencias anteriores (Mann R. et al., 2013). Según nuestros resultados, el número de aplausos aumenta proporcionalmente al número de personas aplaudiendo y se detiene de la misma forma, siguiendo la influencia social global.

Por otro lado, no se han encontrado referencias anteriores de la variación del aplauso distinguiendo entre hombres y mujeres, aunque existen referencias sobre la existencia de diferencias de risa entre hombres y mujeres, como se ha visto en el trabajo paralelo desarrollado por Mercedes Rosillo, titulado “Análisis de la risa como proceso cognitivo individual y colectivo frente al ilusionismo”. Los resultados obtenidos no arrojan diferencias significativas en el número de aplausos de los espectadores según su género, pero podrían servir de conducto para el futuro estudio de las diferencias en el aplauso, ayudando a clarificar si el género tiene alguna influencia sobre este mecanismo.

Una limitación principal de nuestro estudio es que el tamaño muestral de las respuestas de los espectadores fue el obtenido en un espectáculo, con una muestra de 38 participantes, por lo que se propone incluir tamaños de muestra más grandes analizando las grabaciones de otros espectáculos en los que se realicen los mismos trucos a un público distinto o incluso analizando el resultado de variaciones de este espectáculo sobre la misma audiencia.

Estos resultados también se relacionan con la comunidad mágica, pues se conocía la presencia de algunos participantes dedicados al mundo de la magia en la primera fila. Esto plantea la posibilidad de un nuevo análisis de las acciones del público mediante la clasificación de los individuos según los tipos de espectadores que aparecen en estudios anteriores (Camí J. et al, 2020). Hay que tener en cuenta que no todos los espectadores tienen la misma sensibilidad, puede que esto condicione la no existencia de una correlación entre los resultados del número de sincronías aplauso/interacción social/sonrisa de cada espectador, a pesar de haber observado un influjo de sus compañeros adyacentes. Los espectadores con trastornos que influyan en el mantenimiento de la atención, como el autismo, no experimentan la misma eficacia de las

señales mágicas, al igual que el tipo de público al que va dirigido el truco también influencia el resultado. Estos resultados tan contradictorios podrían sugerir un nuevo análisis dependiendo de factores individuales como, por ejemplo, la edad, donde se valorarían referencias a cerca del tipo de magia adecuada a los niños para poder realizar una comparación con el efecto mágico en el público adulto (Camí J. et al., 2020).

En resumen, hemos demostrado experimentalmente que la magia puede ser una herramienta clave en el estudio de los procesos cerebrales. Se encontró que, a pesar de ser un ejemplo de patrón rítmico auto-organizado, el aplauso es influenciado por los efectos mágicos basados en los procesos cognitivos de nuestro cerebro.

Conclusión

El aplauso constituye una herramienta de análisis del comportamiento social en espectáculos multitudinarios capaz de complementar investigaciones sobre el procesamiento cognitivo. Existen variaciones en el aplauso colectivo debidas a las ilusiones cognitivas que subyacen los trucos de magia.

La magia sirve para identificar la mayoría de fundamentos que los científicos cognitivos han propuesto para conocer cómo funciona nuestro cerebro y entender los posibles procesos cognitivos implicados. Estos procesos cognitivos se ven influenciados por la experiencia y el contexto individuales.

A pesar de haber asentado las bases de este vínculo, en la investigación dual sobre ciencia y magia todavía queda todo por investigar.

“Los grandes secretos de la magia son los grandes secretos del cerebro.”

Hugo Caffaratti.

Contribuciones de autor:

- Alex Gómez Marín: idea original del estudio, diseño experimental, orientación y supervisión del trabajo.
- Ángela María González Tapia: anotación y análisis de acciones en el espectáculo, revisión bibliográfica, redacción del trabajo.
- Mercedes Rosillo Galera: anotación de acciones en el espectáculo y coordinación de Materiales y métodos.
- Luis M. Martínez Otero: seguimiento y tutorización del trabajo.

Bibliografía

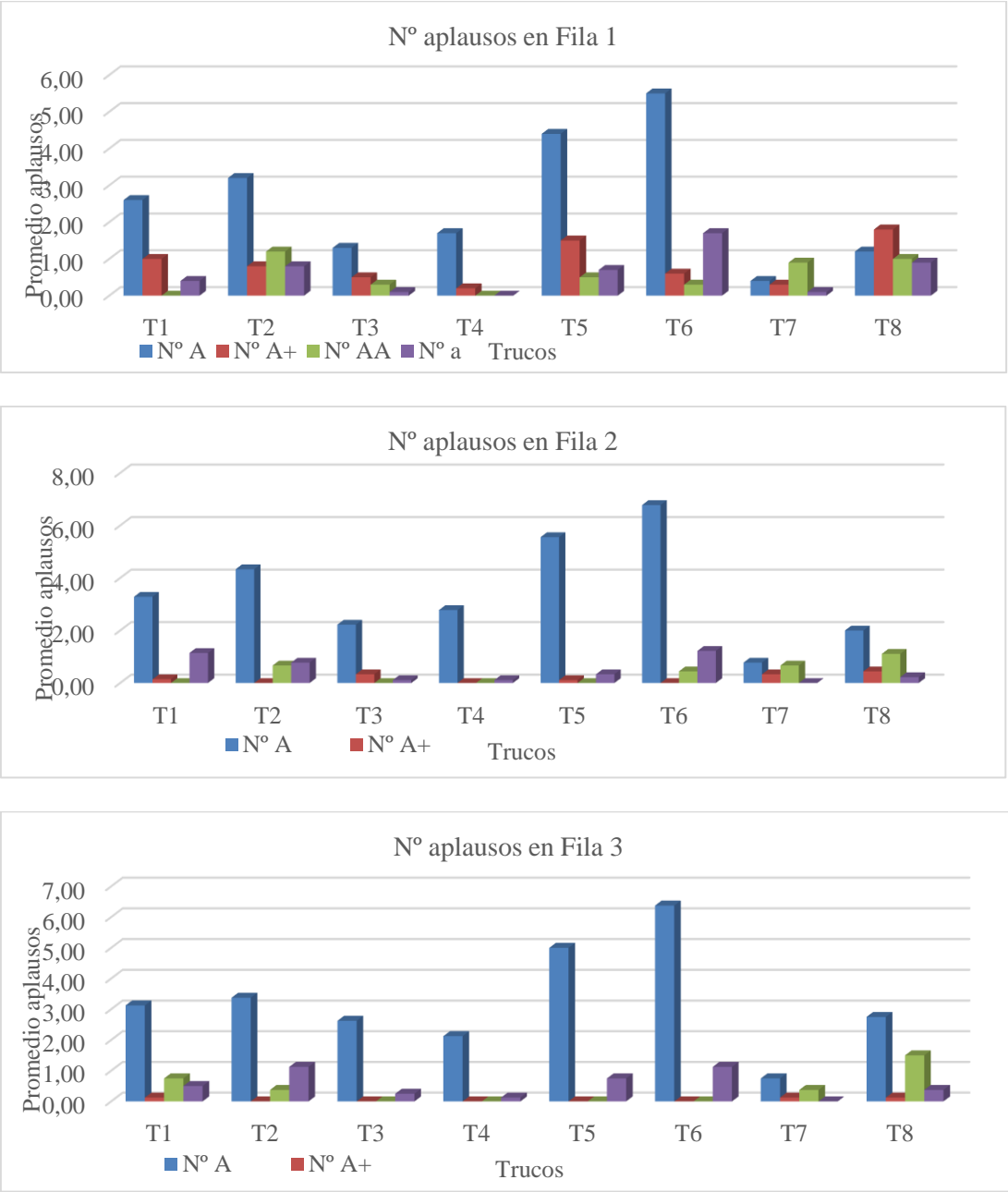
- Baker D. (2019). Magic is helping to unlock the mysteries of the human brain. (<https://www.wired.co.uk/article/magic-neuroscience>).
- Barnhart, A. S., Costela, F. M., Martinez-Conde, S., Macknik, S. L., & Goldinger, S. D. (2019). Microsaccades reflect the dynamics of misdirected attention in magic. *Journal of Eye Movement Research*, 12(6):7.
- Bestue, D., Martínez, L. M., Gómez-Marín, A., & Camí, J. (2020, June 29). Long-term memory of real-world episodes is independent of recency effects: magic tricks as ecological tasks. <https://doi.org/10.31234/osf.io/np4t5>
- Camí J., Martínez LM., (2020). *El cerebro ilusionista: La neurociencia detrás de la magia*. Barcelona, España. Editorial RBA
- Camí, J., Gómez-Marín, A. & Martínez, L. M. (2020). On the cognitive basis of illusionism. Bajo revisión. (versión previa en: <https://www.preprints.org/manuscript/202001.0011/v1>).
- Duffy S., Pearce M. (2018). What makes rhythms hard to perform? An investigation using Steve Reich's Clapping Music. *PLoS ONE* 13(10): e0205847.
- Fernández-Sotos, A., Fernández-Caballero, A., & Latorre, J. M. (2016). Influence of Tempo and Rhythmic Unit in Musical Emotion Regulation. *Frontiers in computational neuroscience*, 10, 80.
- Gomez-Marin A, Ghazanfar AA. (2019). The Life of Behavior. *Neuron*. 104(1):25-36.

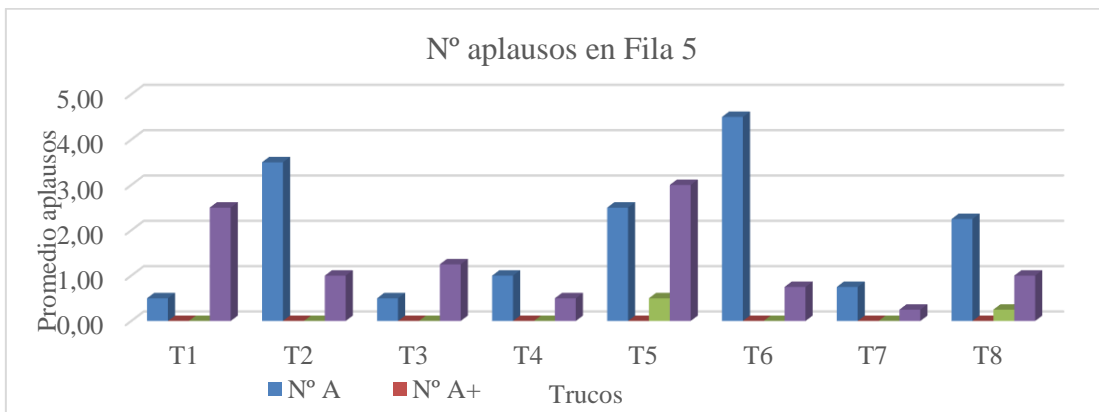
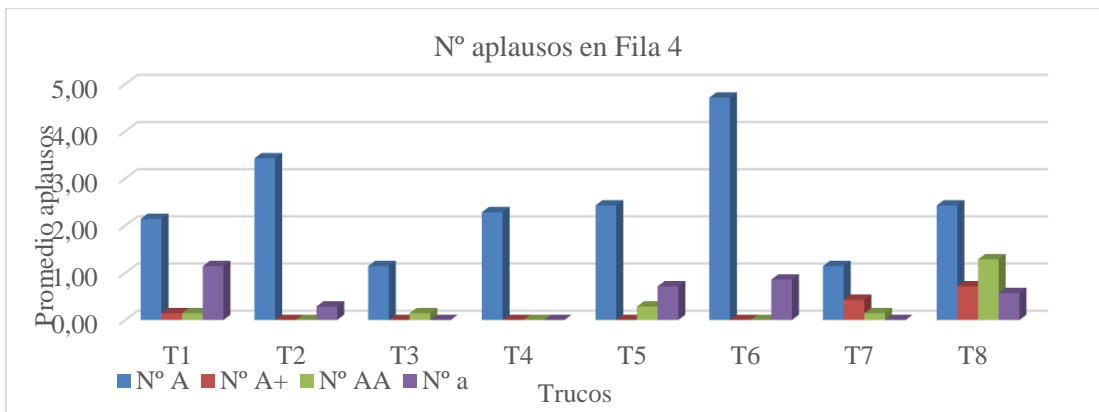
- Gómez-Marín A., Martínez LM., Camí J., 2020, "Science as Magic.", *Organisms. Journal of Biological Sciences*, vol. 4, no. 1 (2020), pp. 90-101. DOI: 10.13133/2532-5876/16756.
- Hangya, Balázs et al. (2015). Central Cholinergic Neurons Are Rapidly Recruited by Reinforcement Feedback. *Cell*, Volume 162, Issue 5, 1155 - 1168
- Kuhn, G. & Teszka, R. (2015). Attention and misdirection: How to use conjuring experience to study attentional processes. In: Fawcett JM, Risko EF & Kingstone A, editors. *The Handbook of Attention*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press; 2015. p 503-25.
- Kuhn, G., Caffaratti, H., Teszka, R., Rensink, R. (2014). A psychologically-based taxonomy of misdirection. *Frontiers in Psychology*. 5. 1392. 10.3389/fpsyg.2014.01392
- Landman, T. (2013). Framing Performance Magic: The Role of Contract, Discourse and Effect. *Journal of Performance Magic*. 1. 47-68. 10.5920/jpm.2013.1147.
- Lupyan, G. (2009). *Cognitive Influences on Attention*. Ed. B. Goldstein, The Sage Encyclopedia of Perception
- Lupyan, G., & Rifkin, I. (2003). Dynamics of Applause: Modeling group phenomena through agent interaction Poster presented at the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society (powerpoint presentation of the presentation I gave at a CNBC Brain Bag back in '02)
- Lupyan, G., & Rifkin, I. (2003). Dynamics of Applause: Modeling Group Phenomena Through Agent Interaction. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 25. (extraído de: <https://escholarship.org/uc/item/0fb1c9j9>)
- Macknik, S., King, M., Randi, J. et al. Attention and awareness in stage magic: turning tricks into research. *Nat Rev Neurosci* 9, 871–879 (2008).
- Mann R. P., Faria J., Sumpter D., Krause J. (2013). The dynamics of audience applause. *J. R. Soc. Interface*.1020130466
- Martínez-Conde S., Stephen L. M., (2019). Magic and the Brain. How Magicians "Trick" the Mind.
- Martinez-Conde, S. (2015, June). What makes magic funny? *Scientific American*. Recuperado de: <https://blogs.scientificamerican.com/illusion-chasers/what-makes-magic-funny/>
- Nakayama K., (1999). Inattentional Blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, Volume 3, Issue 1, 39

- Nakayama, K. (1999). Inattentional Blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(1), 39. doi:10.1016/s1364-6613(98)01244-3
- Quian Quiroga, R. (2016). Magic and cognitive neuroscience. *Current Biology*, 26(10), R390-4.
- Rensink, R., O'Regan, J., Clark, J. (1997). To See or not to See: The Need for Attention to Perceive Changes in Scenes. *Psychological Science*. 8. 368-373. 10.1111/j.1467-9280.1997.tb00427.x
- Rissanen O, Pitkänen P, Juvonen A, Kuhn G and Hakkarainen K (2014) Professional Expertise in Magic – Reflecting on profesional expertise in magic: An interview study. *Front. Psychol.* 5:1484.
- Rissanen, O., Pitkänen, P., Juvonen, A., Kuhn, G., Hakkarainen, K. (2014). Expertise among professional magicians: an interview study. *Frontiers in Psychology* - 5. 1664-1078.
- S. Cosentino, S. Sessa, A. Takanishi, (2016). Quantitative Laughter Detection, Measurement, and Classification—A Critical Survey. *Biomedical Engineering*, vol. 9, pp. 148-162.
- Steve S. (2006). Mad about science magic – Should magicians be responsible for teaching science?. (<https://www.stevespanglerscience.com/2006/08/31/mad-about-science-magic/>)
- Tamariz, J. (1988). *Fundamentos del ilusionismo*, en *Secretos de Magia Potagia*, Editorial Frakson, Madrid.
- Thomson, M., Murphy, K. & Lukeman, R. (2018). Groups clapping in unison undergo size-dependent error-induced frequency increase. *Sci Rep* 8, 808.
- Victoroff, D., & Villegas, O. (1959). El Aplauso, una Conducta Social. *Revista Mexicana De Sociología*, 21(2), 703-739.

ANEXOS

Anexo 1. Gráficos de las medias del número de los cuatro tipos de aplauso por espectador separados por filas en cada uno de los trucos.





Anexo 2. Gráficos de sincronía entre aplauso e interacción con el público, y sincronía entre aplauso y sonrisa.

