

Relación entre el fenómeno de la ilusión de la mano falsa y variables personales



Gina Rodríguez-Melgarejo^a, Óscar Rodríguez-Angarita^a,
Jorge E. Ávila-Campos^b y César A. Acevedo-Triana^{c,*}

^a Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia

^b Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia

^c Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 16 de julio de 2014

Aceptado el 25 de febrero de 2015

On-line el 2 de octubre de 2015

Palabras clave:

Ilusión de la mano falsa

Sensación

Percepción multimodal

Surco intraparietal

R E S U M E N

El fenómeno de la ilusión de la mano falsa (IMF) se ha propuesto como un diseño que permite discriminar procesos perceptuales a partir de entradas sensoriales multimodales. Se han reportado varias modificaciones y variables que podrían afectar la generación del fenómeno. Este estudio se planteó bajo un diseño descriptivo-correlacional del fenómeno. Se realizó el procedimiento en jóvenes (16-48 años $M=20.86$ años, $DE=4.4$) colombianos para replicar el fenómeno de IMF. Los sujetos se dividieron al azar en dos grupos que diferían en el tipo de estimulación (sincrónica y desincronizada). La identificación de la IMF se realizó mediante la escala reportada en múltiples estudios, mostrando que en algunas variables como la estimulación se presentaba una diferencia en el reporte de IMF ($P2$. $\chi^2=5.856$: $p<0.05$; $P3$. $\chi^2=6.655$: $p<0.01$ y $P7$ ($\chi^2=4.764$: $p<0.05$). Otras variables como sexo y dominancia manual mostraron algunas diferencias. La escala presenta una consistencia interna aceptable ($\alpha=0.8$). Los resultados de la IMF son similares a algunos estudios pero con puntuaciones menores que en los estudios iniciales, la diferencia en cuanto al género en tareas perceptuales podría explicar gran parte de los resultados.

© 2014 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Relationship between the rubber hand illusion phenomenon and personal variables

A B S T R A C T

The Rubber Hand Illusion (RHI) has been proposed as a design which allows to discriminate perceptual processes based on multimodal sensory inputs. Several modifications and variables have been reported that could affect the generation of the phenomenon. This study was conducted using a descriptive correlational design of this phenomenon. The procedure was conducted with young Colombian individuals (16-48 years- $M=20.86$ years,

Keywords:

Rubber hand illusion

Sensation

Multimodal perception

Intraparietal sulcus

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cesar.acevedo@javeriana.edu.co (C.A. Acevedo-Triana).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.sumpsi.2015.07.001>

0121-4381/© 2014 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

SD = 4.4), seeking to replicate the RHI. The subjects were randomly divided into two groups that differed in type of stimulation (synchronised and unsynchronised). Identification of the RHI was performed using the scale reported in multiple studies, showing that the RHI report had differences in some variables such as stimulation (P2. $\chi^2 = 5.856$; $p < .05$; P3. $\chi^2 = 6.655$; $p < .01$ y P7 ($\chi^2 = 4.764$; $p < .05$). Other variables, such as gender and handedness, also showed some differences. The scale has an acceptable internal consistency ($\alpha = 0.8$). The results of the RHI are similar to some studies, but with lower scores than in the initial studies. The difference in gender in perceptual tasks could explain most of the results.

© 2014 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Published by Elsevier España, S.L.U.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Uno de los modelos experimentales para estudiar los fenómenos perceptuales y la representación corporal consciente son las ilusiones corporales (Kammers, de Vignemont, Verhagen, & Dijkerman, 2009; Zopf, Savage, & Williams, 2010). Esto, en virtud de la actividad cerebral que se genera en el momento de solucionar un conflicto sensorial (Kammers et al., 2009) y la forma en que es posible disociar diferentes vías sensoriales y una integración multimodal. Un modelo ampliamente utilizado es la ilusión de la mano falsa (IMF) (*rubber hand illusion*), descrito inicialmente por Botvinick y Cohen (1998), en el que los participantes eran estimulados simultáneamente en una mano falsa (visible para el sujeto) y en su mano real (oculta visualmente para el sujeto). Con lo anterior es posible retomar información visual de la mano falsa acompañada de una información táctil e información propioceptiva y así dar paso a la ilusión de sentir propioceptivamente en la mano falsa (Botvinick & Cohen, 1998; Costantini & Haggard, 2007; Folegatti, Farnè, Salemme, & de Vignemont, 2012; Kammers et al., 2009; Preston, 2013; Ramakonar, Franz, & Lind, 2011; Zopf et al., 2010). Este modelo también ha sido utilizado en pacientes con sinestesia (Aimola & White, 2013). Se ha utilizado también para estudiar la funcionalidad cerebral a partir de entradas sensoriales (Asai, Mao, Sugimori, & Tanno, 2011; Kanayama, Sato, & Ohira, 2009; Ramakonar et al., 2011) y posibles alteraciones en la correcta funcionalidad sensorio-perceptual (Asai et al., 2011; Peled, Ritsner, Hirschmann, Geva, & Modai, 2000; Peled, Pressman, Geva, & Modai, 2003). En un sentido más amplio, se ha reportado que el modelo de IMF podría servir como una medida de autoconsciencia corporal (Bekrater-Bodmann, Foell, Diers, & Flor, 2012; Schütz-Bosbach, Tausche, & Weiss, 2009; Zopf et al., 2010) y constitución del yo (*self*) (Ehrsson, Wiech, Weiskopf, Dolan, & Passingham, 2007; Germine, Benson, Cohen, & Hooker, 2013; Ramakonar et al., 2011). También se han utilizado paradigmas de ilusión variando la inhibición de diferentes vías sensoriales, visual o táctil mostrando su valor potencial en el estudio experimental de la percepción (Aimola, White, & Davies, 2013).

Dentro de los modelos experimentales que utilizan la IMF existen algunos factores físicos que alteran la ilusión de la mano falsa, entre estos se encuentran: la posición, la distancia (Aimola et al., 2013; Preston, 2013; Zopf et al., 2010), el ángulo de posición (Aimola et al., 2013; Aimola & White, 2013; Bekrater-Bodmann et al., 2012; Bertamini, Berselli, Bode, Lawson, & Wong, 2011), la estimulación de otras vías sensoriales (Lopez, Bieri, Preuss, & Mast, 2012), la cantidad o la forma en la que se puede presentar y otro tipo de características físicas

particulares del objeto utilizado para generar la ilusión (Carrie Armel & Ramachandran, 2003; Folegatti et al., 2012; Kammers et al., 2009; Kanayama et al., 2009; White, Aimola Davies, & Davies, 2011). Estos hallazgos sugieren en parte que no es suficiente la información visual y propioceptiva, sino que existen representaciones unitarias corporales que permitirán generar la ilusión y que podrán tener un efecto en virtud de la interacción entre áreas cerebrales relacionadas con la memoria o consciencia y las áreas perceptuales multimodales.

Por otro lado, también existen reportes particulares de la ilusión en pacientes diagnosticados con esquizofrenia (Peled et al., 2000). Por ejemplo, se ha reportado una intensidad perceptual mayor en la ilusión en estos pacientes comparados con los controles y se han correlacionado los niveles de la ilusión con algunos síntomas positivos, se sugiere una alteración en los procesos de integración de estímulos ambientales que podrían responder o contribuir a los síntomas como alucinaciones o delusiones (Germine et al., 2013; Peled et al., 2000). Así mismo, se ha encontrado una relación entre puntuaciones de rasgos de personalidad esquizotípica y mayores puntuaciones en la IMF (Asai et al., 2011). En este mismo sentido, se ha reportado una respuesta electrofisiológica (potencial evocado somatosensorial) alterada en pacientes con esquizofrenia en áreas asociativas y de procesamiento transmodal, comparado con controles (Peled et al., 2003). Otro tipo de patologías como el autismo también muestran una relación entre la IMF y la severidad de algunos síntomas (Palmer, Paton, Hohwy, & Enticott, 2013).

Sustratos neuronales

Existen estudios que reportan el fenómeno de la IMF junto con medidas de actividad cerebral (EEG, MEG, IRMF, rTMS) que han permitido tener indicios de los correlatos neuronales de la ilusión (Ehrsson et al., 2007; Ramakonar et al., 2011; Schütz-Bosbach, Avenanti, Aglioti, & Haggard, 2009). Al mismo tiempo, algunos reportes correlacionan medidas de reporte de la ilusión con respuestas fisiológicas como conductancia en piel, encontrando correlaciones positivas (Carrie Armel & Ramachandran, 2003). Dentro de los estudios de identificación de los correlatos neuronales de la IMF se han reportado activaciones en áreas frontales, parietales y temporales (Bekrater-Bodmann et al., 2012).

Algunos estudios proponen que la ubicación cerebral en donde converge la percepción multisensorial de

la mano real y falsa es la corteza parietal, premotora (Bekrater-Bodmann et al., 2012; Ehrsson et al., 2007; Preston, 2013; Ramakonar et al., 2011) y áreas como ínsula, corteza cingulada anterior (Ehrsson et al., 2007), y la región del opérculo frontal (Ramakonar et al., 2011). Se han reportado estudios electrofisiológicos que muestran que la información multisensorial está relacionada con activación del área intraparietal ventral y en el giro precentral, tanto en humanos como en primates superiores (Zopf et al., 2010). En el caso de humanos y utilizando medidas electroencefalográficas se ha observado un incremento en el poder de la banda gamma (40-50 Hz) en el electrodo Pz entre los 200 y 250 ms postestímulo (en la estimulación visotáctil), esta respuesta ocurre debido a la integración de estímulos bimodales congruentes (Kanayama et al., 2009). Así, se ha sugerido que cuando la discrepancia en la estimulación es menor a 300 ms en el procesamiento sensorial se mantiene la respuesta de integración multisensorial (Ramakonar et al., 2011). Según esta explicación, la ilusión no obedece a la solución de un conflicto (Botvinick & Cohen, 1998) sino a la integración temporal multisensorial (Carrie Armel & Ramachandran, 2003).

Por otro lado, según estudios de imágenes de resonancia magnética funcional en humanos, se ha reportado que el surco intraparietal se activa ante la información visual de partes corporales (Zopf et al., 2010). En cuanto a la experiencia perceptual de IMF, se ha reportado que la activación en la corteza premotora ventral se asocia con la respuesta ilusoria, probablemente en virtud de tener neuronas que responden a estímulos visuales y táctiles (Bekrater-Bodmann et al., 2012; Picard & Strick, 1996, 2001; Ramakonar et al., 2011).

Fenómenos de consciencia y relación con la ilusión de la mano falsa

Dentro de los modelos que explican la consciencia propia se distinguen dos tipos de representaciones; una denominada *esquema corporal* y otra denominada *imagen corporal*. El esquema corporal estará encaminado a la ejecución de acciones motoras y está constituido por la representación del propio cuerpo que permite ajustar la postura y los movimientos corporales (Costantini & Haggard, 2007). La representación de imagen corporal es una idea o representación mental del propio cuerpo. Estas dos representaciones permiten una base coherente para la autoconsciencia (Costantini & Haggard, 2007).

Entre las posibles relaciones y aplicaciones que tiene la IMF en referencia a la consciencia, sobresale el tratamiento terapéutico a personas que han perdido una extremidad, debido al potencial de la IMF para elicitar percepciones multisensoriales (Spector & Maurer, 2009). Así mismo, el entrenamiento en funciones de atención e identificación de rasgos de alteración perceptual como marcadores de condiciones psiquiátricas podrían llegar a ser posibles aplicaciones de la IMF (Knöchel et al., 2012; Peled et al., 2003).

Con lo anterior, este estudio es una aproximación inicial al estudio de la consciencia desde la demostración de la ilusión. Se toman en cuenta además variables personales que podrían influir el resultado de la escala, por lo que los análisis no se restringen a la escala de la ilusión. Esto debido a que hay

estudios que muestran cómo variables propias de los individuos podrían influir la generación del fenómeno (Botvinick & Cohen, 1998; Carrie Armel & Ramachandran, 2003).

Los objetivos del estudio fueron: en primer lugar, replicar el fenómeno de IMF en estudiantes universitarios colombianos bajo los programas de estimulación sincrónica y desincronizada. Segundo, evaluar la relación entre variables de los participantes y la puntuación de la escala de ilusión de la IMF. Y tercero, relacionar el fenómeno de IMF a la luz de teorías relacionadas con aspectos de la consciencia.

Método

Diseño

Se realizó una investigación cuantitativa con diseño cuasiexperimental transversal de dos grupos independientes, en el cual la variable independiente fue la estimulación sincrónica y estimulación desincronizada (Botvinick & Cohen, 1998). La variable dependiente fue la puntuación de la escala y se tomaron en cuenta algunas variables físicas adicionales de los participantes para el análisis del fenómeno.

Participantes

La población estuvo conformada por 90 participantes (64 mujeres [71%], 26 hombres [28.9%]; con un rango de edad entre 16-48 años $M=20.86$ años [$DE=4.392$]). De los participantes, 77 (85.6%) eran diestros y 13 (14.4%) eran zurdos. En cuanto a la variable de alteración neurológica 88 participantes (97.8%) reportaron no tener ningún tipo de alteración. Únicamente 8 participantes (8.9%) decían tomar algún tipo de medicamento de forma constante. Treinta y nueve participantes (43.3%) reportaron usar gafas de forma constante.

En cuanto al conocimiento previo del fenómeno 49 personas (54%) reportaron haber escuchado previamente sobre el fenómeno y el 45.6% restante no había escuchado del mismo. Los participantes manifestaron voluntariamente participar en el fenómeno y no se tuvo en cuenta ningún tipo de muestreo específico.

Tipo de estimulación

Cuarenta y ocho de las aplicaciones (53.3%) se realizaron bajo el programa sincrónico (34 mujeres [70.8%] y 14 hombres [29.2%]), en donde, tanto la estimulación de la mano falsa y la mano real se realizaba al mismo tiempo durante 90 segundos con la punta de dos pinces iguales. Por otro lado, el tipo de estimulación desincronizada (42; 46.7%) utilizada como control en la aplicación de la prueba que se realizó a 42 personas (30 mujeres [71.4%], 12 hombres [28.6%]) durante 90 segundos. La asignación de los programas de estimulación se realizó al azar antes de iniciar la aplicación.

Materiales

Los experimentos se llevaron a cabo con una mano de plástico con unas medidas de 10 cm de ancho por 25 cm de largo. La mano fue pintada con un tono de piel caucásico que



Figura 1 – Mano falsa utilizada en el procedimiento.

posteriormente se adaptó a una tela que era colocada a los participantes en el hombro izquierdo de modo que simulara ser una extensión de su brazo (fig. 1) similar a estudios recientes (Aimola et al., 2013; Bertamini et al., 2011).

Procedimiento

Los sujetos escogieron participar en la aplicación del fenómeno de forma libre y voluntaria durante el evento «La semana del cerebro» 2013 en Bogotá (Colombia), que se llevó a cabo en 5 instituciones universitarias diferentes. La participación de los individuos fue completamente voluntaria debido a que se acercaban a la demostración de esta aplicación. Antes de iniciar el procedimiento se solicitaba la autorización para la recolección de datos y posterior uso en investigaciones. Los participantes afirmaban estar de acuerdo en la recolección de los datos sin que la recolección de datos implicara la posterior identificación de los sujetos. Se diseñó un código para cada participante. Debido a que la ilusión corresponde a una tarea demostrativa y no se constituye en ninguno de los tipos de pruebas de uso exclusivo en psicología (Ley, 1090 de 2006) se consideró suficiente la expresión de los individuos como su aceptación, tampoco se realizó un aval desde un comité de ética previo a la recolección de los datos.

Los participantes se sentaron frente a una mesa ubicada a una altura aproximada de 90 cm del piso. Una vez ubicados se pedía a los participantes que colocaran las dos manos sobre la mesa y se ocultaba visualmente la mano izquierda, en su reemplazo se mostraba una mano de goma unida a una manga que se usaba como el miembro para generar la ilusión (fig. 2). Después del arreglo de la situación se escogía al azar el protocolo de estimulación que podía ser sincrónico, es decir, se estimulaba al mismo tiempo con la punta de un pincel la mano falsa y la mano real oculta durante 90 segundos o podía ser un protocolo desincronizado, en donde se estimulaba durante 90 segundos con la punta de un pincel la mano falsa y la mano real oculta pero en forma temporalmente independiente (Folegatti et al., 2012; Ramakonar et al., 2011). Una vez que eran sometidos a la aplicación del procedimiento

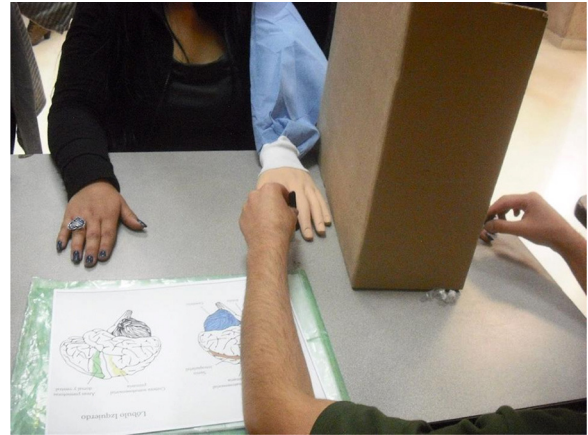


Figura 2 – Posición del participante e instrumento utilizado por los participantes durante el procedimiento de IMF.

procedían a responder la escala correspondiente a la medición de la ilusión (Bertamini et al., 2011). Es una escala compuesta por nueve preguntas utilizando una escala de medida tipo likert con siete valores, en donde las respuestas iban desde *totalmente de acuerdo* hasta *totalmente en desacuerdo*. El proceso de adaptación de escala se realizó mediante el proceso de traducción-retraducción y fue revisado por dos pares académicos que ajustaron algunas palabras acordes al contexto.

Instrumento

La evaluación de la ilusión se realizó mediante la escala reportada por Bertamini et al., 2011, Folegatti et al., 2012 y Botvinick & Cohen, 1998. Esta escala con 7 valores tipo likert estaba compuesta por nueve preguntas (Anexo 1) que iban desde la opción *totalmente de acuerdo* hasta *totalmente en desacuerdo*. Las puntuaciones de corte se tomaron con base en lo reportado en la prueba original (Botvinick & Cohen, 1998) al igual que en otros estudios (Folegatti et al., 2012). Así la puntuación de *Totalmente en desacuerdo* correspondió a una puntuación de -3 (- - -); la puntuación de *Parcialmente en desacuerdo* correspondió a -2 (- -); la puntuación de *en desacuerdo* correspondió a -1 (-); la puntuación de *ni de acuerdo ni en desacuerdo* correspondió a 0 y era este el punto neutral de la ilusión; la puntuación de *de acuerdo* correspondió a una puntuación de $+1$ (+); la puntuación de *parcialmente de acuerdo* correspondió a $+2$ (++) ; la puntuación de *totalmente de acuerdo* correspondió a $+3$ (+++).

Análisis de datos

Se analizaron los resultados de acuerdo con las puntuaciones de la escala IMF teniendo en cuenta la puntuación de -3 hasta $+3$ para cada una de las opciones en la escala de percepción de la ilusión y la relación con las variables recogidas durante el proceso de aplicación.

Se realizó la sumatoria de todas las puntuaciones de la escala (VD) para comparar los grupos con base en el tipo de estimulación (VI) mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. Luego, en el caso de los puntajes de la escala no se realizaron procedimientos de dicotomización debido a que podrían generarse falsos

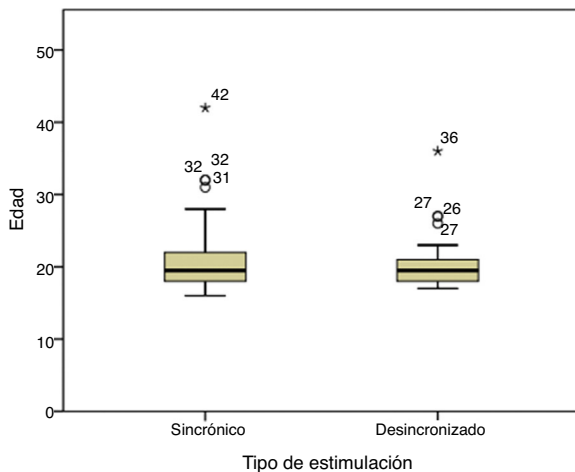


Figura 3 – Distribución de las edades con respecto al tipo de estimulación durante el procedimiento. Los números corresponden a los valores extremos (edad) en cada uno de los grupos.

reportes y pérdida de información como ha sido ampliamente reportado (MacCallum, Zhang, Preacher, & Rucker, 2002; Naggara et al., 2011). Se analizaron las frecuencias y porcentajes para la descripción de las variables y posteriormente se realizó un análisis de varianza para muestras no paramétricas con la prueba de Kruskal-Wallis, tomando como variables de agrupación a cada variable sociodemográfica (género, tipo de estimulación, uso de gafas, dominancia manual y conocimiento previo del fenómeno), se correlacionaron estas mismas variables con la puntuación total de la escala. Se realizó un análisis de fiabilidad de la escala mediante el método de dos mitades y una correlación entre las mismas. El nivel de significación fue establecido en $p < .05$. Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el paquete estadístico de SPSS, versión 19.

Resultados

En la tabla 1 se describen los resultados de frecuencia de las variables propias de los participantes. Estas fueron tipo de estimulación, género, universidad en la que estudia, mano utilizada, alteración neurológica, medicamentos, gafas, conocimiento previo del fenómeno.

La figura 3 muestra la distribución de la edad con respecto al tipo de estimulación (sincrónico versus desincronizado). Se compararon las medias de la edad en cada uno de los grupos para establecer diferencias entre los grupos previo al análisis estadístico y no se encontraron diferencias significativas ($t_{(88)} = 8.13$; $p = .418$ (bil), IC = -1.092-2.604). En cuanto a la edad y el género masculino ($M = 22.92$; $DE = 6.34$) versus femenino ($M = 20.02$; $DE = 2.97$) se encontró que existía una diferencia significativa entre los grupos ($t_{(29,552)} = -2.24$; $p < .05$ (bil), IC = -5.56 - -0.255). Esta diferencia podría explicarse por la cantidad de participantes de cada uno de los sexos, se encontró que el femenino fue casi el doble del masculino. En cuanto a la comparación de edad con respecto a las otras variables, se encontró que en la dominancia manual no hay diferencia

Tabla 1 – Frecuencia y porcentaje de las variables de los participantes

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)
<i>Prueba</i>		
Sincrónico	48	53.3
Desincronizado	42	46.7
<i>Género</i>		
Femenino	64	71.1
Masculino	26	28.9
<i>Universidad</i>		
Corporación Universitaria	66	73.3
Mínuto de Dios	5	5.6
Corporación Universitaria	4	4.4
Iberoamericana	2	2.2
Universidad del Bosque	1	1.1
Externado	1	1.1
Pontificia Universidad	1	1.1
Javeriana	1	1.1
Fundación Universitaria	1	1.1
Konrad Lorenz	1	1.1
Universidad Piloto	1	1.1
de Colombia	4	4.4
Universidad de los Andes	1	1.1
Universidad de Buenos	1	1.1
Aires	1	1.1
Universidad de Viña	1	1.1
del Mar	3	3.3
Universidad del Rosario		
<i>Dominancia manual</i>		
Izquierda	13	14.4
Derecha	77	85.6
<i>Alteración neurológica</i>		
No	88	97.8
Sí	2	2.2
<i>Medicamento constante</i>		
No	81	90
Sí	8	8.9
<i>Usa gafas constantemente</i>		
Sí	39	43.3
No	51	56.7
<i>Había escuchado previamente de este fenómeno</i>		
Sí	49	45.6
No	51	54.4

en la dominancia derecha versus izquierda ($t_{(88)} = 6.21$; $p = .536$ (bil); IC = -1.81-3.45). En cuanto a la variable de uso de gafas ($t_{(88)} = -6.94$; $p = .49$ (bil); IC = -2.51-1.21) y conocimiento previo del fenómeno ($t_{(88)} = 1.47$; $p = 0.15$ (bil); IC = -0.45-3.18) tampoco se observó una diferencia significativa en cuanto a la edad.

Se comparó la sumatoria de los puntajes de cada una de las escalas y se compararon con respecto al tipo de estimulación realizada no se encontraron diferencias entre los grupos sincronizado y desincronizado ($U = 840$; $Z = -1.359$; $p = .174$ [bil]).

En cuanto a la generación de la ilusión para cada pregunta se realizó un análisis de varianza no paramétrico de la escala comparando diferentes variables. Se utilizó la prueba de contraste Kruskal-Wallis para muestras independientes agrupando los datos por las diferentes variables como tipo de

Tabla 2 – Prueba de Kruskal-Wallis para las preguntas de la escala IMF con respecto a cada variable de agrupación

Pregunta	Tipo de estimulación	Género	Dominancia manual	Uso de gafas	Conocimiento de la prueba	
1	Parecía como si estuviera sintiendo el pincel en el lugar donde vi la mano falsa	0,463	0,308	2,652	0,527	0,146
2	Parecía como si el contacto que sentí fuera causado por el pincel en la mano falsa	5,856*	3,686	0,084	0,021	1,155
3	Sentí como si la mano falsa fuera mi mano	6,655**	2,989	0,546	0,027	2,374
4	Sentí como si mi mano se deslizara hacia la derecha	0,174	4,82*	1,431	0,005	2,685
5	Parecía como si tuviera más de una mano o un brazo	0,168	14,596**	0,174	0,731	0,003
6	Parecía como si el contacto que sentía venía de algún lugar entre mi mano y la mano falsa	0,028	3,291	0,973	0,036	0,658
7	Sentí como si mi mano se convirtiera en la mano falsa	4,764*	5,017*	1,224	0,027	2,093
8	Parecía como si la mano falsa se deslizara hacia la izquierda	0,009	5,066*	4,156*	0,487	2,967
9	La mano falsa comenzó a parecerse a mi mano, en cuanto a forma, tono de piel, pecas o alguna otra característica	0,153	3,991*	2,197	0,615	0,473

Prueba de χ^2 (Chi-cuadrado, grados de libertad = 1, para todos las variables de agrupación) nivel de significancia bilateral.

* $p < .05$.

** $p < .01$.

estimulación, género, dominancia manual, uso de gafas, alteración neurológica, toma de medicamentos y conocimiento previo del fenómeno (tabla 2).

La comparación de las respuestas en la escala se realizó tomando algunas de las variables de los participantes, no se presentan los análisis cuyas variables representan menos del 10% en cualquiera de los grupos. Así, los resultados de la escala de IMF con respecto al programa de estimulación se presentan en la figura 4, se encontró una diferencia entre las preguntas 2 ($\chi^2 = 5.856$; $p < .05$ [bil]), 3 ($\chi^2 = 6.655$; $p < .01$ [bil]) y 7 ($\chi^2 = 4.764$; $p < .05$ [bil]) de la escala, mostrando que el tipo de estimulación es determinante en la generación de la ilusión, se observa que aunque existe una diferencia entre los protocolos de estimulación no se evidenció una puntuación alta en cuanto a la IMF.

En cuanto a la variable de género (fig. 5) se presentó una diferencia estadística en las preguntas 4 ($\chi^2 = 4.82$; $p < .01$ [bil]), 5 ($\chi^2 = 14.586$; $p < .01$ [bil]), 7 ($\chi^2 = 5.017$; $p < 0.05$ [bil]), 8 ($\chi^2 = 5.066$; $p < .05$ [bil]) y 9 ($\chi^2 = 3.991$; $p < .05$ [bil]). Fue la variable en donde más se encontró diferencia en los grupos, en 8 de las 9 preguntas el género femenino presentó una mayor puntuación en la escala IMF se sugiere una posible facilidad para generación de la ilusión por parte de las mujeres.

En cuanto a la dominancia manual (izquierda versus derecha) se encontró una diferencia únicamente en una pregunta de la escala (pregunta 8, $\chi^2 = 4.156$; $p < .05$ [bil]) y a un nivel bajo en la generación de la escala. Esto indicaría que no existe una diferencia en cuanto a la dominancia manual como un factor que facilita la generación de la ilusión. En cuanto a la variable del uso de gafas y el conocimiento previo del fenómeno,

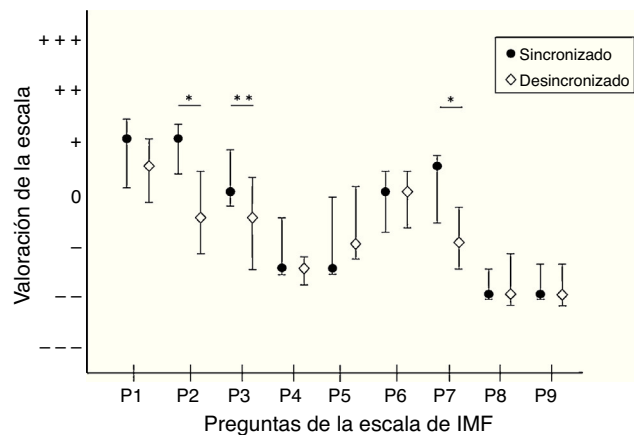


Figura 4 – Respuestas a la versión adaptada de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012) agrupada por tipo de estimulación. Los puntos centrales son las medianas y las barras de error superior e inferior representan los intervalos de confianza para la media al 95%. Totalmente en desacuerdo (- - -); parcialmente en desacuerdo (- -); en desacuerdo (-); ni de acuerdo ni en desacuerdo = 0 y era este el punto neutral de la ilusión; de acuerdo (+); parcialmente de acuerdo (++); totalmente de acuerdo (+++). Se presentan diferencias significativas con la prueba de Kruskal-Wallis (* $p < .05$; ** $p < .01$).

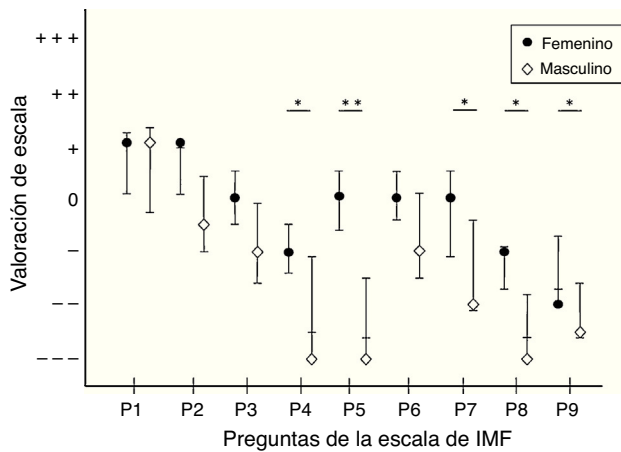


Figura 5 – Respuestas a la versión adaptada de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012) agrupada por género. Los puntos centrales son las medianas y las barras de error superior e inferior representan los intervalos de confianza para la media al 95%. «Totalmente en desacuerdo» (- - -); «parcialmente en desacuerdo» (- -); «en desacuerdo» (-); «ni de acuerdo ni en desacuerdo» = 0 y era este el punto neutral de la ilusión; «de acuerdo» (+); «parcialmente de acuerdo» (++); «totalmente de acuerdo» (+++). Se presentan diferencias significativa con la prueba de Kruskal-Wallis (* $p < .05$; ** $p < .01$).

no se encontró diferencia estadística entre los grupos, adicionalmente las puntuaciones en este punto se encuentran más cerca de la no generación de la ilusión, sugiriendo un papel menor en cuanto al fenómeno.

Para determinar la consistencia interna de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012), se realizó una prueba de dos mitades utilizando el coeficiente alfa de Cronbach (α). Así, la primera mitad dio como resultado una correlación relativamente baja ($\alpha = 0.79$) y la segunda mitad una correlación similar ($\alpha = 0.74$). En cuanto a la correlación entre las mitades de la escala se encuentra en el mismo rango ($\alpha = 0.8$). Aunque se considera baja, es aceptable para las escalas psicológicas.

Finalmente, se realizó una correlación entre las puntuaciones de la escala (sumatoria total de las puntuaciones) y las diferentes variables (tabla 3). Se realizó una correlación bivariada con el coeficiente de Spearman, se encontró una

Tabla 3 – Correlación entre la sumatoria de las puntuaciones en la escala y las variables estudiadas

Variable	Sumatoria de la escala IMF
Tipo de estimulación	-0.144
Género	-0.311*
Dominancia manual	0.172
Uso de gafas	0.017
Conocimiento previo	0.148
Prueba rho (ρ) de Spearman.	
* $p < .05$.	

correlación muy baja entre todas las variables y la puntuación de la escala. Únicamente se encontró una correlación negativa baja entre el género y la puntuación de la escala ($\rho = -0.311$; $p < .05$). Las demás correlaciones no están asociadas a diferencias significativas.

Discusión

En este estudio las respuestas de los participantes se encuentran similares a otros estudios (Bertamini et al., 2011; Haans, Kaiser, Bouwhuis, & Ijsselsteijn, 2012; Lopez et al., 2012) aunque difieren en los niveles en los que inicialmente fue descrito el procedimiento (Botvinick & Cohen, 1998). Estos niveles bajos en la puntuación podrían explicarse debido a la forma como se recolectaron los datos, durante un evento académico donde había poco control de variables ambientales, de modo que muchos otros factores pudieron influir en el fenómeno. Otra posible variable a controlar en el futuro es el contraste generado por el dispositivo mismo, lo que tendría un obstáculo para la ilusión.

Por otro lado, en cuanto al análisis del tipo de estimulación se encuentra que, si bien es posible atribuir a la estimulación sincrónica la posibilidad de aumentar la IMF (Botvinick & Cohen, 1998; Carrie Armel & Ramachandran, 2003; Preston, 2013), en nuestro caso únicamente en algunas preguntas podría atribuirse al tipo de estimulación, pero teniendo en cuenta que las puntuaciones fueron bajas en la mayoría de las preguntas no es posible atribuir un papel causal a la estimulación sincrónica, lo que podría mostrar una baja generación de la ilusión en la población objetivo. A pesar de que se ha propuesto que la congruencia espacio-temporal de la estimulación como variable que permitiría solucionar el conflicto perceptual (Costantini & Haggard, 2007; Kammers et al., 2009) podría no ser determinante en tanto, una vez que las vías sensoriales alcanzan las áreas de integración multimodales parietotemporales, envían esta información a las áreas de asociación frontal y temporal sugiriendo una disociación temporal, incluso en la elaboración de otros fenómenos perceptuales (Hänggi, Wotruba, & Jäncke, 2011; Spector & Maurer, 2009).

Una de las variables que mostró una diferencia en cuanto a las respuestas fue el sexo, se reportó una mayor puntuación, desde un punto de vista general, en el caso del género femenino a diferencia de los hombres (fig. 5). Se ha reportado que en estudios de representación corporal hay diferencias entre hombres y mujeres mostrando una propensión en el caso de las mujeres (Poliakoff, 2010). De hecho, desde hace varios años se han realizado estudios que intentan mostrar diferencias perceptuales con base en el sexo, encontrando diferencias en tareas de rotación mental, percepción sensorial y tareas de imaginación (Parsons, 2004; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995). Los resultados de este estudio reflejarían en parte dichas diferencias (figs. 6–8).

Otro tipo de variables que podrían haber afectado la generación de la ilusión como el uso de gafas, la dominancia manual y el conocimiento previo del fenómeno no mostraron una diferencia en las puntuaciones, probablemente por la particularidad en la recolección de los datos. Estos resultados son consistentes con reportes que indican que la

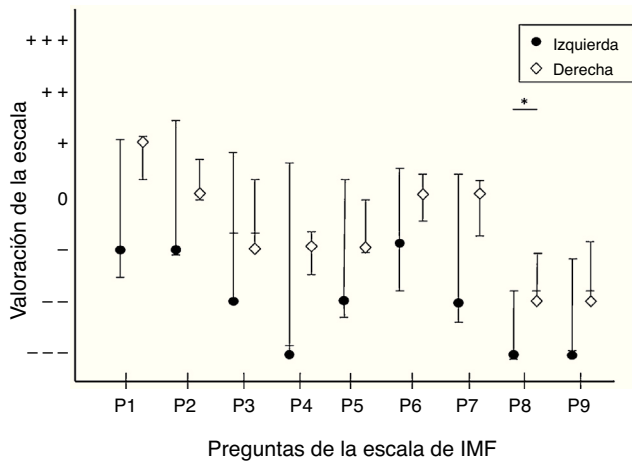


Figura 6 – Respuestas a la versión adaptada de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012) agrupada por dominancia manual. Los puntos centrales son las medianas y las barras de error superior e inferior representan los intervalos de confianza para la media al 95%. «Totalmente en desacuerdo» (- - -); «parcialmente en desacuerdo» (- -); «en desacuerdo» (-); «ni de acuerdo ni en desacuerdo» = 0 y era este el punto neutral de la ilusión; «de acuerdo» (+); «parcialmente de acuerdo» (++)); «totalmente de acuerdo» (+++). Se presentan diferencias significativas con la prueba de Kruskal-Wallis (* $p < .05$; ** $p < .01$).

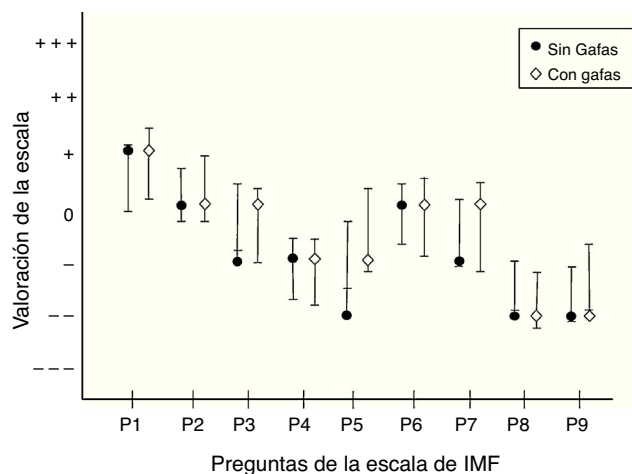


Figura 7 – Respuestas a la versión adaptada de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012) agrupada por el uso o no de gafas. Los puntos centrales son las medianas y las barras de error superior e inferior representan los intervalos de confianza para la media al 95%. «Totalmente en desacuerdo» (- - -); «parcialmente en desacuerdo» (- -); «en desacuerdo» (-); «ni de acuerdo ni en desacuerdo» = 0 y era este el punto neutral de la ilusión; «de acuerdo» (+); «parcialmente de acuerdo» (++)); «totalmente de acuerdo» (+++). Se presentan diferencias significativas con la prueba de Kruskal-Wallis.

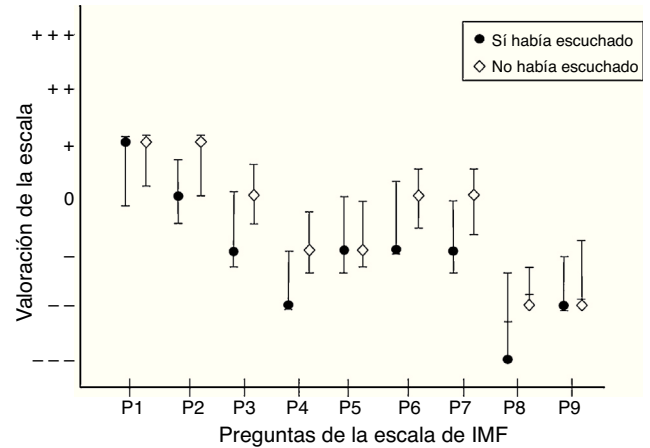


Figura 8 – Respuestas a la versión adaptada de la escala de IMF (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Folegatti et al., 2012) agrupada por el haber escuchado antes o no sobre el fenómeno. Los puntos centrales son las medianas y las barras de error superior e inferior representan los intervalos de confianza para la media al 95%. «Totalmente en desacuerdo» (- - -); «parcialmente en desacuerdo» (- -); «en desacuerdo» (-); «ni de acuerdo ni en desacuerdo» = 0 y era este el punto neutral de la ilusión; «de acuerdo» (+); «parcialmente de acuerdo» (++)); «totalmente de acuerdo» (+++). Se presentan diferencias significativas con la prueba de Kruskal-Wallis.

lateralidad manual no es una variable que determine la IMF (Ocklenburg, Rüter, Peterburs, Pinnow, & Güntürkün, 2011) aunque estudios clínicos sugieren una tendencia a la lateralidad perceptual en virtud de la cantidad de conexiones asimétricas entre los hemisferios (Portellano, 2005).

Relación ilusión y fenómeno de conciencia

Una de las aplicaciones de la IMF podría ser contribuir en el campo clínico de la rehabilitación de pacientes con miembros amputados al generar percepciones hacia los dispositivos artificiales que pueden ser implantados (Ocklenburg, Peterburs, Rüter, & Güntürkün, 2012; Ocklenburg et al., 2011; Ramakonar et al., 2011). Se ha propuesto también que este modelo podría ser útil en el desarrollo de intervenciones de neurorrehabilitación (Ramakonar et al., 2011) y plasticidad multimodal (Hänggi et al., 2011; Spector & Maurer, 2009). Los datos de este estudio podrían convertirse en una primera aproximación al fenómeno que podría potencialmente ser utilizado en procedimientos de rehabilitación o de investigaciones posteriores sobre fenómenos asociados a conciencia.

En cuanto al proceso de autoconciencia corporal, algunos autores plantean que el reconocimiento de propiedad de diferentes partes del cuerpo se soporta en la sincronización de diferentes entradas sensoriales (visión, tacto, audición) –nivel ambiental– junto con una representación de estas partes del organismo –nivel interno– (Ramakonar et al., 2011; Suzuki, Garfinkel, Critchley, & Seth, 2013). Al ser la IMF un modelo en donde se separan o interrumpen estas entradas de nivel

ambiental y se igualan al nivel interno se puede alterar la percepción de autoconciencia corporal (Ramakonar et al., 2011; Zopf et al., 2010). En pacientes con fenómenos de sinestesia, se ha reportado que la modificación en el procedimiento de IMF, en donde no se da una estimulación táctil por parte del experimentador de la mano falsa, puede generar un proceso de ilusión propia, indicando que es posible generar fenómenos de autoconciencia corporal sin estimular la vía táctil que significaría una participación importante del proceso perceptual para la generación de autoconciencia (Aimola & White, 2013; Hånggi et al., 2011; Spector & Maurer, 2009).

Otra de las aplicaciones de la IMF que se relaciona con el fenómeno de autoconciencia es la posibilidad de alterar la autopercepción corporal y la capacidad del cerebro para extender este fenómeno a otros sistemas corporales (Carrie Armel & Ramachandran, 2003). En varios estudios se reporta la correlación entre la percepción del fenómeno de ilusión y medidas fisiológicas periféricas, lo que indicaría que este fenómeno no se restringe al procesamiento del sistema nervioso central, sino que puede verse en la interacción en el sistema nervioso autónomo (Carrie Armel & Ramachandran, 2003). En el caso del procesamiento cognitivo central, los estudios con pacientes diagnosticados con esquizofrenia o con puntuaciones de personalidad esquizotípica podrían mostrar un procesamiento autoconsciente alterado y erróneo o de reconocimiento de estímulos sensoriales alterados en relación con la IMF (Asai et al., 2011). De la misma forma pacientes con autismo (Palmer et al., 2013) o problemas de dolor (Ramakonar et al., 2011; Reinersmann et al., 2013) reportan alteraciones en la evaluación.

Un aspecto importante de la IMF es la consistencia de la medida a lo largo del tiempo. Se ha reportado que la medida de IMF puede mantenerse de forma similar después de varios meses de aplicarse la IMF, al igual que las zonas cerebrales que responden a la IMF (Bekrater-Bodmann et al., 2012), lo que indicaría que puede ser una medida perceptual de consciencia real. Otro factor determinante en la IMF y la relación con la consciencia es el componente atencional que deberá estar presente para generar la IMF. Algunos estudios han reportado la implementación de IMF en espejos, encontrando que no varía el reporte de ilusión, siempre y cuando exista un componente atencional (Bertamini et al., 2011). Este estudio sugiere que para que se dé el fenómeno de la autoconciencia corporal son necesarios tanto el factor atencional como el de percepción en primera persona. Los estudios de reconocimiento en espejos han sido un paradigma utilizado en humanos y animales para determinar autoconciencia como la capacidad de reconocerse en una imagen (Bertamini et al., 2011).

Finalmente, el entrenamiento multisensorial además de proponer una plasticidad a partir de la información sensorial podría convertirse en una herramienta para mejorar la capacidad de consciencia en patologías en donde podría estar alterada la función perceptual adecuada (Palmer et al., 2013; A Peled et al., 2000; Peled et al., 2003) o percepción de dolor (Reinersmann et al., 2013). En este sentido, de facilidad en la plasticidad y la relación con IMF, algunos estudios en pacientes ciegos de nacimiento muestran una menor capacidad de generar la ilusión, probablemente por una disminución en una capacidad de plasticidad neuronal relacionada con estas entradas sensoriales (Petkova, Zetterberg, & Ehrsson, 2012).

Apéndice

Escala para evaluar la ilusión de la mano falsa (Bertamini et al., 2011; Botvinick & Cohen, 1998; Ramakonar et al., 2011)

Una vez que terminaba el tiempo de estimulación de la mano falsa y la real, se impartía la siguiente instrucción «A continuación responderá una serie de preguntas sobre su experiencia durante el experimento. Usted deberá dar su respuesta teniendo en cuenta la siguiente escala: –totalmente de acuerdo– (7), –deacuerdo– (6), –parcialmente de acuerdo– (5), –ni de acuerdo ni en desacuerdo– (4), –parcialmente en desacuerdo– (3), –en desacuerdo– (2), –totalmente en desacuerdo– (1)».

1. Parecía como si estuviera sintiendo el pincel en el lugar donde vi la mano falsa.
2. Parecía como si el contacto que sentí fuera causado por el pincel en la mano falsa.
3. Sentí como si la mano falsa fuera mi mano.
4. Sentí como si mi mano se deslizara hacia la derecha.
5. Parecía como si tuviera más de una mano o un brazo.
6. Parecía como si el contacto que sentía venía de algún lugar entre mi mano y la mano falsa.
7. Sentí como si mi mano se convirtiera en la mano falsa.
8. Parecía como si la mano falsa se deslizara hacia la izquierda.
9. La mano falsa comenzó a parecerse a mi mano, en cuanto a forma, tono de piel, pecas o alguna otra característica.

REFERENCIAS

- Aimola, D. A. M. y White, R. C. (2013). A sensational illusion: vision-touch synaesthesia and the rubber hand paradigm. *Cortex*, 49(3), 806–818. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2012.01.007>
- Aimola, D. A. M., White, R. C. y Davies, M. (2013). Spatial limits on the nonvisual self-touch illusion and the visual rubber hand illusion: subjective experience of the illusion and proprioceptive drift. *Consciousness and Cognition*, 22(2), 613–636. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2013.03.006>
- Asai, T., Mao, Z., Sugimori, E. y Tanno, Y. (2011). Rubber hand illusion, empathy, and schizotypal experiences in terms of self-other representations. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1744–1750. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2011.02.005>
- Bekrater-Bodmann, R., Foell, J., Diers, M. y Flor, H. (2012). The perceptual and neuronal stability of the rubber hand illusion across contexts and over time. *Brain Research*, 1452, 130–139.
- Bertamini, M., Berselli, N., Bode, C., Lawson, R. y Wong, L. T. (2011). The rubber hand illusion in a mirror. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1108–1119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2011.04.006>
- Botvinick, M. y Cohen, J. (1998). Rubber hands feel touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756. doi:10.1038/35784.
- Carrie Armel, K. y Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response. *Proceedings. Biological Sciences/The Royal Society*, 270(1523), 1499–1506. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2003.2364>
- Costantini, M. y Haggard, P. (2007). The rubber hand illusion: sensitivity and reference frame for body ownership.

- Consciousness and Cognition, 16(2), 229–240. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2007.01.001>
- Ehrsson, H. H., Wiech, K., Weiskopf, N., Dolan, R. J. y Passingham, R. E. (2007). Threatening a rubber hand that you feel is yours elicits a cortical anxiety response. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(23), 9828–9833. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0610011104>
- Folegatti, A., Farnè, A., Salemme, R. y de Vignemont, F. (2012). The Rubber Hand Illusion: two's a company, but three's a crowd. *Consciousness and Cognition*, 21(2), 799–812. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2012.02.008>
- Germine, L., Benson, T. L., Cohen, F. y Hooker, C. I. (2013). Psychosis-proneness and the rubber hand illusion of body ownership. *Psychiatry Research*, 207(1-2), 45–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2012.11.022>
- Haans, A., Kaiser, F. G., Bouwhuis, D. G. y Ijsselstein, W. A. (2012). Individual differences in the rubber-hand illusion: predicting self-reports of people's personal experiences. *Acta Psychologica*, 141(2), 169–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.07.016>
- Hänggi, J., Wotruba, D. y Jäncke, L. (2011). Globally altered structural brain network topology in grapheme-color synesthesia. *The Journal of Neuroscience*, 31(15), 5816–5828. <http://dx.doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0964-10.2011>
- Kammers, M. P. M., de Vignemont, F., Verhagen, L. y Dijkerman, H. C. (2009). The rubber hand illusion in action. *Neuropsychologia*, 47(1), 204–211. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.028>
- Kanayama, N., Sato, A. y Ohira, H. (2009). The role of gamma band oscillations and synchrony on rubber hand illusion and crossmodal integration. *Brain and Cognition*, 69(1), 19–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2008.05.001>
- Knöchel, C., Oertel-Knöchel, V., O'Dwyer, L., Prvulovic, D., Alves, G., Kollmann, B., et al. (2012). Cognitive and behavioural effects of physical exercise in psychiatric patients. *Progress in Neurobiology*, 96(1), 46–68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pneurobio.2011.11.007>
- Ley, 1090 de 2006. Diario Oficial Ed. 46383, Colombia [consultado 3 Ago 2013]. Disponible en: <http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley.1090.2006.html>.
- Lopez, C., Bieri, C. P., Preuss, N. y Mast, F. W. (2012). Tactile and vestibular mechanisms underlying ownership for body parts: a non-visual variant of the rubber hand illusion. *Neuroscience Letters*, 511(2), 120–124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.01.055>
- MacCallum, R. C., Zhang, S., Preacher, K. J. y Rucker, D. D. (2002). *On the practice of dichotomization of quantitative variables*. *Psychological Methods*, 7, 19–40.
- Naggara, O., Raymond, J., Guilbert, F., Roy, D., Weill, A. y Altman, D. G. (2011). Analysis by categorizing or dichotomizing continuous variables is inadvisable: an example from the natural history of unruptured aneurysms. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, 32(3), 437–440. <http://dx.doi.org/10.3174/ajnr.A2425>
- Ocklenburg, S., Rüter, N., Peterburs, J., Pinnow, M. y Güntürkün, O. (2011). Laterality in the rubber hand illusion. *Laterality*, 16(2), 174–187. <http://dx.doi.org/10.1080/13576500903483515>
- Ocklenburg, S., Peterburs, J., Rüter, N. y Güntürkün, O. (2012). The rubber hand illusion modulates pseudoneglect. *Neuroscience Letters*, 523(2), 158–161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.06.068>
- Palmer, C. J., Paton, B., Hohwy, J. y Enticott, P. G. (2013). Movement under uncertainty: The effects of the rubber-hand illusion vary along the nonclinical autism spectrum. *Neuropsychologia*, 51(10), 1942–1951. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.020>
- Parsons, T. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, 42(4), 555–562. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.014>
- Peled, A., Ritsner, M., Hirschmann, S., Geva, A. B. y Modai, I. (2000). Touch feel illusion in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, 48(11), 1105–1108.
- Peled, A., Pressman, A., Geva, A. B. y Modai, I. (2003). Somatosensory evoked potentials during a rubber-hand illusion in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 64(2-3), 157–163. [http://dx.doi.org/10.1016/S0920-9964\(03\)00057-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0920-9964(03)00057-4)
- Petkova, V. I., Zetterberg, H. y Ehrsson, H. H. (2012). Rubber hands feel touch, but not in blind individuals. *PLoS One*, 7(4), e35912. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0035912>
- Picard, N. y Strick, P. L. (1996). Motor areas of the medial wall: a review of their location and functional activation. *Cerebral Cortex*, 6(3), 342–353. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/6.3.342>
- Picard, N. y Strick, P. L. (2001). Imaging the premotor areas. *Current Opinion in Neurobiology*, 11(6), 663–672. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388\(01\)00266-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388(01)00266-5)
- Poliakoff, E. (2010). Introduction to special issue on body representation: feeling, seeing, moving and observing. *Experimental Brain Research*, 204(3), 289–293. <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-010-2325-0>
- Portellano, J. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. España: McGraw Hill.
- Preston, C. (2013). The role of distance from the body and distance from the real hand in ownership and disownership during the rubber hand illusion. *Acta Psychologica*, 142(2), 177–183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.12.005>
- Ramakonar, H., Franz, E. A. y Lind, C. R. P. (2011). The rubber hand illusion and its application to clinical neuroscience. *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 18(12), 1596–1601. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2011.05.008>
- Reinersmann, A., Landwehr, J., Krumova, E. K., Peterburs, J., Ocklenburg, S., Güntürkün, O., et al. (2013). The rubber hand illusion in complex regional pain syndrome: Preserved ability to integrate a rubber hand indicates intact multisensory integration. *Pain*, 154(9), 1519–1527. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2013.03.039>
- Schütz-Bosbach, S., Avenanti, A., Aglioti, S. M. y Haggard, P. (2009). Don't do it! Cortical inhibition and self-attribution during action observation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(6), 1215–1227. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2009.21068>
- Schütz-Bosbach, S., Tausche, P. y Weiss, C. (2009). Roughness perception during the rubber hand illusion. *Brain and Cognition*, 70(1), 136–144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2009.01.006>
- Spector, F. y Maurer, D. (2009). Synesthesia: a new approach to understanding the development of perception. *Developmental Psychology*, 45(1), 175–189. <http://dx.doi.org/10.1037/a0014171>
- Suzuki, K., Garfinkel, S. N., Critchley, H. D. y Seth, A. K. (2013). Multisensory integration across exteroceptive and interoceptive domains modulates self-experience in the rubber-hand illusion. *Neuropsychologia*, 51(13), 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.08.014>
- Voyer, D., Voyer, S. y Bryden, M. P. (1995). *Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables*. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250–270. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7724690>.
- White, R. C., Aimola Davies, A. M. y Davies, M. (2011). Two hands are better than one: a new assessment method and a new interpretation of the non-visual illusion of self-touch. *Consciousness and Cognition*, 20(3), 956–964. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2011.03.021>
- Zopf, R., Savage, G. y Williams, M. A. (2010). Crossmodal congruency measures of lateral distance effects on the rubber hand illusion. *Neuropsychologia*, 48(3), 713–725. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.10.028>