



VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**DOCTORADO INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA**

**ESTUDIO DEL EMBODIMENT Y LAS ALTERACIONES DE LA  
INTEGRACIÓN MULTISENSORIAL CORPORAL Y SU PAPEL EN LA  
PSICOPATOLOGÍA DE LOS TRASTORNOS DE LA CONDUCTA  
ALIMENTARIA**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Priscila da Silva Herbas Palomo

Dirigida por:

Dra. Rosa María Baños Rivera

Dr. Ausias Josep Cebolla Martí

Dr. Marcelo Marcos Piva Demarzo



*La presente tesis ha podido realizarse gracias la financiación del gobierno de Brazil:*

*Doctorado Pleno Brasil sem Fronteiras processo: BEX 12032/13-1*





*A mi padre Alvaro Palomo*

*Por el amor incondicional*

*Sin ti, nada hubiera sido posible*



## ***Agradecimientos***

*En primer lugar, quisiera agradecer a la Dra. Rosa Baños por haberme brindado la gran oportunidad de entrar en el grupo y compartir todo su conocimiento conmigo. Por la enorme e infinita generosidad, por haber creído en mi trabajo y en mi persona, no solo una vez, sino dos, tres y miles de veces. ¡Gracias por la eterna paciencia conmigo! Por ser mi gran motivación para desarrollarme como profesional y como persona. ¡Estoy eternamente agradecida!*

*Al Dr. Ausias Cebolla por haberme guiado en el camino de la investigación y por ofrecerme todos los días la grandeza y la nobleza de su carácter, motivándome cada día con un poco más de esperanza, a seguir estudiando y aprendiendo. Por haber confiado en mí y haber compartido sus maravillosas inspiraciones científicas. ¡Eres mi gran maestro!*

*Al querido profesor Dr. Marcelo Demarzo por estar siempre presente incluso estando en otro país, por su generosidad en regalarme, cuando más lo necesitaba, una oportunidad de seguir adelante con mis estudios y también la oportunidad de abrirme miles de puertas en Brasil y en el mundo.*

*Gracias a todo el equipo de Previ, en especial a la Dra. Cristina Botella y a la Dra. Verónica Guillén por haberme abierto las puertas y haberme confiado sus pacientes en mis manos.*

*A todo el equipo del Laboratorio del Machine to Be Another, en especial a Philippe Bertrand y a Marte Roel por haber confiado su maravilloso proyecto Machine to be another en mis manos.*

*No puedo olvidarme del equipo de la Universidad de la Politécnica de Valencia, principalmente Roberto Lloren por colaborar con sus orientaciones, y a Adrián por ayudarme en cada recogida de datos siempre con una sonrisa dispuesta.*

*A mis compañeros de Labpsitec, mil gracias por el cariño, la compañía que me brindaron en estos cuatro años. ¡Ha sido un honor hacer parte de este grupo!*

*A Lola Vara, mi gran amiga de todas las horas, de muchos cafés agradables, por las risas y carcajadas sin fin! Muchas gracias por acogerme en los momentos difíciles, de dudas, muchas veces llantos y por ayudarme a no desistir y caminar hacia delante. Gracias por la paciencia que has tenido conmigo orientándome en los proyectos de mi tesis y ayudándome con mis dolores de espalda! Gracias por llevarme en el coche a todos los lugares de Valencia, incluso a Castellón miles de veces! Mil gracias por los paseos agradables en la playa y en el Rio Turia, han sido momentos estupendos! Lo mejor de todo, mil gracias por presentarme a tus padres personas especiales, amables, que les guardaré en mi corazón con mucho cariño. Enfin, Lola, tu apoyo como amiga ha sido fundamental para que yo pueda seguir adelante con mis estudios aquí en España, lejos de mi familia y de mi tierra! ¡Cuenta siempre conmigo, siempre! Esta amistad no termina aquí, esta apenas empezando, hasta pronto en Brasil!*

*A Macarena Espinoza, Maca, he tenido mucha suerte en coincidir contigo en mi camino académico, gracias por la persona increíble que eres, por el enorme corazón, por la persona cariñosa y paciente, y por las miles de veces que me has acogido y aconsejado, millones de gracias de verdad, sin tus consejos no sé si llegaría hasta el final del doctorado, eres increíble de verdad!*

*A Rocío Herrero, Marta Miragall, Guadalupe Molinari, Alba Garrido, Elia Oliver, Paloma Rasal y Giulia Corno por confiar en mí en muchos proyectos juntas y orientarme, con paciencia y generosidad. Mil gracias chicas, soys las mejores!!!*

*A toda mi familia querida, que siempre ha estado conmigo, mi padre Alvaro y mi madre Jurema por el amor incondicional, a mi abuela Mafalda por las millones de oraciones diarias ha sido y eres mi angel de la guarda, te echo de menos mi abuelita querida. A mis hermanos Alvaro y Patricia os quiero mucho y a mis tíos Sandra y Armando, Judith y Gerson, mil gracias!*

*Por fin, pero no menos especial, a dos personas: A Arina Ramalho, gracias por el enorme cariño y apoyo constante y a Luisa Souza por el amor que me brindaste todos los días, por el respeto, la paciencia que has tenido todos estos años, por el corazón maravilloso que tienes y por haber elegido quedar a mi lado pase lo que pase.*



## Índice General

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>21</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN VERSIÓN ESPAÑOL.....</b>	<b>23</b>
<b>I. INTRODUCTION ENGLISH VERSION .....</b>	<b>29</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
<b>1. EL CUERPO EN PSICOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
1.1. CONCIENCIA CORPORAL .....	35
1.2. REPRESENTACIÓN CORPORAL .....	36
1.2.1. <i>Imagen Corporal y Esquema Corporal.....</i>	<i>37</i>
1.3. PROCESOS TOP DOWN Y BUTTOM UP DE REPRESENTACIÓN CORPORAL.....	38
<b>2. EMBODIMENT .....</b>	<b>43</b>
2.1. EMBODIED COGNITION .....	43
2.2. EMBODIMENT E INTEGRACIÓN MULTISENSORIAL.....	48
<b>3. ILUSIONES CORPORALES PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CORPORAL..</b>	<b>53</b>
3.1 RUBBER HAND ILLUSION (RHI- BOTVINICK & COHEN, 1998).....	53
3.1.1 <i>Mecanismo de integración multisensorial en la RHI.....</i>	<i>55</i>
3.1.2. <i>Mecanismos de la RHI .....</i>	<i>59</i>
3.1.3. <i>Modelo Neurocognitivo de la RHI.....</i>	<i>62</i>
3.2. MEDIDAS DE LA RHI .....	66
3.2.1. <i>Deriva Propioceptiva .....</i>	<i>66</i>
3.2.2. <i>Cuestionario de RHI.....</i>	<i>69</i>

3.2.3. <i>Temperatura</i> .....	71
3.2.4. <i>Respuesta Galvánica</i> .....	71
3.3. OTRAS ILUSIONES CORPORALES Y LA FULL BODY ILLUSION (FBI).....	71
3.3.1. <i>Full Body Illusion (Con uso de video en tiempo real)</i> .....	73
3.3.2. <i>Full Body Illusion (Con uso de Realidad Virtual)</i> .....	77
3.3.3. <i>Enfacement Illusion</i> .....	82
3.3.4. <i>Implicaciones Clínicas del Embodiment de la IM y RV</i> .....	84
<b>4. EMBODIMENT Y PSICOPATOLOGÍA</b> .....	<b>87</b>
4.1. EMBODIMENT Y PSICOPATOLOGÍA ALIMENTARIA.....	88
4.2. TEORÍA DEL BLOQUEO ALOCÉNTRICO (GIUSEPPE RIVA, 2011) .....	90
<b>5. PSICOPATOLOGÍA DE LOS TA</b> .....	<b>93</b>
5.1. CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE LOS TA.....	93
5.2. LA ALTERACIÓN DEL EC EN LOS TA .....	97
5.3. ALTERACIONES DE LA INTEGRACIÓN SENSORIAL Y PSICOPATOLOGÍA ALIMENTARIA .....	98
5.3.1 <i>Alteración en la percepción táctil</i> .....	99
5.3.2. <i>Alteración en la propiocepción</i> .....	100
<b>III. MARCO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>103</b>
1.0 INTRODUCCIÓN .....	103
<b>ESTUDIO 1: ESTUDIO DEL PARADIGMA DEL RHI EN FUNCIÓN DE LA EDAD</b> .....	<b>105</b>
1.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	107
1.2. MUESTRA .....	109
1.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	110
1.4. PROCEDIMIENTO.....	113

1.5. ANÁLISIS DE DATOS .....	117
1.6. RESULTADOS .....	117
1.7. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO 1 .....	123
<b>ESTUDIO 2. VALIDACIÓN DE LA EFICACIA DEL PARADIGMA MACHINE TO BE ANOTHER COMO UN INSTRUMENTO CAPAZ DE GENERAR EMBODIMENT DE TODO EL CUERPO.....</b>	<b>127</b>
2.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	130
2.2. MUESTRA .....	131
2.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....	132
2.4. PROCEDIMIENTO.....	134
2.5. ANÁLISIS DE DATOS .....	139
2.6. RESULTADOS .....	141
2.7. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO 2 .....	146
<b>ESTUDIO 3: ESTUDIO DE LOS MECANISMOS DEL EMBODIMENT EN PACIENTES CON TA. ....</b>	<b>151</b>
3.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	152
3.2. MUESTRA .....	152
3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS .....	153
3.4. PROCEDIMIENTO.....	155
3.5. ANÁLISIS DE DATOS .....	162
3.6. RESULTADOS .....	163
3.7. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO 3 .....	171
<b>ESTUDIO 4: INDUCCIÓN DE EMBODIMENT POR MEDIO DE LA ILUSIÓN DE LA MANO DE GOMA EN PACIENTES CON TA CON COMORBILIDAD TLP.....</b>	<b>175</b>
4.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	177
4.2. MUESTRA .....	178
4.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	179

4.4. PROCEDIMIENTO.....	180
4.5. ANÁLISIS DE DATOS.....	180
4.6. RESULTADOS.....	181
4.7. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO 4.....	187
<b>IV. CONCLUSIÓN GENERAL VERSIÓN EN ESPAÑOL .....</b>	<b>191</b>
<b>IV. GENERAL CONCLUSION ENGLISH VERSION .....</b>	<b>197</b>
<b>V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>203</b>
<b>VI. ANEXOS.....</b>	<b>225</b>
<b>ANEXO I: TABLAS.....</b>	<b>227</b>
<i>Tabla 1. Componentes principales del cuestionario original de Longo et al., (2008).....</i>	<i>229</i>
<i>Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la interacción entre los grupos (MTBA, RHI síncrono and RHI asíncrona) .....</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los componentes del embodiment durante los pasos del paradigma MTBA (Observación, Visuotactile, Narrativa y Face to Face) .....</i>	<i>233</i>
<b>ANEXO II: CUESTIONARIOS.....</b>	<b>235</b>
<i>Cuestionario 1. (ERHQ)- Embodiment RHI Questionnaire (Longo et al., 2008).....</i>	<i>237</i>
<i>Cuestionario 2. (ERHQ) Embodiment RHI Questionnaire .....</i>	<i>239</i>
<i>Cuestionario 3. (EMTBA) Embodiment MTBA .....</i>	<i>241</i>
<i>Cuestionario 4. (EMTBAST) Embodiment MTBA Steps.....</i>	<i>243</i>
<i>Cuestionario 5. (BES) Escala de Estima Corporal (Jorquera et al., 2005) .....</i>	<i>245</i>
<i>Cuestionario 6. (ERLI) Cuestionario del embodiment de la RLI.....</i>	<i>247</i>
<b>ANEXO III: DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....</b>	<b>249</b>

<i>Complementario 1. Aprobación del comité ético en España.....</i>	<i>251</i>
<i>Complementario 2. Hoja de consentimiento informado .....</i>	<i>253</i>
<i>Complementario 3. Aprobación del comité ético en Brasil .....</i>	<i>255</i>
<i>Complementario 4. Hoja de consentimiento informado MTBA .....</i>	<i>259</i>
<i>Complementario 5. Protocolo original del MTBA (Philippe Bertrand) .....</i>	<i>261</i>



**Índice de Figuras**

FIGURA 1. PROCESOS DE FUNCIONAMIENTO TOP DOWN Y BOTTOM UP ..... 39

FIGURA 2. PROCESOS BOTTOM UP Y TOP DOWN ..... 40

FIGURA 3. RUBBER HAND ILLUSION (BOTVINICK Y COHEN, 1998) ..... 54

FIGURA 4. PRINCIPIOS DE INTEGRACIÓN MULTISENSORIAL (STEIN, 2012) ..... 57

FIGURA 5. MANOS CONGRUENTE Y INCONGRUENTE (TSAKIRIS & HAGGARD., 2005)..... 60

FIGURA 6. ACTIVIDAD CEREBRAL DURANTE LA RHI (EHRSSON ET AL., 2005) ..... 63

FIGURA 7. MODELO NEUROCOGNITIVO DE LA RHI (TSAKIRIS, 2010) ..... 65

FIGURA 8. EJEMPLO DE DERIVA PROPIOCEPTIVA ..... 67

FIGURA 9. FULL BODY ILLUSION FBI (EHRSSON, 2007)..... 74

FIGURA 10. IF I WERE YOU ILLUSION (PETKOVA Y EHRSSON., 2008) ..... 75

FIGURA 11. BEING BARBIE ILLUSION (VAN DER HOORT Y COL 2011)..... 76

FIGURA 12. TRANSFER MEN’S MINDS INTO A WOMAN’S BODY (SLATER ET AL., 2010) ..... 78

FIGURA 13. ILLUSION OF LARGE BELLY (NORMAND ET AL., 2010)..... 79

FIGURA 14. EMBODYNG COMPASSION ILLUSION (FALCONER ET AL., 2014) ..... 81

FIGURA 15. ENFACEMENT ILLUSION (TAJADURA-JIMÉNEZ Y TSAKIRIS, 2014) ..... 83

FIGURA 16: AFFECTIVA Q SENSOR..... 112

FIGURA 17. SEÑALES DE LA SALIDA DE LA RESPUESTA GALVÁNICA..... 112

FIGURA 18. POSICIONAMIENTO DEL PARTICIPANTE Y DE LOS EXPERIMENTADORES ..... 113

FIGURA 19. BRAZOS DEL SEXO MASCULINO Y DEL SEXO FEMENINO ..... 114

FIGURA 20. DERIVA PROPIOCEPTIVA..... 115

FIGURA 21. ESTIMULACIÓN CONDICIÓN SÍNCRONA..... 116

FIGURA 22. ESTIMULO AVERSIVO ..... 116

FIGURA 23. EMBODIMENT EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE EDAD..... 119

FIGURA 24. COMPONENTES DEL EMBODIMENT EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE EDAD ..... 119

FIGURA 25. DERIVA PROPIOCEPTIVA EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE EDAD .....	120
FIGURA 26. TEMPERATURA EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE EDAD.....	121
FIGURA 27. RESPUESTA GALVÁNICA EN FUNCIÓN DE LOS GRUPOS DE EDAD .....	121
FIGURA 28. SISTEMA HEAD TRACKING MTBA.....	135
FIGURA 29. PASO 1 OBSERVACIÓN .....	136
FIGURA 30. PASO 2 ESTIMULACIÓN VISUOTÁCTILE .....	137
FIGURA 31. PASO 3 NARRATIVA.....	138
FIGURA 32. PASO 4 CARA-CARA.....	139
FIGURA 33. EMBODIEMENT ENTRE LAS CONDICIONES SÍNCRONA Y ASÍNCRONA RHI .....	141
FIGURA 34. MTBA VERSUS RHI (SÍNCRONA Y ASÍNCRONA) .....	142
FIGURA 35. COMPONENTES DEL EMBODIMENT EN FUNCIÓN DE MTBA Y RHI. ....	143
FIGURA 36. EMBODIMENT EN FUNCIÓN DE LOS PASOS EXPERIMENTALES DEL MTBA .....	144
FIGURA 37. COMPONENTES DEL EMBODIMENT EN FUNCIÓN DE LOS PASOS DEL MTBA .....	145
FIGURA 38. EXPERIMENTO RHI ESTIMULACIÓN ASÍNCRONA.....	156
FIGURA 39. RLI DISTANCIA DE 30 CM ENTRE LA PIERNA DE GOMA Y LA PIERNA REAL. ....	157
FIGURA 40. Q-SENSOR AFFECTIVA PARA MEDIR GSR Y TEMPERATURA .....	158
FIGURA 41. DERIVA PROPIOCEPTIVA .....	159
FIGURA 42. ESTIMULACIÓN CONDICIÓN SÍNCRONA .....	160
FIGURA 43. ESTIMULO AVERSIVO EN LA PIERNA .....	161
FIGURA 44. ESTIMULACIÓN CONDICIÓN ASÍNCRONA .....	162
FIGURA 45. EMBODIMENT DEL BRAZO Y DE LA PIERNA, SÍNCRONA Y ASÍNCRONA (EN TA Y GC).....	168
FIGURA 46. PROPIEDAD, LOCALIZACIÓN Y AGENCIA DEL BRAZO Y DE LA PIERNA, SÍNCRONA (EN TA Y GC).....	168
FIGURA 47. PROPIEDAD, LOCALIZACIÓN Y AGENCIA DEL BRAZO Y DE LA PIERNA, ASÍNCRONA (EN TA Y GC)...	169
FIGURA 48. DERIVA PROPIOCEPTIVA DEL BRAZO Y DE LA PIERNA, SÍNCRONA (EN TA Y GC) .....	169
FIGURA 49. GSR BRAZO Y DE LA PIERNA EN LA CONDICION SÍNCRONA (EN TA Y GC).....	170
FIGURA 50. TEMPERATURA DEL BRAZO Y DE LA PIERNA, SÍNCRONA (EN TA Y GC).....	170

FIGURA 51. EMBODIMENT SÍNCRONO Y ASÍNCRONO (TA, TA+TLP, TLP Y GC)..... 182

FIGURA 52. CONDICIÓN SÍNCRONA: PROPIEDAD, LOCALIZACIÓN Y AGENCIA (TA, TA+TLP, TLP Y GC)..... 184

FIGURA 53. CONDICIÓN ASÍNCRONA: PROPIEDAD, LOCALIZACIÓN Y AGENCIA (TA, TA+TLP, TLP Y GC)..... 184

FIGURA 54. DERIVA PROPIOCEPTIVA ENTRE LOS GRUPOS (TA, TA+TLP, TLP Y GC )..... 185

FIGURA 55. TEMPERATURA ENTRE LOS GRUPOS (TA, TA+TLP, TLP Y GC) ..... 186



**Abstract**

Over the last years, there has been a renovated interest in studies of the body, fundamentally through the *embodiment* theories. Among its many definitions, the experience of embodiment is specifically described as the sense through which an individual locates themselves within the physical boundaries of their own body. This sense of location is complemented by self-awareness and body ownership, which are formed by the integration of a number of bodily sensory signals (sight, touch, proprioception, etc.), along with the sense of body agency, which is the subjective awareness that we perform and control our body actions. According to this approach, the body is regarded not just as part of our identity, but as essential for that, with an important role in our cognitive and emotional processing, particularly in those psychological processes related to body image and schema. What we know about the symptomatological expressions of Eating Disorders (EDs), as well as the most relevant psychological theories at the present, point to body image alterations as a key element for such disorders. Therefore, it is understandable that theories of embodiment have been arousing special interest in the case of ED.

There has been a recent emphasis in the use of bodily illusions to evaluate body perception. For instance, the creation of body illusions favors the comprehension of the cognitive and bodily mechanisms behind body representation. Also, the difference between body scheme (sensory-motor) and body image (cognitive representation of the body) is enabled by the empirical verification of induced visual-motor illusions. In addition, the creation of ambiguities through body illusions may help distinguish the signals generated by sensory representation processes (Bottom-up) from the representation processes of previous perceptive information (Top-down).

Therefore, the present PhD thesis sought to meet two great general objectives. Its first intent was to deepen the evaluation methodology for embodiment mechanisms using body illusion as an empirical method to measure the embodiment, and the second was to study the role of these mechanisms in eating disorder psychopathology. In order to attain these greater objectives, four studies were developed to analyze: 1) the role of age in embodiment mechanisms; 2) the validation of a new experimental paradigm capable of generating embodiment illusions, the “*Machine to Be Another*” experiment; 3) the embodiment mechanisms according ED psychopathology 4) the embodiment mechanisms according patients with EDs and BPD comorbidity. Despite the fact that the four studies here presented wish to address different approaches in the field of embodiment, we believe that the overall work presents high internal coherence. All studies will provide empirical evidence with the common goal of better understanding embodiment experiences, and finally being able to generate a model that attempts to explain that experience in people with body representation alterations.

## I. Introducción

Cómo conformamos nuestra representación corporal tiene mucho que ver con cómo conformamos nuestra identidad y conciencia sobre nosotros mismos. El cuerpo es un componente esencial para el sentido de self y el núcleo de nuestra identidad como individuo (Longo, pág. 190). La experiencia de “ser” un cuerpo es tan familiar y tan fundamental, que es inexpresable. Nuestro cuerpo es parte de nosotros mismos, nos experimentamos como estando dentro de un cuerpo que sentimos como “nuestro”, que se mueve según nuestras intenciones, que obedece a nuestra voluntad. En palabras de Blanke (2012): “Los individuos experimentamos un “mí real” que “reside” en “mi cuerpo” y que es el sujeto “yo” de la experiencia y del pensamiento” (pág. 556).

En los últimos años, ha surgido un renovado interés por el estudio del cuerpo, a través fundamentalmente de las teorías del *embodiment*<sup>1</sup>. En concreto, la experiencia de *embodiment*, entre las muchas definiciones que tiene, se ha descrito como el sentido por el cual una persona se localiza a sí misma dentro de los bordes físicos de su propio cuerpo (Valera, Thompson & Rosch, 1991). Ese sentido de localización se complementa con el de auto-reconocimiento y propiedad corporal (de Viding, 2010; Gallagher, 2000), que se conforman desde la integración de diversas señales sensoriales del cuerpo (ej., visión, tacto, propiocepción, etc.), junto con el sentido de la agencia del cuerpo, es decir, la conciencia subjetiva de que nosotros somos quienes ejecutamos y controlamos las acciones de nuestro cuerpo (Tanaka et al., 2009).

---

<sup>1</sup> El término “*embodiment*” se podría traducir al castellano como “*encarnación*” o “*corporeización*”. Dado lo ampliamente usado que es el término en inglés, y la falta de consenso en la traducción al castellano, hemos preferido seguir manteniéndolo en inglés durante todo este manuscrito.

Desde estos planteamientos, se considera que el cuerpo, además de ser parte de nuestra identidad, es esencial y tiene un importante papel causal en nuestro procesamiento cognitivo y emocional (Kilteni et al., 2012), especialmente en aquellos procesos psicológicos que tienen que ver con la imagen y esquema corporal (Mussap & Salton, 1996). Desde aquí se entiende el interés especial que estas teorías están despertando en el caso de los Trastornos Alimentarios (TA). Tanto lo que conocemos de las manifestaciones sintomatológicas de los TA, como las teorías psicológicas actuales más relevantes, señalan que la alteración en la imagen corporal es un elemento clave en estos trastornos (p.ej., Cooper & Fairburn, 2011; Fairburn et al., 2009; Treasure & Schmidt, 2013).

En concreto, esta tesis doctoral tiene dos grandes objetivos generales: El primero es profundizar en la metodología que se está utilizando para analizar los mecanismos responsables de los procesos de embodiment y el segundo es estudiar el papel de estos mecanismos en la psicopatología de los TA.

En los últimos años se ha enfatizado la utilidad de las ilusiones corporales para evaluar la percepción corporal. Por ejemplo, Gallagher (2005) plantea que la creación de ilusiones corporales favorece el entendimiento de los mecanismos corporales y cognitivos que subyacen a la representación corporal. Para este autor, la diferenciación entre el esquema corporal (vía sensorio-motor) e imagen corporal (representación cognitiva del cuerpo) se puede hacer posible por medio de la constatación empírica de ilusiones viso-motoras inducidas. En esta misma línea, Gregory (2005) afirma que la creación de ambigüedades por medio de ilusiones corporales puede ayudar a separar las

señales generadas por los procesos de representación sensorial (Bottom-up) de los procesos de representación (Top-down) de conocimientos perceptivos previos.

Uno de los paradigmas que más se está utilizando para evaluar la percepción del sentido de auto-reconocimiento y propiedad corporal, es la denominada *Rubber Hand Illusion* (RHI) o ilusión de la mano de goma. El RHI utiliza la manipulación de las señales sensoriales para inducir la distorsión de la percepción de propiedad corporal, y ha sido considerado por los investigadores como un excelente instrumento para evaluar cómo funciona dicha percepción (Botvinick & Cohen, 1998; Costantini & Haggard, 2007; Ehrsson et al., 2004; Tsakiris & Haggard, 2005).

En esta tesis doctoral se utiliza el paradigma experimental de RHI y se plantea también un nuevo instrumento capaz de generar ilusiones corporales el llamado “*The Machine to Be Another*” (MTBA) traducido como “La Máquina de Ser Otro”.

A la vista de la importancia de estudiar la representación e imagen corporales por medio de ilusiones corporales y la alarmante incidencia y prevalencia de los TA, la investigación en este ámbito se hace especialmente relevante para fomentar la comprensión y el desarrollo de avances en el tratamiento de estos trastornos. En España, los TA presentan rangos de prevalencia en la población de mayor riesgo (mujeres entre 12 y 21 años) del 4,1 – 6,4% (Fernández, Encianas & Escursell, 2004). Según la American Psychiatric Association (APA, 2000), la alteración en la imagen corporal en los TA es el síntoma clínico principal y un factor pronóstico importante (Exterkate, Vriesendorp & De Jong, 2009; Heilbrun & Friedberg, 1990).

Con la finalidad de responder estos dos grandes objetivos generales que antes se comentaban, se diseñaron cuatro estudios: 1) un estudio cuyo objetivo es analizar los procesos de embodiment en función de la edad, evaluado por el experimento RHI; 2) un estudio cuyo objetivo es la validación de un nuevo paradigma experimental capaz de generar ilusión corporal e ilusión de embodiment, el experimento “The Machine to Be Another”; 3) un estudio con el objetivo de analizar la relación entre los procesos de embodiment y la psicopatología alimentaria y 4) un último estudio cuyo objetivo es analizar los mecanismos del embodiment en pacientes con TA, y estudiar su posible relación con la comorbilidad de Trastorno Límite de la Personalidad (TLP).

La estructura general que sigue este trabajo se inicia con una parte teórica, en la que se define la teoría del embodiment y los mecanismos de la integración multisensorial del mismo. Posteriormente se analiza la relevancia de la alteración del embodiment en pacientes con TA y, por último, una presentación de las ilusiones corporales como medida experimental del embodiment.

La segunda parte del trabajo se centra en la aportación empírica, comenzando con una descripción detallada de los cuatro estudios llevados a cabo en esta tesis, estando cada estudio compuesto por sus respectivos apartados: justificación, objetivos, hipótesis, metodología y conclusión. Finalmente, se muestran los resultados obtenidos y las conclusiones en general.

A pesar de que los cuatro estudios presentados pretenden abordar diferentes frentes en el ámbito del embodiment, creemos que en conjunto presentan una elevada coherencia interna, y que todos ellos aportarán evidencia empírica con el fin común de

comprender mejor las experiencias de embodiment, y finalmente de poder generar un modelo que intente explicar esta experiencia en personas con alteraciones en sus representaciones corporales.



## I. Introduction

The construction of our body representation is strongly related to how we shape our identity and self-awareness. The body is an essential component for the sense of the self and the core of our identity as an individual (Longo, p. 190). The experience of “being” a body is so familiar and crucial that can hardly be expressed in words. Our bodies are part of ourselves. We experience ourselves as we are within a body we call “ours”, which moves according to our will and intentions. According to Blanke (2012), “*human adults experience a “real me” that “resides” in “my” body and is the subject or “I” of experience and thought.*” (p. 556).

Over the last years, there has been a renovated interest in studies of the body, fundamentally through the *embodiment* theories. Among its many definitions, the experience of embodiment is specifically described as the sense through which an individual locates themselves within the physical boundaries of their own body (Valera, Thompson & Rosch, 1991). This sense of location is complemented by self-awareness and body ownership (de Vignemont, 2010; Gallagher, 200), which are formed by the integration of a number of bodily sensory signals (sight, touch, proprioception, etc.), along with the sense of body agency, which is the subjective awareness that we perform and control our body actions (Tanaka et al., 2009).

According to this approach, the body is regarded not as part of our identity, but as essential for that, with an important role in our cognitive and emotional processing (Kilteni et al., 2012), particularly in those psychological processes related to body

image and schema (Mussap & Salton, 1996). Therefore, it is understandable that these theories have been arousing special interest in the case of eating disorders (ED).

What we know about the symptomatological expressions of EDs, as well as the most relevant psychological theories at the present, point to body image alterations as a key element for such disorders (e.g. Cooper & Fairburn, 2011; Fairburn et al., 2003, 2009; Treasure & Schmidt, 2013).

This PhD thesis has two main general objectives: firstly, to look into the methodology used to analyze the mechanisms in charge of embodiment processes, and secondly, to study the role of these mechanisms in the psychopathology of EDs.

There has been a recent emphasis in the use of bodily illusions to evaluate body perception. For instance, Gallagher (2005) proposes that the creation of body illusions favors the comprehension of the cognitive and bodily mechanisms behind body representation. According to the author, the difference between body scheme (sensory-motor) and body image (cognitive representation of the body) is enabled by the empirical verification of induced visual-motor illusions. Similarly, Gregory (2005) affirms that the creation of ambiguities through body illusions may help distinguish the signals generated by sensory representation processes (Bottom-up) from the representation processes of previous perceptive information (Top-down).

One of the most employed paradigms in the assessment of the perception of the sense of self-awareness and body ownership is the so-called "Rubber Hand Illusion" (RHI). It uses the manipulation of sensory signals to induce the distortion of body

ownership perception, and researchers have regarded it as an excellent tool to assess that perception (Botvinick & Cohen, 1998; Constantine & Haggard, 2007; Ehrsson et al, 2004; Tsakiris & Haggard, 2005).

Therefore, this PhD thesis uses the RHI experimental paradigm and also proposes a new tool for the generation of body illusions, which is called “The Machine to Be Another” (MTBA).

In view of the importance of studying the body representation and image through body illusions and the alarming incidence and prevalence of EDs, this research is particularly relevant to further the comprehension and development of advancements in the treatment of those disorders. In Spain, the range of prevalence of EDs in the high-risk population (women aged 12 to 21) is 4.1 and 6.4 per cent (Fernández, Encianas & Escursell, 2004). According to the American Psychiatric Association (APA, 2000), body image alterations in EDs are the main clinical symptom and an important prognostic factor (Exterkate, Vriesendorp, De Jong, 2009; Heilbrin & Friedberg, 1990).

In order to meet those two general objectives, four studies were developed: 1) a study to analyze embodiment processes according to age, assessed through the RHI experiment; 2) a study to validate a new experimental paradigm capable of generating body and embodiment illusions, "The Machine to Be Another" experiment; 3) a study to analyze the relations between embodiment processes and ED psychopathology, and 4) a study to analyze embodiment mechanisms in ED patients, studying their possible relation with the Borderline Personality Disorder (BPD) comorbidity.

The general structure followed by this study begins with a theoretical introduction, which defines the embodiment theory and its multisensory integration mechanisms. Subsequently, the relevance of embodiment alterations for ED patients is analyzed and, lastly, there is a presentation of body illusions as an experimental measure of embodiment.

The second part of this study is focused on an empirical contribution, which begins with a detailed description of the four studies carried out in this thesis, each of whom is composed by its respective sections: justification, objectives, hypothesis, methodology and conclusion. Lastly, results and general conclusions obtained are presented.

Despite the fact that the four studies here presented wish to address different approaches in the field of embodiment, we believe that the overall work presents high internal coherence. All studies will provide empirical evidence with the common goal of better understanding embodiment experiences, and finally being able to generate a model that attempts to explain that experience in people with body representation alterations.

## **II. Marco Teórico**

### **1. El cuerpo en Psicología**

En el año 1950, la psicología de aquel momento hipotetizaba que la mente podía ser considerada como una computadora, la cognición era concebida como autónoma, lógica y sin cuerpo (Turing, 1950). A partir de aquí, los procesos cognitivos fueron vistos como fenómenos mentales que tienen poco que ver con la experiencia encarnada. Es decir, desde los acercamientos cognitivos tradicionales se ha tendido a considerar la mente como un procesador de información abstracta, cuyas conexiones con el mundo exterior eran de poca importancia teórica y se ha tendido a considerar muy marginalmente el papel del cuerpo en los procesos cognitivos.

Sin embargo, algunos autores, entre ellos filósofos y psicólogos, investigaban sobre la otra cara de la moneda. Por ejemplo Jean Piaget (1963), en su teoría sobre la psicología del desarrollo, empezó a explorar de manera significativa las acciones corporales como la base de adquisición conceptual de conocimientos. En sus estudios, observó a los bebés de uno a dos años de edad y sus exploraciones sensomotoras. Planteaba, por ejemplo, que el interés de los bebés en las cosas que se movían les ayudaba en la comprensión de la relación causa-efecto del mundo físico. En otras palabras, para Piaget el desarrollo de la sensibilidad física y sensomotora del niño podría ser la base de la adquisición de un concepto nuevo o conocimiento.

Para William James (1842), psicólogo y filósofo, la teoría de la emoción implicaba directamente al cuerpo. James planteó que la emoción es una consecuencia de

la percepción de respuestas fisiológicas, por lo tanto, la conciencia de una emoción se produce después de que se han producido las reacciones fisiológicas emocionales. En otras palabras, “no sonreímos porque estamos contentos, pero estamos contentos porque sonreímos”, igualmente, “no temblamos porque tenemos miedo, pero tenemos miedo porque temblamos”.

Las hipótesis del marcador somático de Antonio Damasio ampliaron los conocimientos existentes, poniendo de relieve la estrecha relación entre la fisiología de la emoción y los procesos cognitivos. Damasio afirmó que los cambios fisiológicos en respuesta a diferentes estímulos se transmiten al cerebro, donde se transforman en meta representaciones del estado corporal que constituyen un sentimiento emocional. Estos sentimientos emocionales afectan a la cognición y al comportamiento, y consecuentemente guían la toma de decisiones (Damasio, 1994).

En la misma línea, Merleau-Ponty (1999), desde un enfoque humanista, planteó un concepto donde el cuerpo y el mundo son dos facetas de la misma moneda, de manera que es imposible experimentar el mundo sin el cuerpo, de la misma forma que es imposible concebir el cuerpo sin el mundo.

Para James (1890) “el cuerpo siempre está ahí”, pero no siempre somos conscientes de nuestro cuerpo. En el próximo apartado se demostrará la importancia de la conciencia corporal en la conexión mente y cuerpo.

## 1.1. Conciencia Corporal

Mehling, Hamel, Acree, Byl y Hecht (2005) definen conciencia corporal como un proceso de percepción de estados corporales que son originales de los sistemas, propioceptivos e interoceptivos. Este concepto incluye la percepción de las sensaciones físicas (ej., posición del cuerpo, latido del corazón) y también sensaciones complejas (ej., dolor, relajación). También ha sido definida como (Baas, Beery, Allen, Wizer y Wagoner; 2004) la habilidad de percibir señales sutiles del cuerpo.

De acuerdo con Lewkowicz y Ghazanfar (2009) la conciencia corporal surge desde una retroalimentación coherente de los sistemas sensoriales. Los sistemas sensoriales son: visual, auditivo, gustativo, olfativo, táctil, propioceptivo y vestibular. En el actual trabajo vamos a fijarnos en los sistemas sensoriales táctiles, propioceptivo y vestibular.

El sistema táctil produce informaciones importantes sobre el ambiente. La retroalimentación de los receptores de la piel proporciona información sobre la presión, el dolor, la textura o la temperatura. Los receptores táctiles están localizados en todo el cuerpo (Guyton, 1988 p. 504), y además, permiten discriminar y protegernos de a los estímulos y objetos dañinos.

El sistema propioceptivo detecta la posición de nuestro cuerpo y las extremidades. La propiocepción permite la percepción y el control del cuerpo como un

todo. Nos informa donde están cada una de las partes de nuestro cuerpo y la fuerza necesaria para ejecutar una actividad (Miranda & Rodrigues, 2001, pág.30).

El sistema vestibular proporciona el conocimiento de la gravedad, la dirección y la velocidad del movimiento. Las funciones de los sistemas vestibular y propioceptivo están relacionadas con el equilibrio, la coordinación bilateral (capacidad de utilizar ambos lados del cuerpo), la coordinación de los movimientos de los ojos y de la cabeza, y la planificación motora. El sistema vestibular contribuye a la base neurológica de la atención y regulación emocional, por medio de extensas conexiones con la formación del sistema límbico (Goodrich & Magalhaes, 2002, pág.22). El sistema límbico comprende parte de núcleos cerebrales que regulan las emociones (ej. área ventral tagmental, núcleo accumbens, hipocampo, núcleos septales laterales y corteza frontal) (Gender, Morris & Dolan, 2005). Junto con las estructuras de la corteza frontal, el sistema límbico procesa los estímulos emocionales y los integra a funciones cerebrales complejas del ser humano, como la motivación y aprendizaje (Purbes, 2004). También tiene un papel importante en las enfermedades psiquiátricas (ej. depresión, esquizofrenia y trastornos bipolares) (Kandel, 2000).

## **1.2. Representación Corporal**

Para Gallagher (2005), la representación corporal se conforma por medio de la interacción de dos componentes principales, la imagen corporal (IC) y el esquema corporal (ES).

### **1.2.1. Imagen Corporal y Esquema Corporal**

La interacción entre la IC y el EC estructura la autoconsciencia corporal y organiza las percepciones y acciones del cuerpo (Gallagher, 2005). de Vingemont, (2010) definió el EC como un sistema de funciones sensomotoras (motor, háptica, vestibular, estímulos somato-sensoriales) que opera sin el conocimiento o la necesidad de vigilancia perceptiva. Se trata de una organización de todas las sensaciones relativas al propio cuerpo, en relación con los datos del mundo exterior. Constituye un patrón al cual se refieren las percepciones (información espacial del propio cuerpo) y las intenciones motrices (realización del gesto, agenciarse) poniéndolas en correspondencia.

El EC es flexible y se pueden incorporar varias partes significativas del medio ambiente, por ejemplo, prótesis en amputados (Gallagher, 1986). Además, es muy importante para el desarrollo infantil, ya que EC es necesario para la supervivencia del niño, por ejemplo, la coordinación de llevar la mano hacia la boca en los lactantes (Gallagher et al., 1998).

Por otro lado, la IC se define como una idea consciente, una representación mental, creencias, actitudes y emociones relacionadas con el propio cuerpo (Cash & Brown 1987, Gardner & Moncrieff 1988, Powers et al., 1987). El concepto de representación mental del cuerpo se refiere a las múltiples representaciones de percepción abstractas del cuerpo en el cerebro. Son informaciones sobre la forma y el tamaño de las partes del cuerpo, su posición en el espacio y la integración de las partes

corporales en un todo estructurado (Paillard, 1999, Gallagher, 2005, Serino & Haggard, 2010).

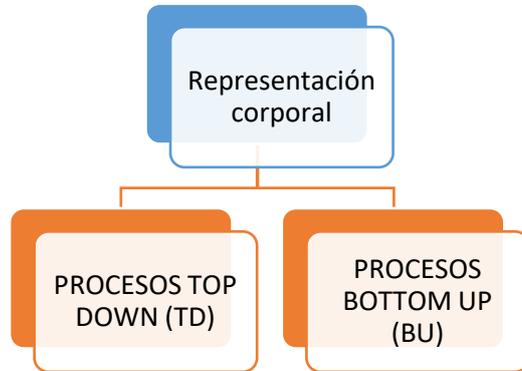
La IC y el EC son productos del proceso de integración de sentidos multimodales (propiocepción, visión y tacto) (Paillard, 2005). Es por medio de la IC, en conjunto con el EC, que el individuo construye el sentido de propiedad corporal, es decir, la sensación de pertenencia del cuerpo (Gallagher, 2000). De acuerdo con Gallagher (2005), la diferencia entre el EC (vía sensomotora) y la IC (representación reflexiva y cognitiva del cuerpo) sólo se puede observar por medio de la constatación empírica de la disociación de las dos, en otras palabras, por medio de respuestas comportamentales inducidas por ilusiones corporales visomotoras, como por ejemplo la RHI (Botvinick & Cohen, 1998), de la que hablaremos más adelante.

La psicología cognitiva ha propuesto dos modelos de procesamiento de información implicados en la sensación y la percepción sensorial para explicar la actividad del sistema de representación mental del cuerpo. Estos dos modelos son: los procesos Top Down (de arriba abajo) y los procesos Bottom Up (de abajo arriba) de representación corporal.

### **1.3. Procesos Top Down y Bottom Up de representación corporal**

La representación corporal implica una compleja integración de los procesos automáticos de Bottom-up (BU), que se refiere, a los procesos de la organización del EC, con procesos de orden superior, Top Down (TD), que se refieren a representaciones

perceptivas de la IC (Gregory 1970; Gibson, 1966; Gurfinkel & Levick, 1991; Kammers et al., 2006) (Figura 1).

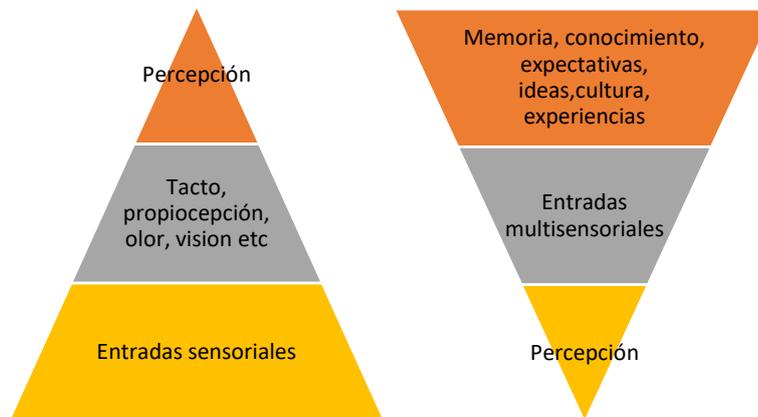


**Figura 1. Procesos de funcionamiento Top Down y Bottom Up**

Gibson (1996) defiende la predominancia del procesamiento BU y plantea que la percepción implica recoger información proporcionada directamente por el sistema sensoriomotor y no está sujeta a la influencia de informaciones cognitivas previas. Para Gibson, la sensación es percepción, lo que se ve es lo que se obtiene, no hay necesidad de procesamiento o interpretación (Figura 2).

Por su parte, los procesos TD necesitan de actividad cognitiva para generar una percepción e interpretar la información, como por ejemplo las informaciones semánticas y afectivas de las representaciones cognitivas (de Vingemont et al., 2005; Dijkerman & De Haan, 2007; Gallagher, 2005; Paillard, 1999) (Figura 2).

Gregory (1970) defiende la importancia de los procesos TD y planteó que alrededor del 90% de la información visual se pierde en el momento en que llega al cerebro para su procesamiento.



**Figura 2. Procesos Bottom up y Top Down**

Otros autores defienden, en cambio, que la representación mental del cuerpo puede no solo estar influenciada por la información sensorial (visión, táctil, propiocepción, etc.), sino también por informaciones semánticas y afectivas de las representaciones cognitivas (de Vingemont et al., 2005; Dijkerman & De Haan, 2007; Gallagher, 2005; Paillard, 1999).

Un ejemplo muy claro de influencia del procesamiento TD de la información en las representaciones mentales es, por ejemplo, los fenómenos de miembro fantasma (Mitchell, 1871). Este fenómeno se refiere una experiencia que relatan algunas personas a las que le han amputado alguna parte de su cuerpo, y que siguen teniendo la percepción de tenerlo (miembro fantasma en el mismo lugar del miembro que ha sido amputado).

En otras palabras, las representaciones mentales del cuerpo pueden estar influidas por la información sensorial (visión, táctil, propiocepción), y también por las informaciones semánticas y afectivas de las representaciones cognitivas de procesamiento TD (Paillard, 1999; de Vingemont et al., 2005; Gallagher, 2005; Dijkerman & De Haan, 2007).



## **2. Embodiment**

En este apartado se explica el significado del embodiment en las actitudes, la percepción social y la emoción. Se centra principalmente en cómo los sistemas sensoriales subyacen o intermedian a la percepción de la acción, la introspección, las experiencias conscientes de la emoción, la motivación y las operaciones cognitivas.

El termino Embodiment fue utilizado por Niedenthal (2002), y está íntimamente relacionado con el sentido del self, y el sentido de propiedad corporal. Para Valera, Thompson y Rosch (1991), embodiment es el estudio de cómo el cuerpo participa y representa los procesos cognitivos. Es el sentido por el cual una persona se localiza a sí misma dentro de los bordes físicos de su propio cuerpo (véase también, Niedenthal, 2002).

### **2.1. Embodied Cognition**

El concepto del embodied cognition ha sido traducido al español como “cognición encarnada” y ha sido utilizado extensivamente en la ciencia cognitiva y en la literatura desde de mediados del año 1980.

Una de las aportaciones de las teorías sobre el embodiment es la idea de que la cognición se basa en las distintas modalidades sensoriales (ej. visual, auditiva, táctil y cenestésica). Según esta aproximación, los estados corporales son constituyentes de la cognición y, por lo tanto, los estados corporales pueden desencadenar estados cognitivos y viceversa (Barsalou, Niedenthal, Barbey & Ruppert, 2003; Smith, 2005).

Para Lakoff y Johnson (1999) la cognición encarnada adopta la idea de las ciencias cognitivas incorporadas, que rechaza el dualismo cartesiano y plantean el realismo encarnado “*Embodied Realism*”, o también definida por “experiencialismo”, donde las operaciones mentales están conectadas con la interacción sensomotora de nuestros cuerpos y el ambiente.

Relacionado con la cognición encarnada, Raymond Gibbs (2005) planteó que las experiencias emocionales son expresadas lingüísticamente por medio de las metáforas, ironía o frases hechas, que se relaciona íntimamente con las experiencias corporificadas. Gibbs utilizó un ejemplo para la comprensión de la metáfora encarnada: una chica en el día de su boda en el momento de firmar el contrato de separación de bienes, y ansiosa con la situación dijo: “I couldn't stand to see our future relationship be reduced to questions of money”, traducida en: “No puedo (estar de pie) al ver nuestra futura relación reducirse a cuestiones de dinero”. En esta frase, la chica usó la expresión “estar de pie”, metafóricamente, como manera de expresar la experiencia encarnada de luchar para mantenerse físicamente en posición vertical, cuando algunas fuerzas físicas actúan contra ellos demostrando así que el lenguaje y los pensamientos están directamente ligados por acciones encarnadas del cuerpo.

Otro ejemplo interesante que planteó Gibbs (2013), fue un experimento que analizaba el embodiment a través de metáforas narrativas. En este experimento, dos grupos de participantes sanos escucharon dos historias diferentes, con contenidos distintos, en una relación exitosa y en otra no. La primera historia había términos metafóricos encarnados y en la otra no. La historia con términos metafóricos encarnados utilizaba frases como: “la relación de su pareja se mueve a lo largo de un extenso camino, hacia una dirección”. La historia sin términos metafóricos encarnados usaba frases como: “la relación de su pareja es muy importante para usted”. Tras oír las historias, se pidió a los participantes que con los ojos cerrados anduvieran cuanto quisieran mientras pensaban sobre la historia que acababan de oír. Las personas que oyeron la historia con metáforas encarnadas caminaron más tiempo y más distancia que las personas que oyeron la historia sin metáforas encarnadas. Este resultado sugiere que la comprensión de las narrativas metafóricas está basada en gran parte, en simulaciones encarnadas de acciones corporales.

En una línea similar, Barsalou (1999) planteó que el procesamiento sensoriomotor desempeña un papel crucial para la comprensión, por ejemplo, en el momento en que leemos o escuchamos una palabra, una frase, o una oración, simulamos mentalmente objetos o situaciones/eventos ya vividos y los incorporamos nuevamente a la situación actual, facilitando así la adquisición de conocimiento.

Cada vez más los investigadores ponen de relieve que la cognición depende de las modalidades que constituyen la percepción, acción e intercepción, y viceversa. Otro ejemplo de que los estados cognitivos pueden producir estados corporales son los estudios de Hess y Blair (2001) y Niedenthal et al., (2010) sobre las expresiones

faciales. Los autores mostraban cómo después de que los participantes percibieron las expresiones faciales de los demás, las imitaban. Esta mímica facial puede conducir a una simulación emocional percibida de una experiencia afectiva del otro (Niedenthal, 2007). Este proceso puede ser fundamental para el reconocimiento de las emociones (Oberman, Winkielman & Ramachandran, 2007) y forma la base de la empatía (Dimberg & Thunberg, 2012). Además de imitar las expresiones faciales, también se puede observar la imitación de posturas corporales y gestos. Curiosamente, la experiencia de ser imitado parece facilitar las interrelaciones sociales (Lakin, Jefferis, Chemg & Chartrand, 2003).

En relación a postura corporal Riskind & Gotay (1982) mostraron que la postura corporal afecta el estado de ánimo de la persona. En un estudio los investigadores pidieron a un grupo de participantes que mantuviesen en una postura encurvada, mientras que a otro grupo de participantes que mantuviesen una postura erguida. Tras una tarea neutral los investigadores observaron que el grupo que había mantenido la postura encurvada mostraron un estado de ánimo más bajo e más propensos a desistir de la tarea mientras que en el otro grupo de participantes que había mantenido la postura erguida, mostraron un estado de ánimo más alto y menos propensos a no desistir de la tarea.

Siguiendo en esta línea sobre postura corporal, Carney, Cuddy y Yap (2010) pidieron a los participantes que adoptasen una postura corporal de poder (postura expansiva). Observaron que los participantes tras adoptaren una postura corporal de poder experimentaban mayores niveles de testosterona y menores niveles de cortisol.

Igualmente, Cuddy et al., (2012) pidieron que sus participantes se mantuvieran en una postura corporal de poder durante siete minutos y en seguida que participaran de una tarea de entrevista de empleo. Tras esa tarea, los investigadores observaron que las personas que se mantuvieron en una postura corporal de poder durante siete minutos, presentaron un mejor desempeño durante la entrevista de trabajo.

Otro estudio que también demuestra la interacción de la vía bidireccional del embodiment y la cognición han sido los estudios sobre los movimientos con la cabeza. Por ejemplo Wells y Petty (1980) observaron que tras una tarea experimental, las personas que movían la cabeza verticalmente (movimiento de afirmación), eran más propensas a estar de acuerdo con la tarea dada, comparados con las personas que movían la cabeza horizontalmente (movimiento de negación).

A partir de todos estos estudios, se han ido conformando evidencias sobre la hipótesis de que la cognición está encarnada y no solo se basa en la manipulación de símbolos amodales, arbitrarios y abstractos, sino que implica la activación y la combinación de experiencias sensoriomotoras en conjunto con la cognición (Chatterjee, 2010).

En suma, la cognición interactúa con los sistemas sensoriomotores, el cuerpo, el entorno físico, el entorno social y depende críticamente de todos estos dominios (Barsalou, Breazel & Smith, 2007).

## 2.2. Embodiment e integración multisensorial

Tras el embodied cognition, un nuevo modelo de estudio del embodiment se ha desarrollado en los últimos años, el llamado “embodiment of multisensory integración” (o embodiment de la integración multisensorial, IM) (Tsakiris & Haggard, 2005). Desde este enfoque se analizan cómo los procesos perceptivos de la IM participan en el embodiment, o en otras palabras, en cómo encarnamos nuestro cuerpo.

Este enfoque a veces también se denomina como “embodiment of ownership or disownership” (de Vingerhout, 2010). La propiedad corporal se refiere a la sensación de pertenencia de nuestro propio cuerpo (Gallagher, 2000). Para de Vingerhout (2007) el cuerpo experimentado es siempre el propio cuerpo, pero eso no quiere decir que ese cuerpo se sienta como de nuestra propiedad. En otras palabras, uno puede saber que su cuerpo es suyo, pero no significa que sienta la propiedad de su cuerpo. En ese sentido la propiedad corporal se convirtió en la clave para el entendimiento de la representación corporal y el embodiment (de Vingerhout, 2010).

Gibson (1979/1986) fue quien hizo hincapié en que el sentido de propiedad corporal está íntimamente correlacionado con la IM del sentido del cuerpo (visión, tacto y otros). de Vingerhout (2010) planteó que el sentido de propiedad corporal se puede alterar por medio de la manipulación de la IM, generando alteraciones en la experiencia de la encarnación del propio cuerpo, aunque el sujeto sabe que el otro no es parte de su cuerpo (véase más información en el apartado de ilusiones corporales).

Tras los trabajos de Gibson y de Vining, muchos otros estudios empezaron a aparecer. Por ejemplo, por medio del estudio de las disfunciones y errores de interpretación sensorial en pacientes con daño cerebral, los investigadores empezaron a entender cómo funciona la percepción de propiedad del cuerpo y cómo dicho sentido actúa en la representación corporal (Paillard, 1999, Dijkerman & de Haan 2007). Y es a través de estos errores de la interpretación sensorial que se pudieron observar distintas experiencias de la representación corporal, como por ejemplo en los siguientes fenómenos corporales: la asomatognosia, que consiste en la incapacidad de percibir la mitad del cuerpo (Critchley, 1953); la somatoparafrenia, donde los pacientes insisten en que uno de sus miembros pertenece a otra persona (Vallar & Ronchi, 2009); el síndrome del miembro fantasma, en el que las personas con miembros amputados perciben como si todavía tuviesen un miembro conectado al cuerpo (Melzack, 1990); o los fenómenos autoscópicos, en los que el individuo, mientras cree estar despierto, ve su propio cuerpo desde una perspectiva fuera del cuerpo (Brugger, Regard, Landis, 1996; Bolognini, Ladavas & Farne, 2011; Devinsky, Feldmann, Burrows & Bromfield, 1989). Se observa también en el Trastorno de Identidad e Integridad Corporal, que consiste en que las personas expresan el deseo de tener parte de su cuerpo amputado por no las consideraren como propiedad corporal (Primera, 2005).

Las causas de estos fenómenos corporales generalmente son, pero no siempre (ej. sensación del miembro fantasma), por daño en la corteza premotora, la corteza parietal y/o los sistemas que implican estas regiones (Davies & Gavin, 2007). En esencia, estas regiones son responsables del procesamiento de la representación corporal. Cuando existe una alteración en cualquier parte de la corteza premotora o parietal, las consecuencias se desplazan al procesamiento multisensorial y pueden causar

dificultades para procesar adecuadamente los estímulos de una manera funcional (Davies & Gavin, 2007).

Blanke et al., (2012) plantearon que la observación de estos fenómenos corporales proporciona evidencias empíricas de que el daño cerebral puede dar lugar a cambios patológicos en la percepción de la representación de propiedad corporal. Además, tales cambios se deben a una doble desintegración entre señales visuales y somato sensoriales (sistema propioceptivo y visuotactile) (Blanke et al., 2004; López et al., 2008).

En esta misma línea, Ehrsson (2012) planteó que las informaciones sensoriales del cuerpo son substratos neuronales del sentido de propiedad corporal, en el cual, las señales multisensoriales (ej. táctiles, propioceptivos y visuales) construyen la percepción de propiedad del propio cuerpo.

Así, la representación multisensorial y el sentido de propiedad corporal se han convertido en un foco creciente de la investigación en psicología, neurología y psiquiatría (Ehrsson, 2012).

Recientemente, se ha observado que por medio de la inducción de las ilusiones corporales tras manipular las entradas sensoriales del cuerpo se puede modificar radicalmente en tan sólo algunos segundos la percepción del sentido de propiedad corporal y los mapas de la representación corporal (Botvinick & Cohen, 1998). A

continuación se explica cómo funcionan las ilusiones corporales y su importancia como medida de evaluación de la representación corporal.



### **3. Ilusiones Corporales para la investigación de la representación corporal**

Para de Vingemont (2007) el objetivo de crear las ilusiones corporales es perturbar la percepción sensorial del cuerpo, con el fin de entender cómo el cuerpo es capaz de sostener y distinguir entre los distintos componentes de la percepción sensorial y construir una representación mental de propiedad corporal. En los próximos apartados se explica cómo funcionan las ilusiones corporales.

#### **3.1 Rubber Hand Illusion (RHI- Botvinick & Cohen, 1998)**

Ideado por Botvinick y Cohen (1998) el experimento de Rubber Hand Illusion (RHI), ha sido el primero experimento de ilusión corporal desarrollado como un instrumento que permite discriminar procesos perceptivos de la representación corporal (Botvinick & Cohen, 1998).

La estimulación multisensorial proporcionada por el RHI genera sesgos en la percepción de la propiedad corporal y por medio de este sesgo se puede medir cuanto sentido de propiedad corporal tiene la persona.

Consiste en crear una ilusión y hacer la persona a creer que una mano de goma es su propia mano, mientras que la mano original está escondida de su vista. En primer lugar, se coloca al sujeto frente a una mesa con las manos sobre la misma. Mediante una tabla de madera se tapa una de las manos y se coloca una mano de goma en una zona a

la vista del sujeto y en una posición congruente con la de la mano oculta. Posteriormente, se tocan las dos manos (la de goma a la vista y la real oculta) simultáneamente con un pincel. Unos segundos después (15 segundos aproximadamente.) la mayoría de las personas suelen percibir la mano de goma como su propia mano (Figura 3).



**Figura 3. Rubber Hand Illusion (Botvinick y Cohen, 1998)**

De media, el 80% de los participantes informan experimentar la ilusión inducida en un intervalo de 15 segundos de estimulación síncrona (por medio de dos pinceles) entre la mano de goma y la mano real (Ehrsson, Holmes & Passingham, 2005). Sin embargo, esta ilusión es interrumpida si las caricias hacia las manos (real y de goma) son realizadas con un retraso temporal (0,5 segundos de diferencia entre pinceladas), llamada estimulación asíncrona (considerada tradicionalmente como la condición control), y solo un 15% tiene la ilusión en esta condición (Haans, Florian, Don & Ijsselsteijn, 2012).

Mediante el experimento RHI se ha mostrado que se puede engañar o desdibujar los límites de percepción entre el yo y el otro. Durante el experimento, el cerebro comete el “error” de tomar en propiedad una mano de goma que no le pertenece. El cerebro no sólo asigna, sino que también es capaz de alterar los mapas del cuerpo para que la mano de goma forme parte del mismo. Cabe destacar que esto ocurre a pesar de que el participante sabe en todo momento que la mano de goma no es parte de su cuerpo.

### ***3.1.1 Mecanismo de integración multisensorial en la RHI***

El paradigma RHI refleja que la sensación de tener un cuerpo o de ser dueño del propio cuerpo, se genera por medio de la integración de inputs sensoriales multimodales, o bien la llamada integración sensorial (IS) (Ventre-Dominey, Nighossia & Denise, 2003; Stein, 1992). La integración sensorial es una de las funciones cerebrales más importantes. Se trata de un proceso del Sistema Nervioso Central (SNC), que organiza la sensación del propio cuerpo y hace que sea posible su uso de manera efectiva en el ambiente (Ayres, 1979). Por medio de procesos neurobiológicos se hace posible la integración de informaciones procedentes de diferentes estímulos sensoriales (visual, auditivo, gustativo, olfativo, táctil, propioceptivo y vestibular). Una retroalimentación coherente de dichos estímulos sensoriales nos permite tener experiencias perceptivas de propiedad, localización y agencia del cuerpo y del ambiente (Lewkowicz & Ghazanfar, 2009).

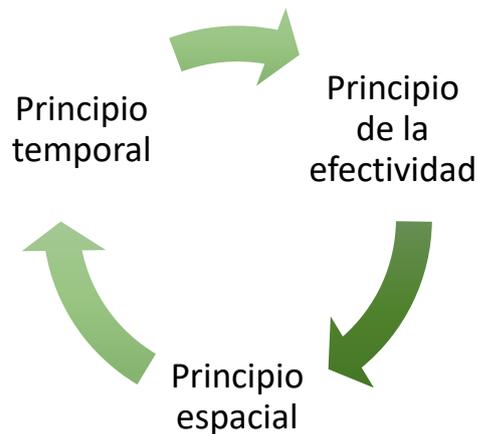
El sistema sensorial que subyace a la RHI está compuesto por tres vías

receptoras sensoriales: el tacto, la visión y el sistema propioceptivo (Botvinick & Cohen, 1998). Durante la RHI estas vías receptoras sensoriales (tacto, visión y propiocepción) son responsables de llevar la información captada por nuestro cuerpo. Para codificar todas estas informaciones, el cerebro hace constantes calibraciones (Stein, 2012), y finalmente, se genera las percepciones propiedad, localización y agencia del cuerpo. Si algunas de las informaciones sensoriales no llegan al cerebro, o llegan alteradas, el cerebro puede tener problemas de codificación y de calibración. Durante el experimento de la RHI, el cerebro hace constantes calibraciones para identificar el cuerpo en el espacio, los errores causados en las vías receptoras generan sesgos a la hora de la interpretación de estos datos y tienen consecuencias en la percepción de propiedad corporal (Tsakiris, 2008).

Para integrar las vías receptoras de manera eficaz, el cerebro recurre a los siguientes principios de integración multisensorial (Stein, 2012) (Figura 4):

- (a) Principio espacial: cada estímulo sensorial tiene varios campos excitadores y receptivos, uno para cada modalidad, y si se solapan entre sí en el espacio, su respuesta disminuirá (Kadunce, Vaughan, Wallace, & Stein, 2001).
  
- (b) Principio temporal: la estimulación multisensorial debe estar vinculada y coincidir en el tiempo, para que pueda ser integrada exponencialmente y su respuesta alcanzar el punto óptimo.

(c) Principio de la efectividad: la IM es más efectiva o más fuerte cuando los estímulos sensoriales ocurren de forma aislada (Diederich y Colonius, 2004).



**Figura 4. Principios de integración multisensorial (Stein, 2012)**

Cuando existe una alteración en dichos principios o en cualquier parte de la corteza premotora o parietal, pueden surgir dificultades para procesar adecuadamente los estímulos de una manera funcional, como se puede observar muchas veces en las personas con ictus o daño cerebral, que pierden la capacidad de percibir partes del cuerpo como propiedad de sus cuerpos (Davies & Gavin, 2007).

Para entender la relación de la integración multisensorial y la constante actualización o calibración de las experiencias multisensoriales en la percepción de la representación corporal, Tsakiris (2008) menciona un ejemplo muy claro: Cuando nos miramos en el espejo, nos reconocemos porque nos movemos y nuestro reflejo se

mueve a la vez y cuando nos vemos al ser tocados por alguien o por algún objeto sentimos en nuestro cuerpo el toque y la intensidad del toque. Esto nos da el feedback de la actualización o re-calibración de las experiencias multisensoriales de que somos dueños de nuestro propio cuerpo. Tsakiris (2008) plantea una estructura de información compuesta por dos modalidades separadas: la visión (ver el toque) y la sensación somato-sensorial (sentir el toque). Estas dos modalidades difieren teóricamente y en la naturaleza de su acceso. Por ejemplo, las experiencias táctiles son sensaciones “privadas” que sólo pueden ser experimentadas por el propio individuo, mientras que las experiencias visuales son sensaciones “públicas”, ya que pueden ser experimentadas por el propio cuerpo y en el otro (Keysers & Gazzola, 2009).

Las evidencias científicas sugieren que las áreas de la corteza somato-sensorial activadas por estos dos tipos de sensación táctil (pública y privada) son distintas. Cuando se produce la sensación táctil pública se activa la corteza somato-sensorial primaria (S1) y cuando se produce la sensación privada se activa la somato-sensorial secundaria (S2), ambas responsables del procesamiento de la información relacionada con el sistema táctil (Keysers et al., 2004).

A raíz de estas consideraciones, parece claro que nuestro sentido del tacto marca el territorio de lo que somos y lo que no somos, y por tanto, la localización de las sensaciones somato-sensoriales se convierte en un factor relevante en la discriminación de dónde nuestro cuerpo comienza y dónde termina.

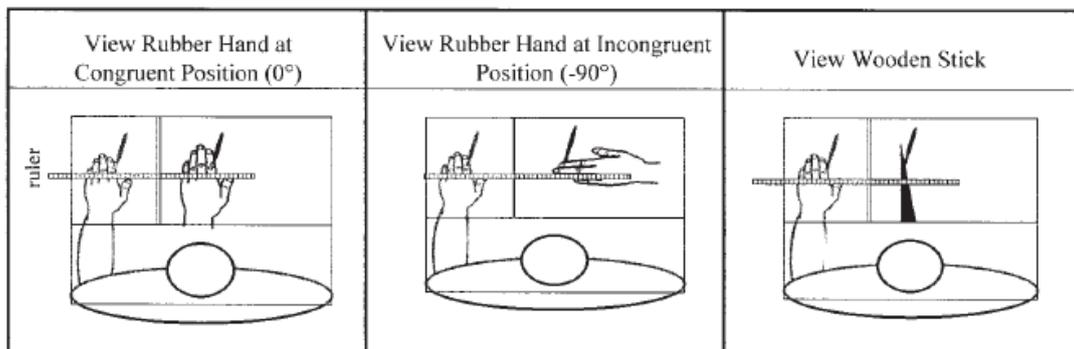
### 3.1.2. Mecanismos de la RHI

Para entender el proceso que subyace a la RHI, Botvinick y Cohen (1998) plantearon una explicación basada en procesos de “abajo arriba” (button-up), que consiste en la integración de tres componentes sensoriales, la visión, el tacto y la propiocepción (la percepción de la localización del cuerpo y percepción de los límites corporales). Estos autores sugirieron que existe una correlación temporal entre estos tres mecanismos intermodales (tacto, visión y propiocepción), y esta correlación sería suficiente para explicar el mecanismo de la RHI, ya que sería la responsable de integrar las partes corporales (mano de goma) dentro de la representación corporal de uno mismo.

Dentro de esta misma línea de razonamiento, Armel y Ramachandran (2003) defendieron que cualquier objeto (por ejemplo un palo de madera) podría ser experimentado como parte del propio cuerpo, siempre y cuando las estimulaciones sensoriales entre el palo y la mano real fueran realizadas temporalmente y en sincronía. En otras palabras, para estos autores, la correlación visuotáctil realizada temporalmente en sincronía es suficiente para integrar cualquier otro objeto dentro de la representación corporal.

Por su parte, Tsakiris y Haggard (2005) enfatizaron los procesos de arriba abajo (proceso top-down) y defienden que solamente la integración multisensorial por sí sola no es suficiente para generar el sentido de propiedad corporal dentro de los límites

corporales. Sus conclusiones se basan en 4 experimentos utilizando la RHI. En el primer experimento evaluaron la posición de la mano de goma congruente (en igual posición a la mano real), y la posición no congruente a la mano real (90° torcida, de punta cabeza). En el segundo experimento evaluaron la ilusión de la mano de goma por medio de diferentes objetos neutrales, como un palo. En el tercero estudio, analizaron las derivas propioceptivas, o cuánto el sentido de localización de la mano real se acercaba a la mano de goma. En el último experimento, evaluaron las precisiones de los estímulos. En este estudio se pudo observar que la ilusión de la mano de goma solamente ocurrió cuando la mano de goma estaba en la posición congruente a la mano real, es decir, en la misma posición a la mano real (véase figura 5).



**Figura 5. Posición de las manos congruente e incongruente (Tsakiris & Haggard., 2005)**

Además, observaron que la ilusión no ocurrió con el palo, y tampoco hubo deriva propioceptiva. Mediante este experimento, Tsakiris y Haggard (2005) mostraban tres datos importantes sobre el papel del procesamiento top down durante la integración corporal. Primero, para que la mano de goma sea incorporada al cuerpo tiene que ser

congruente con la forma del cuerpo, activando la IC previa de la identificación corporal. Segundo, a la hora de la integración multisensorial el objeto a ser incorporado debe ser visualmente similar a la parte del cuerpo real, aportando una importante relevancia hacia la IC previa. Tercero, cuando no hay ilusión de la mano de goma, la deriva propioceptiva no cambia, indicando así, que la percepción del EC y propiocepción trabajan en conjunto con la percepción de la representación corporal.

Siguiendo la línea de procesamiento TD, Constantini y Haggard (2007) también manipularon la postura de la mano de goma congruente e incongruente a la postura de la mano real de participante y observaron que la ilusión cesaba cuando la postura de la mano de goma no era congruente. Dado ese hallazgo, plantearon que se trata de un conflicto en el cerebro en el cual el input visual es la información que prevalece, mientras que el input táctil y propioceptivo se quedan en un lugar secundario durante la integración de dichos estímulos.

De igual forma, existen otras evidencias que apoyan que el proceso TD ejerce un importante papel a la hora de generar la representación corporal. Por ejemplo, en el estudio de Cadieux, Whitworth y Shore (2011) se observó una disminución en la deriva propioceptiva y en la ilusión cuando la mano de goma traspasaba la línea central del cuerpo. De esta forma, apoya la evidencia de que la IC previa y el EC están actuando en el proceso de la RHI.

Otro ejemplo claro de que la IC y el EC son variables importantes a la hora de la representación corporal es el estudio de Haans, Ijsselsteijn y Kort (2008), que afirman que es crucial que la mano de goma esté compuesta por un material semejante a la piel

humana. Tras estudiar la ilusión por medio de diferentes tipos de materiales, observaron que las prótesis construidas con madera o hierro, producían una disminución en la deriva propioceptiva. Sin embargo, cuando la mano de goma estaba formada por un material parecido con la piel humana, la ilusión era más fuerte.

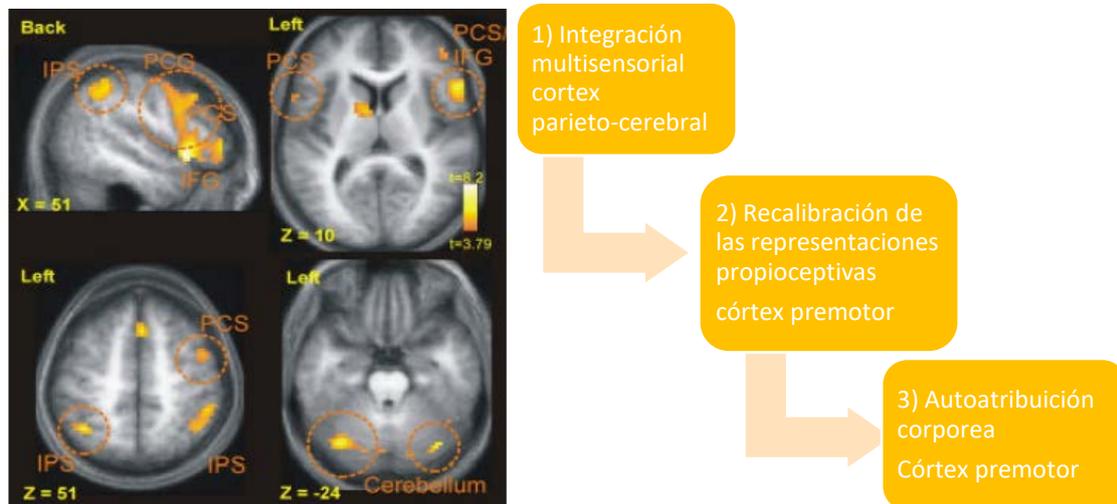
Por tanto, estudiar el conjunto entre la interacción multisensorial integrada con la IC y el EC, parece ser la clave para entender que pasa a la hora de la auto-representación corporal.

### **3.1.3. Modelo Neurocognitivo de la RHI**

Para explicar los mecanismos que subyacen a la RHI algunos autores han planteado algunos modelos neuronales. A continuación, resumiremos en primer lugar, el modelo de Ehrsson et al., (2005) y en segundo lugar el modelo de Tsakiris (2010).

Ehrsson et al., (2005) utilizaron la resonancia magnética cerebral y concluyeron que mientras los participantes eran sometidos a la RHI, las áreas del cerebro activadas eran el área del córtex pre motor ventral en el momento de la ilusión de propiedad de la mano de goma, y el córtex interparietal bilateral en el momento de la re calibración propioceptiva en dirección hacia la mano de goma. Además, estos investigadores observaron que cuanto más sentían los participantes la ilusión de la mano de goma, más aumentaba la actividad neuronal del cerebelo. Para estos autores, la ilusión de la mano de goma se implica en actividades en tres mecanismos neurales de propiedad del

cuerpo: Integración multisensorial en el córtex parieto-cerebral, calibración de la representación propioceptiva y auto-atribución corpórea.



**Figura 6. Actividad cerebral durante la RHI (Ehrsson et al., 2005)**

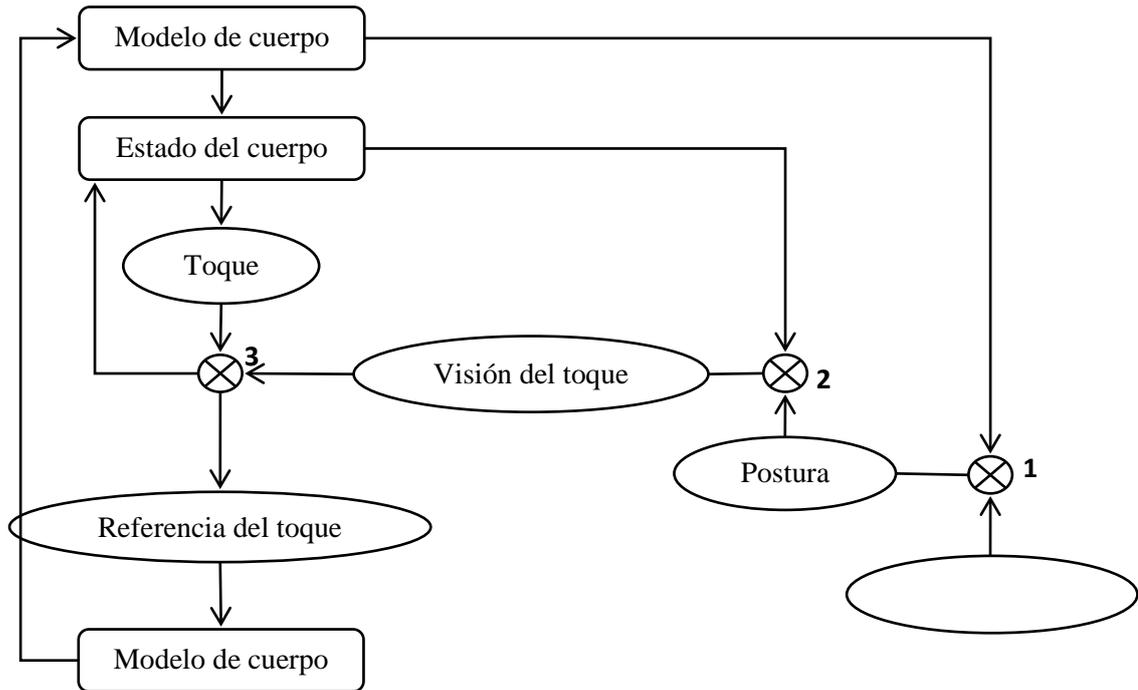
*Nota. En la parte de arriba de la figura la actividad premotora, abajo a la izquierda la actividad en el cortex intraparietal, abajo a la derecha la actividad en el cerebelo.*

Las áreas cerebrales como la corteza pre-motora y la corteza parietal están involucradas en la representación multisensorial de la posición de las extremidades (Lloyd, Shore, Spence, & Calvert, 2003) y es precisamente en estas regiones (corteza premotora y parietal) donde se ha observado una mayor actividad cerebral durante la ilusión de la RHI, así como en el cerebelo y la ínsula (Kammers, Verhagen, Dijkerman, Hogendoorn, de Vingemont, & Schutter, 2008; Tsakiris, Hesse, Haggard, & Fink, 2007). Concretamente, el córtex pre-motor ventral, tal y como comentábamos anteriormente, es una región encargada de la representación multisensorial del propio

cuerpo (integración de información, visual, táctil e interoceptiva), de tal forma que, durante la RHI la actividad del córtex pre-motor ventral podría reflejar la readaptación y calibración de las señales visuales y táctiles (Ehrsson, Spence & Passingham, 2004).

Tsakiris, Hessen, Boy, Haggard y Fink (2007) han conseguido dissociar el componente de integración multisensorial y el sentido de propiedad de la mano de goma, y han descubierto que la ínsula posterior derecha es la responsable del sentido de propiedad de la mano durante la RHI. La ínsula posterior derecha (relacionada con las funciones motoras) se encarga tanto de la termorregulación como del sentido de propiedad del cuerpo y es muy probable que la temperatura modifique la actividad neuronal en la ínsula y por lo tanto, module el sentido de propiedad de la mano en la RHI y viceversa.

Tsakiris (2010) planteó un modelo cognitivo que consiste en tres pasos. El primer paso es la activación de procesos TD, el segundo paso es la activación del sistema de comparación postural espacial y por último, la activación de la calibración sensorial (véase figura 7). En otras palabras, durante el primer paso se defiende que el objeto utilizado a ser incorporado en el cuerpo debe ser visualmente anatómico y que coincida con una IC previa del participante. Mientras que en el segundo paso se propone que las características espaciales posturales y anatómicas del objeto que será incorporado se encuentre en una posición coherente con la postura corporal del participante. Por último, en el tercer paso se plantea que el cerebro soluciona el conflicto de las informaciones sensoriales y consecutivamente genera la sensación de propiedad corporal.



**Figura 7. Pasos del Modelo Neurocognitivo de la RHI (Tsakiris, 2010)**

Como se puede observar, la neurociencia empieza a acercarse al estudio de la representación corporal mediante toda una serie de estudios utilizando la RHI. Sin embargo, se trata de una tarea compleja y en la que los estudios apenas están empezando, lo que genera gran entusiasmo y curiosidad por saber cómo serán los modelos neurológicos de otros diversos experimentos corporales, dirigidos a evaluar y experimentar el sentido de propiedad del cuerpo, como por ejemplo el de Enfacement Illusion (Tajadura, Longo, Coleman & Tsakiris, 2012), o la Machine to be Another (Beltrand, 2003) (para más informaciones sobre los experimentos véase el apartado de ilusiones corporales).

### **3.2. Medidas de la RHI**

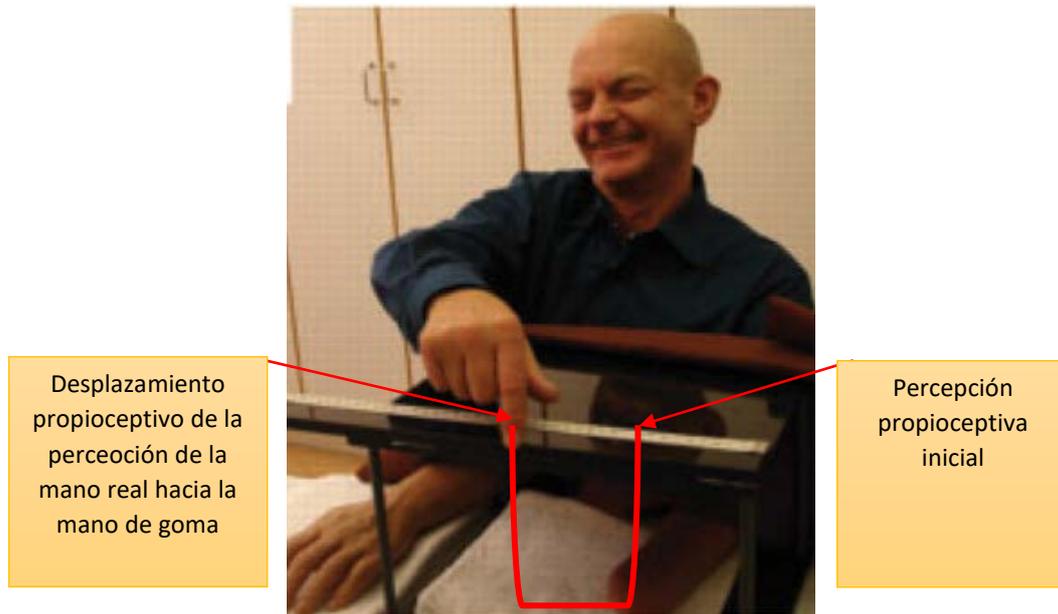
Para constatar la ilusión de la mano de goma, generalmente se ha utilizado la comparación de dos condiciones experimentales: la condición síncrona y la condición asíncrona (condiciones explicadas en el apartado 3.1. Rubber Hand Illusion). La condición asíncrona es conocida como la condición control del experimento y la condición síncrona es conocida como la condición experimental. Se observa que el paradigma ha funcionado cuando estas dos condiciones son contrastadas.

En cuanto a las medidas específicas que se han utilizado, las dos más utilizadas son: La deriva propioceptiva (Tsakiris & Haggard, 2005) y el cuestionario del embodiment compuesto por los componentes (propiedad, localización y agencia) (Longo et al., 2008). También se utilizan la temperatura (Monseley et al., 2008) y la respuesta galvánica de la piel (Armel & Ramachandran, 2003) para evaluar los elementos fisiológicos relacionados con en el proceso del embodiment. Estas medidas serán explicadas en el siguiente apartado.

#### **3.2.1. Deriva Proprioceptiva**

La deriva propioceptiva (Tsakiris & Haggard, 2005) consiste en el cambio observado en la percepción de la auto-localización corporal, en el caso la mano real, durante el experimento RHI, donde una gran parte de los sujetos informan de que

sienten que su mano real se ha desplazado hacia la ubicación de la mano de goma (Figura 8).



**Figura 8. Deriva Propioceptiva- Desplazamiento de la percepción de localización de la mano real hacia la mano de goma**

La deriva propioceptiva ocurre en la RHI cuando las caricias de los pinceles son realizadas síncronas, sin embargo, cuando las caricias son asíncronas, no suele manifestarse, ya que el cerebro asume que no hay una suficiente correlación multimodal para la calibración por lo tanto no hay la pérdida del sentido de propiocepción (Botvinick & Cohen, 1998).

Los creadores del experimento, Botvinick y Cohen (1989), consideraron que la deriva propioceptiva es una prueba a favor de un modelo conexionista de procesamiento trimodal, donde las tres entradas sensoriales (visión, propiocepción y tacto) se requieren mutuamente.

Rohde, Luca y Ernst (2009) observaron que después de 8 minutos de estimulación visuotáctil en las dos manos, la real y la de goma, con la condición síncrona, el promedio de deriva propioceptiva es de 6,3 cm. Además, midieron la percepción de la ubicación inicial del dedo real, antes de empezar el experimento, y encontraron que las personas percibían que su dedo real estaba ubicado en un promedio de 1,4 cm hacia la mano de goma.

En una revisión, Tsakiris (2010) propuso que la deriva propioceptiva puede ser utilizada como una medida objetiva para evaluar la ocurrencia del embodiment. En esta misma línea, Longo y col (2008), encontraron que la deriva propioceptiva correlaciona positivamente con la experiencia subjetiva del embodiment, medida mediante un cuestionario que comentaremos posteriormente.

Por otro lado, otros autores no han podido detectar correlaciones significativas entre la deriva propioceptiva y las valoraciones subjetivas del cuestionario de embodiment (Holle, McLatchie, Maurer & Ward, 2011). En la literatura se pueden encontrar controversias entre los autores sobre este tema, por ejemplo, Makin, Holmes y Ehrsson, (2008) proponen que los efectos de la deriva propioceptiva se observan incluso cuando no hay sentimiento de propiedad del cuerpo, es decir, sólo por hacer estimulación táctil en la mano de goma frente a una persona se puede observar un desplazamiento de la deriva propioceptiva. Estos autores mantienen que el sentido de propiedad corporal no se puede extraer de la medición de la deriva propioceptiva.

Sin embargo, a pesar de las controversias, la mayoría de los estudios previos con la RHI evidenciaron que el cambio en la deriva propioceptiva durante el experimento RHI consiste en una parte integral del fenómeno de la ilusión y presenta correlación importantes con las puntuaciones del cuestionario del embodiment (Costantini & Haggard, 2007; Ehrsson, 2012; Ehrsson, Homes & Passingham, 2005; Kalckert & Ehrsson, 2014; Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2005; Tsakiris, Prabhu & Haggard, 2006; Tsakiris, 2010; Samad, Chung & Shams, 2015; Tsakiris & Haggard, 2008).

### **3.2.2. Cuestionario de RHI**

Para evaluar respuestas subjetivas de la sensación de propiedad del cuerpo tras el experimento RHI, el cuestionario que generalmente se utiliza es el *Embodiment of Rubber Hand Questionnaire* (ERHQ) (ver cuestionario 2 del anexo III). Este cuestionario ha sido elaborado por Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris y Haggard, (2008), y está compuesto por 10 ítems que van desde -3 ("totalmente en desacuerdo") a 3 ("muy de acuerdo"). Por medio de un estudio psicométrico se encontraron tres componentes principales que subyacen la experiencia de propiedad corporal generado por el paradigma de la mano de goma (Ver componentes principales en Anexo I - Tabla 1).

- a) Propiedad: compuesto por 5 ítems (1, 2, 3, 4 y 5) que miden la sensación de que la mano de goma es parte del propio cuerpo);
  
- b) localización: compuesto por 3 ítems (6, 7 y 8) que miden la sensación de que la propia mano se encuentra ubicada en el lugar de la mano de goma);
  
- c) agencia (compuesto por 2 ítems (9 y 10) que miden las sensaciones de ser capaz de mover la mano de goma, y el control de la misma).

Estos tres componentes (propiedad, localización y agencia) explican hasta el 79,0% y el 76,2% de la varianza del embodiment en condiciones síncronas y asíncronas, respectivamente (Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008). El componente de propiedad compone una gran parte de la varianza del embodiment, el 35,4% y 34,3% en ambas condiciones, síncrona y asíncrona. La puntuación promedia de los ítems del cuestionario es 0,28 en la condición síncrona y -0,98 en la condición asíncrona.

Con el objetivo de analizar el sentido de embodiment en la actual tesis se ha utilizado el ERHQ traducido al castellano (Ver en Anexo II - Cuestionario 2).

### **3.2.3. Temperatura**

Monseley et al., (2008) observaron que durante la RHI la temperatura de la propia mano del participante disminuye, lo que sugiere que la incorporación de la mano de goma en el cuerpo provoca una auto-regulación fisiológica. Se observa un cuarto de grado centígrado de descenso, y esta diferencia en la temperatura se correlaciona con la intensidad de propiedad hacia la mano de goma observada por el cuestionario del embodiment.

### **3.2.4. Respuesta Galvánica**

La respuesta galvánica se mide en el momento en el que el experimentador amenaza la mano de goma con un martillo o cuchillo, se observa una respuesta de estrés autonómica en el participante, similar a la mostrada cuando alguna parte del propio cuerpo es amenazada indicando una especie de resonancia afectiva e implicación emocional cuando integran la mano de goma como parte de su cuerpo (Armel & Ramachandran, 2003; Ehrsson, Wiech, Weiskopf, Dolan & Passingham, 2007).

## **3.3. Otras ilusiones corporales y la Full Body Illusion (FBI)**

Los estudios del sistema de las neuronas espejo han evidenciado que cuando detectamos un estado corporal en los demás se genera el mismo estado corporal en nosotros mismos, y que las regiones de la corteza somatosensorial se activan tras

observar a otra persona haber sido tocada de manera similar (Keysers, Kass y Gazzola, 2010). De igual manera, los estudios con mímica facial han permitido observar una activación de una situación interna de la emoción percibida tras hacer una mímica facial imitando al otro (Niedenthal, 2007). Por último, los estudios con RHI (Botvinick & Cohen, 1998) han mostrado evidencia de que se puede manipular la representación mental del cuerpo, por medio de la integración de los sentidos sensoriales (Botvinick & Cohen, 1998; Ehrsson et al., 2013; Maister, Sebanz, Knoblich, & Tsakiris, 2013).

El paradigma de la RHI ha servido como inspiración para la creación de ilusión de cuerpos enteros, las llamadas Full Body Ilusion (FBI) (Lenggenhager, Tadi, Metzinger & Blanke, 2007; Petkova & Ehrsson, 2008) y más recientemente se ha extendido a ilusión de la cara, conocido como “enfacement illusion” (Sforza et al., 2010; Tsakiris, 2008).

Los primeros estudios con FBI se han empleado para manipular la sensación de estar fuera del cuerpo (Aspell & Blanke, 2009), la percepción de perspectiva en primera persona (Ionta et al., 2011), y la percepción subjetiva de diferentes tamaños corporales (Slater, Perez-Marcos, Ehrsson & Sanches-Vives, 2009). Los estudios posteriores con FBI permitieron modificar algunas actitudes y aspectos cognitivos a corto plazo como por ejemplo: la disminución en el sesgo racial (Peck, Seinfeld, Aglioti & Slater, 2013), la disminución de autocrítica y aumento en la autocompasión (Falconer, Slater, Rovira, King & Gilbert, Antley & Brewin, 2014), cambios en la cognición social (Maister, Slater, Sánchez-Vives & Tsakiris, 2015), incremento de la autocompasión en pacientes con depresión (Falconer et al., 2016), y disminución de la ansiedad social (Guterstam et al., 2015). A continuación se explica cómo se han realizado estas ilusiones de FBI.

### 3.3.1. Full Body Illusion (Con uso de video en tiempo real)

Inspirados por la RHI, los investigadores utilizaron el mismo mecanismo de funcionamiento (inducción visuotactil sincrona y asincrona) para crear ilusion de todo el cuerpo. Ehrsson (2007) ha sido el primer investigador en demostrar que se puede inducir una ilusion de todo el cuerpo. En su experimento los participantes se sentaron en una silla, con unas gafas en los ojos conectada a camaras de video (video en tiempo real) ubicada dos metros por detras de la espalda del participante, de tal manera que la persona podria ver su espalda en una perspectiva de tercera persona sentada detras de ella misma. Despues de que el experimentador tocara de manera sincrona y asincrona en el pecho del participante y a la vez hacia la camara (video en tiempo real) que estaba ubicada detras de la espalda del participante (posicion correspondiente al pecho del cuerpo ilusorio), los participantes relataban sentir que estaban ubicados detras de sus propios cuerpos. Se midio la FBI por medio de un cuestionario subjetivo de embodiment y de las reacciones fisiologias tras que el cuerpo ilusorio fuera amenazado por un martillo (los participantes sentian que su propio cuerpo estaba siendo amenazado por un martillo). Tras estos resultados, los investigadores mostraron que es posible enganar facilmente la percepcion de los limites no solo de una parte del cuerpo, como la RHI, sino tambien de todo el cuerpo (Ver figura 9).



**Figura 9. Full Body Illusion FBI (Ehrsson, 2007)**

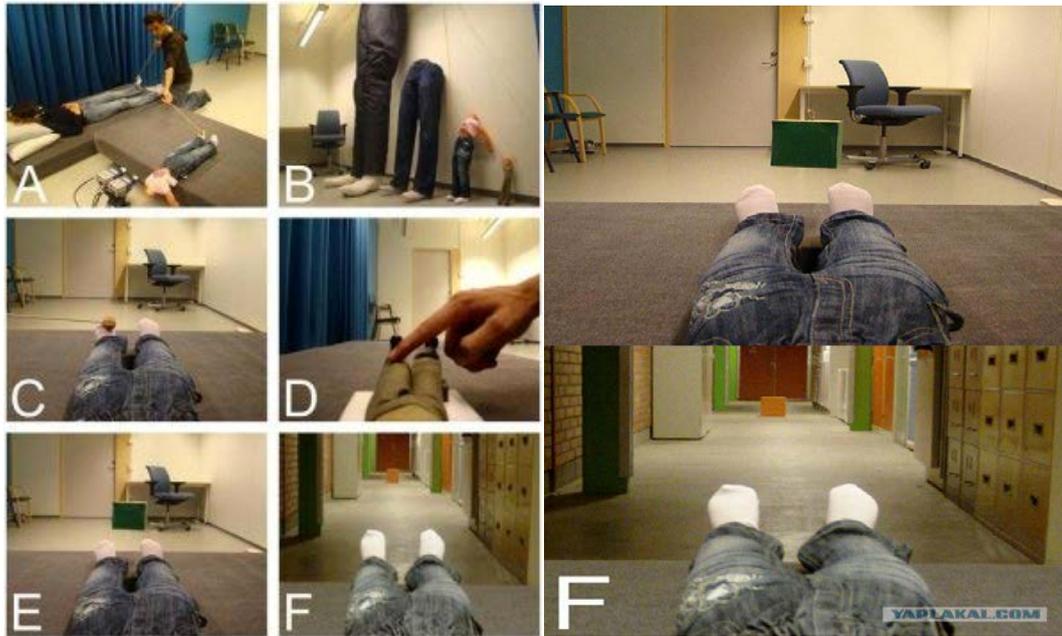
El segundo estudio de FBI con video en tiempo real ha sido realizado por el mismo grupo de investigadores, pero Petkova y Ehrsson (2008) fueron aún más lejos, ya que en este estudio el cuerpo a ser cambiado era una persona real, de tal manera que la inducción de la ilusión era un intercambio de cuerpos. Llamado “*If I were you illusion*”, los participantes llevaban unas gafas en los ojos conectada a las cámaras (video en tiempo real) ubicada en la cabeza del experimentador que estaba justo enfrente del participante. Los participantes tuvieron que estirar su brazo derecho y apretar repetidamente las manos del experimentador durante 2 minutos. La compresión de las manos o bien podría ser por movimiento síncrono o asíncrono. Por medio de tal procedimiento los participantes relataron sentir la ilusión de que el brazo del experimentador era su propio brazo. Durante esta ilusión de FBI, los participantes relataron que parecía que se estaban saludando a sí mismos por medio del otro cuerpo que estaba justo en frente al suyo. La ilusión de propiedad corporal fue comprobada por

medio de las reacciones fisiológicas ante un estímulo de amenaza, en este caso un cuchillo hacia el cuerpo del experimentador (ver figura 10).



**Figura 10. If I were you illusion (Petkova y Ehrsson., 2008)**

En otro experimento también utilizando video en tiempo real, Van der Hoort, Guterstam y Ehrsson (2011) lograron crear una FBI, llamada “*Barbie Illusion*” utilizando una muñeca Barbie (muy pequeña) y un muñeco gigante (muy grande) Sus resultados mostraron que el tamaño de cómo percibimos nuestro cuerpo, tiene un profundo efecto sobre la forma en que percibimos el ambiente (por ejemplo: el tamaño de la sala, distancia hacia la pared, tamaño de la puerta). Para evaluar la percepción del tamaño del ambiente se les pidió a los participantes (antes y durante la ilusión) que estimaran el tamaño de diferentes cajas cuadradas en el espacio y luego con los ojos cerrados, estimaran el tamaño de los bloques con las manos. Concluyeron que la ilusión FBI de tener un cuerpo pequeño causa una sobrestimación del tamaño y distancia del ambiente, y causa un efecto inverso que cuando el FBI se realiza con cuerpos gigantes (Figura 11).



**Figura 11. Being Barbie Illusion (Van der Hoort et al., 2011)**

Los investigadores Guterstam, Abdulkarim y Ehrsson (2015) también han creado la ilusión del hombre invisible, en el cual muestran que se puede disminuir la ansiedad social tras la inducción de FBI de un cuerpo invisible. Los participantes fueron equipados con unas gafas que mostraban un video en tiempo real de cámaras ubicadas en la cabeza de un maniquí sin cuerpo. El experimentador aplicaba toques con un pincel al cuerpo del participante y la parte del cuerpo correspondiente al cuerpo invisible (espacio vacío). Durante la ilusión los participantes fueron sometidos a una tarea de hablar al público, y observaron que tras encarnar un cuerpo invisible las respuestas fisiológicas de ansiedad social (frecuencia cardíaca) disminuyeron y su nivel de estrés subjetivo también disminuyó. En otras palabras, tener un cuerpo invisible parece tener un efecto para reducir el estrés al experimentar situaciones sociales difíciles, como fue el caso de hablar en público. Los autores

plantearon que la FBI podría ser utilizada como un instrumento de tratamiento para la ansiedad social.

### **3.3.2. Full Body Illusion (Con uso de Realidad Virtual)**

Slater, Spanlang, Sánchez-Vives y Blanke (2010) probaron la posibilidad de ampliar FBI a avatares en un ambiente de realidad virtual (RV). Los investigadores crearon un ambiente de RV equipado con un sofá, una mesa, una silla, una estantería, una pantalla de televisión, y un espejo, en el cual el avatar era una mujer. Los investigadores querían evaluar tres facetas del sentido de propiedad corporal sobre el avatar: perspectiva (primera y tercera persona), tacto y movimiento. Los resultados se evaluaron mediante cuestionario y ritmo cardíaco provocado por una amenaza hacia el cuerpo virtual. Los investigadores encontraron que la propiedad del cuerpo puede extenderse a los avatares virtuales y que la perspectiva de primera persona es fundamental a la hora de crear ilusión de propiedad de todo el cuerpo. Además se observó que el género del avatar no influye en la FBI, ya que todos los participantes de este experimento eran hombres y sintieron propiedad de un cuerpo (avatar) del sexo femenino (figura 12).

Tras el primer experimento en el que se comprobó que es posible general FBI en ambiente de RV, surgieron otros estudios, como por ejemplo el llamado: “*Transfer men’s minds into a woman’s body Illusion*”. En este experimento de FBI en VR, Slater, Spanlang, Sánchez-Vives y Blanke (2010) mostraron que se puede generar embodiment de un cuerpo de otro género. En total estudiaron 24 hombres. Por ejemplo, durante el experimento el hombre participante lleva los cascos de RV, se sienta en una silla, mira hacia abajo en una perspectiva de primera persona y percibe que lleva faldas en un

cuerpo de una niña de diez años. La inducción del embodiment FBI se dio por medio de integración multisensorial (caricias síncronas en el brazo real y el virtual), en una perspectiva visual de primera persona y tercera persona (visión de una niña en el espejo). La ilusión se midió por medio de cuestionarios subjetivos del embodiment y por la respuesta de la frecuencia cardíaca cuando el participante veía a su avatar (niña) siendo golpeada en la cara. Los autores han sido los primeros investigadores en sugerir que el sentido de propiedad de todo el cuerpo puede ser manipulado para aplicar a diversas situaciones clínicas como en tratamientos psicológicos con pacientes con anorexia nerviosa, distorsión de la imagen corporal y preparación psicológica para cirugía de cambio de género.



**Figura12. Transfer men´s minds into a woman´s body (Slater et al., 2010)**

Posteriormente, diseñaron otro experimento con FBI y VR, el llamado, “*Illusion of Large Belly*” (Normand, Giannopolos, Spanlang & Slater, 2010). Por medio de la estimulación multisensorial en una perspectiva de primera persona, los investigadores han probado que es capaz de inducir la ilusión de tener y sentir propiedad corporal de una tripa mucho más ancha. En este experimento, se les pidió a los participantes que,

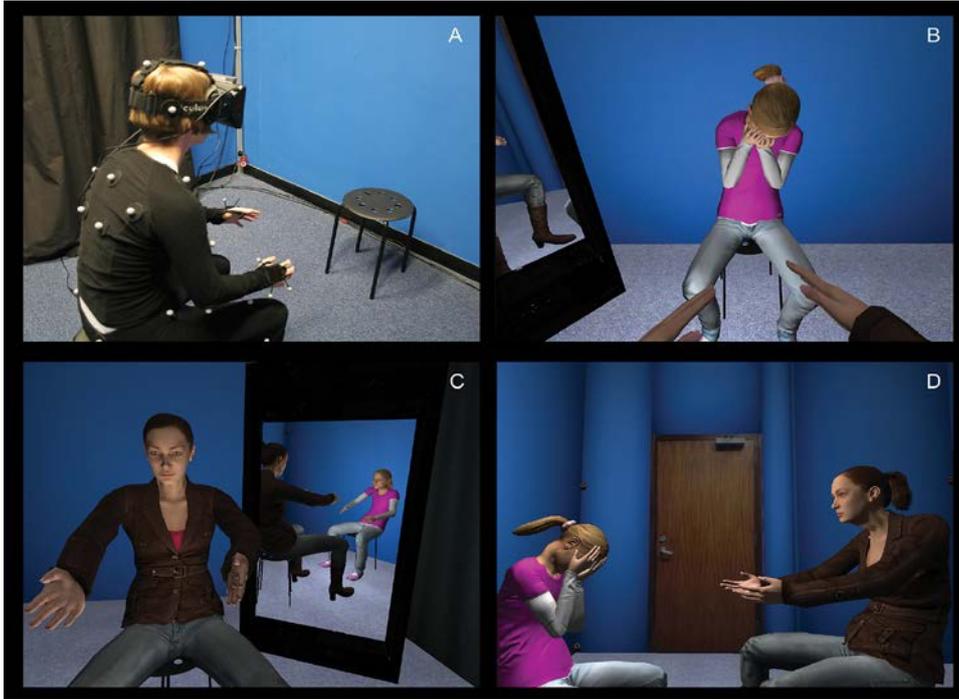
por medio de un palo, ajustasen la medida del tamaño de la barriga virtual a la medida del tamaño de su barriga real. Cuando los participantes veían que su barriga virtual estaba del tamaño de su barriga real, empezaban a manipular el tamaño de la barriga del avatar sincronamente con toques en la barriga real, hasta conseguir una medida muy ancha de la tripa. Al final, el cuestionario del embodiment correlacionaba con la deriva propioceptiva, comprobando así que pudieron generar la ilusión de tener una tripa más grande que la real. Además, la manipulación tuvo efecto sobre la sobreestimación del tamaño de su imagen corporal, estimación de su peso corporal había aumentado y también su autoestima (Véase figura 13).



**Figura13. Illusion of Large Belly (Normand et al., 2010)**

En otro experimento, “*Changing bodies changes minds*” Maister, Slater, Sánchez-Vives y Tsakiris (2014) han probado que se puede cambiar el sesgo social implícito hacia grupos externos por medio de cambios de cuerpos. En una serie de estudios, los participantes estuvieron expuestos a ilusiones corporales que indujeron a la propiedad de un cuerpo diferente al suyo, en relación a: género, edad y raza. Los investigadores observaron que encarnar un cuerpo de un grupo externo se asoció significativamente a reducción de sesgos implícitos. Propusieron que estos cambios se producían por medio de un proceso de asociación de los mecanismos del embodiment de propiedad corporal y el aumento de la similitud física percibida hacia el otro, y mostraron que ser dueño de otro cuerpo afecta la cognición social.

En el mismo año, Falconer et al., (2014) investigaron los efectos del embodiment FBI en RV, en pacientes con depresión que presentaban altos niveles de autocrítica, en el experimento “*Embodyng Compassion Illusion*”. De acuerdo con los autores, después de tres repeticiones del experimento FBI obtuvieron una reducción significativa en la autocrítica y un aumento en la autocompasión. Los pacientes tenían que brindar compasión hacia una niña virtual que lloraba y luego cambiar de cuerpo con la niña y a su vez, recibir la compasión brindada hacia la niña pero ahora hacia sí mismos. Los autores plantearon que los resultados de este estudio indicaban que las intervenciones utilizando la FBI pueden tener gran potencial clínico para ayudar en el proceso de tratamiento de pacientes con depresión y autocrítica elevada (Figura 14).



**Figura 14. Embodying Compassion Illusion (Falconer et al., 2014)**

Asimismo, estos autores publicaron el experimento “*Putting yourself in the Skin Black avatar Illusion*” en el que investigaban las respuestas de los participantes en relación a los sesgos raciales (Peck, Seinfeld, Agliot & Slater, 2013). El experimento fue dividido en cuatro condiciones, con cuerpos virtuales de diferentes colores: piel oscura, piel clara, piel púrpura (extraterrestre), piel muy clara (luz). Por medio de una inducción de embodiment de tercera persona (espejo) a través de la estimulación visuo-motora, los investigadores observaron que tras el embodiment de la condición de la piel oscura se producía una disminución en el prejuicio racial implícito evaluado por el test de actitudes implícitas (IAT Implicit attitudes Test) medido antes y después de la inducción del FBI (Peck, Seinfeld, Agliot & Slater, 2015).

Por último, Bergstrom, Kilteni y Slater (2016) en el experimento “*Virtual Body Posture influences Stress*”, quisieron investigar si encarnar un tipo de postura (cómodo o incómodo) tendría un impacto en las respuestas de los participantes en relación con su bienestar del cuerpo. De los 31 participantes, 16 de ellos se sometieron a la experiencia de encarnar un cuerpo virtual con postura comfortable, los otros participantes encarnaron un cuerpo con postura no comfortable. Los resultados encontrados mostraron que las personas que encarnaron una postura cómoda tuvieron mayores niveles de embodiment del avatar comparado con las personas que encarnaron la postura incómoda. Además, los participantes que encarnaron la postura incómoda demostraron efectos subjetivos, fisiológicos consistentes a los producidos cuando se tiene un malestar o estrés. Los autores sugirieron que la manipulación de la postura del cuerpo dentro de un ambiente virtual que difiere de la postura real, puede conducir a una menor percepción de propiedad corporal y resultar una experiencia psicológica y fisiológica de incomodidad y desagradable. Las variables controladas en este experimento fueron el embodiment del avatar, la percepción subjetiva de las respuestas fisiológica, la frecuencia cardiaca, actividad galvánica y el ECG.

### **3.3.3. Enfacement Illusion**

*Enfacement illusion*, creada por Tajadura-Jiménez, Longo, Coleman y Tsakiris (2012), consiste en una ilusión corporal realizada en la cara que implican procesos de auto reconocimiento y de propiedad corporal. Los autores identificaron una serie de procesos sociales que están siendo modulados por la integración multisensorial de nuestro cuerpo. En el *enfacement illusion* no solo encontraron evidencias en la percepción de semejanza física percibida entre el yo y el otro, pero también, revelaron

un componente afectivo claro, por lo que los participantes percibieron que la cara del otro era más confiable y atractivo después de la ilusión generada por la integración multisensorial.

La llamada *enfacement illusion*, es un análogo de la RHI de Botvinick y Cohen (1998) y consiste en una estimulación multisensorial interpersonal, en el que los participantes ven un video en tiempo real que muestra el rostro de una desconocida siendo tocada con un bastoncillo de algodón en la mejilla, mientras que el participante recibe caricias idénticas en su propia mejilla, congruentes en sincronía con el toque que ven. En un determinado momento, se presenta un estímulo aversivo, (una navaja) hacia la cara del avatar, y los participantes reaccionaron fisiológicamente como si fuera amenazada sus propias caras. Los autores mostraron que las participantes de este estudio informaron sentir una mayor similitud física hacia el rostro del otro comparado con personas controles (Tajadura- Jiménez & Tsakiris, 2014). Curiosamente, este efecto fue observado por primera vez, por Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris y Haggard (2009), tras la HHI, cuando los participantes relataron que la mano de goma parecía ser más similar físicamente a su propia mano (véase figura 15).



**Figura 15. Enfacement Illusion (Tajadura-Jiménez y Tsakiris, 2014)**

Tras revisar los experimento de FBI que acabamos de citar, tanto usando RV como cámara de video en tiempo real, se puede concluir que no solo la percepción de los límites del cuerpo pueden ser manipulados por la IM de la FBI, sino que también se pueden observar algunos cambios actitudinales y cognitivos a corto plazo (Slater, 2015).

### **3.3.4. Implicaciones Clínicas del Embodiment de la IM y RV**

En los últimos años, diversos estudios han mostrado que la utilización de RV puede resultar de gran utilidad en los tratamientos psicológicos, como por ejemplo, para aplicar la exposición en trastornos fóbicos (Botella et al., 2014; Miyahira, Folen, Stetz, Rizzo & Kawasaki, 2010; Safir, Wallach & Barzvi, 2012; Tortella-Feliu et al., 2011), modelación de conductas (Yee & Bailenson, 2007), trastorno de estrés postraumático (Rothbaum et al., 2001), tratamiento de la obesidad y los trastornos alimentarios (Riva, 2011), juego patológico (Botella, 2014; García-Palacios et al., 2006), reducción en la percepción del dolor (Hansell et al., 2011; Hoffman et al., 2000), etc.

Como se ha descrito en el apartado anterior, los estudios del embodiment de la IM, a su vez, sugieren que por medio de la manipulación de entradas sensoriales el participante puede llegar a cambiar su percepción de la representación corporal. Por medio de esta técnica, se han observado cambios en las actitudes y en la cognición, como por ejemplo, sesgos raciales (Slater et al., 2015), disminución de la autocrítica (Slater et al., 2014), aumento de la autocompasión (Slater et al., 2014), cambios en la autoestima corporal (Normand et al., 2010) y ansiedad social (Guterstaim et al., 2015).

Tras observar los avances de las terapias utilizando la RV (Botella et al., 2007; Riva, Bacchetta, Baruffi & Molinari, 2001) y los efectos a corto plazo en la cognición tras la utilización de la técnica del embodiment de la (IM y FBI) en ambientes de RV (Slater et al., 2015) no es difícil concluir que ambas pueden ser complementarias o incluso ser utilizadas a la vez con la intención de mejorar los actuales tratamientos psicológicos.

Del mismo modo, Falconer et al., (2014) plantean que el embodiment de la (IM y FBI), ha mostrado un potencial inmenso para ser utilizado como herramienta auxiliar en las técnicas de juego de roles. En el juego de roles, el terapeuta y el paciente, por medio del cambio de perspectiva, pueden desarrollar una comprensión más profunda y reducir las ideas falsas y estereotipos sobre el otro lado (Levenson & Herman, 1991). De esta manera, permite al paciente practicar muchas habilidades tales como: la reestructuración cognitiva, la regulación emocional, resolución de problemas y la comunicación.

En este sentido, Gallese y Goldman (1998), plantea que la atribución de los estados mentales por medio de las simulaciones de estados corporales, como por ejemplo “poniéndose en el lugar del otro”, son de fundamental importancia a la hora de elaborar nuestras creencias, deseos e intenciones. Para la terapia Gestalt, “ponerse en lugar del otro” significa tomar el lugar de la “silla vacía”, una técnica terapéutica que consiste en proporcionar una especie de espacio mental con el objetivo de ayudar a los pacientes a esclarecer sentimientos, actitudes y creencias, y para conciliar y lograr la conclusión de polaridades conflictivas. Puede ser de gran utilidad para expresarnos,

distanciarnos del síntoma, buscar recursos internos y posibles vías de solución, descubrir capacidades, descubrir potenciales de solución de conflicto y problemas, reconocer lo dañino, o promover resignación y resiliencia (Fritz Perls, 1969).

Por fin Slater et al., (2015) planteó que la inclusión de las ilusiones de embodiment de la IM en las terapias actuales puede añadir grandes logros clínicos en la búsqueda de mejoras del paciente bajo cuidados psicotepeuticos.

#### **4. Embodiment y psicopatología**

Después de observar que se puede evaluar la representación corporal por medio del experimento de la RHI en personas controles, también se han llevado a cabo estudios en diferentes tipos de trastornos mentales, como por ejemplo, en pacientes que presentan esquizofrenia (Peledet et al., 2000), niños con trastorno del espectro autista (Cascio, Foss-Feig, Burnette, Heacock & Cosby, 2016), personas con distorsión de la IC (Kaplan, Enticott, Hohwy, Castle & Rossell, 2014), trastorno obsesivo compulsivo (Jalal, Krishnakumar & Ramachandra, 2015) y TA (Eshkevari, Rieger, Longo, Haggard & Treasure, 2012).

En pacientes con esquizofrenia se ha observado una mayor alteración en la IM, que además está correlacionada con síntomas positivos (Germine, Benson, Cohen & Hooker, 2013). Los autores sugieren que esta alteración en la IM es consecuencia de las alucinaciones. Los niños con autismo también muestran una IM alterada, por ejemplo, en un estudio de Cascio et al., (2016) probaron que existe una fuerte alteración en el embodiment en estos niños en comparación con niños controles.

Por último, también se ha observado IM alterada en personas con trastorno obsesivo-compulsivo (Jalal, Krishnakumar & Ramachandran, 2015) cuando la estimulación corporal se vincula a elementos como disgusto, asco, o contaminación. Los autores sugirieron que la representación del cuerpo está directamente vinculada con componentes cognitivos y emociones primarias. Los autores plantean que estas

manipulaciones en el embodiment podrían ser útiles en los tratamientos con estos pacientes con trastornos obsesivo-compulsivos.

#### **4.1. Embodiment y psicopatología alimentaria**

La investigación sobre las alteraciones en la IC y en la EC en los TA tiene una larga tradición (Thompson, 1996), pero en los últimos años, diversos autores han sugerido que los métodos utilizados para su evaluación no garantizan una adecuada precisión. En esos estudios, para evaluar la representación corporal, generalmente se pide a los participantes que seleccionen las formas del cuerpo dentro de un abanico de tipos de siluetas (ej. fotos, espejo o imágenes), para delimitar la forma en que se perciben a sí mismos (Stewart & Williamson, 2004). Con esta metodología, los aspectos cognitivos y emocionales pueden estar contaminando la evaluación de la representación corporal. Además, el cuerpo siempre se presenta desde una perspectiva en tercera persona (ej. un espejo, una foto, una imagen). Sin embargo, paradigmas como el experimento RHI puede ser una manera más adecuada para evaluar la IC y el EC, porque es un instrumento libre de contaminación de elementos cognitivos y emocionales (Mussap & Salton, 2006) e involucra una perspectiva en primera persona (Tsakiris & Haggard, 2005).

El primer estudio en evaluar la representación corporal por medio de la RHI fue realizado por Mussap y Salton (2006) y se aplicó en una muestra de estudiantes universitarios. Se encontró que la intensidad de la ilusión se asociaba significativamente

con atracones, purgas, impulso por tener más musculatura, niveles de ejercicio y uso de suplementos químicos (dietéticos/nutricionales y productos para desarrollo muscular). Un 23% de la varianza del embodiment se explicó por niveles de síntomas de la psicopatología alimentaria. Además, encontraron que la internalización de las normas socioculturales mediaba en la relación entre la alteración del embodiment y los niveles de los síntomas bulímicos y las conductas relacionadas con la búsqueda de cambios corporales ideales (p.ej., el uso de suplementos dietéticos y de exceso de ejercicio físico). Estos autores concluían que la inestabilidad en los procesos que generan y mantienen la percepción de la IC predispone a que las personas con TA muestren cambios patológicos del cuerpo. Estos resultados preliminares ponían de manifiesto que los procesos de embodiment podrían ser de utilidad para profundizar en el conocimiento de los TA.

El segundo estudio sobre TA fue realizado por Eshkevari, Rieger, Longo, Haggard y Treasure (2012). En este estudio aplicaron la RHI a participantes diagnosticadas con TA (entre ellos: BN, AN y TANE) y los resultados indicaron que estas personas tenían una alteración en la percepción del embodiment, encontrando una fuerte correlación entre esa alteración y los componentes de la auto-objetivación y una reducida conciencia interoceptiva. Estos resultados indicaron que los procesos cognitivos y socioculturales también estaban involucrados en la experiencia perturbada del cuerpo en estas pacientes. Es decir, procesar el cuerpo desde una perspectiva objetivada en tercera persona, la llamada auto-objetivación, puede actuar, hasta cierto punto, en el desarrollo de experiencias corporales alteradas (véase también, Noll & Fredrickson, 1998).

En el tercer estudio, Eshkevari et al., (2014) pretendían investigar si la alteración del embodiment se mantenía tras la recuperación del TA. Aplicaron la RHI en tres grupos distintos: pacientes con TA, pacientes recuperados, y participantes sanos. En sus resultados, observaron que la alteración en el embodiment corporal persistía aún después de la recuperación del TA. En otras palabras, que la maleabilidad corporal involucra factores estables y existe una vulnerabilidad preexistente que actúa durante el periodo de la enfermedad más agudo. Además, los autores plantearon que esta vulnerabilidad rasgo está asociada con mayor sensibilidad a la información visual y menor sensibilidad a la información sensomotora. Los autores sugirieron que estos resultados pueden ayudar a mejorar la comprensión de las causas de los TA y por qué persisten. Para los autores puede ser que antes de la aparición de la enfermedad la persona tenga una alteración en la IM, provocando un déficit interoceptivo que puede estar actuando como un factor de riesgo para el desarrollo de un TA.

#### **4.2. Teoría del bloqueo aloentrico (Giuseppe Riva, 2011)**

En este ámbito de estudio sobre la relación entre TA y la representación corporal alterada y los procesos de embodiment, Giuseppe Riva (2011) ha planteado una teoría llamada del bloqueo aloentrico, propuesta como un mecanismo que subyace y antecede al funcionamiento de la obesidad y de los TA. Esta teoría intenta aclarar cómo la influencia de la experiencia del cuerpo puede actuar significativamente en la representación corporal (Riva, 2011). Plantea que los pacientes con TA están atrapados en una IC negativa del cuerpo, insatisfecha, generada por la representación aloentrica (vista desde un observador, desde la perspectiva del otro) y sus entradas sensoriales no

son capaces de actualizarse incluso después de producirse cambios dramáticos en el cuerpo. Por su parte, la representación egocéntrica (vista en primera persona) integra las impresiones de percepción recogidos desde una perspectiva en primera persona en relación con la posición y sentido del sujeto (delante-atrás, derecha-izquierda, y arriba-abajo). En esta representación, el mundo cambia constantemente, mientras que la persona permanece espacialmente fija en el centro de su referencia corporal. Por contra, la representación allocéntrica (vista en tercera persona) establece un "mapa" con origen y dirección externa al sujeto. En esta representación el mundo permanece fijo mientras el sujeto se mueve dentro de él (Riva, 2011).

Estas dos representaciones tienen diferentes fuentes de referencia. La representación egocéntrica tiene su fuente primaria en la somato-percepción: representaciones del estado actual de los estímulos corporales y táctiles de las entradas sensoriales. La representación allocéntrica tiene su fuente primaria en la somato-representación: el conocimiento abstracto, las creencias y las actitudes relacionadas con el cuerpo.

Serino et al., (2015) sugieren que la técnica FBI de intercambio de cuerpo, a través de RV, es una herramienta eficaz para producir cambios en la representación allocéntrica del cuerpo, en pacientes con TA. En un estudio piloto, los investigadores indujeron a través de la estimulación multisensorial un cambio de cuerpo entre el cuerpo virtual (vientre delgado) y el cuerpo real (vientre del participante). Antes y después de la inducción, la participante tenía que estimar el tamaño de los hombros, abdomen y cadera por medio de un procedimiento de memoria de representación allocéntrica del

cuerpo en tercera persona. Tras la inducción de cambio de cuerpo con el avatar, las participantes informaron otra vez de las medidas del cuerpo de la representación aloécéntrica y los resultados mostraron una disminución entre las medidas estimadas antes y después del experimento. Los investigadores sugirieron que es posible suponer que las representaciones a largo plazo de los cuerpos se actualizan mediante el contraste de las entradas perceptivas sensoriales impulsadas por las representaciones egocéntricas procedentes de la ilusión de intercambio de cuerpos en un ambiente de realidad virtual.

De esta manera, teorías como la del bloqueo aloécéntrico de Giuseppe Riva y estudios con instrumento de realidad virtual para facilitar la ruptura del bloqueo aloécéntrico en pacientes que sufren de sus alteraciones en la representación corporal, se ha demostrado de gran utilidad como una forma de abrir nuevas perspectivas y caminos para auxiliar en el desarrollo de nuevos componentes terapéuticos para actuar en conjunto con terapias ya reconocidas por excelencia en la comunidad científica. A continuación, con el fin de entender la psicopatología alimentar, en los próximos apartados se demuestra las características psicopatológicas del trastorno alimentar, y sus principales criterios diagnósticos.

## **5. Psicopatología de los TA**

### **5.1. Criterios diagnósticos de los TA**

Según el DSM 5 (APA 2013) los TA se caracterizan por una perturbación persistente en la ingesta y en el comportamiento relacionado con la alimentación que compromete significativamente la salud física y el funcionamiento psicosocial. Los principales TA son anorexia nerviosa (AN), bulimia nerviosa (BN) y trastorno por atracón.

La AN consiste en una dificultad en mantener el peso normal, presentando aproximadamente 15% de reducción del peso sobre el peso normal esperado, usando como referencia la edad y la altura. Se puede observar intenso miedo en ganar peso y distorsión de la IC (Perpiñá, 1999).

La BN se caracteriza por la presencia de episodios del comportamiento de comer en exceso, con sentimiento de pérdida de control, inducción del vómito, uso de laxantes y diuréticos, dietas estrictas y exceso de ejercicio físico para prevenir el aumento de peso. Los criterios de diagnóstico indican que la presencia de atracones es de un mínimo de dos veces por semana durante tres meses (Heaner et al., 2013).

El trastorno por atracón consiste en la presencia de episodios de atracones alimentarios sin ninguna evidencia de conducta compensatoria para evitar el aumento de

peso, como existe en la AN purgativa y en la BN. El atracón consiste en la ingesta de una gran cantidad de alimentos, durante poco tiempo, asociado a una sensación de pérdida de control. Los episodios suelen pasar de manera recurrente, por lo menos una vez por semana durante tres meses (APA, 2013). El trastorno alimentario por atracón favorece el desarrollo de la obesidad y enfermedades crónicas tales como diabetes, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, etc (Psicolaro & Azevedo, 2010).

La prevalencia de la AN es estimada entre 0,5 a 1% y de la BN varia de 1 a 3 % en adolescentes y mujeres en el inicio de la edad adulta (Hudson et al., 2007). EL trastorno por atracón tiene una prevalencia de 2% de la población general (Psicolaro & Azevedo, 2010).

A continuación se describen los criterios diagnósticos de los TA abordados en este trabajo según el DSM 5 (APA 2013).

Criterios diagnósticos de la AN, según DSM 5 (APA 2013):

- A. Restricción de la ingesta calórica, llegando a un peso corporal significativamente bajo en relación a la edad, género y salud física. El peso significativamente bajo consiste en un peso inferior al peso mínimo o normal esperado, en el caso de niños y adolescentes, menor que el mínimo esperado.
- B. Miedo intenso de adquirir peso o de engordar, conducta persistente que interfiere en el aumento de peso, aun con el peso significativamente bajo.

- C. Perturbación en el modo de cómo el propio peso o la forma corporal son vivenciados, influencia indebida del peso o en la forma corporal en la autoevaluación o en la ausencia persistente del reconocimiento de la gravedad del bajo peso corporal.

Criterios diagnósticos de la BN, según DSM 5 (APA 2013):

- A. Caracterización de episodios recurrentes de compulsión alimentaria:
1. Ingesta en un pequeño intervalo de tiempo (por ejemplo 2 horas), de una cantidad de comida considerablemente mayor que la de la mayoría de las personas suelen comer durante el mismo intervalo de tiempo y circunstancias.
  2. Sensación de pérdida de control sobre la ingesta alimentaria durante el episodio (por ejemplo, sensación de no conseguir parar de comer o controlar la cantidad que se come).
- B. Comportamientos compensatorios inapropiados y recurrentes con fin de prevenir aumento de peso como vómito auto-inducido, abuso de laxantes y diuréticos (u otras medicaciones), ayuna o ejercicios excesivos.
- C. Episodios de compulsión alimentaria y conductas compensatorias, ambos ocurren, de media, por lo menos una vez por semana, durante tres meses.
- D. Autoevaluación indebidamente influenciada por la forma y el peso corporal.
- E. La perturbación no ocurre exclusivamente durante el episodio de la anorexia nerviosa.

Criterios diagnósticos del trastorno por atracón, según DSM 5 (APA 2013):

A. Episodios recurrentes de atracones alimentarios:

1. Ingesta en un pequeño intervalo de tiempo (por ejemplo, 2 horas), de una cantidad de comida mayor de lo que la mayoría de las personas comería durante el periodo de tiempo en la misma circunstancia.
2. Sensación de pérdida de control sobre la ingesta durante el episodio (por ejemplo, sensación de no conseguir parar de comer o controlar el qué o la cantidad que se come).

B. El episodio de atracón está asociado a tres o más conductas:

1. Comer más rápido de lo habitual;
2. Comer hasta sentirse incómodo y lleno;
3. Comer grandes cantidades de comida incluso sin tener hambre;
4. Comer sólo porque se siente obligado por la cantidad de la ingesta.
5. Repudiarse a sí mismo, deprimirse o sentirse culpable tras el atracón.

C. Sentir angustia en función de los episodios del atracón

D. Los episodios de atracón ocurren de media una vez por semana, durante tres meses.

E. Los episodios de atracón no son asociados a conductas compensatorias o inapropiadas recurrentes y no ocurren exclusivamente durante la presencia de la Bulimia Nerviosa o Anorexia Nerviosa.

## 5.2. La alteración del EC en los TA

Como acabamos de comentar, las perturbaciones del cuerpo tienen una importancia fundamental para la comprensión de la psicopatología de los TA (Legrand, 2010; Zucker et al., 2013).

Es sabido que las dos características más presentes en los TA son la búsqueda incesante del peso corporal saludable y una alimentación desordenada. Estas dos características pueden estar siendo motivadas, en parte, por el deseo de alterar la experiencia sensorial del cuerpo (EC), y no sólo por la apariencia del cuerpo (Cserjesi et al., 2010; Sachdev, Mondraty, Wen & Gulliford, 2008).

Estudios previos han demostrado que las experiencias sensoriales del EC tienen una importante influencia en el pronóstico, la predicción de aparición, el mantenimiento y la remisión de los TA (Fairburn et al., 2003; Jacobi, Hayward, de Zwaan, Kraemer, & Agras, 2004; Keel, Dorer, Franko, Jackson, & Herzog, 2005; Killen et al., 1994). Eshkevari et al., (2013) encontraron que los pacientes con TA, siguen manteniendo una mayor plasticidad y maleabilidad en la percepción del EC incluso después del tratamiento. Esta cuestión tiene implicaciones clínicas importantes, dado que esta característica puede actuar en el mantenimiento de los síntomas de la enfermedad.

### **5.3. Alteraciones de la integración sensorial y psicopatología alimentaria**

Como hemos señalado anteriormente, las disfunciones y los errores en la integración multisensorial (IM) son una característica de algunos trastornos mentales graves como los TA (Treasure, Claudino & Zucker, 2010).

EN pacientes con TA, se han observado disfunciones multisensoriales, específicamente en la percepción sensorial táctil (Keizer, Smeets, Dijkerman, Van den Hout & Klugkist 2011), percepción propioceptiva (Epstein, Wiseman, Sunday, Klapper & Alkalay, 2001), integración visuotáctil (Eshkevari, Rieger, Longo, Haggard & Treasure, 2012), y percepción interoceptiva (Pollatos, Kurz, Albrecht, Schreder & Kleemann, 2008).

La alteración en la percepción multisensorial en pacientes con TA sugiere que existe una incapacidad de reconocer con precisión las señales corporales y de procesar e integrar percepciones corporales y de representación corporal, lo que lleva a los pacientes a experimentar el cuerpo disociado de sus dimensiones perceptivas (Gaudio, Brooks & Riva, 2014). Esta alteración en la IM es un subproducto del EC alterado, que a su vez genera una experiencia perturbada del peso y de la forma del cuerpo (Guardia et al., 2012).

Curiosamente, la experiencia alterada de la IM se suele presentar con más frecuencia en pacientes con AN. En el próximo apartado, vamos a observar algunos ejemplos de la experiencia de la IM alterada en pacientes con AN.

### **5.3.1 Alteración en la percepción táctil**

La perturbación de la percepción táctil en pacientes con TA se refiere a la alteración en distinguir el tamaño y la forma del cuerpo al tocar la piel de sus propios cuerpos (Longo & Haggard, 2010). Cuando existe una alteración en la percepción táctil, se hace difícil la discriminación de distintas partes corporales. Epstein, Wiseman, Sunday, Klapper y Alkalay (2001) estudiaron la percepción táctil en una muestra de pacientes con TA, y la compararon con personas controles. Por medio de una prueba de identificación táctil en el dedo de la mano, los participantes tenían que identificar con los ojos cerrados cuál de los dedos de la mano era el estimulado, y qué parte del dedo era estimulado. Los pacientes con AN comparados con controles mostraron alteración en discriminar partes del dedo estimuladas.

Otro ejemplo sobre la alteración en la percepción táctil en AN es el estudio de Keizer et al., (2011) quienes utilizaron una tarea de estimulación de distancias táctiles. Con los ojos cerrados, los participantes tenían que indicar la distancia entre dos estímulos táctiles sobre la piel, y las pacientes con AN sobreestimaron el tamaño de las distancias táctiles. Esas sobreestimaciones se correlacionaron positivamente con la insatisfacción corporal. Esta alteración de la percepción táctil también se puede trasladar a la detección de sensibilidad táctil. Se ha observado que los pacientes con TA presentan un umbral más bajo hacia la detección de presión táctil en el abdomen comparados con el grupo control (Keizer et al., 2011).

### **5.3.2. Alteración en la propiocepción**

La capacidad propioceptiva se refiere al sentido de captar informaciones del cuerpo como las extremidades corporales, la posición en el espacio, la orientación o la inclinación del cuerpo (Blanke; 2012). Para Lackner y Dizio (2005) la capacidad propioceptiva involucra mecanismos sensoriales simples y periféricos, donde actúan en los más altos niveles de función cognitiva de integración sensomotriz (Blanke, 2012;).

Las pacientes con TA muestran una capacidad propioceptiva alterada. Por ejemplo, en una tarea que evalúa la capacidad de localización de las partes del cuerpo en el espacio, las pacientes con AN tenían puntuaciones más bajas en la capacidad de precisión en comparación con los controles (Epstein, Wiseman, Sunday, Klapper & Alkalay, 2001).

Keizer et al., (2013) encontraron que las pacientes con AN tenían alteraciones en la percepción de la localización del cuerpo y durante sus movimientos corporales, mostraban alteraciones comparadas con controles. Las participantes tenían que caminar a través de aberturas de puertas que variaban en anchura. Las pacientes con AN presentaron una rotación de hombros un 40% de anchura, mientras que los controles presentaban un 25%. Los autores plantearon que la alteración en la propiocepción y de localización del cuerpo actúa en la percepción del tamaño corporal.

Como se ha observado en el último apartado y los apartados anteriores, la incidencia de la alteración en la percepción de la imagen corporal y esquema corporal que compone la representación corporal de personas con TA se encuentran alteradas. Está claro que estas alteraciones influyen el apareamiento y mantenimiento del trastorno mental, en el cual, se observa importancia fundamental del estudio profundo de estas alteraciones corporales, con el fin de proporcionar nuevas perspectivas de tratamientos en relación al cuidado del cuerpo en pacientes con TA. Los próximos apartados de esta tesis, se presentarán cuatro estudios experimentales que tuvieron intuito de ejemplificar y aclarar dichas alteraciones corporales y sus mecanismos de acción dentro del espectro de la psicopatología de los trastornos alimentarios.



### III. Marco Experimental

#### 1.0 Introducción

Dada la importancia de estudiar la representación corporal por medio de los experimentos de ilusiones corporales y la importancia de entender como las personas con TA representan sus cuerpos, esta tesis doctoral se propuso desarrollar cuatro estudios experimentales:

El primer estudio tiene como objetivo analizar los procesos de *embodiment* en función de la edad, evaluado por el experimento RHI. El segundo estudio se propone validar un nuevo paradigma experimental capaz de generar ilusión corporal e ilusión de *embodiment*, el experimento “*The Machine to Be Another*”. EL tercer estudio tiene como finalidad analizar la relación entre los procesos de *embodiment* en pacientes con TA. El último estudio se dirige a analizar los mecanismos de *embodiment* en pacientes con TA, y estudiar su posible relación con la comorbilidad de Trastorno Límite de la Personalidad (TLP).

Para simplificar la exposición de los estudios, se enumerarán una serie de consideraciones metodológicas que son comunes a todos ellos. En primer lugar, en todos los estudios se utilizó participantes voluntarios, de los que se recabó su consentimiento informado, conforme a la Declaración de Helsinki (2004), tras la lectura de los objetivos y el procedimiento de los experimentos. En segundo lugar, en los estudios 2 y 3 todos los participantes han sido mujeres y en el estudio 1 y 2 tanto hombres como mujeres.

Este proyecto contó con la colaboración de las siguientes instituciones: Centro PREVI de tratamientos de la conducta alimentaria y de trastorno de personalidad de Valencia, Castellón de la Plana y Alicante. Igualmente, las Universitat de Valencia y Universitat Jaume I, el Hospital de la Santa Creu I Sant Pau de Barcelona, la Universidad Federal de São Paulo, (UNIFESP) Brasil, Centro Senac y el laboratorio BeAnotherLab.

A continuación se detallará cada uno de los cuatro estudios.

### **Estudio 1: Estudio del paradigma del RHI en función de la edad**

Como se ha comentado en varios puntos de este trabajo, la RHI es un ejemplo paradigmático de cómo estudiar los procesos de embodiment, y ha sido ampliamente utilizado para investigar el sentido de propiedad del cuerpo, cómo nuestro cerebro organiza nuestra propia imagen corporal y esquema corporal (Ehrsson, Spence & Passingham, 2004), y el sentido del embodiment (Longo, Schüür, Kammers, Tsakiris, & Haggard, 2008), pudiendo ser muy útil no solo para examinar cómo se producen estos procesos y cómo se mantiene la representación corporal, sino también incluso la forma en que ésta puede ser perturbada (Tsakiris, 2010).

El experimento de la RHI consiste en inducir la propiedad corporal de una mano falsa (prótesis), en lugar de la propia mano real. Por medio de la manipulación de la integración multisensorial (tacto, vista, y propiocepción), se pide al participante que observe una mano de goma, mientras es acariciada ligeramente de forma síncrona con la propia mano real (escondida de la visión). El resultado es que las personas tienden a atribuirle la mano de goma como parte de su propio cuerpo (Botvinick & Cohen, 1998). Esta ilusión no se produce tan a menudo cuando las caricias en la mano de goma son realizadas de forma asíncrona con respecto a la propia mano (haciendo pinceladas en una dirección diferente, y/o fuera de tiempo, por ejemplo, 500 milisegundos de diferencia) (Tsakiris, 2010). Por lo general, el 80% de los participantes sienten la ilusión del embodiment de la mano de goma cuando las caricias son síncronas, mientras que sólo el 15% lo sienten cuando son asíncronas (Don & Ijsselstein, 2012; Ehrsson, Holmes & Passingham, 2005).

Los estudios previos que han utilizado la RHI han demostrado que hay una calibración constante de los sentidos sensoriales, cuyo objetivo es construir la representación mental del cuerpo. Eso indica que se nuestra representación mental del cuerpo no es una constitución fija, sino flexible, y puede ser cambiada con frecuencia. Los datos obtenidos con RHI indican que esta representación mental puede ser manipulada incluso en cuestión de segundos (Guterstam & Ehrsson, 2013).

Como ya hemos comentado, dos son los enfoques más importantes para explicar los fundamentos que subyacen a la RHI. El primero se refiere a los procesos de representación “bottom-up” (de abajo-arriba), que sugiere que para generar la propiedad del cuerpo es suficiente la simple correlación de la integración de los diversos sentidos sensoriales, incluso cuando se utiliza un objeto neutro como "mano falsa", por ejemplo, un trozo de madera (Armel & Ramachandran, 2003).

La segunda perspectiva se refiere a los procesos “top-down” (de arriba-abajo), que sugiere que para generar propiedad del cuerpo se necesita más que la integración de los múltiples sentidos sensoriales, como la congruencia con la postura, la identidad y la representación de una imagen corporal previa (Costantini & Haggard, 2007; Haans, Ijsselstein & De Kort, 2008; Tsakiris & Haggard, 2005).

Aunque actualmente existe una amplia evidencia sobre la eficacia de la RHI para inducir embodiment, la mayoría de los estudios no han tenido en cuenta la posible influencia de la edad en la susceptibilidad de la respuesta del RHI (por ejemplo, Botvinick & Cohen, 1998; Costantini & Haggard, 2007; Ehrsson, Holmes & Passingham, 2005; Longo, Schuur,

Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008; Tsakiris & Haggard, 2005). Sin embargo, Cowie, Sterling y Bremner (2013), por medio de la RHI, investigaron la integración multisensorial en niños (rangos de edad: 4-5, 6-7 y 8-9 años), y observaron que, comparados con los adultos jóvenes, los niños tenían mayor susceptibilidad de la RHI. Los autores sugirieron que en los niños, los procesos que subyacen el sentido de propiedad corporal y el embodiment todavía se encuentran en desarrollo.

En este sentido, el proceso del embodiment durante la RHI podría verse afectado por la edad, y mostrar una variabilidad de acuerdo con la disminución normal de las capacidades funcionales a lo largo del envejecimiento. El objetivo de este estudio es investigar el papel de la edad en la fuerza de la ilusión del embodiment utilizando el paradigma RHI en población adulta. Para ello se compara el embodiment y sus componentes (propiedad, ubicación y agencia), la deriva propioceptiva, la temperatura, y la respuesta galvánica durante la condición sincrónica de la RHI entre tres grupos de edad (20-35, 36-60 y 61-80). Teniendo en cuenta el deterioro cognitivo y la menor flexibilidad cognitiva que sucede a lo largo de la edad adulta, a hipótesis general de partida que se plantea es que la respuesta del embodiment (la ilusión de apropiación de la mano de goma) será menor en los grupos de mayor edad.

### **1.1. Objetivos e hipótesis**

En concreto, el objetivo de este estudio fue analizar si se producen cambios con la edad en los procesos de embodiment (propiedad, localización y agencia) y sus correlatos

fisiológicos (temperatura y respuesta galvánica de la piel) utilizando el paradigma de la RHI en una muestra de personas adultas sanas.

Los objetivos específicos que se persiguieron fueron:

- Analizar si existen diferencias en el embodiment general (puntuación total) en función de los grupos de edad.
- Analizar si existen diferencias en los factores del embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de los grupos de edad.
- Analizar si existen diferencias en la deriva propioceptiva en función de los grupos de edad.
- Analizar si existen diferencias en correlatos fisiológicos de temperatura y de respuesta galvánica (RG) de la piel en función de los grupos de edad.

Las hipótesis propuestas para este estudio fueron las siguientes:

- H<sub>1</sub>: Los participantes con más edad informarán de un menor embodiment y deriva propioceptiva en comparación con los más jóvenes en la manipulación de RHI.
- H<sub>2</sub>: Los participantes con más edad presentarán mayor temperatura en comparación con los más jóvenes durante la inducción de RHI.
- H<sub>3</sub>: Los participantes con más edad presentarían menor RG en comparación con los más jóvenes a la finalización de la inducción de la RHI.

## 1.2. Muestra

Para el estudio se reclutó una muestra de participantes sanos que provenían de diferentes centros: el Instituto Labhuman (Universidad Politécnica de Valencia, Valencia), el grupo de investigación Lapsitec (Universidad Jaume I y Universidad de Valencia) y familiares. Se excluyeron aquellos sujetos familiarizados con el experimento y el criterio de inclusión establecido para poder participar en este estudio fue el de ser mayor de 18 años. La aprobación del comité de ética fue concedido por la Universidad de Valencia (véase complementario 1 del anexo III). Se les explicó a todas las participantes sus derechos de confiabilidad de sus datos recogidos y se les pidió para que firmaran la hoja de consentimiento informado (Complementario 2 anexo III).

En total participaron 78 personas (42 hombres y 36 mujeres), divididos en 3 grupos de edad (20-35, N=41; 36-60, N=28; 61-80, N= 9) (véase Tabla 2).

***Tabla 2. Muestra de hombres y mujeres en función del grupo de edad (N=78)***

<b>Grupo</b>			
<b>Edad</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
<b>20-35</b>	31	10	41
<b>36-60</b>	8	20	28
<b>61-80</b>	3	6	9
<b>Total</b>	42	36	78

### 1.3. Instrumentos de medida

- Embodiment Rubber Hand Illusion Questionnaire (ERHQ) Cuestionario sobre embodiment de la mano de goma (Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008).

Este cuestionario está compuesto por 10 ítems que evalúan la experiencia subjetiva del embodiment de la mano de goma tras el experimento, en una escala que va desde el -3 (totalmente en desacuerdo) hasta el +3 (muy de acuerdo). Se distinguen 3 factores relacionados con los componentes alterados en la ilusión de la mano de goma: a) Propiedad: compuesto por 5 ítems, evalúa el grado de la sensación de que la mano de goma es parte del propio cuerpo; b) Localización: compuesto por 3 ítems, mide la percepción del sentido de localización de la mano real; c) Agencia: compuesto por 2 ítems, mide la sensación de ser capaz de mover la mano o sentir control de la mano de goma. Estos 3 factores explican el 79% y el 76% de la varianza del embodiment de la mano de goma en las condiciones síncronas y asíncronas, respectivamente (Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008), y tiene un alfa de cronbach .98. El cuestionario fue traducido al castellano por miembros del equipo investigador y posteriormente retraducido por una persona nativa (Ver cuestionario 2 del anexo II).

- Deriva propioceptiva (Tsakiris & Haggard, 2005)

Esta medida sirve para observar el cambio en la percepción del sentido de propiocepción del brazo antes del pase experimental y comparar con el sentido de propiocepción después de la ilusión. Con los ojos cerrados y por medio de una regla, se pide

a los participantes que indique la posición del dedo índice de la mano (real) escondida. Inmediatamente el experimentador toma nota del valor de la regla.

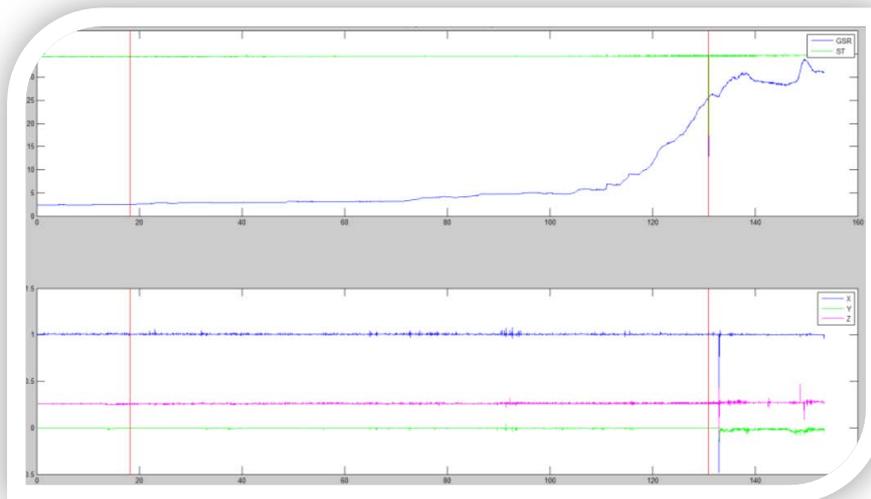
- Respuesta Galvánica (RG) y Temperatura de la piel (Armél & Ramachandran, 2003)

Estas variables se midieron por medio de Afectiva Q Sensor creado para medir los cambios sutiles de humedad y la actividad electro-dérmica de la piel (<http://qsensor-support.affectiva.com>). El sistema Afectiva Q Sensor (ver figura 16) ha sido estudiado previamente por Alonzo y Ciprianini (2012) para detectar y grabar las señales de estrés y la alteración emocional. El instrumento se coloca en la muñeca del participante mientras realiza el experimento (la muñeca del brazo sometido a la ilusión (Armél & Ramachandran, 2003). Estas medidas se toman 5 segundos antes y 5 segundos después de que la mano de goma sea amenazada por un martillo durante el experimento RHI.

El software necesario para el funcionamiento del Q Sensor es el Q Live, que permite la conexión con la pulsera por medio de bluetooth, para recibir los datos, visualizarlos y comenzar a grabar. Desde este software, y conectada la pulsera vía USB, es posible configurarla, cambiando la frecuencia de muestreo (32 Hz máximo) o sincronizar su reloj. Mientras se realizan las medidas, Q Live permite añadir marcadores para poder indicar los momentos en el tiempo que se quieren marcar (Ver figura 17).



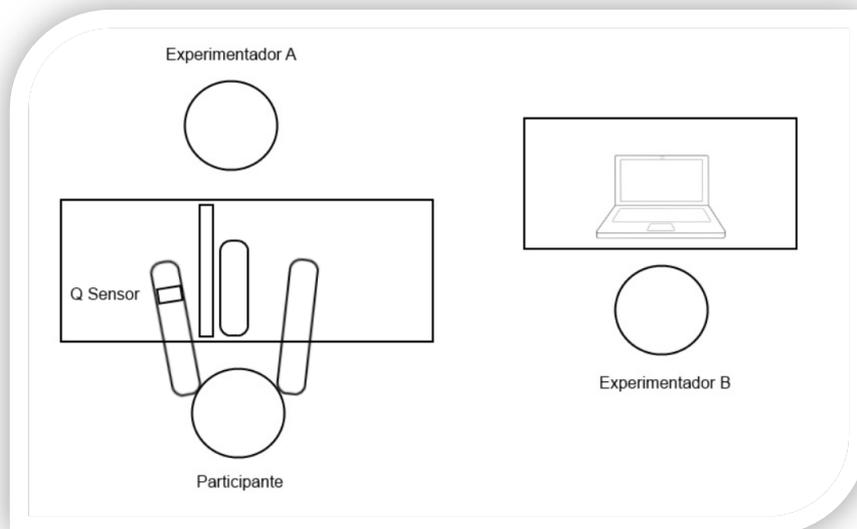
**Figura 16: Affective Q Sensor para medir la Respuesta Galvánica de la piel y la temperatura**



**Figura 17. Señales de la salida de la Respuesta Galvánica**

### 1.4. Procedimiento

El experimento se realizó en habitaciones libres de distracciones. Sobre una mesa se dispuso una pantalla vertical de madera, que impedía a los participantes ver su propia mano. En un lado de la mesa se colocó un experimentador (experimentador A), y en la otra el participante. En una mesa contigua, un segundo experimentador (experimentador B) se encargó de la recogida de las señales fisiológicas. Entre la participación de un individuo y el siguiente, el experimentador B se colocó la pulsera para evitar que la temperatura disminuyera drásticamente. Cada participante se colocó la pulsera un mínimo de cinco minutos antes (Figura 18).



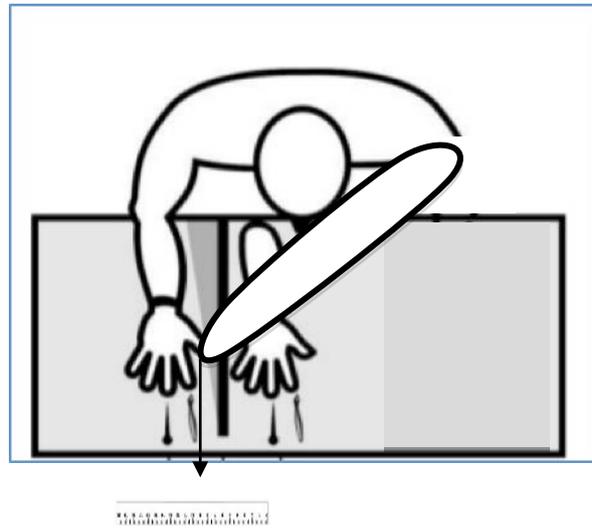
**Figura 18. Posicionamiento del participante y de los experimentadores**

Se dispuso de cuatro brazos diferentes, dependiendo del sexo del sujeto y del lado dominante (Figura 19).



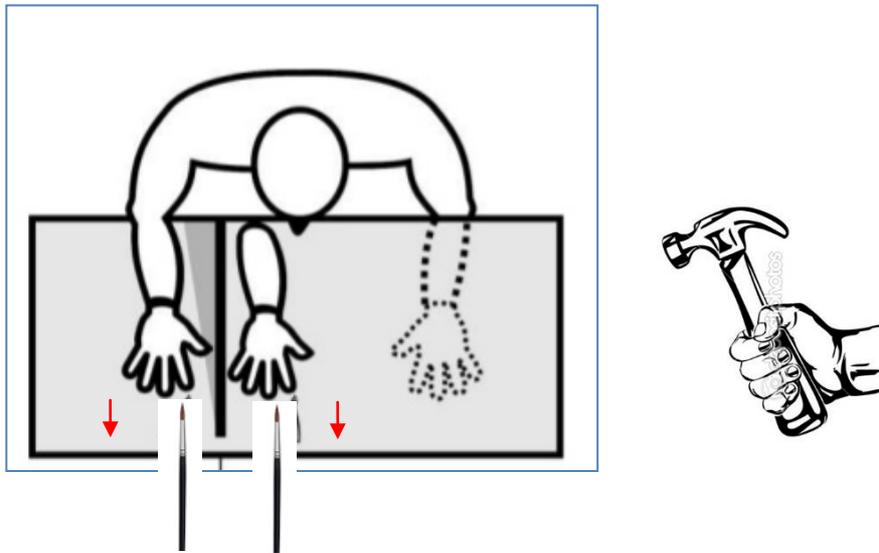
**Figura 19. Brazos del sexo masculino y del sexo femenino**

Una vez que los participantes se colocan en la posición adecuada, se medía la deriva propioceptiva, pidiéndoles que señalaran con el dedo índice de la mano dominante, el centro de su mano real escondida. Se medía mediante una regla en la parte superior de su mano, la medida de su percepción de la localización de su mano real escondida y se tomaba nota de esta medida (Figura 20).



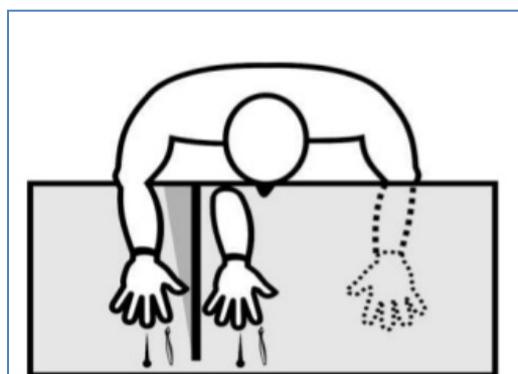
**Figura 20. Deriva Propioceptiva**

Seguidamente, se indicaba a los participantes que miraran atentamente la mano de goma y se les daba la siguiente instrucción “Intenta sentir esta mano de goma como si fuera suya”. Tras eso, se estimulaba con dos pinceles de manera síncrona la mano de goma y la real escondida. La estimulación se realizaba en lugares aleatorios de los dedos y puños durante dos minutos. En este estudio no hemos realizado caricias asíncronas dado nuestro objetivo era evaluar la graduación del embodiment en función del rango de edad (Figura 21).



**Figura 21. Estimulación condición síncrona**

Al finalizar la inducción, la experimentadora A cogía un martillo oculto de la vista del participante hasta ese momento, y se daba un martillazo sobre la mano de goma (Figura 22). Seguidamente, se volvía a pedir al participante que señalara con el dedo índice de la mano dominante, el centro de su mano escondida, y se tomaba nota de nuevo esa posición. Finalmente, todos los participantes cumplimentaban el cuestionario ERHQ (Longo et al., 2008).



**Figura 22. Estimulo aversivo**

### 1.5. Análisis de Datos

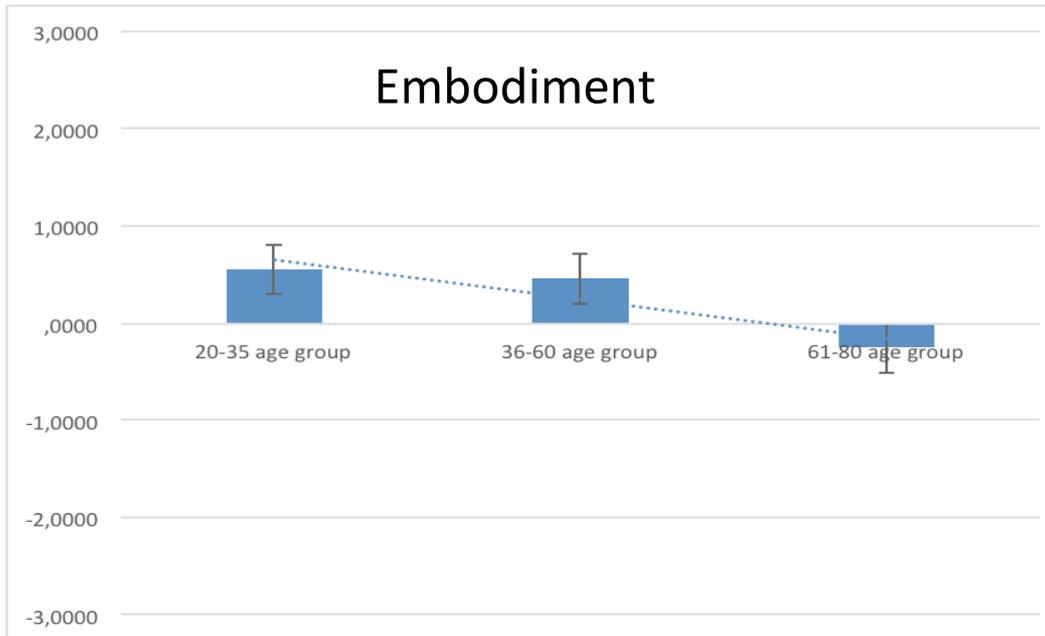
Se utilizó el programa estadístico SPSS v.22.0. En primer lugar se calcularon los estadísticos descriptivos en cuanto a la edad de las personas de cada grupo, la media de los componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia), la media de la deriva propioceptiva, la RG y la temperatura. A continuación se dividió la muestra en tres grupos de edad (20-35 años, 36-60 años y 61-80 años) y se analizaron las diferencias en función de la deriva propioceptiva y el embodiment total. Para examinar las diferencias entre los 3 factores del embodiment se llevó a cabo un Análisis de Varianza Multivariado (MANOVA) para analizar el efecto conjunto de los tres componentes (propiedad, localización y agencia). En el caso de la temperatura y la RG se realizaron Análisis de Varianza de medidas repetidas, con un factor intra-sujetos tiempo (antes versus después del martillazo), y un factor entre-grupos (3 grupos de edad). Además, se han utilizado correlaciones de Pearson para evaluar si existen correlaciones entre los diferentes grupos de edad y los elementos del embodiment.

### 1.6. Resultados

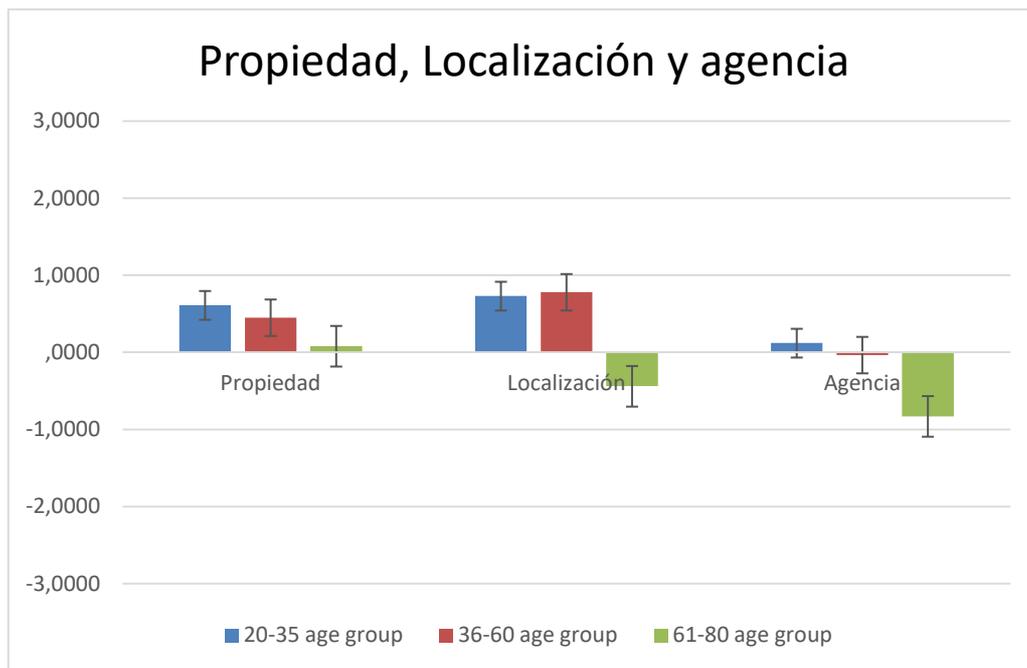
Los estadísticos descriptivos se pueden observar en la Tabla 3. En cuanto a las diferencias en función de los 3 grupos de edad en el embodiment informado, los resultados no indicaron diferencias estadísticas ni para el valor total ( $F(2, 75) = 1,00$ ;  $p = ,30$ ;  $\eta^2 = ,02$ ) (ver Figura 23), ni para ninguno de sus 3 componentes: propiedad ( $F(2,75) = ,39$ ;  $p = ,67$ ;  $\eta^2 = ,01$ ), localización ( $F(2,75) = 2,30$ ,  $p = ,10$ ;  $\eta^2 = ,05$ ) y en agencia ( $F(2,75) = 1,08$ ;  $p = ,34$ ;  $\eta^2 = ,02$ ) (ver Figura 24).

Tampoco se observaron diferencias estadísticas en función de los 3 grupos de edad ni en la deriva propioceptiva [ $F(2,75) = .59$ ;  $p = .55$ ;  $\eta^2 = .01$ ] (ver Figura 24), ni en la RG ( $F(2, 60) = 18$ ;  $p = .16$ ;  $\eta^2 = .05$ ) (Ver Figura 25). Sin embargo, hubo diferencias estadísticas en la temperatura en función de los grupos de edad ( $F(2, 60) = 3,64$ ;  $p = .03$ ;  $\eta^2 = .10$ ), observándose que el grupo de personas mayores (61-80 edad) tenía mayor temperatura ( $M = .72$ ;  $DT = \pm .32$ ) en comparación con el grupo de personas menores (20-35 edad) ( $M = .37$ ;  $DT = \pm .28$ ) (Ver Figura 26).

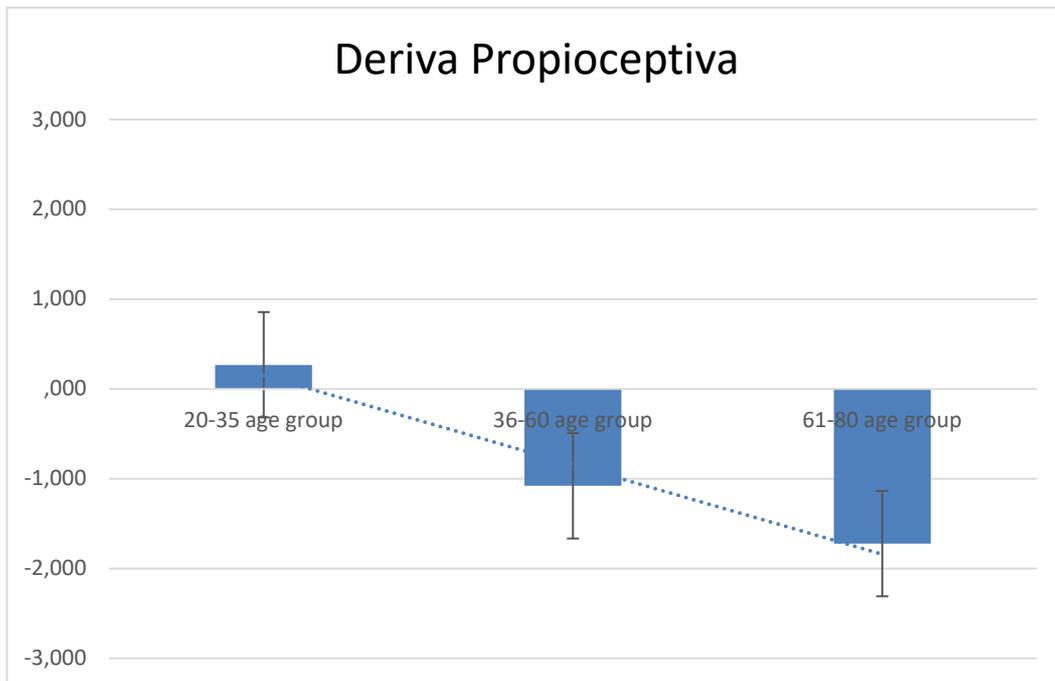
Se encontraron correlaciones significativas entre la edad y la temperatura ( $r = 0.266$ ;  $p < .05$ ). Sin embargo, la edad no se correlacionó significativamente con la puntuación total del *embodiment* ( $r = -.153$ ), ni con los siguientes componentes del *embodiment*: propiedad ( $r = -.123$ ), localización ( $r = -.165$ ), agencia ( $r = -.165$ ), deriva propioceptiva ( $r = -.122$ ), y la respuesta galvánica ( $r = 0.077$ ) (Ver Figura 27).



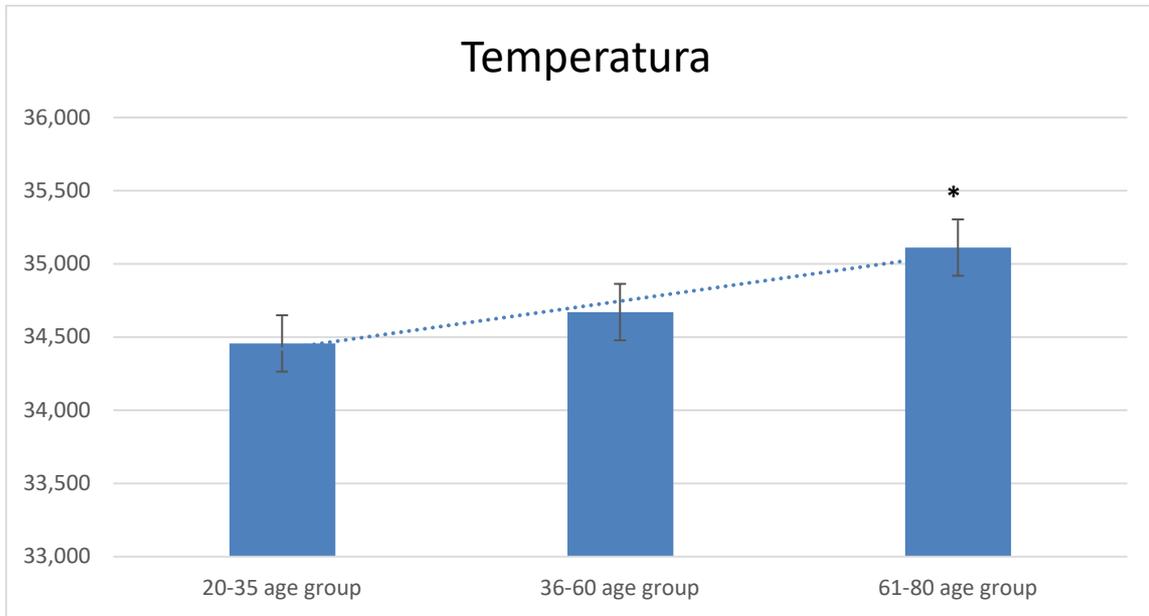
**Figura 23. Embodiment en función de los grupos de edad**



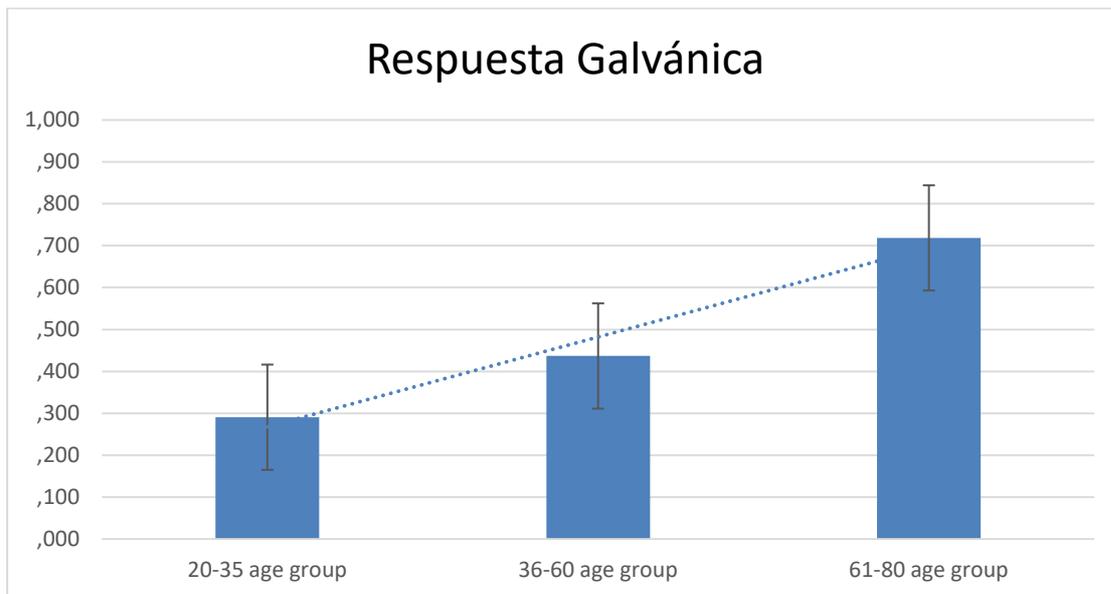
**Figura 24. Componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de los grupos de edad**



**Figura 25. Deriva Propioceptiva en función de los grupos de edad**



**Figura 26. Temperatura en función de los grupos de edad**



**Figura 27. Respuesta Galvánica en función de los grupos de edad**

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos del embodiment (propiedad, localización y agencia), deriva propioceptiva, temperatura y GSR en función de los grupos de edad (25-35; 36-60 años y 61-80 años)**

	20-35	36-60	61-80	F	p	$\eta^2$	Post-hoc
	M (Dt)	M (Dt)	M (Dt)				
Embodiment valor total	,55 (1,2)	,45 (1,7)	-,25 (2,2)	1,00	,30	,02	(20-35) = (36-60) = (61-80)
Propiedad	,61 (1,2)	,45 (1,8)	,08 (2,5)	0,39	,67	,01	(20-35) = (36-60) = (61-80)
Localización	,73 (1,2)	,78 (1,7)	-,44 (2,2)	2,30	,10	,05	(20-35) = (36-60) = (61-80)
Agencia	,12 (1,5)	-,03 (1,9)	-,83 (2,1)	1,08	,34	,02	(20-35) = (36-60) = (61-80)
Deriva Propioceptiva	,26 (2,8)	-1,0 (9,6)	-1,7 (4,0)	0,59	,55	,01	(20-35) = (36-60) = (61-80)
Temperatura	34,5 (0,8)	34,7 (0,9)	35,1 (1,0)	3,24	,04*	,09	(20-35) = (36-60) < (61-80)
Respuesta Galvánica	,36 (0,1)	,48 (0,4)	,72 (0,32)	2,69	,07	,08	(20-35) = (36-60) = (61-80)

Notas. M= Media; Dt= Desviación típica.

### 1.7. Conclusiones y discusión del estudio 1

El objetivo principal de este estudio fue analizar la posible influencia de la edad en los procesos de *embodiment* en el experimento de la RHI en personas sanas. De acuerdo con nuestra hipótesis, esperábamos observar una disminución en el valor del *embodiment* de acuerdo con el aumento de la edad, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el *embodiment* en función de los grupos de edad, ni para el *embodiment* global, ni para ninguno de sus componentes, ni para la medida objetiva de la deriva propioceptiva, ni para la RG. Tampoco se encontraron correlaciones significativas entre la edad y estas variables. La única diferencia en función de la edad se encontró en la temperatura de la mano: el grupo de personas mayores (61-80) mostró una temperatura más alta después del estímulo aversivo (golpe del martillo hacia la mano de goma) del experimento RHI en comparación con el grupo de personas más jóvenes (30-35 años de edad). Además, se encontró correlación significativa entre la edad y la temperatura.

Estudios previos han sugerido que en la población general existe una correlación negativa positiva entre *embodiment* y temperatura (p.ej., Monseley et al., 2008; Rohde et al., 2013). Sin embargo, estos estudios no incluyeron el estímulo aversivo, como en el presente estudio (golpe del martillo hacia la mano de goma). Teachman y Gordon (2009) encontraron que las provocaciones de ansiedad producen diferentes respuestas fisiológicas en las personas mayores y jóvenes adultos, y que las personas mayores tienden a presentar mayor sensibilidad a esta respuesta comparado con adultos jóvenes. Por lo tanto, los cambios de la temperatura podrían haberse visto influidos por una mayor sensibilidad fisiológica en la respuesta al estímulo aversivo, y no necesariamente por el efecto del *embodiment*.

Nuestro estudio ha mostrado tres aspectos relevantes: a) el experimento de la RHI puede ser utilizado para evaluar la integración multisensorial en todos los rangos de edad en adultos sanos, b) los mecanismos del embodiment en personas sanas sigue una misma línea de funcionamiento a lo largo de la vida adulta, no presentando cambios significativos al pasar de los años, como puede ocurrir con otros rendimientos sensoriales y cognitivos que tienden a presentar un deterioro normal, y c) los procesos de la representación corporal *top down* (arriba abajo) y *bottom up* (abajo arriba), puede que no se vean afectados a lo largo del envejecimiento en personas sanas.

Aunque hay un consenso sustancial sobre el deterioro de los procesos sensoriales a lo largo del envejecimiento, por ejemplo, en la agudeza visual (Cerella, 1985; Spear, 1993), la coordinación motora (Bullock Saxton et al., 2001), los procesos auditivos, el deterioro propioceptivo (Ribeiro & Oliveira, 2007; Skinner et al., 1984), sin embargo y sorprendentemente, pocos datos existen sobre el papel de la integración multisensorial en función de la edad (Corso, 1971; Habak & Faubert, 2000; Keller, Morton, Thomas & Potter, 1999). Hasta ahora, pocos estudios han investigado el papel de la edad en los procesos de embodiment. Como mencionamos anteriormente, Cowie, Makin y Bremner (2013) utilizaron la RHI en niños de 3 grupos de edad (4-5, 6-7 y 8-9 años) y compararon su ejecución en este experimento con adultos jóvenes con edad media 23 años. Sus resultados indicaron que los niños respondían con valores más altos en embodiment comparados con adultos jóvenes, y sugirieron que en los niños, los procesos que subyacen el sentido de propiedad corporal y el embodiment todavía se encuentran en desarrollo. De acuerdo con nuestros resultados, en la edad adulta, estos procesos se mantienen estables a lo largo del envejecimiento.

Otro estudio que ha evaluado diferencias de edad durante una ilusión de integración multisensorial ha sido el llamado “enfacement illusion” (Tajadura-Jimenez, Longo, Coleman & Tsakiris, 2012) Durante este experimento, los participantes (17-38 años de edad) miran en frente a ellos una cara de otra persona que está siendo acariciada con un bastoncillo síncronamente y a la vez que sus propias caras son acariciadas y en el mismo sitio. Los autores encontraron que, durante la condición síncrona, los participantes jóvenes tuvieron mayores puntuaciones en el embodiment (incorporación) de la otra cara comparado con los adultos mayores. Sugirieron que la plasticidad de la auto-representación de la cara se ve disminuida al pasar de los años. Sin embargo, el proceso y los mecanismos del embodiment pueden actuar de diferentes maneras en distintas partes del cuerpo. Nuestro estudio indujo la ilusión del embodiment en una mano, y sin promover auto reconocimiento y auto identificación en la cara, como en el experimento enfacement. La plasticidad de la representación facial puede ser más alta en personas jóvenes debido a la velocidad de cambio de la apariencia física que varía con la edad (Tajadura-Jiménez et al., 2012), sin embargo, el sentido del embodiment de la mano de goma podría ser más estable en todas las edades por tratarse de una parte del cuerpo con menos influencia en el proceso de identidad y con menos componentes afectivos involucrados.

Por otra parte, el embodiment no es solo el resultado de la integración multisensorial, sino también de una interacción entre los procesos top-down y bottom-up, que son necesarios a la hora de la auto atribución y representación corporal (Tsakiris & Haggard, 2005; Constantini & Haggard, 2007; Haans, Ijsselstein & De Kort, 2008). Nuestros datos sugieren que estos procesos pueden no estar deteriorados a lo largo del envejecimiento.

El presente estudio tiene algunas limitaciones importantes que deben ser destacadas. En primer lugar, el tamaño de la muestra con solo 78 participantes y por eso la repartición en solo tres grupos de edad, resultando el grupo de personas con mayor edad (61-80 años), con sólo 9 participantes. En tercer lugar, la única condición probada en el experimento ha sido la condición síncrona, la asíncrona no ha sido testeada. En cuarto lugar, solo se incluyeron participantes sanos, sin deterioro cognitivo diagnosticado.

En conclusión, este es el primer estudio que examina el papel de la edad en los procesos del embodiment que usa el paradigma de la RHI en diferentes grupos de edad y estos resultados preliminares sugieren que el paradigma de la RHI se podría utilizar para evaluar la integración multisensorial y la plasticidad corporal en todos los grupos de edad en personas sanas, sin el experimentador preocuparse con los efectos de la edad en la puntuación de los componentes del embodiment.

**Estudio 2. Validación de la eficacia del paradigma *Machine to Be Another* como un instrumento capaz de generar *embodiment* de todo el cuerpo.**

En los últimos años, el número de publicaciones sobre el uso de las ilusiones corporales en la psicología y la neurociencia ha aumentado, generando conocimiento relevante para entender cómo el cerebro representa el cuerpo (Ehrsson, 2003). El objetivo de crear las ilusiones corporales es perturbar la percepción del cuerpo, con el fin de entender cómo el cuerpo puede sostener y distinguir entre todos los componentes de la percepción (de Vignemont, 2007).

Estudios recientes han demostrado que por medio de la manipulación de entradas visuales y táctiles se puede modificar no sólo la propiedad de una parte del cuerpo, tal como una mano, como en la llamada Rubber Hand Illusion (RHI), traducida por ilusión de la mano de goma, sino también la propiedad de todo el cuerpo, llamada Ilusión de todo el cuerpo, Full body illusion (FBI) (Ehrsson, 2007; Petkova & Ehrsson, 2008).

FBI ha demostrado que se puede alterar la representación mental de todo el cuerpo, como por ejemplo cambiar la percepción de la propia localización del cuerpo en el espacio (Lengeenhager et al., 2007), inducir la experiencia fuera del cuerpo (Aspell & Blanke, 2009), inducir perspectiva de primera persona (Ionta et al., 2011), inducir la experiencia de tener diferentes tamaños corporales (Slater, Pérez-Marcos, Ehrsson, & Sánchez-Vives, 2009).

Recientemente, Petkova y Ehrsson (2008) indujeron FBI por medio del cuerpo de un maniquí estático. Realizaron una manipulación experimental multisensorial que consistía en ver el cuerpo del maniquí desde la perspectiva de primera persona a través de la cámara conectada al cuerpo del maniquí. Al mismo tiempo, los participantes recibieron estimulación visual y táctil sincronizada con una suave tocar de una varilla en su propio cuerpo, mientras se veía el cuerpo maniquí siendo suavemente tocado a la misma vez. Inmediatamente después, los participantes reportaron experimentar el embodiment del cuerpo entero del maniquí y respuestas en la conductancia de la piel (SCR) han sido observadas como evidencia fisiológica de la FBI.

La RHI y el FBI tienen en común la integración multisensorial entre los estímulos visuales y táctiles con la finalidad de generar la ilusión del cuerpo, como la metodología para medir la ilusión. Ambas ilusiones (FBI y RHI), se cuantifican por medio de un cuestionarios de respuesta subjetivas (cuestionario de embodiment), cambios en la percepción de la localización del cuerpo o de la mano (deriva propioceptiva) (Botvinick & Cohen, 1998; Tsakiris & Haggard, 2005; Lenggenhager et al, 2007; Longo et al., 2008) y respuestas fisiológica (GSR) (Armel & Ramachandran, 2003).

La RHI es un paradigma que genera la ilusión de propiedad de la mano falsa por medio de la estimulación multisensorial (visual, táctil y la propiocepción). A su vez, el paradigma Machine to Be Another (MTBA) utiliza la estimulación multisensorial (visual, táctil, propioceptiva, y audio) para inducir el FBI (Bertrand et al., 2014).

Durante el paradigma MTBA, a través de una pantalla Head Mounted - Óculos Rift - HMD, el participante ve la perspectiva de primera persona de otra persona (performer) que imita los movimientos de los participantes.

El experimento MTBA consta de cuatro pasos: En el primer paso, llamado paso de observación, los participantes observan el movimiento del cuerpo del performer en primera perspectiva. En el segundo paso, llamado el paso visuotactile, el experimentador aplica la estimulación visuotactile (hacia el cuerpo real y hacia el cuerpo del otro, performer). Durante la tercera etapa, denominada etapa narrativa, los participantes escuchan una narración de audio de la persona a la que pertenece el otro cuerpo, performer. En el último paso, llamado el paso cara a cara, los participantes se enfrentan cara a cara con ellos mismos y se dan la mano.

Hasta el momento, no existe en la literatura estudios sobre la eficacia del MTBA para generar una experiencia de embodiment y FBI. Oliveira et al., (2016) investigaron mediante cuestionario presencia, la posibilidad de inmersión no en otro entorno, con el cuerpo de otra persona por medio del paradigma MTBA. Los autores encontraron que el sistema del MTBA es capaz de promover niveles muy altos de presencia comparado con otro experimento capaz de generar presencia llamado Second Life.

Este estudio se comparó el MTBA con RHI, y se analizó los diferentes efectos de los cuatro pasos específicos de MTBA. En primer lugar, comparamos la condición síncrona y asíncrona del experimento RHI. Consecutivamente, se comparó ambas condiciones del RHI (síncrona y asíncrona) con la condición MTBA. En el segundo momento, se comparó la eficacia MTBA durante los cuatro pasos del paradigma. Las

siguientes hipótesis fueron probadas: 1) El Embodiment puntuación total y componentes del embodiment (propiedad, localización y de la agencia) tendrán una puntuación más alta durante las condiciones del MTBA en comparación con RHI condición síncrona y RHI condición asíncrona, 2) El embodiment del paso cara a cara del MTBA generará puntuaciones más altas que otras etapas del MTBA.

## 2.1. Objetivos e hipótesis

El objetivo general de este estudio fue validar el paradigma Machine to be Another como un instrumento capaz de generar embodiment en todo el cuerpo. Para eso, hemos comparado el paradigma experimental del Machine to be Another (Bertrand et al., 2013) con el paradigma experimental Rubber Hand Illusion (Botvinick & Cohen, 1998).

En concreto, los objetivos específicos que se perseguían fueron:

- Explorar la capacidad del experimento Machine to be Another en generar embodiment en función de los componentes (propiedad, localización y agencia).
- Examinar cuál de las condiciones experimentales del paradigma Machine to be Another entre ellas (observación, visuotactile, narrativa y careo) tiene mayor efecto en el embodiment.

Las hipótesis propuestas para este estudio fueron:

- H<sub>1</sub>: El paradigma Machine to be Another generará mayor sentimiento de embodiment (propiedad, localización y agencia) comparado con el paradigma Rubber Hand Illusion.
- H<sub>2</sub>: La condición experimental cara-cara del paradigma Machine to be another generara mayor embodiment comparado con las otras condiciones del paradigma.

## 2.2. Muestra

La muestra ha sido de participantes sanos reclutados en la Universidade Federal de Sao Paulo (UNIFESP), la Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo (USP) y el Centro Universitario SENAC y Be AnotherLab. El proyecto ha sido aprobado por el Comité de ética en investigación en seres humanos de la Unifesp, en Brasil (ver complementario 3 en el anexo III). Todos los participantes firmaron la hoja de consentimiento informado tras leer y concordar con sus derechos de confidencialidad de la información recogida (ver complementario 4 en el anexo III).

Los criterios de inclusión aplicados en ambos estudios fueron los siguientes:

- Capacidad visual y auditivas suficientes
- Mayor que 18 años
- Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión establecidos fueron:

- Incapacidad física que dificulte la participación a los procedimientos de la investigación.
- Presencia de lesión cerebral que invalide la interpretación de los estímulos presentados.
- Abuso de sustancias químicas.
- Histórico de problemas cardíacos.
- Experiencia en emersión en Realidad Virtual

Diseño

Se trató de un diseño con un factor intrasujeto en el cual ha sido comparado el cuestionario post experimento sobre embodiment que mide la percepción de la (propiedad, la localización y la agencia) en tres condiciones experimentales (RHI síncronas, RHI asíncrona y condición MTBA). El orden de las condiciones han sido aleatorizadas por cada participante antes de empezar el procedimiento experimental.

### **2.3. Instrumentos de medida**

- (ERHQ) Embodiment Rubber Hand Illusion Questionnaire- Cuestionario sobre embodiment de la mano de goma (Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008) (Ver cuestionario 2 del anexo II). Ya descrito en el estudio 1.

- (EMTBA) *Embodiment of Machine to Be Another* - Embodiment del experimento Machine to Be Another.

Se ha adaptado el cuestionario ERHQ para medir el embodiment generado por el experimento *Machine to be Another*. El Cuestionario del Embodiment del MTBA consiste en 10 ítems que van desde el -3 (totalmente en desacuerdo) hasta el +3 (muy de acuerdo) que evalúan la experiencia subjetiva del embodiment MTBA tras el experimento. Se distinguen tres factores relacionados con los componentes alterados en la ilusión de tener otro cuerpo. Estos factores fueron: a) Propiedad: compuesto por 5 ítems de la escala, evaluó el grado de la percepción que el cuerpo generado por la ilusión ilusoria era propiedad del propio; b) Localización: compuesto por 3 ítems de la escala, midió la percepción de localización del cuerpo generado por la ilusión; c) Agencia: compuesto por 2 ítems de la escala, midió la capacidad de mover el cuerpo generado por la ilusión (Ver cuestionario 3 del anexo II).

- (EMTBAST) *Embodiment of Machine to Be another Steps Questionnaire*.

Cuestionario elaborado para evaluar el embodiment durante los cuatro pasos del experimento MTBA. Consiste en 12 ítems que van desde el -3 (totalmente en desacuerdo) hasta el +3 (muy de acuerdo) que se dividen en los cuatro pasos de la inducción (observación, estimulación visuotáctil, narrativa, y careo). Para cada paso, se le pregunta sobre los tres componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia). (Ver cuestionario 4 del anexo II).

## 2.4. Procedimiento

- Rubber Hand Illusion (Botvinick & Cohen, 1998)

Ya descrito en el apartado de instrumentos del Estudio 2. Optamos por no aplicar el estímulo aversivo (amenaza con el martillo) porque en este estudio no teníamos la tecnología adecuada para medir la respuesta galvánica.

- Machine to be another (MTBA) (Bertrand et al., 2013)

El paradigma de la Machine to Be Another trata de ofrecer a los usuarios una experiencia de inmersión por medio de video en tiempo real, de verse a sí mismos en el cuerpo de otra persona. En el cual, el cuerpo del usuario se sustituye por el cuerpo del performer, una persona cuya función es reproducir con la mayor precisión posible los movimientos del usuario, con la intención de inducir una ilusión de cambio del cuerpo entero. Para eso, el performer reproduce los movimientos del usuario con la mayor precisión posible, de forma síncrona.

Para mantener la sensación de embodiment, el performer trata de reproducir los mismos movimientos del usuario con la máxima precisión posible durante todo el periodo de la ilusión. El performer tiene posicionada una cámara justo en la parte frontal de cuerpo, en la altura del cuello, con la función de capturar su punto de vista en primera persona, esta cámara, está directamente conectada con las gafas de realidad virtual Head Mounted Display (HMD) de la marca Immersive Óculos Rift, que permite al usuario ver las imágenes capturadas por la cámara del performer.

La gran característica diferencial de este experimento es que la cámara de video en tiempo real está directamente conectada por el sistema de Head Tracking (HT) ubicado arriba de la línea del cuello del performer, en el cual el sistema de HT está diseñado para que se pueda rastrear el movimiento del Óculos Rift ubicado en los ojos del participante y simultáneamente mover la cámara sintonizada por el HT del performer a la misma vez que se mueve el participante (Figura 28). Este sistema, proporciona que el input visual y el input de la agencia trabajen en conjunto simultáneamente y sincrónicamente.



**Figura 28. Sistema Head Tracking MTBA**

Para iniciar el paradigma experimental MTBA se pidió al participante sentarse en una silla con las manos sobre sus rodillas. Con los ojos cerrados, se le colocó el Óculos Rift y los auriculares, de tal forma que se pudiera sentir comfortable con ellos. Después de eso, los participantes abren sus ojos y ven un cuerpo debajo de sus cabezas

que pertenece al cuerpo del performer. El paradigma MTBA se divide en 4 pasos que se presentan linealmente al participante.

Paso 1. Observación: La pantalla del Óculos Rift se encendió y se le pidió al participante que inclinara la cabeza hacia abajo y explorara su espacio, durante 2 minutos. Seguidamente después se pidió que empezase a mover la cabeza, las manos, las piernas y el cuerpo lentamente. En ese momento, el performer tenía la precaución para que su cuerpo se moviera de la misma manera que el cuerpo del participante (Figura 29). Después de la etapa de observación, se pidió al participante responder el cuestionario EMTBAST.



**Figura 29. Paso 1 observación**

Paso 2. Estimulación Visuotáctil: Durante 2 minutos, el experimentador acarició la mano del participante con un pincel, mientras que al mismo tiempo, el ayudante del experimentador acarició la mano del performer en la misma zona correspondiente que la zona de la mano del performer (figura 29). Después de la etapa visuotáctil (Figura 30). Se pidió al participante responder el cuestionario EMTBAST.



**Figura 30. Paso 2 Estimulación visuotáctile**

Paso 3. Narración del audio: Los asistentes entregaron un objeto simultáneamente al participante y al performer. Se le pidió al participante que lentamente empezara a manipular libremente el objeto. Una vez que el participante empezara a manipular el objeto, se iniciaba una narración de audio durante 2 minutos sobre una experiencia personal con impacto emocional, como por ejemplo, la historia de un trauma de infancia vivido por el performer (Figura 31). Después que finalizar el audio, se pidió al participante responder el cuestionario EMTBAST.



**Figura 31. Paso 3 Narrativa**

Paso 4. Posicionamiento de careo: La pantalla se apaga y el performer se pone justo enfrente del participante. En un segundo momento, la pantalla se enciende de nuevo y el participante se enfrenta cara a cara consigo mismo, durante 2 minutos. Se le pidió al participante para que le diese la mano a sí mismo y empezase a explorar libremente el espacio, durante 3 minutos (Figura 32). Después del paso careo se les pidió a los participantes que respondieran el cuestionario EMTBAST.



**Figura 32. Paso 4 cara-cara**

El experimento duró 15 minutos por persona. Inmediatamente después de los cuatro MTBA, los pasos que se le pidieron a los participantes fueron los de responder a los cuestionarios EMTBA para cuantificar la experiencia subjetiva individual de la realización.

El protocolo original y el sistema de operación del software del paradigma MTBA planteado por Phillippe Beltrand y Marte Roel se puede encontrar en el anexo (Complementario 5 del anexo III)

## **2.5. Análisis de datos**

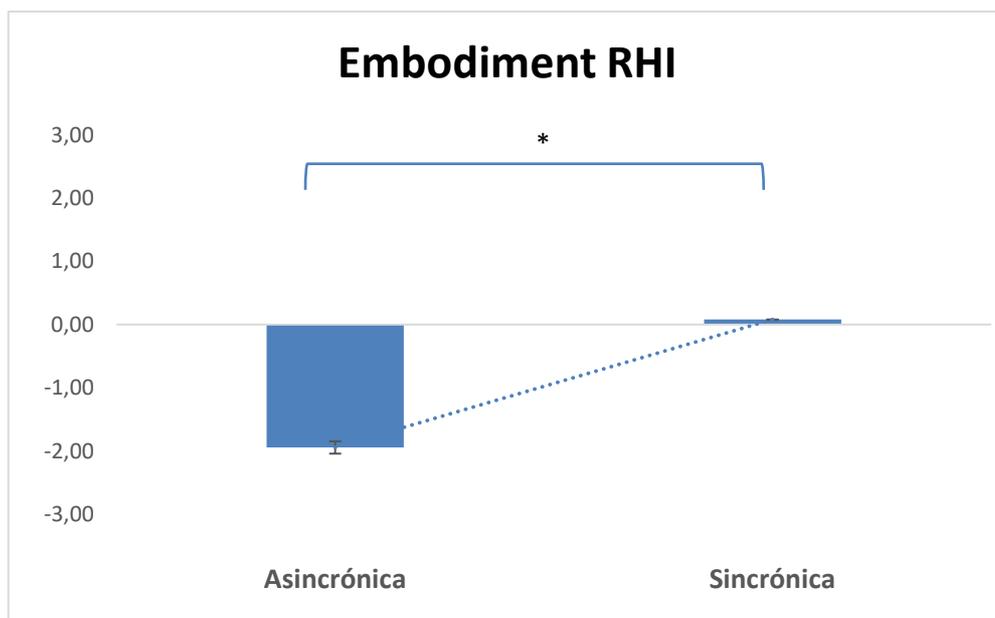
Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) para Windows, versión 20. Para la estadística descriptiva se calcularon para todas las variables. Posteriormente, con el fin de cuantificar la

experiencia subjetiva de paradigma RHI (Botvinick & Cohen, 1998), se realizó un análisis univariado de la varianza (ANOVA) para explorar las diferencias en términos de condición síncrona y asíncrona del experimento RHI. Después de eso, con el fin de comparar las experiencias de realización de todas las condiciones (RHI condición síncrona, RHI condición asíncrona y condición MTBA) de medidas repetidas ANOVA, se realizaron entre los componentes de realización (propiedad, localización y agencia). Además, se repiten compases ANOVA y se realizaron con el fin de comparar una eficacia entre los pasos MTBA (observar y explorar el paso del cuerpo, etapa visuotáctil, la narración con el paso de objetos y cara a cara).

## 2.6. Resultados

### Paradigma RHI (Embodiment Síncrono versus Embodiment Asíncrona)

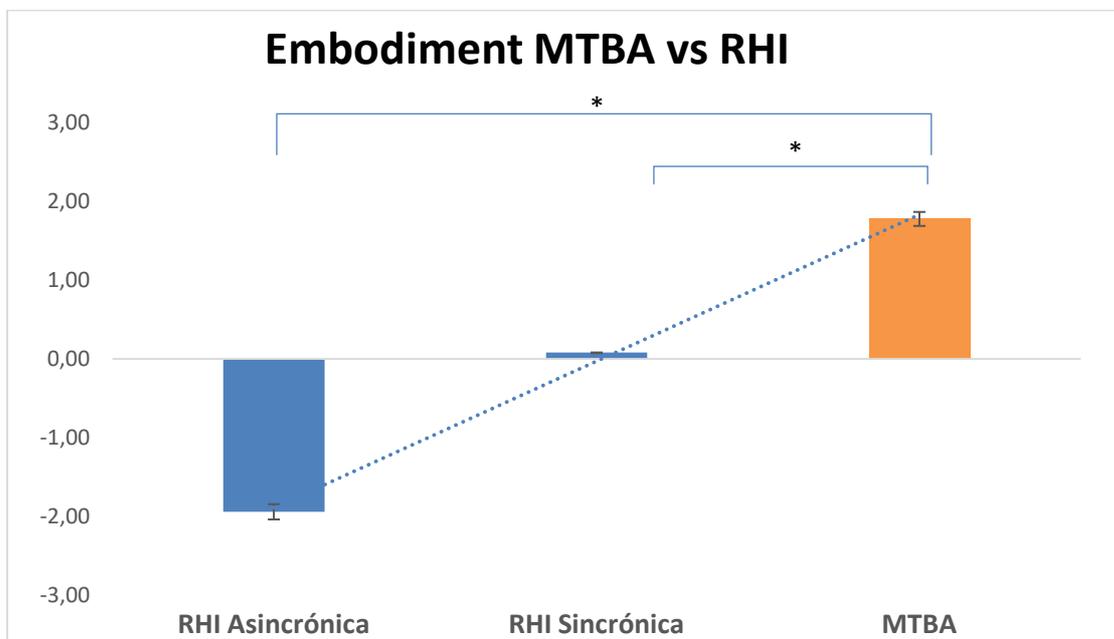
Los resultados mostraron diferencias significativas entre el embodiment de las dos condiciones experimentales del experimento, síncrono y asíncrona ( $F(1, 13) = 15,14$ ,  $p = ,00$ ,  $\eta^2 = 0,54$ ), y los participantes mostraron puntuaciones más altas en la condición síncrona ( $M = 0,08$ ,  $SD = 1,52$ ) en comparación con el estado asíncrona ( $M = -1,94$ ,  $SD = 1,07$ ) (Figura 33).



*Figura 33. Embodiment de la RHI condición síncrona y asíncra*

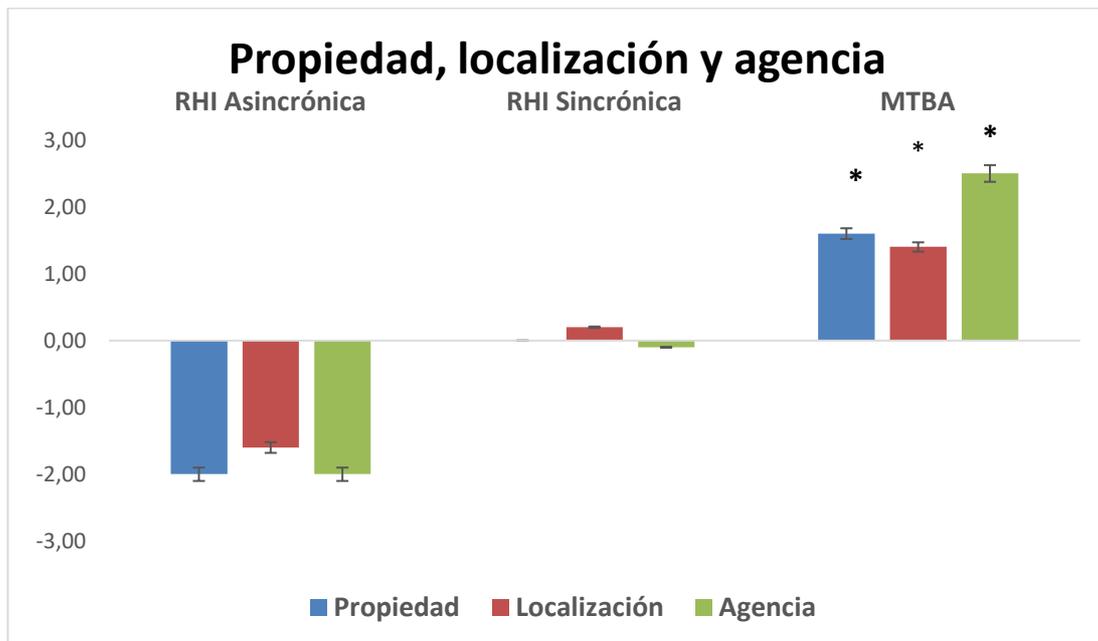
## Machine to Be Another versus Rubber Hand Illusion

Se observó diferencias estadísticas entre todas las condiciones evaluadas (MTBA, RHI síncrona y RHI asíncrona) ( $F(2, 26) = 32,80, p = ,00, \eta^2 = ,71$ ). Los participantes mostraron un mayor embodiment en la condición MTBA ( $M = 1,78, SD = 0,85$ ) comparados con RHI síncrona ( $M = ,08, SD = 1,52, p = ,00$ ) y comparados con la condición asíncrona ( $M = -1,94, SD = 1,07, p = ,00$ ) (Figura 34).



**Figura 34. MTBA versus (RHI síncrona y asíncrona)**

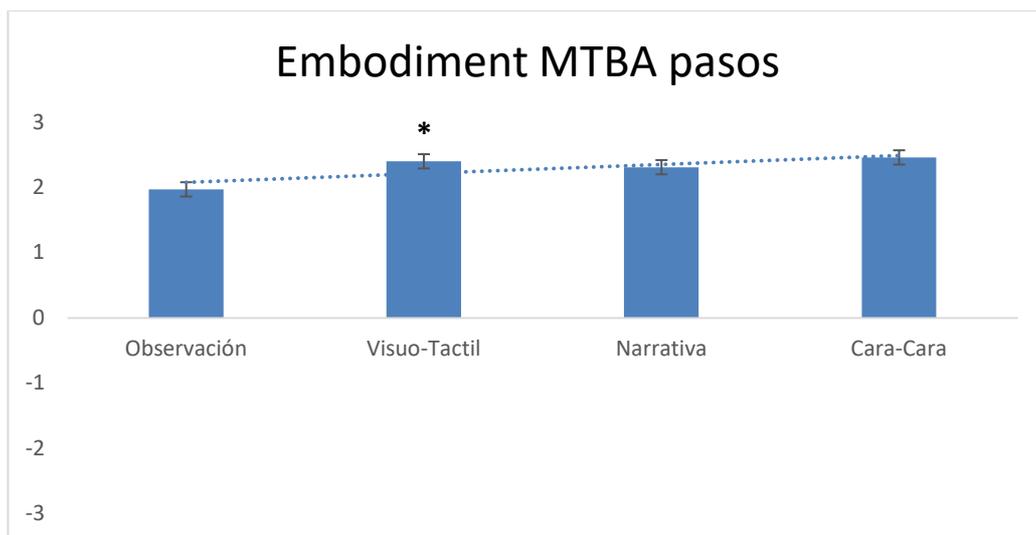
En cuanto a los componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia), los resultados demostraron que existen diferencias entre todas las condiciones (MTBA, RHI síncrona, RHI asíncrona): propiedad ( $F(2, 26) = 35,78, p = ,00, \eta^2 = ,73$ ), localización ( $F(2, 26) = 13,90, p = ,00, \eta^2 = ,51$ ), y agencia  $F(2, 26) = 40,0, p = ,00, \eta^2 = ,75$ ) respectivamente. En cuanto a la componente de propiedad, los participantes enseñaron mayor propiedad durante la condición MTBA comparado con la condición RHI síncrona ( $p = ,00$ ) y la condición RHI asíncrona ( $p = ,00$ ). Sobre el componente de localización, los participantes mostraron un similar embodiment comparados con RHI síncrono ( $p = ,19$ ) y RHI asíncrona ( $p = ,00$ ). Finalmente, sobre el componente agencia, los participantes mostraron mayor embodiment en la condición MTBA comparado con RHI síncrono ( $p = ,00$ ) y comparado con la condición asíncrona ( $p = ,00$ ) (Figura 35, estadísticos descriptivos Tabla 4 anexo I).



**Figura 35. Componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de MTBA y RHI.**

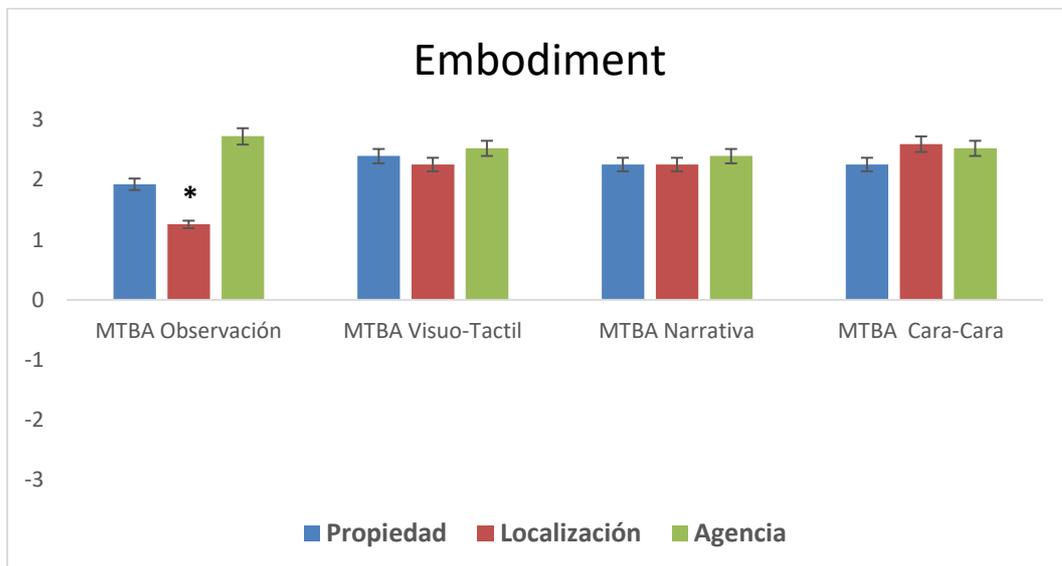
## Eficacia de los pasos de Machine to Be Another

Se observaron diferencias significativas entre todos los pasos del experimento MTBA (observar, visuotáctil, narrativa, careo) ( $F(3, 42) = 4,60, p = .00, \eta^2 = .24$ ). Los participantes enseñaron un mayor embodiment en el paso visuotáctil ( $p = .00$ ), comparado con el paso observar ( $p = .00$ ). No se observaron diferencias entre los otros pasos (Narración, observación, cara-a-cara) (Figura 36).



**Figura 36. Embodiment en función de los pasos experimentales del MTBA**

En cuanto a los componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) durante los pasos del MTBA, se observó que los participantes sintieron menos localización en el paso observación ( $p < .05$ ) comparado con los otros componentes del embodiment. No se encontró diferencias estadísticas entre los otros componentes del embodiment (propiedad y agencia) ( $p < .05$ ) (Figura 37, estadísticos descriptivos Tabla 5 anexo I).



***Figura 37. Componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de los pasos experimentales del MTBA***

## 2.7. Conclusiones y discusión del estudio 2

El objetivo de este estudio ha sido analizar la eficacia del MTBA para la creación de una experiencia FBI y embodiment. Con este objetivo, se comparó la MTBA al experimento tradicional RHI, y además, se analizó todas las fases del procedimiento MTBA. El presente estudio proporcionó la primera evidencia empírica que apoya la eficacia de la MTBA en generar experiencia de FBI y embodiment.

La primera hipótesis supone que las calificaciones del embodiment del MTBA serían mayores que las calificaciones del paradigma RHI, y los resultados confirmaron esta expectativa.

En cuanto a la segunda hipótesis, esperábamos que las puntuaciones totales de embodiment durante el paso cara a cara del MTBA serían más altos que en los otros pasos, sin embargo, los datos no confirman esta hipótesis. Además, el paso visuotactile produjo la experiencia del embodiment más alta durante el experimento MTBA y ha sido el responsable por incrementar el sentido de localización. Después de eso, la experiencia subjetiva del embodiment se mantuvo durante los pasos siguientes del MTBA (narrativa y cara-cara).

Este hallazgo significa que la estimulación y la integración multisensorial son componentes fiables para inducir embodiment de todo el cuerpo. Además, los datos también muestran que la localización es el componente más fuerte del embodiment y, por lo tanto, un elemento clave para la inducción de la FBI.

Nuestros resultados están de acuerdo con Blanke y Metzinger (2009), quien sugirió que el sentido de la localización es una condición necesaria para la auto-conciencia y el conocimiento de los acontecimientos externos. En la misma línea, durante un experimento FBI, Ehrsson (2007) mostró que la auto-localización produjo el sentido de propiedad del cuerpo y la auto-identificación. Guterstam y Ehrsson (2007) demostró que la inducción de cambios en la auto-localización hacia otra localización extracorpórea puede conducir a una disownership (desapropiación) del propio cuerpo. Finalmente, Longo et al., (2008) encontró que la propiedad y la localización son los principales componentes del proceso de embodiment.

Otro factor que podría explicar la capacidad de MTBA para generar FBI es el sentido de agencia. A través del sistema de Head Tracking (cámara de perspectiva de primera persona acoplado en el cuerpo del performer, que se mueven de acuerdo con el movimiento de la cabeza del usuario), MTBA permite a los participantes mover su otro cuerpo a través de un ángulo de 180 grados mientras se mueve su propia cabeza.

Este mecanismo facilita el papel de la integración multisensorial entre la visión y la propiocepción. Cuando los participantes mueven su propia cabeza, producen un alto sentido de la agencia sobre el cuerpo del otro (performer). Sin embargo hasta ahora nuestros datos no proporcionan evidencia directa de que la agencia influyó en un mayor sentido de embodiment. Las correlaciones entre la propiedad del cuerpo y agencia han sido analizados por la investigación en neurociencias (Gallagher, 2005; Makin et al., 2008; Kalckert, 2012; Cebolla et al., 2016), en el cual la agencia, es un importante factor que genera el sentido de autoría sobre los movimientos corporales facilitando el

sentido de propiedad corporal (Blakemore & Frith, 2003; Constantini & Haggard, 2005; Synofzik et al., 2008).

Dummer, Picot-Annand, Neal y Moore (2009) y Ma y Hommel (2015) analizaron los efectos de la agencia/movimiento durante el experimento RHI, y encontraron que hubo un aumento en el embodiment hacia la mano de goma, comparado con el experimento RHI sin agencia. Kalckert y Ehrsson (2012) demostraron que el sentido de la agencia de los participantes durante la RHI era más fuerte cuando ellos sintieron propiedad hacia la mano de goma, o en otras palabras cuando sentían más embodiment hacia la mano de goma. Sugirieron que la propiedad y la agencia son dos procesos cognitivos distintos, sin embargo, ambos son fundamentales para la comprensión de la manera en que experimentamos nuestros cuerpos.

Los últimos factores que podrían ser importantes para explicar el potencial de la MTBA son procesos de representación corporal Top-down (arriba hacia abajo) y de Botton-up (abajo hacia arriba). Tsakiris y Haggard (2005) sugirieron que la ilusión de la RHI no es el producto de procesos puramente de abajo hacia arriba, afirman que la estimulación visuotactile síncrona es necesaria, pero no suficiente, para inducir la experiencia del embodiment y de propiedad corporal. Estos autores sugieren que las entradas visuotactile deben integrarse a una representación preexistente del cuerpo. Nuestros resultados son coherentes con esta idea, ya que durante la experiencia MTBA, el otro cuerpo encarnado es un verdadero cuerpo humano, lo que facilita la interacción entre los procesos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba.

Finalmente, debe mencionarse varias limitaciones. En primer lugar, la muestra era muy pequeña, y es necesario llevar a cabo estudios con muestras más grandes. En segundo lugar, el paradigma MTBA necesita un intérprete/performer que actúa de forma sincronizada con los movimientos de los participantes con el fin de reducir el retardo temporal y aumentar la sincronidad. Los estudios futuros deben probar MTBA con todos los intérpretes con o sin experiencia, en nuestro estudio ha sido utilizado intérpretes con experiencia de 2-3 años con MTBA. En tercer lugar, MTBA induce FBI, mientras que RHI induce una ilusión de sólo una parte del cuerpo, la mano. Se necesitan más estudios para comparar MTBA a otros paradigmas del FBI. Aunque creemos que la comparación de RHI y MTBA podría promover el conocimiento que puede aclarar los mecanismos subyacente del embodiment.

En suma, el paradigma MTBA fue capaz de generar embodiment y FBI. Además, puede ser una herramienta fiable para el uso en aplicaciones clínicas, ayudar a comprender trastornos de distorsión corporal, trastornos de la alimentación, o incluso otros problemas psicopatológicos tales como los sesgos cognitivos y de ansiedad social. También muestra potencial para ser explorado y analizado bajo el contexto de empatía, compasión e intervenciones psicológicas. Desde esta perspectiva, el paradigma MTBA abre una amplia gama de oportunidades para estudiar el sentido de embodiment, el sentido de la propiedad, la localización, y el sentido de la agencia en diversas áreas del conocimiento.



### **Estudio 3: Estudio de los mecanismos del embodiment en pacientes con TA.**

En la sociedad occidental, un tercio de las mujeres presentan insatisfacción con su imagen corporal (Grant & Cash, 1995), y en su forma extrema, esta insatisfacción es una de las características más significativas de las personas que sufren TA (Timerman et al., 2010). Según Mora y Raich (1993) la insatisfacción y la preocupación por el propio cuerpo, la búsqueda por la delgadez, y el miedo de ganar peso, están a la base de las distorsiones perceptivas que presentan estos pacientes con respecto a su tamaño corporal.

Dada la psicopatología característica de los TA, no es de extrañar que en los últimos años se haya iniciado un interés por estudiar la relación entre estos trastornos y los procesos de *embodiment*. Ya existen algunos estudios previos que han demostrado que las personas con TA presentan alteraciones en los mecanismos de *embodiment*, comparadas con personas controles, cuando se induce la ilusión de la mano de goma (RHI) (Eshkevari et al., 2012). Con el propósito de profundizar en este ámbito, la intención del actual estudio es evaluar la presencia de alteraciones en los mecanismos de *embodiment* en personas diagnosticadas de TA y controles, centrándonos en dos partes del cuerpo: la mano y la pierna.

En este estudio, se ha elegido inducir la ilusión de embodiment en la pierna (*Rubber leg illusion*, RLI), porque la evidencia muestra que existe un mayor rechazo e insatisfacción hacia esta parte del cuerpo cuando se trata de pacientes con TA (Pérez, 2008), en comparación con la mano o el brazo. Estudios previos en personas sanas ya han comprobado que esta ilusión corporal es realizable (ej. Crea y col 2015; Flögel,

Jalveram & Vogt, 2016). Teniendo en cuenta esto, en el presente estudio nos planteamos inducir la ilusión tanto de la mano como de la pierna de goma, siguiendo el paradigma y los pasos metodológicos planteados por Botvinick y Cohen (1998).

### 3.1. Objetivos e hipótesis

El objetivo general de este estudio fue analizar y comparar las respuestas de *embodiment* hacia una mano de goma y una pierna de goma, en pacientes con TA y en participantes controles.

#### Hipótesis

- H<sub>1</sub>: Los pacientes con TA informarán de una mayor ilusión tanto en el brazo como en la pierna, comparados con participantes controles, y en las dos condiciones experimentales (síncrona y asíncrona).
- H<sub>2</sub>: Los pacientes con TA informarán de una mayor ilusión en la pierna en comparación con el brazo, mientras no esperamos encontrar esta diferencia en el grupo de control.
- H<sub>3</sub>: Se espera que exista una relación entre altos niveles de insatisfacción corporal y una mayor ilusión en la RHI, tanto en la mano como en la pierna.

### 3.2. Muestra

La muestra total estuvo compuesta por un total de 82 participantes: 39 eran del grupo control, y 43 del grupo TA (6 pacientes con BN, 10 con AN: 2 de tipo purgativo

y 8 de tipo restrictivo, y 27 TCANE). La media de edad de los participantes fue de 29 (DT=8,49) (rango entre 18 hasta 51 años). Todas las participantes eran del sexo femenino. Los pacientes con TA provenían del Centro Clínico Especialista en Tratamiento de los TA y TP (PREVI) de Valencia, Alicante y Castellón. El grupo control estuvo compuesto por personal y alumnas de la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad Jaume I de Castellón y la Universidad de Valencia. La participación en este estudio fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de todas ellas (Complementario 2 Anexo III).

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: ser mujer y no tener ninguna incapacidad física que dificultara la participación en los estudios (falta de una extremidad, ceguera, etc.). Además, y para el grupo TA, se requería cumplir con los criterios diagnósticos de algún TA (AN, BN y trastorno por atracón), según el DSM-5 (APA, 2013).

## Diseño

Se trata de un diseño con un factor intersujeto con 2 niveles (TA y Controles), y un factor intrasujeto con 4 niveles (brazo-síncrona; brazo-asíncrona; pierna-síncrona y pierna-asíncrona).

### **3.3. Instrumentos de Medidas**

Los instrumentos que se muestran a continuación se presentan en apartado de los anexos.

- *La escala de estima Corporal* (BES; Franzoi y Shields, 1984; versión española; Jorquera, Baños, Perpiñá y Botella, 2005): Esta escala consta de 35 ítems que evalúan el tipo de emociones que producen a la persona diferentes partes y características corporales, q se valoran en una escala Likert de 5 puntos (1: fuertes sentimientos negativos, 2: sentimientos negativos moderados, 3: neutros, 4: sentimientos positivos moderados, 5: fuertes sentimientos positivos). La escala presenta buena fiabilidad en hombres (.78-.87) y en mujeres (.81-.86) (Joquera et al., 2005) (Cuestionario 5 Anexo II).
  
- *Cuestionario Embodiment de la mano de goma* (ERHI) (Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008). Ya descrito en instrumentos del Estudio 1. Se realizó una adaptación para preguntar por la pierna de goma.
  
- *Cuestionario Embodiment de la pierna de goma* (ERLI): Este cuestionario fue adaptado al cuestionario para brazo el ERHI de (Longo et al., 2008) para un cuestionario para pierna el ERLI. Está compuesto por 10 ítems que evalúan la experiencia subjetiva del embodiment de la pierna de goma tras el experimento, en una escala que va desde el -3 (totalmente en desacuerdo) hasta el +3 (muy de acuerdo). Se distinguen 3 factores relacionados con los componentes alterados en la ilusión de la pierna de goma: a) Propiedad: compuesto por 5 ítems, evalúa el grado de la sensación de que la pierna de goma es parte del propio cuerpo; b) Localización: compuesto por 3 ítems, mide la percepción del sentido de localización de la pierna real; c) Agencia: compuesto por 2 ítems, mide la sensación de ser capaz de mover la pierna o sentir control de la pierna de goma (Ver cuestionario 6 del anexo II).

- *Deriva propioceptiva* (DP, Tsakiris & Haggard, 2005): Ya descrito en los instrumentos del Estudio 1.
- *Respuesta galvánica y temperatura de la piel* (GSR, Armel & Ramachandran, 2003). Ya descrito en los instrumentos del Estudio 1.

### **3.4. Procedimiento**

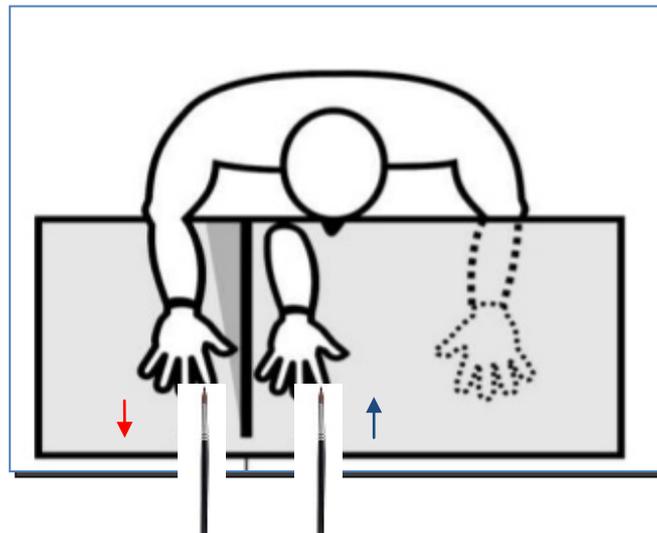
El procedimiento que se siguió para reclutar la muestra con TA consistió en contactar personalmente con los Centros PREVI de Valencia, Castellón y Alicante. Se pidió que el equipo de psicólogos clínicos entrara en contacto individualmente con las pacientes para invitarlas a participar de un experimento con una duración de aproximadamente 30 minutos. Era importante que las participantes no supieran detalles sobre el experimento. Una vez que las pacientes aceptaron participar se les pedía que firmaran la hoja de consentimiento informado en el cual se les informaban que todos los datos recogidos estaban protegidos en términos de intimidad y de confidencialidad, salvaguardando de esta manera la identidad de la paciente.

En relación al procedimiento que se siguió para reclutar el grupo control, consistió en divulgar el estudio por medio de carteles informativos en las Universidades participantes y también por redes sociales. Posteriormente, a las personas que tenían interés en participar del estudio, entrábamos en contacto por email individualmente en el cual les explicábamos sobre que se trataba el estudio y el tiempo de duración.

También sin muchos detalles sobre el experimento para no sesgar el estudio. Una vez que los participantes controles aceptaron participar se les pedía que firmaran la hoja de consentimiento informado, tal y cual hicimos con los pacientes TA.

#### Descripción del protocolo RHI utilizado para el estudio 3

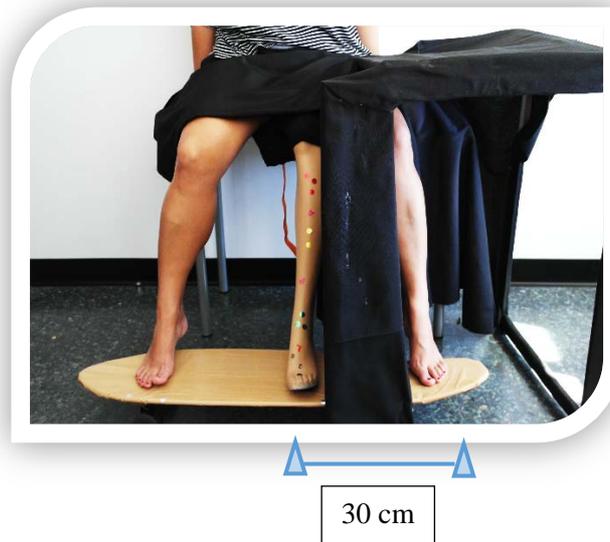
El protocolo de aplicación del experimento RHI ha sido redactado en el Estudio 1. Para este estudio, además de la condición síncrona hemos añadido la condición asíncrona, dado que en estudios previos se ha observado que pacientes con TA también presentan ilusión de embodiment en dicha condición (Eskevari et al., 2011). Para la condición asíncrona, la estimulación táctil era realizada durante 2 minutos con pinceladas realizadas en un intervalo de 0,5 segundos de diferencia entre la mano real y de goma y en sentidos opuestos 180° (Figura 38).



**Figura 38. Experimento RHI estimulación asíncrona.**

Protocolo de aplicación de la Rubber Leg Illusion (RLI) - Experimento de la pierna de goma.

Se posicionaba a la participante con la postura adecuada para el experimento, y se les pedía que se sentaran en un banco de 1 metro, 15 cm de ancho y 45 cm de alto con las piernas 45° semi-estirada, encima de una plataforma de madera. La pierna de goma se ponía de forma simétrica a la pierna real y se dejaba una distancia de 30 cm entre ellas (Figura 39).



**Figura 39. RLI distancia de 30 cm entre la pierna de goma y la pierna real.**

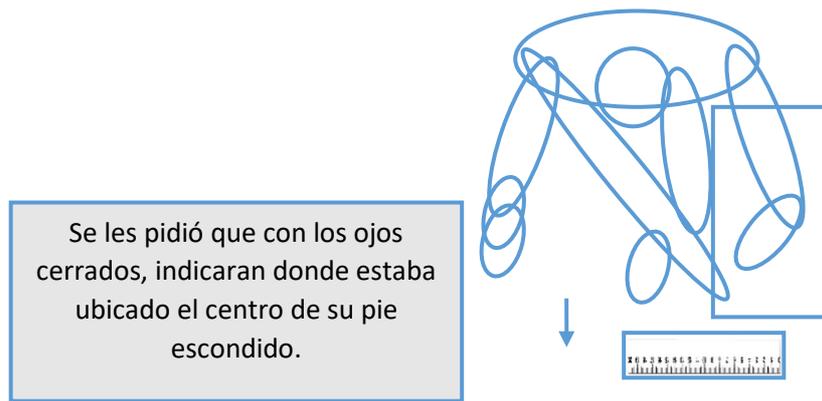
Para medir el GSR y la temperatura se colocó en el tobillo de la pierna escondida el Q-sensor Afectiva (figura 40).



**Figura 40. Q-sensor Afectiva para medir GSR y temperatura**

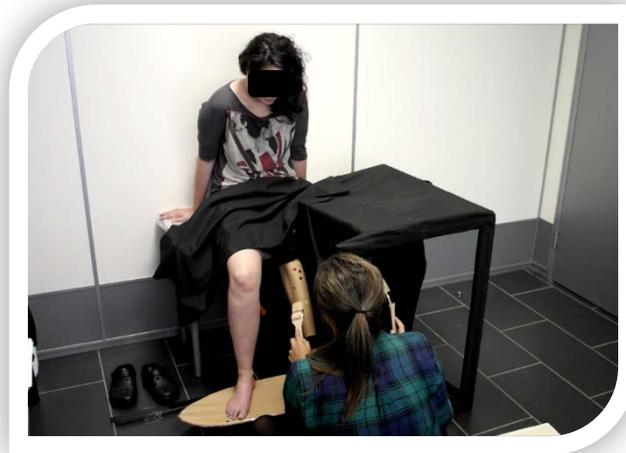
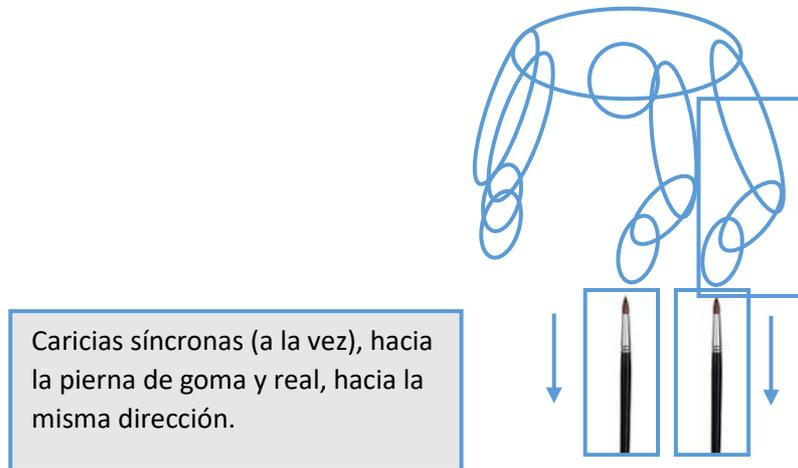
A continuación, se colocaba una caja negra, de 1,20 metros de altura por 60 cm de ancho, por encima de la pierna del participante con la intención de esconderla de la vista del mismo, mientras que la otra pierna real y la pierna de goma podían ser vistas simultáneamente. La pierna elegida para ser escondida era la contraria de la dominante, siguiendo las directrices de la ilusión de la mano de goma (Botvinick & Cohen, 1998).

Antes de empezar y antes de finalizar el experimento se midió la deriva propioceptiva de los participantes. Ese proceso se repitió en cada condición síncrona y asíncrona y en pierna y en brazo. Para medir la deriva propioceptiva se les pidió que con los ojos cerrados y con su dedo índice de la mano opuesta de la pierna escondida, indicaran donde estaba ubicado el centro de su pie escondido (fuera de su visión), en una regla ubicada en la parte superior de la tela que escondía su pierna, se verificó (en cm) la medida de su percepción de la ubicación de su pierna real. Se tomó nota de esta medida antes de empezar el experimento y al final del mismo (figura 41).



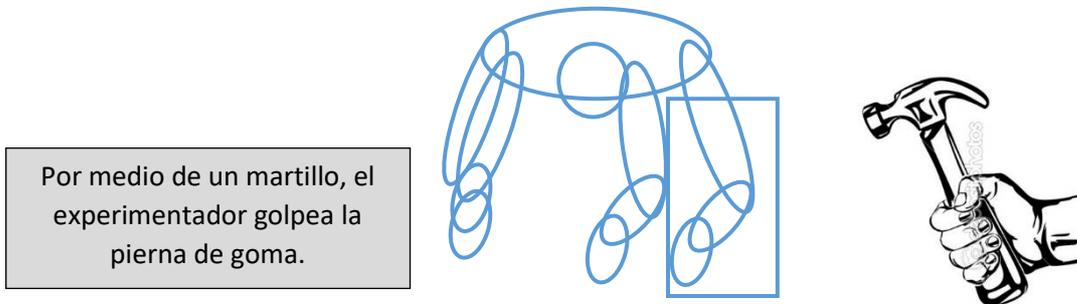
**Figura 41. Deriva propioceptiva**

Posteriormente, se inició la aplicación del experimento condición síncrona. Aquí les pedíamos que: “Por favor, centre su atención en esta pierna de goma, intente sentir como parte de su cuerpo, como si fuera tuya”. Se les estimularon ambas piernas (goma y real) por medio de dos pinceles (tamaño 36) de manera síncrona durante (2 minutos) seguidos, de modo que las caricias con el pincel se realizaban de manera sincronizada (ej. 1 segundo cada caricia a la vez) y ambas hacia la misma dirección (ej.90°) (figura 42).



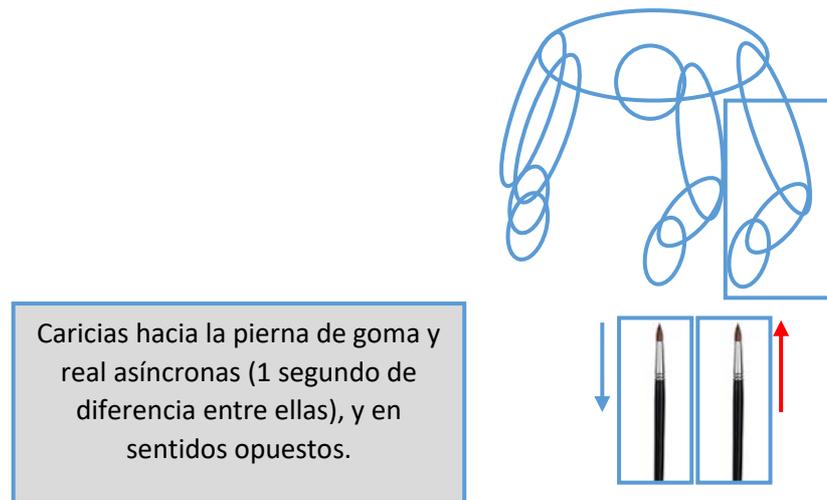
**Figura 42. Estimulación condición Síncrona**

Como ya se ha mencionado anteriormente, tras finalizar la condición experimental síncrona y asíncrona se medía la deriva propioceptiva de los participantes (véase figura 39). Posteriormente, el experimentador golpeaba la pierna de goma por medio de un martillo (Figura 43). +



**Figura 43. Estimulo aversivo en la pierna**

Para llevar a cabo la estimulación asíncrona, la consigna a seguir era: “Por favor, centre su atención en esta pierna de goma, intente sentir como parte de su cuerpo, como si fuera tuya”. Se les estimulaban ambas piernas (la de goma y la real) por medio de dos pinceles (tamaño 36) de manera asíncrona, durante (2 minutos) seguidos. Las caricias con el pincel se realizaban de forma no sincronizada (por ejemplo, realizaba una caricia en una pierna, esperaba 1 segundo, realizaba otra caricia en la otra pierna, real y de goma) o ambas caricias se hacían en sentidos opuestos (figura 44).



**Figura 44. Estimulación condición Asíncrona**

Todas las participantes llevaron a cabo todas las condiciones. Antes de empezar el experimento se aleatorizó por cuál de los dos experimentos los participantes iban a empezar, y posteriormente se aleatorizó también en cuál de las dos condiciones el participante iba a empezar: síncrona o asíncrona.

### 3.5. Análisis de Datos

Con el propósito de responder a los objetivos y a las hipótesis propuestas en este estudio, se efectuaron análisis estadísticos por medio del Programa SPSS, versión 20. Con el objetivo de analizar posibles diferencias entre los grupos TA y GC y entre la pierna y el brazo, se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas 2 x 2 (brazo x pierna) para las 2 condiciones (síncrona y asíncrona) y para los siguientes componentes:

embodiment, deriva propioceptiva, propiedad, localización, agencia, temperatura y GSR.

Para finalizar, se analizaron las correlaciones de Pearson con el objetivo de observar si existían relaciones entre los componentes del embodiment (propiedad, localización, agencia, deriva propioceptiva, respuesta galvánica y temperatura) y la insatisfacción corporal en ambas partes del cuerpo (mano y pierna).

### 3.6. Resultados

Como se comentó, se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas 2 (TA y GC) x 2 (brazo x pierna) para las 2 condiciones (síncrona y asíncrona), para los siguientes componentes: embodiment, deriva propioceptiva, propiedad, localización, agencia, temperatura y GSR.

En cuanto a la condición asíncrona, para la puntuación total de embodiment se observaron diferencias significativas entre grupos, siendo el TA el que obtenía mayores puntuaciones tanto en brazo como en pierna que el GC [ $F(1,80)=5,60$ ;  $p=,020$ ;  $\eta^2=,06$ ]. Por otro lado, se encontró también significativo el efecto interacción, ya que los TA mostraron mayores puntuaciones en el embodiment en el brazo que en la pierna [ $F(1,80)=27,85$ ;  $p=,00$ ;  $\eta^2=,25$ ], mientras que los GC mostraban puntuaciones similares en ambas extremidades. En relación a la condición síncrona, en la puntuación de embodiment total también se observaron diferencias significativas entre grupos, siendo el TA el que obtenía nuevamente mayores puntuaciones tanto en brazo como en pierna que el GC [ $F(1,80)=3,42$ ;  $p=,06$ ;  $\eta^2=,05$ ], sin embargo no se encontraron efectos

significativos en la interacción [F (1,80)=1,83;  $p=,17$ ;  $\eta^2=,02$ ] (véase media y desviación típica en la tabla 4 y figura 46).

A continuación expondremos los resultados en cuanto a los factores (propiedad, localización y agencia) en la condición síncrona (véase media y desviación típica en la tabla 4 y figura 46).

- Para el factor propiedad se observaron diferencias en el brazo y pierna con mayores puntuaciones en el brazo que en la pierna [F (1,80)=12,10;  $p=,01$ ;  $\eta^2=,12$ ], y diferencia entre grupos con puntuaciones mayores en el grupo TA que GC [F (1,80)=7,00;  $p=,01$ ;  $\eta^2=,08$ ].
- En cuanto al factor localización, se observaron solo diferencias entre grupos, con puntuaciones mayores en el grupo TA que GC [F (1,80)=6,20;  $p=,01$ ;  $\eta^2=,07$ ].
- En relación al factor agencia, no se observaron diferencias ni en grupos [F (1,80)=2,33;  $p=,63$   $\eta^2=,00$ ] ni en la interacción [F (1,80)=1,87;  $p=,18$ ;  $\eta^2=,02$ ] (véase media y desviación típica en la tabla 4, figura 45).

En cuanto a los factores (propiedad, localización y agencia) en la condición asíncrona (véase media y desviación típica en la tabla 4 y figura 47):

- Sobre el factor propiedad solo se observó el efectos significativo de la interacción [F (1,80)=7,19;  $p=,00$   $\eta^2=,08$ ] en el cual TA mostraron mayores puntuaciones en brazo que en pierna comparados con el GC, mientras que el GC mostraba puntuaciones similares.

- En cuanto el factor localización, no se observaron diferencias significativas ni entre grupos [F (1,80)=,467; p=,49  $\eta^2=,00$ ] ni en la interacción [F (1,80)=,604; p=,43  $\eta^2=,00$ ].
- En relación al factor agencia no se observaron diferencias significativas ni entre grupos [F (1,80)=,036; p=,85  $\eta^2=,00$ ] ni en la interacción [F (1,80)=,009; p=,92  $\eta^2=,00$ ].

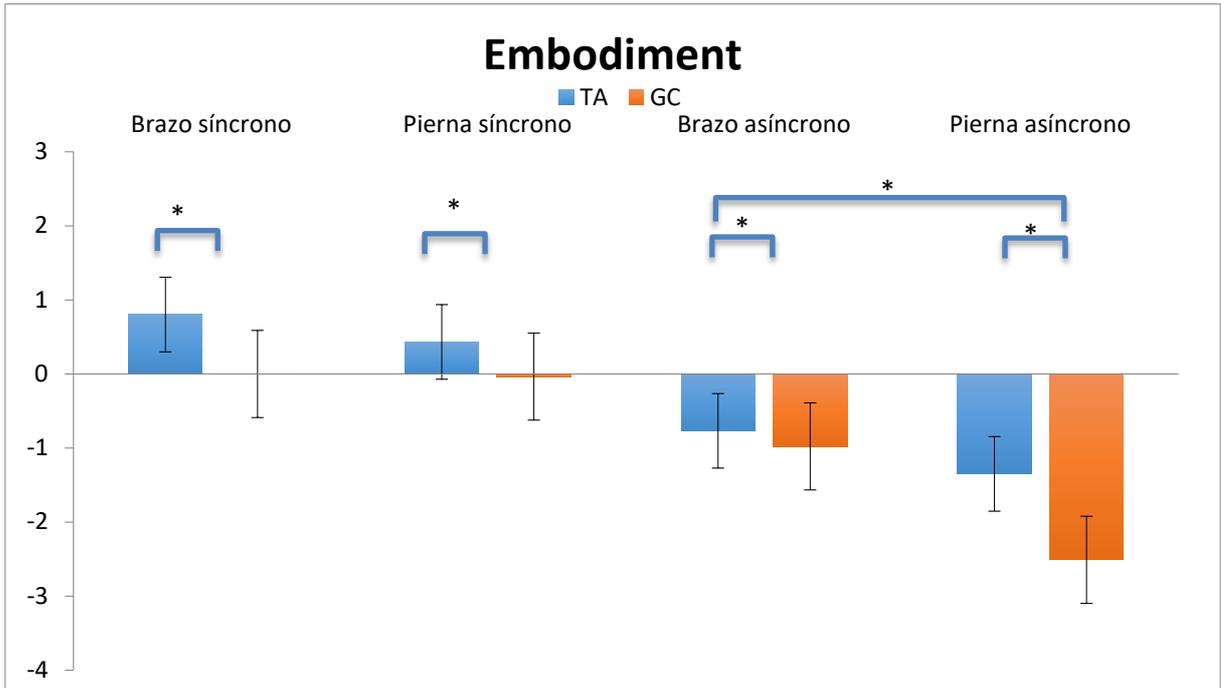
En cuanto a los resultados de la deriva propioceptiva en la condición síncrona, se observaron diferencias entre grupos [F (1,80)= 28,5; p=,00  $\eta^2=,26$ ] con mayores puntuaciones en brazo que pierna en los TA comparados con el GC (véase media y desviación típica en la tabla 3 y figura 48). En relación a la deriva asíncrona, se observaron diferencias en brazo y pierna [F (1,80)=,78; p=,00  $\eta^2=,08$ ], y entre grupos [F (1,80)=11,46; p=,00  $\eta^2=,12$ ], con mayores puntuaciones en la pierna que en el brazo y mayores puntuaciones en los GC que los TA (véase media y desviación típica en la tabla 4 y figura 49).

En relación al GSR, se observaron diferencias entre brazo y pierna [F (1,80)=9,45; p=,00  $\eta^2=,10$ ] con mayores puntuaciones en el brazo que la pierna. En cuanto a la temperatura se observaron diferencias entre brazo y pierna [F (1,80)=5,39; p=,02  $\eta^2=,16$ ] y en la interacción [F (1,80)=9,97; p=,00  $\eta^2=,11$ ] el GC mostraron mayores niveles de temperatura en brazo que los TA, sin embargo los dos grupos mostraron puntuaciones parecidas en la temperatura de la pierna (véase media y desviación típica en la tabla 4 figura 50).

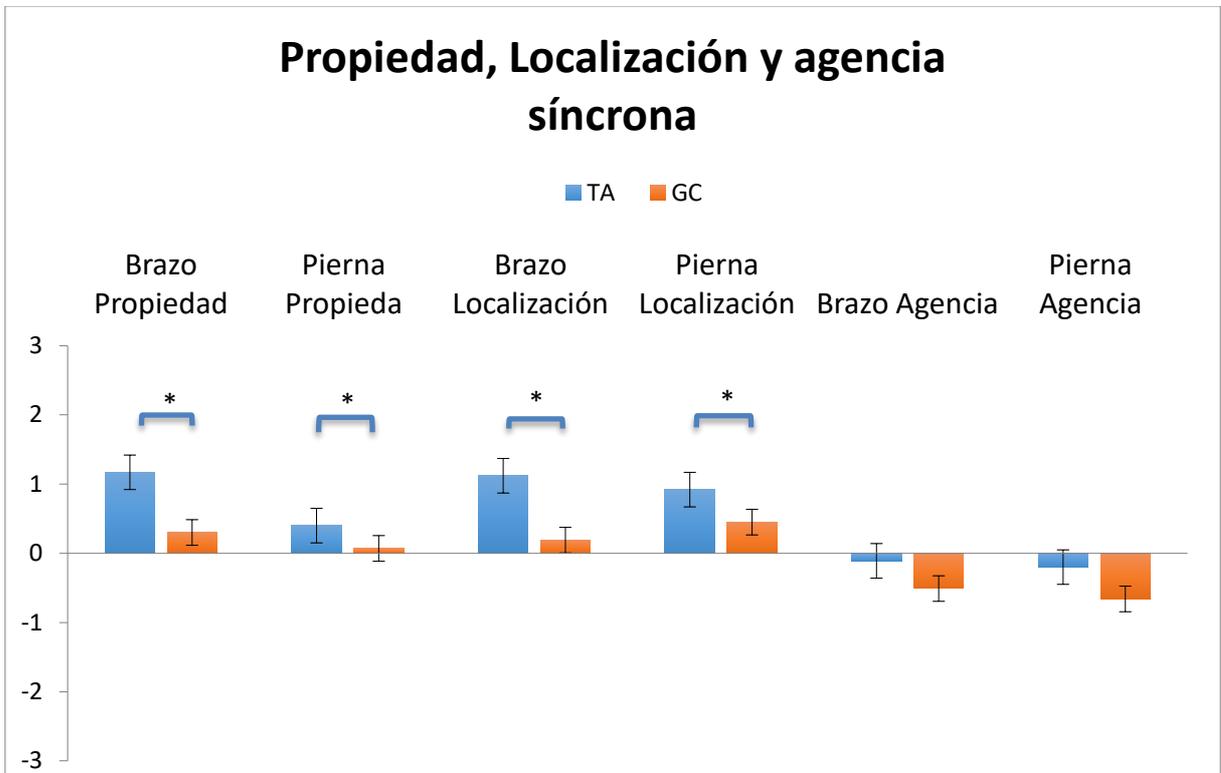
Respecto a las correlaciones entre la insatisfacción, los resultados indican que la insatisfacción por el brazo solo correlaciona significativamente con temperatura ( $r=-.344$ ;  $p<.01$ ). Respecto a la pierna, no se observa ninguna correlación entre la insatisfacción sobre esta parte del cuerpo y la respuesta a la ilusión (véase media y desviación típica en la tabla 4 y figura 51).

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos del brazo y pierna en función de los grupos (Control y TA)**

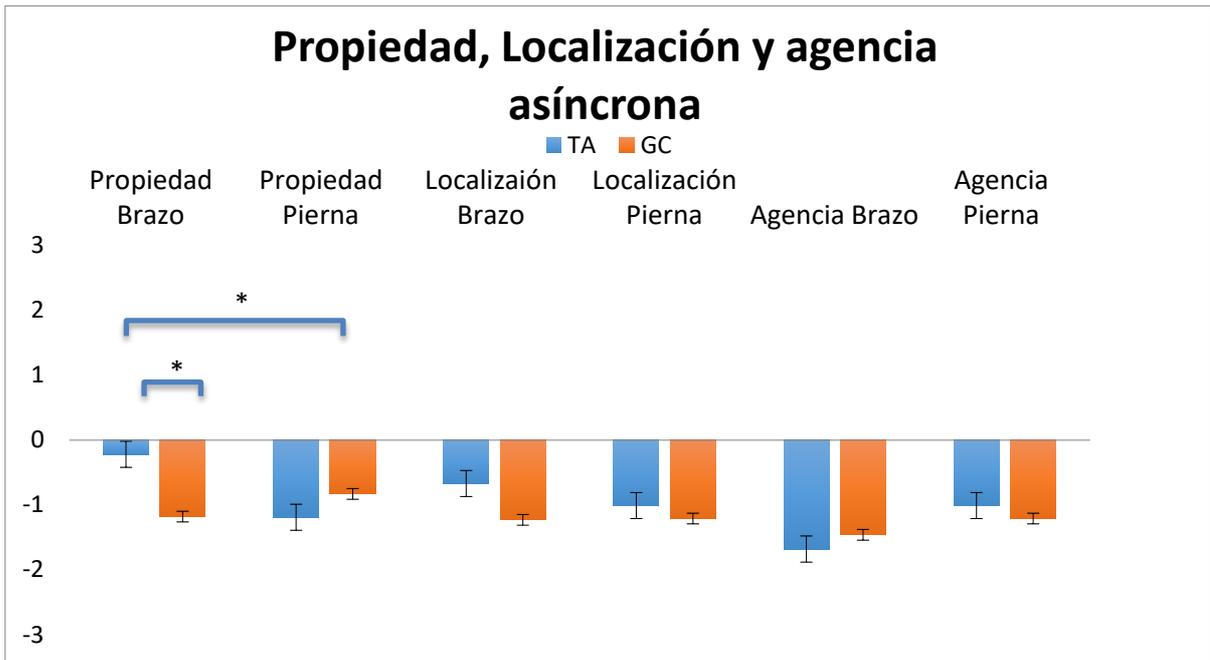
		<b>Síncrona</b>		<b>Asíncrona</b>	
		<b>TA</b>	<b>GC</b>	<b>TA</b>	<b>GC</b>
	Embodiment	,85 (1,57)	-,025 (1,5)	-,77(1,53)	-,98 (1,7)
	Propiedad	1,17 (1,46)	,30 (1,51)	-,22 (1,58)	-1,18 (1,71)
Brazo	Localización	1,12 (1,50)	,19 (1,49)	-,67 (1,58)	-1,23 (1,72)
	Agencia	-,11 (1,89)	-,51 (1,73)	-1,68 (1,68)	-1,46 (1,67)
	Deriva propioceptiva	2,67 (3,08)	-,12 (2,82)	,87 (3,63)	-,47 (,92)
	Temperatura	-,70 (1,37)	,19 (32)		
	GSR	,46 (,99)	,21 (,21)		
	Embodiment	,43 (1,40)	-,038 (1,36)	-1,35 (1,33)	-2,51 (,75)
	Propiedad	,400 (1,55)	,07 (1,59)	-1,19 (1,45)	-,83 (1,54)
Pierna	Localización	,92 (1,38)	,45 (1,30)	-1,01 (1,46)	-1,21 (1,69)
	Agencia	-,20 (1,64)	-,66 (1,38)	-1,70 (1,55)	-1,39 (1,70)
	Deriva propioceptiva	2,83 (3,36)	,00 (5,10)	2,58 (3,77)	,14 (1,47)
	Temperatura	-,05 (,23)	,09 (,19)		
	GSR	,06 (,56)	,08 (,25)		



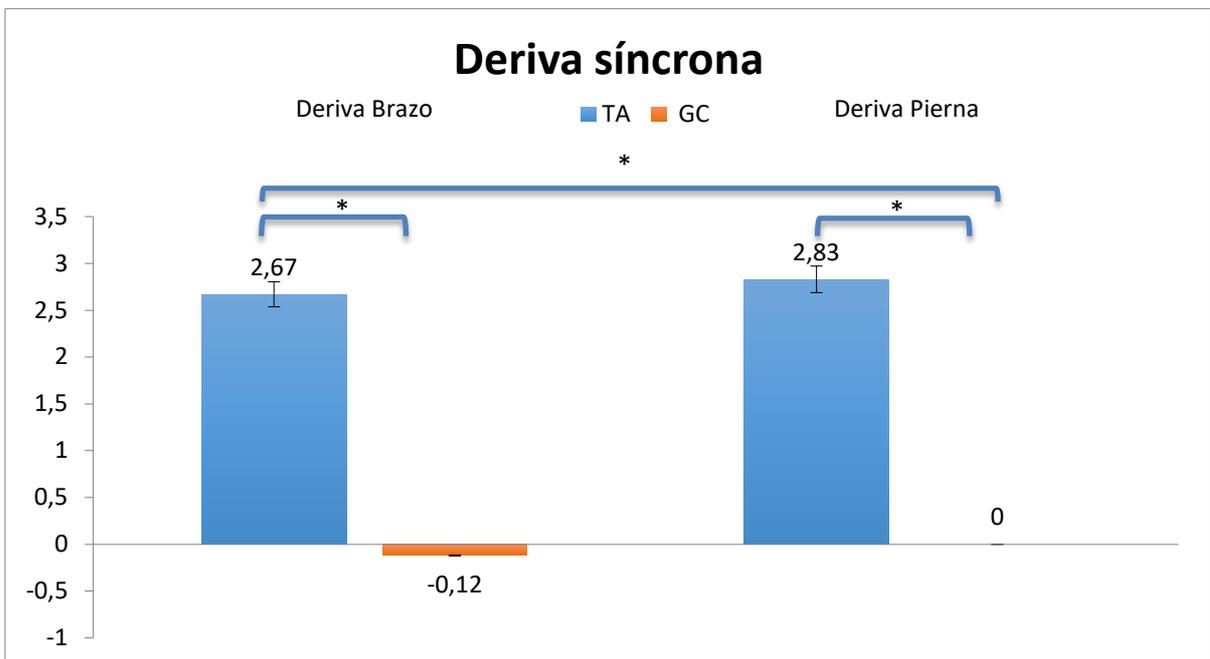
**Figura 45. Embodiment del brazo y de la pierna, en las condiciones síncrona y asíncrona, en función de los grupos (TA y GC)**



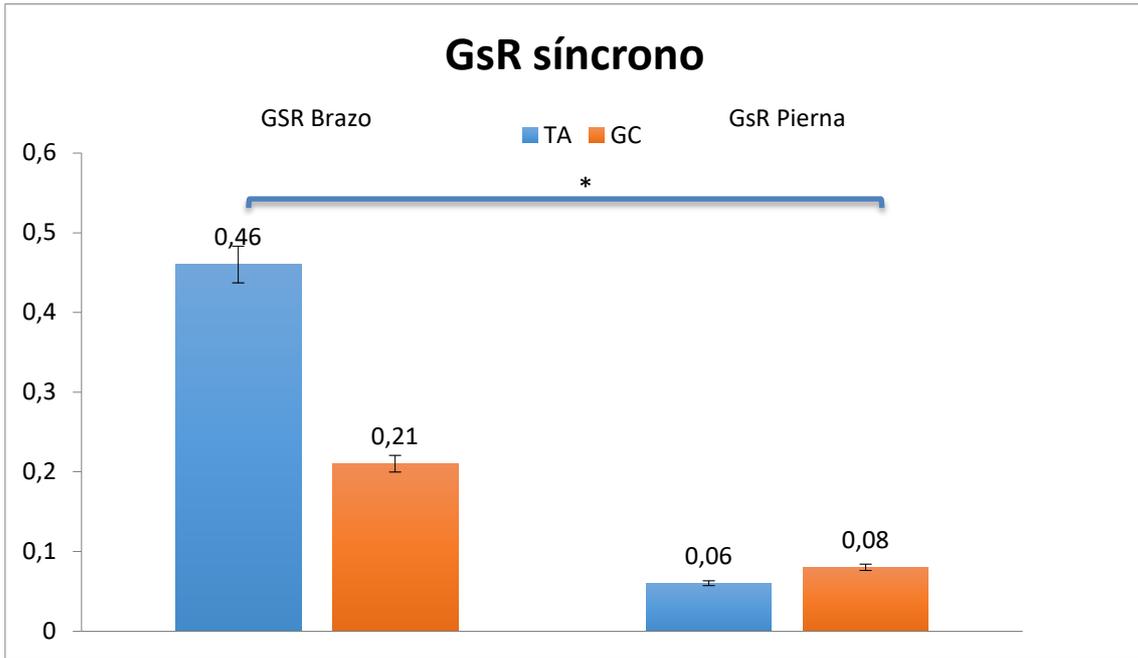
**Figura 46. Propiedad, Localización y agencia del brazo y de la pierna en las condiciones síncrona en función de los grupos (TA y GC)**



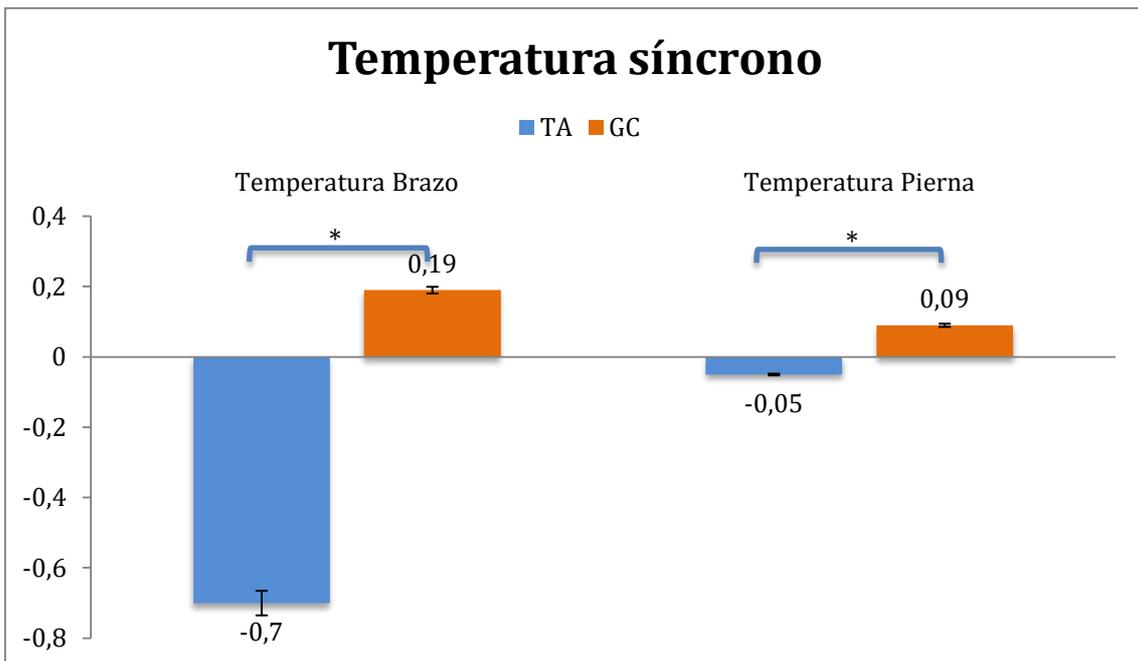
**Figura 47. Propiedad, Localización y agencia del brazo y de la pierna en las condiciones asíncrona en función de los grupos (TA y GC)**



**Figura 48. Deriva propioceptiva del brazo y de la pierna en la condición sincrónica en función de los grupos (TA y GC)**



**Figura 49. GSR brazo y de la pierna en la condición síncrona en función de los grupos (TA y GC)**



**Figura 50. Temperatura del brazo y de la pierna en la condición síncrona en función de los grupos (TA y GC)**

### 3.7. Conclusiones y discusión del estudio 3

El objetivo de este estudio fue analizar y comparar las respuestas de embodiment hacia una mano de goma y una pierna de goma en pacientes con TA y en participantes controles.

En relación a la primera hipótesis, esperábamos que los pacientes con TA informarían de una mayor ilusión tanto en el brazo como en la pierna, comparados con participantes controles. Esta hipótesis ha sido comprobada, ya que los pacientes con TA mostraron mayores puntuaciones tanto en brazo como en pierna comparadas con los controles en el embodiment total (condición síncrona y asíncrona), propiedad (síncrona y asíncrona), localización (síncrona), deriva (síncrona) y en temperatura. Este resultado estaría indicando que la alteración multisensorial en las pacientes TA se extiende a otras partes del cuerpo y no solo en la mano, lo que podría explicar sus dificultades en mantener una representación corporal global sana.

Con respecto a la segunda hipótesis, esperábamos que los pacientes con TA informarían una mayor ilusión en la pierna en comparación con el brazo, comparadas con el GC. Esta hipótesis la hemos rechazado, ya que nuestros resultados iban incluso en la dirección opuesta, y las pacientes con TA mostraron incluso mayores puntuaciones en el embodiment en el brazo que en pierna en los siguientes componentes: en el embodiment (asíncrona), propiedad (asíncrona), deriva (síncrona) y en el GSR. Sin embargo los GC no mostraron esa diferencia entre brazo y pierna, informando de puntuaciones parecidas en ambos miembros, como el estudio previo de (Flogel et al., 2014).

Una posible explicación es que el brazo es una parte del cuerpo que está cerca de los ojos y el componente visual durante la integración multisensorial es un factor predominante en la calibración propioceptiva (véase Tsakiris, 2010). Para Eskevari et al., (2012) tras observar la respuesta de los TA frente al RHI concluyeron que dichas pacientes presentan mayor sensibilidad a captura visual. Además, hay evidencias de que las sensaciones táctiles en las manos son más precisas que en la pierna y sus representaciones en el córtex somato sensorial son de distintos tamaños, en el cual la representación de la mano tiene un tamaño mayor que la pierna y más predominante (Weber, 1846; Penfield & Rasmussen, 1950). Este resultado sigue la línea del procesamiento TD de Constantini y Haggard (2007) en el cual plantearon que la ilusión se trata de un conflicto en el cerebro en el cual el input visual es la información que prevalece, mientras que el input táctil y propioceptivo se quedan en un lugar secundario durante la integración de dichos estímulos. Ese resultado podría por tanto indicar que el input visual de las pacientes con TA y la aproximación de la parte del cuerpo hacia al input visual puede que esté actuando en la respuesta del embodiment y su percepción de la representación corporal. Estos resultados también explicarían la dificultad de las pacientes con TA en relación a partes del cuerpo que están cerca de sus ojos, como la parte de arriba del brazo, barriga, pechos y etc.

En cuanto a la tercera hipótesis, esperábamos que los niveles de insatisfacción corporal correlacionaran con la ilusión de la RHI en brazo y en pierna, sin embargo hemos rechazado esta hipótesis porque la insatisfacción corporal solo se ha correlacionado con temperatura del brazo y no se ha correlacionado con ningún otro componente del embodiment ni en brazo ni en la pierna. La hipótesis de partida era que

la insatisfacción corporal podía ser una variable relevante para entender la respuesta a la ilusión, por eso se diseñó el protocolo RLI, ya que las pacientes con TA suelen tener mayor insatisfacción en la pierna, que en la parte del brazo donde se suele realizar la RHI. Estos resultados se pueden explicar de varias formas, por un lado, no parece que la diferencia en insatisfacción entre pierna y brazo sea tan potente como esperábamos en la población con TA. De hecho, no existen diferencias entre brazo y pierna en las puntuaciones de insatisfacción. Es decir, las pacientes con TCA mostraban una mayor insatisfacción que las controles en ambas partes del cuerpo, pero no en la pierna más que en el brazo.

Este estudio tiene una serie de limitaciones, primero la muestra del estudio es muy pequeña, con un total de tan solo 82 participantes, además no hemos calculado la insatisfacción corporal llevando a cabo el análisis de los subgrupos clínicos (Bulimia, anorexia y TCANE). Otra limitación importante, es que no se han controlado informaciones como tiempo de enfermedad, gravedad o IMC; futuros estudios podrían evaluar estas variables junto con la satisfacción corporal y el embodiment ya que posiblemente aportaría informaciones relevantes para entender el proceso de la representación corporal en estas pacientes.

Estos resultados tienen implicaciones clínicas relevantes para los pacientes con TA, pues avalaría la relevancia de trabajar terapéuticamente partes del cuerpo que están más cerca de los ojos unida con un trabajo corporal con el objetivo de restaurar la alteración multisensorial. Esa unión de esfuerzos terapéuticos hacia una estabilización de la alteración de la integración multisensorial y la mejoría de la representación corporal se hace necesaria porque puede que esté actuando en la psicopatología de las

pacientes con TA, interfiriendo en su cuadro clínico. Por ejemplo, las intervenciones corporales, como la planteada por el grupo de Riva en el estudio de Serino et al., (2015) empleada para lograr la ruptura del bloqueo alocentrico por medio de la utilización de realidad virtual, puede lograr traer una percepción de la representación corporal más estable, límites corporales más estructurados en pacientes con TA.

En síntesis, en el estudio 3 se encontró que las pacientes con TA además de presentaren alteración en el embodiment en una parte del cuerpo, la mano, también muestran esta misma alteración en otras partes del cuerpo como en la pierna, indicando que su dificultad en la estabilización de una representación corporal saludable se extiende hacia todo el cuerpo y no solo a una parte del cuerpo. Sin embargo, a pesar de tener alteración en el embodiment también en la pierna, parece que esa alteración tiene menos fuerza que la alteración en la mano, lo que nos está mostrando que en las pacientes con TA el input sensorial visual durante la integración multisensorial es un factor predominante en embodiment de estas pacientes. Además, también se observó que la insatisfacción corporal no actúa en la respuesta del embodiment.

#### **Estudio 4: Inducción de embodiment por medio de la ilusión de la mano de goma en pacientes con TA con comorbilidad TLP**

Estudios previos han señalado que más de la mitad de los pacientes con TA se asocian con trastornos de la personalidad, dando cifras entre el 51% al 84% de los casos (Dolan, Evans & Norton, 1994; Gardner & Myerholtz, 1998; Grilo et al., 1996; Matsunaga et al., 1998; 2000). En el caso de la AN, la comorbilidad más frecuente es con trastornos de la personalidad del grupo C (evitadoras, dependiente y obsesivo), mientras que en el caso de la BN la comorbilidad más frecuentes es del grupo B (límite e histriónico). Medina y Moreno (1998) plantean que esta asociación se puede entender de dos formas: 1) que el trastorno de personalidad predispone al TA; 2) que el trastorno de la personalidad es una secuela residual del TA. En cualquier caso, las alteraciones de personalidad junto a la alteración de la conducta alimentaria complican el cuadro clínico, y dificultan la detección temprana del TA, su tratamiento y su pronóstico terapéutico (Díaz, Carrasco, Prieto & Saiz, 1999). Las pacientes con AN y BN afectadas por un trastorno de la personalidad suelen presentar una mayor frecuencia de atracones, vómitos y síntomas ansioso-depresivos, así como mayores dificultades de integración social e intentos de suicidio (Gartner, Marcus, Halmi & Loranger, 1989; Wonderlich, Swift, Slotnick, & Goodman, 1990; Braun, Sunday, & Halmi, 1994; Steiger & Stotland, 1996; Matsunaga et al., 1998).

Un trastorno de la personalidad que complica mucho el cuadro clínico de TA es el trastorno límite de la personalidad (TLP). Según el DSM 5 (APA, 2013), el TLP se caracteriza por “un patrón general de inestabilidad en las relaciones interpersonales, la autoimagen y la afectividad y una notable impulsividad”, también asociado al temor de padecer experiencias de abandono o rechazo, ya sean reales o imaginarios. Para las

pacientes con TLP, la relación con el cuerpo suele ser no saludable, por ejemplo muchas de ellas presentan conductas auto lesivas. Estas autolesiones son conductas intencionales, auto efectuadas, que suelen producir daño corporal de baja letalidad, y cuyo objetivo es reducir el malestar emocional psicológico (Walsh, 2006). El tipo de malestar emocional del cual desean aliviarse puede dividirse en dos categorías: aliviarse de situaciones de gran contenido emocional (como enojo, vergüenza, ansiedad, tensión, tristeza, frustración o desprecio), o aliviarse de estados que se experimentan ausencia de emociones o disociaciones (Walsh, 2006).

Como antes comentábamos, existe evidencia sobre alteraciones en el embodiment en TA. Eshkevari et al., (2014) observaron que incluso las pacientes TA en remisión mostraban una alteración en estos procesos, y concluyeron que la alteración multisensorial en estos pacientes se mantiene incluso cuando hay remisión de los síntomas, indicando así que la alteración en la integración multisensorial se trata de un fenómeno “rasgo” y no estado. Sin embargo, los estudios que existen sobre embodiment utilizando el experimento RHI en pacientes con TA, no han tenido en consideración la comorbilidad del TLP (Mussap & Salton, 2006; Eshkevari et al., 2011).

Recientemente, Bodmann y col. (2016), analizaron por medio del experimento RHI el embodiment en pacientes con TLP y pacientes con TLP en remisión y en comparación con participantes controles. Estos autores encontraron que existe de una mayor propensión a presentar la ilusión de la mano de goma en pacientes con TLP y sugerían que la alteración en la percepción de propiedad corporal era un indicador del trastorno de TLP, además observaron que la remisión de síntomas se acompañaba de una normalización en los procesos de la plasticidad del cuerpo.

Como antes señalábamos, todavía no existe estudio que haya analizado conjuntamente las alteraciones en los procesos de embodiment en pacientes con TA, con TLP, y con comorbilidad TA-TLP. Este es el objetivo de este estudio, en el que se comparará el efecto del RHI en pacientes con diagnosticadas de TA, en pacientes con TLP, y en pacientes con TA más TLP.

#### **4.1. Objetivos e hipótesis**

El objetivo general de este estudio fue explorar las posibles diferencias en la respuesta al experimento RHI en 4 grupos de participantes: Pacientes con TA (TA), pacientes con TA y comorbilidad con TLP (TA+TLP), pacientes con TLP sin comorbilidad con TA (TLP) y población no clínica o grupo control (GC).

En concreto, los objetivos específicos que se perseguían fueron:

- Evaluar si existen diferencias en los componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) a través de la respuesta al RHI.
- Evaluar si existen diferencias en la deriva propioceptiva, la respuesta galvánica y la temperatura de la piel en los cuatro grupos, a través de la respuesta al RHI.

Las hipótesis propuestas para este estudio fueron:

- H<sub>1</sub>: Se obtendrán puntuaciones similares en pacientes con TA, pacientes con TLP, y pacientes con TA con comorbilidad TLP, en la puntuación total de cuestionario de embodiment y sus factores (propiedad, localización y agencia), y las respuestas de temperatura, deriva propioceptiva y GSR
- H<sub>2</sub>: Se observarán diferencias en la condición síncrona del RHI entre los 3 grupos en comparación con el grupo control en las respuestas de deriva propioceptiva, temperatura, y GSR

#### 4.2. Muestra

Un total de 81 participantes mujeres tomaron parte en este estudio, 16 pertenecientes al grupo TA, 27 al grupo TA+TLP, 19 al grupo TLP y 19 al grupo de control. La muestra de TA es la misma que la del estudio 3. De las 20 pacientes con TLP que aceptaron participar, una de ellas no entró en el estudio debido a que tuvo una experiencia de disociación durante el experimento, y por tanto no lo pudo finalizar. De las pacientes con TA+TLP, 4 eran AN, 5 eran BN y 18 era Trastornos por Atracón. En relación a los participantes controles, 34 aceptaron a participar del estudio. El rango de edad de las participantes era entre 16 a los 57 con una edad media de 31,3 (9,41).

Los criterios de inclusión fueron los mismos que los del estudio 3, pero además, el grupo de participantes TLP y el grupo TA+TLP debían cumplir los criterios diagnósticos del DSM-5 (2013) para un TLP. El proceso de captación de las personas

con diagnóstico de TA, TA+TLP y controles fue el mismo ya redactado en el estudio 3. En el caso del grupo de personas con diagnóstico TLP, éstas procedían del Servei de Psiquiatria en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau en Barcelona. La participación de las personas en este estudio fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de todas ellas, cuando se trataba de menores de edad el consentimiento informado fue firmado por los padres (conforme redactado en el estudio 3).

## Diseño

Se trata de un diseño con un factor entre-sujetos con 4 niveles (TA, TA+TLP, TLP, GC) y un factor intra-sujetos con 2 niveles (brazo-síncrona; brazo-asíncrona).

### 4.3. Instrumentos de Medidas

- *Cuestionario Embodiment de la mano de goma* (EMBQ, Longo, Schuur, Kammers, Tsakiris & Haggard, 2008). Ya descrito en instrumentos del Estudio 3.
- *Deriva propioceptiva* (DP, Tsakiris & Haggard, 2005): Ya descrito en los instrumentos del Estudio 1.
- *Respuesta galvánica y temperatura de la piel* (GSR, Armel & Ramachandran, 2003). Ya descrito en los instrumentos del Estudio 1.

#### **4.4. Procedimiento**

En el caso de las muestras clínicas TA, TA+TLP, el procedimiento de diagnóstico que se siguió fue el mismo utilizado en el estudio 3. En el caso de los pacientes con TLP, el procedimiento del diagnóstico de las pacientes fue realizado por el equipo médico del Hospital de Sant Pau en Barcelona.

Meses antes de empezar el estudio, el equipo técnico del Hospital de Sant Pau fue entrenado para aplicar el protocolo experimental RHI. Los pacientes con TLP que acudían al centro clínico fueron e invitadas a participar del experimento por parte del equipo de psicólogos y psiquiatras.

#### **4.5. Análisis de Datos**

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS v. 20. En primer lugar se calcularon los estadísticos descriptivos. A continuación, para analizar las diferencias en función de la deriva propioceptiva, cuestionario de embodiment (puntuación total), temperatura y GSR, se realizó un análisis de ANOVA.

En segundo lugar, se realizó un análisis de varianza multivariado (MANOVA) con el fin de evaluar el efecto conjunto de los tres factores del cuestionario de embodiment (propiedad, localización y agencia).

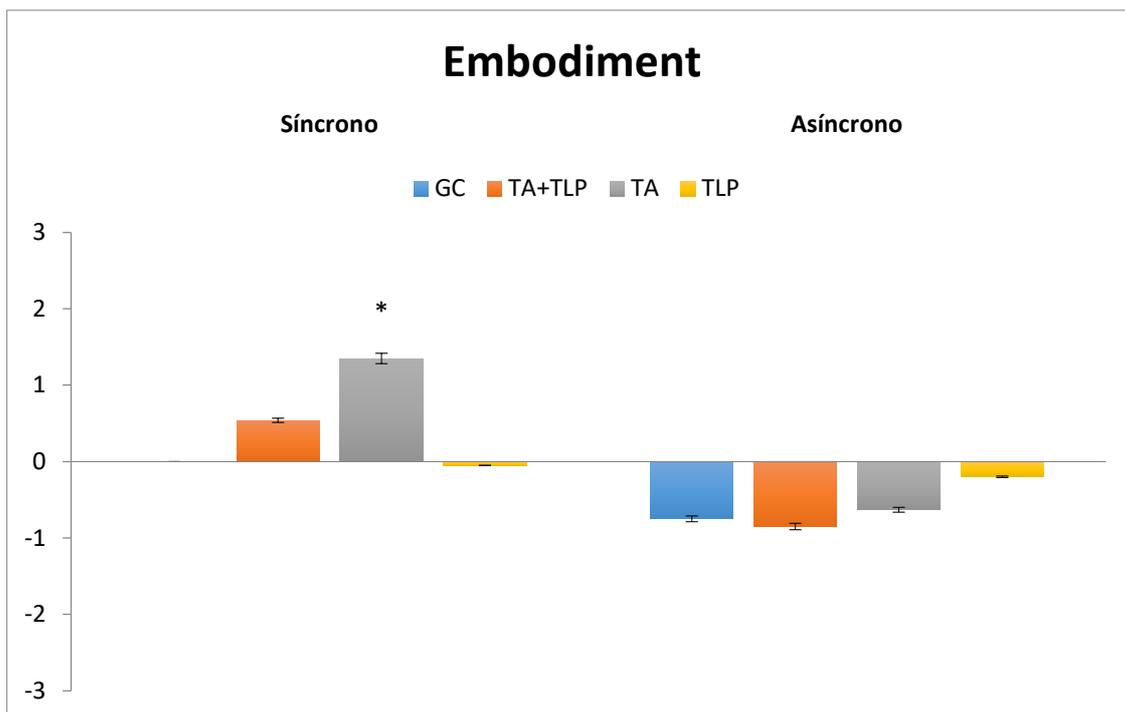
#### 4.6. Resultados

Para analizar las diferencias en la respuesta al RHI entre los grupos en la puntuación total del cuestionario de embodiment se llevó a cabo un ANOVA univariante. Los descriptivos de las puntuaciones se encuentran en la tabla 4. En cuanto los resultados, se observaron diferencias entre grupos en la condición síncrona ( $F(3,77) = 2,72$ ;  $p < .05$ ;  $\eta^2 = .09$ ), pero no en la condición asíncrona ( $F(3,77) = .60$ ;  $p = .61$ ;  $\eta^2 = .02$ ). En el caso de la condición síncrona, los análisis *post-hoc* mostraron que el grupo de pacientes con TA presentaban mayores puntuaciones en la ilusión de embodiment comparados con el grupo de TLP ( $p = .05$ ), no habiendo diferencias entre el resto de los grupos (Tabla 4, figura 46).

**Tabla 4. Descriptivos del cuestionario de embodiment en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

	GC	TA+TLP	TA	TLP
Síncrono	-,00 (1,6)	,54 (1,4)	1,35 (1,6)	-,05 (1,8)
Asíncrono	-,75 (1,9)	-,85 (1,4)	-,63 (1,6)	-,20 (1,6)

Nota: GC= Grupo Control; TA+TLP= Grupo de Trastorno Alimentario con comorbilidad Trastorno límite de personalidad; TA= Grupo Trastorno Alimentario; TLP= Grupo Trastorno Límite de la Personalidad.



**Figura 51. Embodiment (síncrono y asíncrono) en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

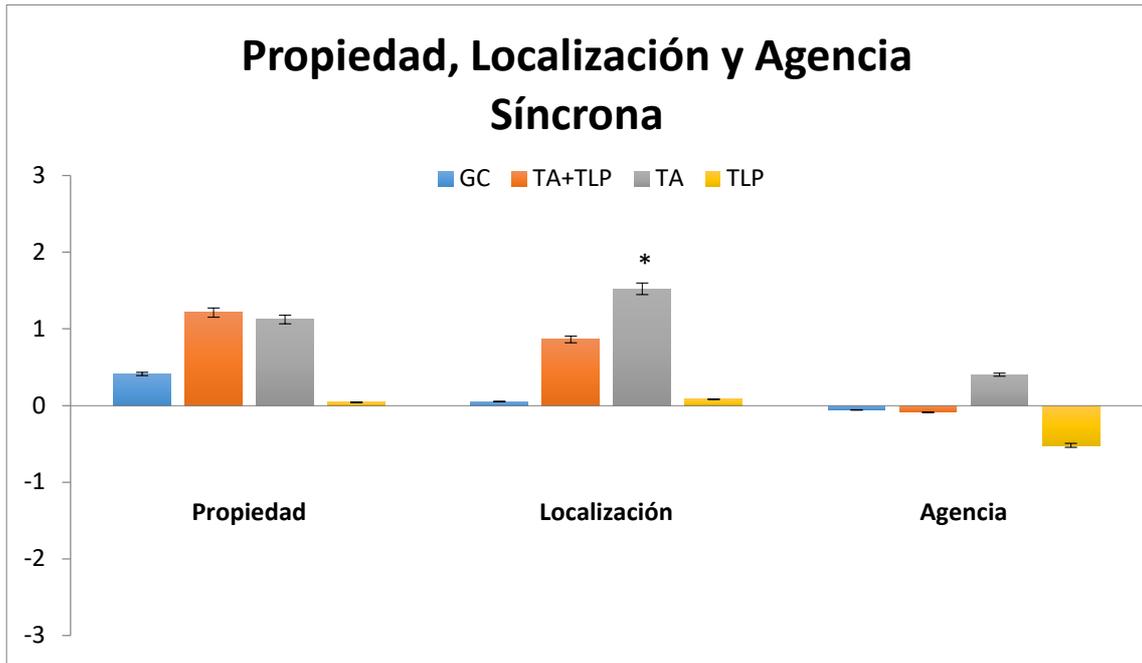
Por lo que se refiere a las diferencias en los factores del cuestionario de embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC), los resultados del MANOVA no indicaron diferencias significativas en el factor general ( $F(3,77) = 1,38$ ;  $p = ,19$ ;  $\eta^2 = ,05$ ) en la condición síncrona, aunque sí se observan diferencias significativas entre los grupos en el factor localización ( $F(3,77) = 3,08$ ;  $p < ,05$ ;  $\eta^2 = ,10$ ), pero no en propiedad ( $F(3,77) = 2,29$ ;  $p = ,08$ ;  $\eta^2 = ,08$ ), ni en agencia ( $F(3,77) = 1,18$ ;  $p = ,32$ ;  $\eta^2 = ,04$ ) (Tabla 5). Los análisis *post hoc* sugieren diferencias entre grupos en el factor localización ( $p = ,06$ ), específicamente entre TA y GC. En la condición asíncrona se observan diferencias significativas en el factor general ( $F(3,77) = 3,77$ ;  $p < ,01$ ;  $\eta^2 = ,12$ ), y en el factor agencia ( $F(3,77) = 8,37$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta^2 = ,24$ ), observándose en los análisis *post hoc* una menor puntuación en el grupo TLP en comparación con GC ( $p < ,05$ ), TA+TLP ( $p < ,001$ )

y TA ( $p < .01$ ) (véase las medias y desviación típica de los grupos en la tabla 5, figura 47).

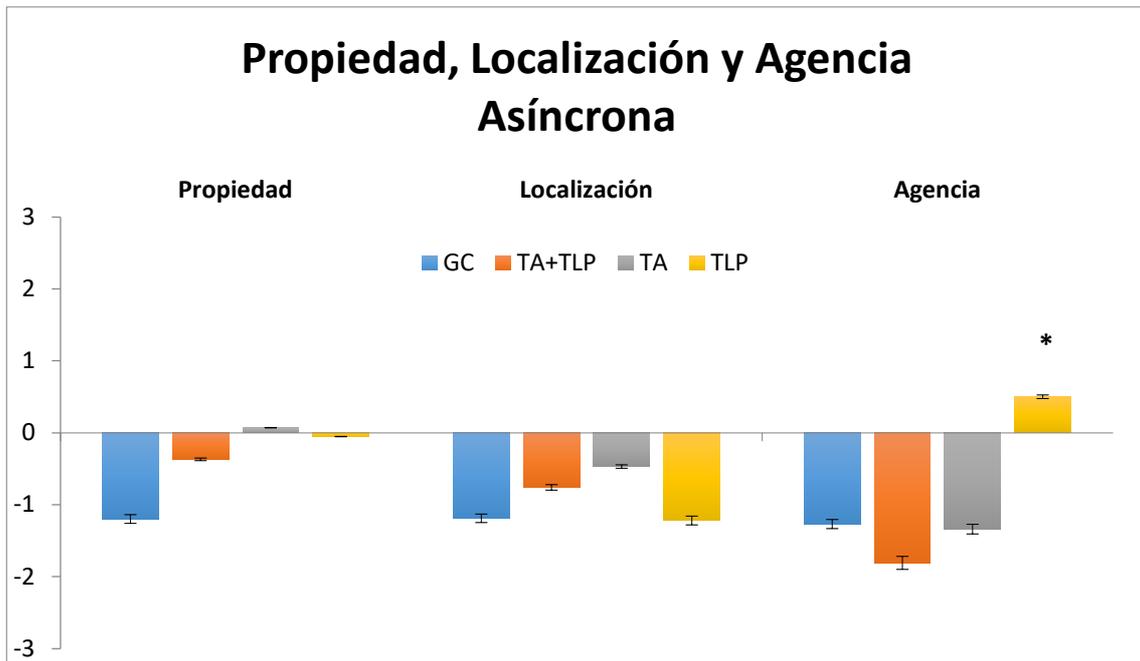
**Tabla 5. Condición síncrona: Componentes del embodiment (propiedad, localización y agencia) en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

		GC	TA+TLP	TA	TLP
	Propiedad	,41 (1,8)	1,21 (1,3)	1,12 (1,6)	,04 (1,9)
Síncrona	Localización	,05 (1,7)	,86 (1,5)	1,52 (1,3)	,08 (1,9)
	Agencia	-,06 (1,8)	-,09 (1,8)	,40 (2,02)	-,52 (1,9)
	Propiedad	-1,2 (1,8)	-,37 (1,6)	,07 (1,4)	-,053 (1,9)
Asíncrona	Localización	-1,19 (1,6)	-,76 (1,5)	-,47 (1,6)	-1,22 (1,8)
	Agencia	-1,27 (1,9)	-1,81 (1,6)	-1,34 (1,7)	,50 (,84)

*Nota:* GC= Grupo Control; TA+TLP= Grupo de Trastorno Alimentario con comorbilidad Trastorno límite de personalidad; TA= Grupo Trastorno Alimentario; TLP= Grupo Trastorno Límite de la Personalidad.



**Figura 52. Condición Síncrona: Diferencias entre propiedad, localización y agencia función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**



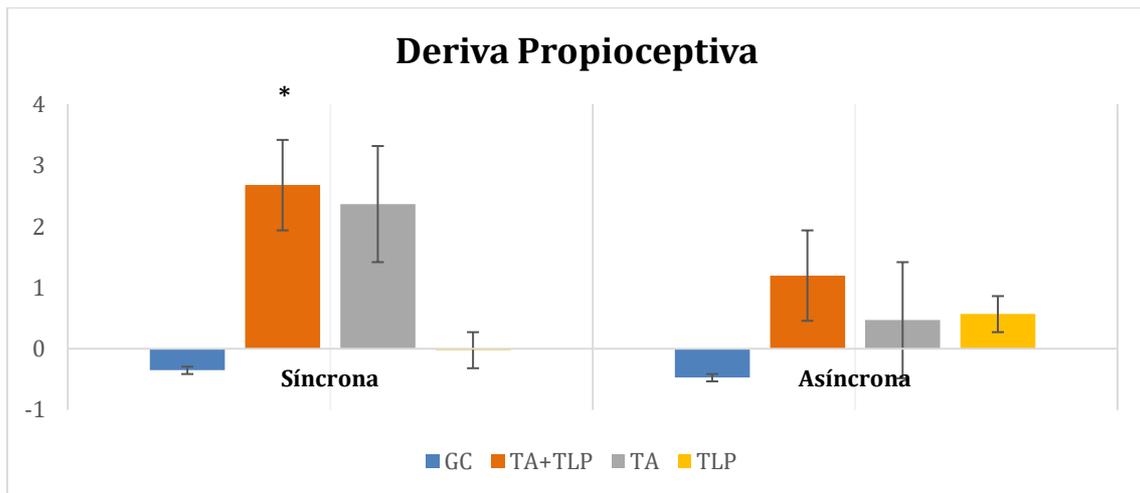
**Figura 53. Condición Asíncrona: Diferencias entre propiedad, localización y agencia en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

En cuanto a la deriva propioceptiva, en la condición síncrona se encontraron diferencias significativas en función de los grupos ( $F(3,77) = 4,04; p < .05; \eta^2 = .13$ ), pero no en la condición asíncrona ( $F(3,77) = 1,13; p = .34; \eta^2 = .04$ ) (Tabla 6). En la condición síncrona, los análisis de post-hoc indicaron que existen diferencias significativas entre el grupo de TA+TLP y el grupo de TA ( $p < .05$ ) puntuando más alto el GC.

**Tabla 6. Deriva Propioceptiva en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC): condición síncrona y asíncrona**

	GC	TA+TLP	TA	TLP
Síncrona	-,35 (2,61)	2,68 (2,74)	2,37 (3,80)	-,02 (3,36)
Asíncrona	-,47 (.92)	1,2 (3,30)	,47 (4,13)	,57 (3,40)

*Nota:* GC= Grupo Control; TA+TLP= Grupo de Trastorno Alimentario con comorbilidad Trastorno límite de personalidad; TA= Grupo Trastorno Alimentario; TLP= Grupo Trastorno Límite de la Personalidad.



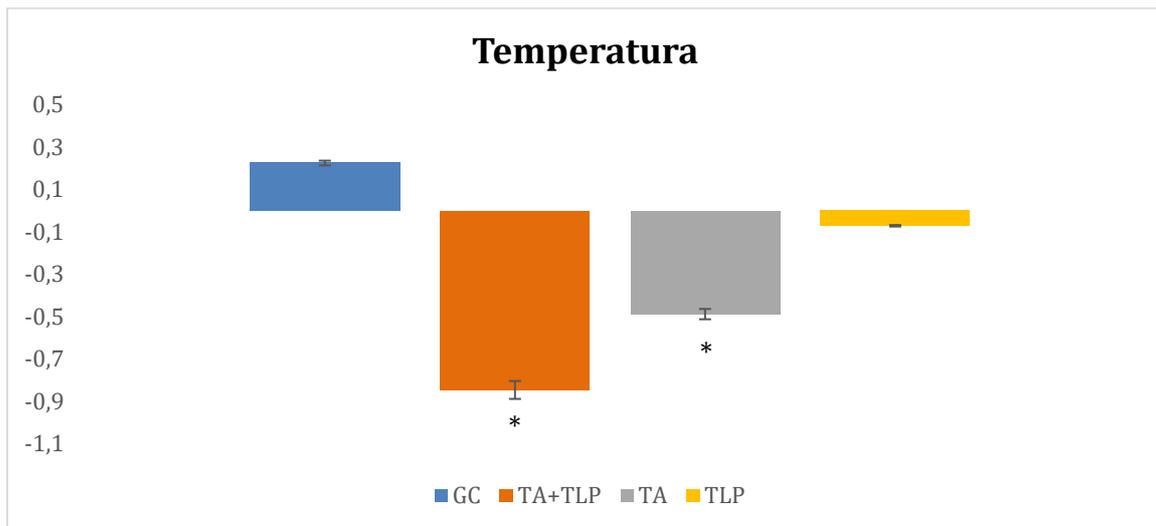
**Figura 54. Diferencias de la deriva propioceptiva en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

Con respecto a la respuesta galvánica, no se encontraron diferencias significativas entre grupos ( $F(3,77) = 1,87$ ;  $p = ,14$ ;  $\eta^2 = ,06$ ). En el caso de la temperatura, si se observan diferencias significativas ( $F(3,77) = 4,63$ ;  $p < ,05$ ;  $\eta^2 = ,15$ ). Los *post hoc* sugieren que las diferencias se daban entre el grupo TA+TLP y el TA ( $p < ,001$ ), puntuando más bajo que el GC. Estos datos no se recogieron en la condición asíncrona (Tabla 7).

**Tabla 7. GSR y Temperatura en función de los grupos (GC, TA+TLP, TA, TLP)**

	GC	TA+TLP	TA	TLP
GSR	,214 (214)	,503 (,99)	,388 (1,03)	,009 (,02)
Temperatura	,226 (,43)	<b>-,845 (1,44)</b>	<b>-,487 (1,25)</b>	-,070 (,17)

*Nota:* GSR: Respuesta Galvánica; GC= Grupo Control; TA+TLP= Grupo de Trastorno Alimentario con comorbilidad Trastorno límite de personalidad; TA= Grupo Trastorno Alimentario; TLP= Grupo Trastorno Límite de la Personalidad. GSR: respuesta galvánica de la piel.



**Figura 55. Diferencias de la deriva propioceptiva en función de los grupos (TA, TA+TLP, TLP y GC)**

#### 4.7. Conclusiones y discusión del estudio 4

Este estudio tenía como objetivo analizar cómo los distintos grupos de psicopatología (TA, TA+TLP, TLP) se comportaban en respuesta al experimento de la RHI (Botvinick & Cohen, 1998).

En referencia a nuestras hipótesis, esperábamos encontrar una mayor ilusión en los grupos clínicos respecto al GC, y obtener puntuaciones similares entre los tres grupos. Sin embargo, en este estudio el grupo TA y TA+TLP se comportaron de un modo parecido, mostrando una mayor ilusión de embodiment en las diferentes medidas, mientras que el grupo TLP se comportó de una manera similar al GC, mostrando siempre unas puntuaciones más bajas.

Estos resultados confirman, en parte, los resultados de Eskhevari et al., (2012) donde encontraron diferencias significativas en el embodiment entre TA y GC. Nuestro estudio además añadiría al de Eskhevari et al., (2012) el análisis del embodiment por componentes (propiedad, localización y agencia).

Sin embargo, dentro de la hipótesis, los resultados obtenidos con relación al TLP no se confirmaron. Se encontró un menor embodiment en el grupo TLP comparado con el TCA, y muy similar al GC. Estos datos no confirman el resultado obtenido por Bekrater-Bodmann et al., (2016), donde se observó que los pacientes con TLP respondían con una mayor respuesta a la ilusión que los controles. Sin embargo, este estudio solo tiene en cuenta dos medidas (puntuación total de embodiment y deriva propioceptiva) y los datos solo muestran diferencias entre pacientes con TLP y

participantes controles en la puntuación total de embodiment, pero no en la deriva propioceptiva. En nuestro caso no encontramos diferencias en ninguna de las medidas tomadas. Por tanto, y ante la inconsistencia de estos resultados, es necesario seguir investigando sobre el embodiment y la respuesta al RHI en estos pacientes, para poder llegar a conclusiones más firmes. Lo que nuestros datos parecen indicar es que cuando el TLP no tiene comorbilidad con TCA, no se manifiesta una mayor plasticidad corporal. Habría que ver si esto ocurre también cuando están presentes o no otras patologías asociadas al esquema corporal.

Se hace necesario resaltar de las limitaciones de este estudio: por un lado, la muestra es excesivamente pequeña para la cantidad de grupos que se comparan, no se ha controlado el factor insatisfacción corporal en el GC, no se han llevado a cabo análisis entre subgrupos de trastornos alimentarios como (AN, BN y TCANE). En el futuro se deberían integrar otras medidas clínicas, como niveles de gravedad, índice de masa corporal y de años de enfermedad.

Consideramos que de este estudio se pueden extraer tres conclusiones, a partir de los resultados observados. Con respecto a los grupos, TA y TA+TLP, los dos presentan funcionamientos en el proceso del embodiment similares en la mayoría de las medidas, lo que nos indica que ambos grupos tienen substratos del funcionamiento del embodiment parecidos y ambos grupos se podrían beneficiar de intervenciones hacia el cuerpo con el intento de restablecer la alteración de la integración multisensorial y consecuentemente una representación corporal más sana.

La segunda conclusión es que los pacientes con TA no solo presentan una alteración en el embodiment puntuación total sin embargo también presentan una alteración significativa en el componente localización, lo que nos indica que el sentido de propiocepción de estas pacientes podrían ser tratados dentro de terapias corporales.

Respecto a TLP, se necesita más estudios para realmente confirmar si hay alteración en la integración multisensorial, principalmente cuando no hay comorbilidad asociada. Tal y como se ha podido observar en los resultados de nuestro actual estudio, presentan el sentido de agencia alterado lo que puede estar generando una manera de lidiar con el cuerpo desestructurada.

En resumen, este estudio pone de relieve la importancia de los factores etiológicos y de mantenimiento involucrados en la psicopatología alimentaria cuando acompañada o no con la comorbilidad TLP, enseñando que cuando hay comorbilidad la respuesta del embodiment es similar. Además se ha observado que el componente localización del embodiment es una variable importante dentro de la psicopatología alimentaria, lo que nos indica que no solo el sentido del embodiment se hace falta trabajar en la terapia pero también el sentido de propiocepción.



## IV. Conclusión General

La presente tesis doctoral persiguió dos grandes objetivos generales. El primero fue profundizar en la metodología de evaluación de los mecanismos de *embodiment* y el segundo estudiar el papel de estos mecanismos en la psicopatología alimentaria. Con la finalidad de responder a estos dos objetivos generales se diseñaron cuatro estudios que analizaban: 1) el papel de la edad en los mecanismos del *embodiment*; 2) la validación de un nuevo paradigma experimental capaz de generar ilusión del *embodiment*, el experimento “*Machine To Be Another*”; 3) estudio de los mecanismos del *embodiment* en pacientes con TA y 4) y en pacientes con TA que presentan comorbilidad TLP.

En el primer estudio se evaluaron los procesos de *embodiment* en personas sanas, en diferentes grupos de edades, durante una inducción de RHI. Nuestros resultados apuntaron que los mecanismos de *embodiment* en adultos sanos se manifiestan de manera similar en todas las edades en personas adultas, no observándose diferencias en función del deterioro cognitivo típico de la senectud. Estos resultados del primero estudio han mostrado tres aspectos relevantes: a) el experimento de la RHI puede ser utilizado para evaluar la integración multisensorial en todos los rangos de edad en adultos sanos, b) los mecanismos del *embodiment* en personas sanas sigue una misma línea de funcionamiento a lo largo de la vida adulta, no presentando cambios significativos al pasar de los años, como puede ocurrir con otros rendimientos sensoriales y cognitivos que tienden a presentar un deterioro, y c) los procesos de la representación corporal top down (arriba abajo) y bottom up (abajo arriba) puede que no se vean afectados a lo largo del envejecimiento en personas sanas.

Las evidencias científicas muestran la importancia de la evaluación de la percepción corporal por medio de ilusiones corporales (Gallagher, 2005; Gregory, 2005). Además del experimento RHI, existen pocos paradigmas que evalúen los mecanismos del embodiment y propiedad corporal (Ehrsson & Sánchez-Vives, 2009; Ionta et al., 2011; Lengeenhager et al., 2007; Slater, Pérez-Marcos, Ehrsson & Sanchez-Vives, 2009). Algunos de ellos pueden ser complejos, costosos y de difícil implementación (Petkova & Ehrsson, 2008; Slater, Pérez-Marcos, Ehrsson & Sanchez-Vives, 2009). A partir de ahí, surgió la necesidad de crear un nuevo paradigma experimental capaz de generar la ilusión del embodiment y propiedad corporal, y con este propósito hemos desarrollado el segundo estudio.

La finalidad de este estudio fue la validación del paradigma experimental MTBA como un instrumento capaz de generar la ilusión de propiedad de otro cuerpo. Con ese objetivo, se comparó la ilusión generada por el RHI con la generada por el MTBA. Ambas manipulaciones utilizan la integración multisensorial de estímulos visuales y táctiles con la finalidad de generar la ilusión de embodiment. Los resultados señalaron que el MTBA induce niveles mayores de ilusión del embodiment comparado con el RHI y puede ser un excelente instrumento para manipular no sólo la propiedad corporal sino también los límites físicos del cuerpo. Además, puede ser una herramienta válida para el uso en aplicaciones clínicas, para ayudar a comprender diversos trastornos psicopatológicos, o incluso otros problemas como los sesgos raciales o la ansiedad social, tal y como podemos observar en estudios previos (por ejemplo, Eshkevari et al., 2012; Guterstam, Abdulkarim & Ehrsson, 2015; Peck, Seinfeld, Aglioti & Slater, 2013). También tiene un gran potencial para explorar y analizar la empatía, la auto-compasión y la auto crítica (véase por ejemplo, Falconer et al., 2016; Osimo,

Pizarro, Sapnlang & Slater, 2015). Desde esta perspectiva, el MTBA abre una amplia gama de oportunidades para estudiar los mecanismos del embodiment en diversas áreas de conocimiento.

La utilización de las ilusiones corporales son excelentes estrategias para la evaluación de la representación corporal, porque permiten medirla libre de sesgos cognitivos, afectivos y emocionales (Botvinick & Cohen, 1998; Mussap & Salton, 2006). Mussap y Salton (1996) plantearon que las pacientes con TA se beneficiarían de dicha estrategia, dado que sus percepciones del cuerpo están constantemente afectadas por sesgos cognitivos generados por la insatisfacción con la imagen corporal (Polivy & Herman, 2002), la percepción auto-objetivada del cuerpo (Fredrickson & Roberts, 1997), la búsqueda de la perfección y la alta exigencia de un cuerpo ideal (Uher et al., 2005; Wagner et al., 2003). En este sentido, los dos últimos estudios de esta tesis doctoral se centraban en abordar una problemática que viene alarmando en los últimos años, los TA, y hacerlo analizando el papel de la representación corporal, dado que sus alteraciones no solo forman parte de la psicopatología alimentaria y de sus criterios diagnósticos, sino que tienen un papel fundamental en su inicio y mantenimiento, además de ser uno de sus factores de recaída y pronóstico, por lo que se plantea que las distorsiones en la imagen corporal juegan un papel causal, más que secundario, en los TA (ej., Hawkins, Fremouw & Clement, 1984).

La intención del tercer estudio fue analizar los mecanismos del embodiment en pacientes con TA y comparar las respuestas del embodiment hacia una mano de goma y una pierna de goma, en pacientes con TA y en participantes controles. También se ha evaluado la correlación del embodiment entre ambos miembros con la insatisfacción

corporal. Los resultados sugirieron que los procesos alterados del embodiment pueden estar actuando no solo en una parte del cuerpo en las pacientes TA pero que también se extienden a otras partes del cuerpo como en la pierna. A pesar de tener alteración en el embodiment también en la pierna, parece que esa alteración tiene menos fuerza que la alteración en la mano, lo que nos está indicando que en las pacientes con TA el input visual es fundamental para generar el embodiment, y la aproximación de la parte del cuerpo al input visual durante la integración multisensorial es un factor predominante en embodiment de estas pacientes. En cuanto la insatisfacción corporal, no se observó importantes correlaciones en respuesta al embodiment.

En el cuarto y último estudio tenía como objetivo el estudio de la respuesta del embodiment en psicopatología alimentaria y de la personalidad, teniendo en cuenta la posibles comorbilidades entre ambos. Con este objetivo, se compararon los mecanismos de embodiment mediante el paradigma RHI en cuatro grupos: TA sin comorbilidad asociada, TA con comorbilidad TLP, TLP sin comorbilidad de TA y un grupo control no clínico. Los resultados mostraron que las personas con TA presentaron niveles de embodiment similares comparados con el grupo de las TA+TLP. Mientras que los TLP mantenían una respuesta similar al grupo de control. Estos resultados confirman los datos previos, y presentan novedades importantes al confirmar que esta alteración está exclusivamente vinculada a la psicopatología alimentaria.

Los resultados de esta tesis sugieren que los pacientes con TA (y con comorbilidad a TLP) podrían beneficiarse de tratamiento del esquema corporal y de la imagen corporal, en el sentido de proporcionar por medio de intervenciones corporales

y cognitivas, mayor estabilidad en los límites corporales y promover estabilización de la integración multisensorial que se encuentra alterada.

Un aspecto clave de esta tesis, respecto a la anterior literatura es la cantidad de medidas que hemos utilizado. Tradicionalmente los estudios cogen una o dos de las que cuatro que hemos utilizado (Cuestionario embodiment, deriva propioceptiva, temperatura y GSR), y como se ha podido observar la dificultad para encontrar resultados coherentes y fiables entre las medidas. En el futuro se deberían de llevar a cabo aproximaciones más fiables para la evaluación de la ilusión. Todo ello nos invita a pensar en lo complejo del proceso de integración multisensorial y su evaluación, y abre un espacio de análisis sobre si estas medidas realmente están midiendo lo mismo, o son diferentes aproximaciones a un fenómeno muy complejo.

A partir de los resultados obtenidos en los cuatro estudios llevados a cabo en esta tesis, es posible concluir que la representación corporal y los procesos de embodiment son maleables en personas sanas y se encuentran alterados en pacientes con TA y con comorbilidad TLP. Pero todavía queda aún mucho por investigar en este campo, hasta llegar a promover su uso en el contexto clínico con el propósito de promover cambios en el cómo las pacientes representan sus cuerpos.

Son diversas las implicaciones clínicas que podemos observar en esta tesis de doctorado, la primera es la utilización de terapias corporales con la intención de una estabilización de la integración multisensorial en pacientes con TA. La utilización de la estabilización de la integración multisensorial unido a la estabilización de la satisfacción corporal puede ser un precursor para potenciar exponencialmente la mejora de su representación mental del cuerpo. Creemos que hay que seguir innovando y mejorando

los métodos de estudios de la representación corporal en personas sanas y con psicopatología. Además, en el caso concreto de los TA, creemos que son necesarios nuevos esfuerzos terapéuticos centrados no sólo en estabilización del peso y en los patrones de alimentación, sino también en la representación corporal (*embodiment*). Incluso tal vez en un futuro cercano se diseñen intervenciones psicológicas por medio de la inducción de ilusiones corporales que permitan cambiar procesos cognitivos sobre nuestro cuerpo, actuando así directamente en la vía bidireccional entre la cognición y el cuerpo (Barsalou, 2008).

En esta línea, en estos momentos estamos realizando el Proyecto Touch, que tiene la intención de promover ilusiones de cambio de cuerpo en un ambiente de Realidad Virtual, mediante estimulaciones multisensoriales congruentes e incongruentes, en personas vulnerables a padecer TA y pacientes con este trastorno. El objetivo principal es promover una percepción más precisa del funcionamiento multisensorial, con el fin de fortalecer la adquisición de una representación más realista del cuerpo, y una disminución significativa en la alteración del funcionamiento del *embodiment* multisensorial en estas pacientes. Otros estudios que también planteamos llevar a cabo en un futuro es utilizar el paradigma Machine to Be Another para estudiar la representación corporal en personas con otros trastornos, concretamente la fobia social y la fibromialgia. Todavía hay que seguir estudiando los aspectos de la representación corporal y los mecanismos del *embodiment* con el objetivo de entender mejor la psicopatología de los TA, y a largo plazo lograr incluir nuevos programas de intervención centrados a la promoción de una mejora en la representación corporal en pacientes que presentan graves alteraciones.

#### IV. General Conclusion

The present thesis sought to meet two great general objectives. Its first intent was to deepen the evaluation methodology for embodiment mechanisms, and the second was to study the role of these mechanisms in a dietary psychopathology.

In order to attain these greater objectives, four studies were developed to analyze: 1) the role of age in embodiment mechanisms; 2) the validation of a new experimental paradigm capable of generating embodiment illusions, the “*Machine to Be Another*” experiment; 3) embodiment mechanisms according ED psychopathology and 4) embodiment mechanisms according in patients with EDs and BPD comorbidity.

The first study evaluated embodiment processes in healthy individuals, in different age groups, during an RHI induction. Our results indicated that embodiment mechanisms in healthy adults did not vary substantially for different age ranges. In other words, the sense of body ownership is expressed similarly at all ages in adult individuals, and there were no differences caused by age-related cognitive decline. The results for the first study have revealed three relevant aspects: a) the RHI experiment is suitable to evaluate multisensory integration for all age ranges in healthy adults, b) embodiment mechanisms in healthy people present the same functioning over adult life with no significant changes over the years, as it may happen with other sensory and cognitive performances that tend to present a normal deterioration, and c) the *top down* and *bottom up* body representation processes may be preserved during the aging of healthy individuals.

Scientific evidence shows the importance of evaluating body perception through bodily illusions (Gallagher, 2005; Gregory, 2005). Other than the RHI experiment, there are few paradigms to evaluate embodiment and body ownership mechanisms (Ehrsson & Sánchez-Vives, 2009; Ionta et al., 2011; Lengeenhager et al., 2007; Slater, Pérez-Marcos, Ehrsson & Sanchez-Vives, 2009). Some of them may be complex, expensive and difficult to implement (Petkova & Ehrsson, 2008; Slater, Pérez-Marcos, Ehrsson & Sanchez-Vives, 2009). Therefore, the need to create a new experimental paradigm able to generate the illusions of embodiment and body ownership became evident, which motivated our second study.

Its goal was to validate the MTBA experimental paradigm as a tool capable of generating a body transfer illusion. For that purpose, the illusion generated by RHI was compared with the one created with the MTBA. Both processes employ multisensory integration of visual and tactile stimuli in order to create an embodiment illusion.

Results pointed that MTBA induces higher levels of illusion when compared to RHI and may be an excellent tool to manipulate not only body ownership but also the physical boundaries of the body. Additionally, it may be a valid tool for clinical applications, to help to understand several psychopathological disorders, or even other problems such as racial bias or social anxiety, as observed in previous studies (for instance, Eshkevari et al., 2012; Guterstam, Abdulkarim & Ehrsson, 2015; Peck, Seinfeld, Aglioti & Slater, 2013). They also have great potential to explore and analyze empathy, self-compassion and self-criticism (e.g., Falcone et al., 2016; Osimo, Pizarro, Sapnlang & Slater, 2015). From that perspective, MTBA creates a wide range of opportunities to study embodiment mechanisms in numerous areas of study.

The use of corporal illusion is an excellent tool to evaluate body representation, because it allows measurements free from cognitive, affective and emotional biases (Botvinick & Cohen, 1998; Mussap & Salton, 2006). Mussap and Salton (1996) affirmed that ED patients would benefit from such strategy, as their body perceptions are constantly affected by cognitive biases generated by dissatisfaction with their body image (Polivy & Herman, 2002), self-objectification of the body (Fredrickson & Roberts, 1997), search for perfection, and the high demand for an ideal body (Wagner et al., 2003; Uher et al., 2005). In that sense, the last two studies in this PhD thesis focused on the approach of an increasing concern over recent years – the EDs – through the analysis of the role of corporal representation, once its alterations not only are part of the eating disorder psychopathology and its diagnosing criteria, but also play a crucial role in its onset and maintenance, besides being one of its relapse and prognostics factors. Therefore, it can be affirmed that distortions in body image play a causative role in EDs, rather than a secondary one (e.g. Hawkins, Fremouw & Clement, 1984).

The goal of the third study was to analyze the mechanisms of embodiment in patients with TA and compare with participants control in responses of embodiment of rubber hand illusion and of rubber leg illusion. In that study, it was also evaluated the correlation between the embodiment score of two members and body dissatisfaction.

The results suggested that the alteration in embodiment mechanism might be acting not only one body part in the TA patients but also extend to other parts of the body as well as leg. Although the TA patients have altered the embodiment also in the leg this alteration has less power than alteration in hand. This finding indicated that in

patients with TA the visual input is essential to generate the embodiment, and the physical approximation of the body part to visual input during multisensory integration is a predominant factor for generate embodiment alteration in these patients. Regarding body dissatisfaction, no important correlations observed in response to embodiment.

The fourth and last study compared embodiment mechanisms according to the RHI paradigm in four groups: ED with no associated comorbidity, ED with BPD comorbidity, BPD without ED comorbidity and a non-clinical control group. Results showed that ED patients presented high levels of embodiment compared to the control group, as found in previous studies (Eshkevari et al., 2012; Eshkevari et al., 2014; Mussap & Salton, 1996). Also we have found that they're no differences between ED patients with and without BPD comorbidity in the embodiment illusion. As for the other groups (BPD and control group), no significant differences were observed, with similar levels in the induced embodiment. These finding confirm previous studies, and shows important contribution that confirm that the alteration of embodiment mechanisms is exclusively linked to ED psychopathology. The results of this study suggest that patients with TA (and comorbidity BPD) could benefit from treatment of body schema and body image, providing by physical and cognitive interventions more stabilization in multisensory integration and body limits.

A key aspect of this thesis, compared with previous literature was the number of measure that we used. Previous studies traditionally chose one or two of the four that we used (embodiment questionnaire, proprioceptive drift, temperature and GSR), and as has been observed there was a difficulty in finding consistent and reliable results between measures. In the future, should carry out more reliable approaches to the

evaluation of illusion. All of this invited us to think about the complex process of multisensory integration and evaluation, and open a space for analysis on whether these measures are really measuring the same, or different approaches of a very complex phenomenon.

According to the results obtained in the four studies performed in this thesis, it is possible to conclude that corporal representation and embodiment processes are malleable in healthy individuals and altered in ED patients and ED patients with BPD. However, there is plenty to be investigated in this field until we may promote its use in the clinical context with the purpose of changing how patients represent their bodies.

There are several clinical implications that we see in this dissertation; the first one is the use of body therapies intended to stabilize multisensory integration in patients with TA. The use of stabilization of multisensory integration can be an exponentially precursor to enhance and improving the mental representation of their body. We believe that we must continue innovate and improve the methods of study of body representation in healthy people and with ED psychopathology individuals. Moreover, in the specific case of EDs, we believe that new therapeutic efforts are necessary, focused not only in weight stabilization and eating patterns, but also in aspects of the role of body representation (embodiment) in cognitive processes. In the near future, there may be psychological interventions through the induction of bodily illusion that allow the change of cognitive processes about our body, acting directly upon the two-way communication between cognition and the body (Barsalou, 2008).

For that purpose, we are presently working on the *Proyecto Touch* (“Touch

Project”), whose intention is to promote body transfer illusions in a virtual reality environment, with use of congruent and incongruent multisensory stimulation in ED patients and individuals vulnerable to the disorder. Its main objective is to promote a more accurate perception of the multisensory functioning, in order to strengthen the acquisition of a more realistic body representation, and a significant reduction in the alteration of the multisensory embodiment functioning in these patients.

In the future, we plan to conduct studies with the use of the *Machine to Be Another* paradigm to study corporal representation in patients with other disorders, such as social phobia and fibromyalgia. It is important continue studying aspects of body representation and mechanisms of embodiment in order to have a better understand of ED psychopathology, and long-term achieve new intervention programs focused on promoting an improvement in body representation in patients with severe disorders.

**V. Referências bibliográficas**

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic criteria from DSM-V-TR*. American Psychiatric Pub.
- Armel, K. C., & Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1523), 1499-1506.
- Aspell, J. E., & Blanke, O. (2009). *Understanding the out-of-body experience from a neuroscientific perspective* (No. EPFL-CHAPTER-154802, pp. 73-88). Nova Science Publishers.
- Atherton, S., Antley, A., Evans, N., Cernis, E., Lister, R., Dunn, G., & Freeman, D. (2016). Self-confidence and paranoia: an experimental study using an immersive virtual reality social situation. *Behavioural and cognitive psychotherapy*, 44(01), 56-64.
- Baas, L. S., Beery, T. A., Allen, G., Wizer, M., & Wagoner, L. E. (2004). An exploratory study of body awareness in persons with heart failure treated medically or with transplantation. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 19(1), 32-40.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and brain sciences*, 22(04), 637-660.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 617-645.
- Barsalou, L. W., Breazeal, C., & Smith, L. B. (2007). Cognition as coordinated non-cognition. *Cognitive Processing*, 8 (2), 79-91.
- Barsalou, L. W., Niedenthal, P. M., Barbey, A. K., & Ruppert, J. A. (2003). Social embodiment. *Psychology of learning and motivation*, 43, 43-92.

- Bergström, I., Kilteni, K., & Slater, M. (2016). First-person perspective virtual body posture influences stress: a virtual reality body ownership study. *PloS one*, 11(2), e0148060.
- Berlucchi, G., & Aglioti, S. M. (2010). The body in the brain revisited. *Experimental brain research*, 200(1), 25-35.
- Bertamini, M., & O'Sullivan, N. (2014). The use of realistic and mechanical hands in the rubber hand illusion, and the relationship to hemispheric differences. *Consciousness and cognition*, 27, 89-99.
- van der Hoort, B., Guterstam, A., & Ehrsson, H. H. (2011). Being Barbie: the size of one's own body determines the perceived size of the world. *PloS one*, 6(5), e20195.
- Blakemore, S. J., & Frith, C. (2003). Self-awareness and action. *Current opinion in neurobiology*, 13(2), 219-224.
- Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(8), 556-571.
- Bolognini, N., Làdavas, E., & Farnè, A. (2011). Spatial perspective and coordinate systems in autoscapy: a case report of a "fantome de profil" in occipital brain damage. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(7), 1741-1751.
- Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands' feel'touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756-756.
- Bullock-Saxton, J. E., Wong, W. J., & Hogan, N. (2001). The influence of age on weight-bearing joint reposition sense of the knee. *Experimental Brain Research*, 136(3), 400-406.

- Brugger, P., Regard, M., & Landis, T. (1996). Unilaterally Felt "Presences": The Neuropsychiatry of One's Invisible Doppelganger. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 9(2), 114-122.
- Cadieux, M. L., Whitworth, K., & Shore, D. I. (2011). Rubber hands do not cross the midline. *Neuroscience letters*, 504(3), 191-194.
- Cameron, O. G. (2002). *Visceral sensory neuroscience: Interoception*. Oxford University Press, USA.
- Carney, D. R., Cuddy, A. J., & Yap, A. J. (2010). Power posing brief nonverbal displays affect neuroendocrine levels and risk tolerance. *Psychological Science*, 21(10), 1363-1368.
- Cash, T. F. (2004). Body image: Past, present, and future. *Body image*, 1(1), 1-5.
- Cash, T. F., & Brown, T. A. (1987). Body Image in Anorexia Nervosa and Bulimia Nervosa A Review of the Literature. *Behavior Modification*, 11(4), 487-521.
- Cebolla, A., Miragall, M., Palomo, P., Llorens, R., Soler, J., Demarzo, M., ... & Baños, R. M. (2016). Embodiment and Body Awareness in Meditators. *Mindfulness*, 1-9.
- Cerella, J. (1985). Information processing rates in the elderly. *Psychological bulletin*, 98(1), 67.
- Chatterjee, A. (2010). Disembodying cognition. *Language and cognition*, 2(1), 79-116.
- Corso, J. F. (1971). Sensory processes and age effects in normal adults. *Journal of Gerontology*.
- Costantini, M., & Haggard, P. (2007). The rubber hand illusion: sensitivity and reference frame for body ownership. *Consciousness and cognition*, 16(2), 229-240.

- Cooper, Z., & Fairburn, C. G. (2011). The evolution of “enhanced” cognitive behavior therapy for eating disorders: Learning from treatment nonresponse. *Cognitive and behavioral practice, 18*(3), 394-402.
- Cowie, D., Makin, T. R., & Bremner, A. J. (2013). Children’s responses to the rubber-hand illusion reveal dissociable pathways in body representation. *Psychological science, 24*(5), 762-769.
- Cuddy, A. J., Wilmuth, C. A., & Carney, D. R. (2012). The benefit of power posing before a high-stakes social evaluation.
- Critchley, M. (1953). The parietal lobes.
- Damasio, A. R. (1994). *El error de Descartes: la razón de las emociones*. Andrés Bello.
- Daprati, E., Sirigu, A., & Nico, D. (2010). Body and movement: consciousness in the parietal lobes. *Neuropsychologia, 48*(3), 756-762.
- Davies, P. L., & Gavin, W. J. (2007). Validating the diagnosis of sensory processing disorders using EEG technology. *The American Journal of Occupational Therapy, 61*(2), 176.
- de Vignemont, F. (2007). Habeas corpus: The sense of ownership of one’s own body. *Mind & Language, 22*(4), 427-449.
- de Vignemont, F. (2010). Body schema and body image Pros and cons. *Neuropsychologia, 48*(3), 669-680.
- de Vignemont, F. (2015). and Olivier Massin. *The Oxford Handbook of Philosophy of Perception, 294*.
- Dolan, B., Evans, C., & Norton, K. (1994). Disordered eating behavior and attitudes in female and male patients with personality disorders. *Journal of Personality Disorders, 8*(1), 17.

- Helsinki, D. (2004). Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Adoptada por la, 18, 20-3.
- Descartes, R. (1984). *Objections and replies*. InteLex.
- Devinsky, O., Feldmann, E., Burrowes, K., & Bromfield, E. (1989). Autosopic phenomena with seizures. *Archives of Neurology*, 46(10), 1080-1088.
- Diederich, A., & Colonius, H. (2004). Bimodal and trimodal multisensory enhancement: effects of stimulus onset and intensity on reaction time. *Perception & psychophysics*, 66(8), 1388-1404.
- Colonius, H., & Diederich, A. (2004). Multisensory interaction in saccadic reaction time: a time-window-of-integration model. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(6), 1000-1009.
- Dimberg, U., & Thunberg, M. (2012). Empathy, emotional contagion, and rapid facial reactions to angry and happy facial expressions. *PsyCh Journal*, 1(2), 118-127.
- Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, 317(5841), 1048-1048.
- Ehrsson, H. H. (2012). 43 The Concept of Body Ownership and Its Relation to Multisensory Integration.
- Ehrsson, H. H., Spence, C., & Passingham, R. E. (2004). That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, 305(5685), 875-877.
- Ehrsson, H. H., Wiech, K., Weiskopf, N., Dolan, R. J., & 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*, 104(23), 9828-9833.

- Ehrsson, H. H., Holmes, N. P., & Passingham, R. E. (2005). Touching a rubber hand: feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. *The Journal of Neuroscience*, *25*(45), 10564-10573.
- Epstein, J., Wiseman, C. V., Sunday, S. R., Klapper, F., Alkalay, L., & Halmi, K. A. (2001). Neurocognitive evidence favors “top down” over “bottom up” mechanisms in the pathogenesis of body size distortions in anorexia nervosa. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, *6*(3), 140-147.
- Eshkevari, E., Rieger, E., Longo, M. R., Haggard, P., & Treasure, J. (2012). Increased plasticity of the bodily self in eating disorders. *Psychological Medicine*, *42*(04), 819-828.
- Exterkate, C. C., Vriesendorp, P. F., & de Jong, C. A. (2009). Body attitudes in patients with eating disorders at presentation and completion of intensive outpatient day treatment. *Eating Behaviors*, *10*(1), 16-21.
- Falconer, C. J., Slater, M., Rovira, A., King, J. A., Gilbert, P., Antley, A., & Brewin, C. R. (2014). Embodying compassion: a virtual reality paradigm for overcoming excessive self-criticism. *PloS one*, *9*(11), e111933.
- Fernández, M. P., Encinas, F. L., & Escursell, R. R. (2004). Epidemiología de los trastornos de la conducta alimentaria en España: revisión y estado de la cuestión. *Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace*, 71-72.
- Franzoi, S. L., & Shields, S. A. (1984). The Body Esteem Scale: Multidimensional structure and sex differences in a college population. *Journal of personality assessment*, *48*(2), 173-178.
- Fredrickson, B. L., & Roberts, T. A. (1997). Objectification theory. *Psychology of women quarterly*, *21*(2), 173-206.

- Perls, F. (1969). Gestalt verbatim.
- Gallagher, S. (1986). Body image and body schema: A conceptual clarification. *Journal of Mind and Behavior*, 7(4), 541-554.
- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in cognitive sciences*, 4(1), 14-21.
- Gallagher, S. (2005). *How the body shapes the mind* (pp. 173-178). Oxford: Clarendon Press.
- Gallagher, W. (2007). *The Power of Place: How Our Surroundings Shape Our Thoughts, Emotions, and Actions (PS)*. Harper Perennial.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in cognitive sciences*, 2(12), 493-501.
- Gaudio, S., & Riva, G. (2012). Body image in anorexia nervosa: the link between functional connectivity alterations and spatial reference frames. *Biological Psychiatry*, 2013(Febbraio), e25-e26.
- Guardia, D., Cottencin, O., Thomas, P., Dodin, V., & Luyat, M. (2012). Spatial orientation constancy is impaired in anorexia nervosa. *Psychiatry research*, 195(1), 56-59.
- Gardner, R. M., & Moncrieff, C. (1988). Body image distortion in anorexics as a non? Sensory phenomenon: A signal detection approach. *Journal of Clinical Psychology*, 44(2), 101-107.
- Gaudio, S., Brooks, S. J., & Riva, G. (2014). Nonvisual multisensory impairment of body perception in anorexia nervosa: a systematic review of neuropsychological studies. *PloS one*, 9(10), e110087.

- Gazzola, V., & Keysers, C. (2009). The observation and execution of actions share motor and somatosensory voxels in all tested subjects: single-subject analyses of unsmoothed fMRI data. *Cerebral Cortex*, *19*(6), 1239-1255.
- Germine, L., Benson, T. L., Cohen, F., & Hooker, C. I. L. (2013). Psychosis-proneness and the rubber hand illusion of body ownership. *Psychiatry research*, *207*(1), 45-52.
- Gibbs Jr, R. W. (2013). Walking the walk while thinking about the talk: Embodied interpretation of metaphorical narratives. *Journal of psycholinguistic research*, *42*(4), 363-378.
- Gibbs, J. C. (2013). *Moral development and reality: Beyond the theories of Kohlberg, Hoffman, and Haidt*. Oxford University Press.
- Gibson, J. J. (1966). The senses considered as perceptual systems.
- Grilo, C. M., Levy, K. N., Becker, D. F., Edell, W. S., & McGlashan, T. H. (1996). Comorbidity of DSM-III-R axis I and II disorders among female inpatients with eating disorders. *Psychiatric services (Washington, DC)*, *47*(4), 426-429.
- Guterstam, A., Abdulkarim, Z., & Ehrsson, H. H. (2015). Illusory ownership of an invisible body reduces autonomic and subjective social anxiety responses. *Scientific reports*, *5*, 9831.
- Grant, J., & Cash, T. (1995). Terapia cognitivo-conductual para la imagen corporal: estudio de su eficacia en grupos. *Behavior Therapy*, *26*, 69-84.
- Gregory, R. L. (1970). The intelligent eye.
- Guardia, D., Conversy, L., Jardri, R., Lafargue, G., Thomas, P., Dodin, V., ... & Luyat, M. (2012). Imagining one's own and someone else's body actions: dissociation in anorexia nervosa. *PLOS one*, *7*(8), e43241.

- Gurfinkel, V. S., & Levick, Y. S. (1991). Perceptual and automatic aspects of the postural body scheme.
- Haans, A., IJsselsteijn, W. A., & de Kort, Y. A. (2008). The effect of similarities in skin texture and hand shape on perceived ownership of a fake limb. *Body Image*, 5(4), 389-394.
- Haans, A., Kaiser, F. G., Bouwhuis, D. G., & IJsselsteijn, W. A. (2012). Individual differences in the rubber-hand illusion: predicting self-reports of people's personal experiences. *Acta psychologica*, 141(2), 169-177.
- Habak, C., & Faubert, J. (2000). Larger effect of aging on the perception of higher-order stimuli. *Vision research*, 40(8), 943-950.
- Haggard, P. (2005). Conscious intention and motor cognition. *Trends in cognitive sciences*, 9(6), 290-295.
- Hänzell, A., Lenggenhagerl, B., Känell, R., Curatolol, M., & Blankel, O. (2011). Seeing and identifying with a virtual body decreases pain perception. *European journal of pain*, 15(8), 874-879.
- Hawkins, R. C., Fremouw, W. J., & Clement, P. F. (1984). *Binge-purge syndrome*. Springer Pub. Co..
- Heaner, M. K., & Walsh, B. T. (2013). A history of the identification of the characteristic eating disturbances of Bulimia Nervosa, Binge Eating Disorder and Anorexia Nervosa. *Appetite*, 65, 185-188.
- Heilbrun, A. B., & Friedberg, L. (1990). Distorted body image in normal college women: Possible implications for the development of anorexia nervosa. *Journal of Clinical Psychology*, 46(4), 398-401.

- Holle, H., McLatchie, N., Maurer, S., & Ward, J. (2011). Proprioceptive drift without illusions of ownership for rotated hands in the “rubber hand illusion” paradigm. *Cognitive Neuroscience*, 2(3-4), 171-178.
- Holmes, N. P., Crozier, G., & Spence, C. (2004). When mirrors lie: “Visual capture” of arm position impairs reaching performance. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(2), 193-200.
- Holmes, N. P., Snijders, H. J., & Spence, C. (2006). Reaching with alien limbs: Visual exposure to prosthetic hands in a mirror biases proprioception without accompanying illusions of ownership. *Perception & Psychophysics*, 68(4), 685-701.
- Hudson, J. I., Hiripi, E., Pope, H. G., & Kessler, R. C. (2007). The prevalence and correlates of eating disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Biological psychiatry*, 61(3), 348-358.
- IJzerman, H., & Semin, G. R. (2009). The thermometer of social relations mapping social proximity on temperature. *Psychological science*, 20(10), 1214-1220.
- Ionta, S., Heydrich, L., Lenggenhager, B., Mouthon, M., Fornari, E., Chapuis, D., ... & Blanke, O. (2011). Multisensory mechanisms in temporo-parietal cortex support self-location and first-person perspective. *Neuron*, 70(2), 363-374.
- Jacobi, C., Hayward, C., de Zwaan, M., Kraemer, H. C., & Agras, W. S. (2004). Coming to terms with risk factors for eating disorders: application of risk terminology and suggestions for a general taxonomy. *Psychological bulletin*, 130(1), 19.
- Jalal, B., Krishnakumar, D., & Ramachandran, V. S. (2015). “I Feel Contaminated in My Fake Hand”: Obsessive-Compulsive-Disorder like Disgust Sensations Arise from Dummy during Rubber Hand Illusion. *PloS one*, 10(12), e0139159.

- James, W. B. (1989). *Principios de psicología*.
- Kadunce, D. C., Vaughan, W. J., Wallace, M. T., & Stein, B. E. (2001). The influence of visual and auditory receptive field organization on multisensory integration in the superior colliculus. *Experimental Brain Research*, *139*(3), 303-310.
- Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2014). The moving rubber hand illusion revisited comparing movements and visuotactile stimulation to induce illusory ownership. *Consciousness and cognition*, *26*, 117-132.
- Kammers, M. P., Verhagen, L., Dijkerman, H. C., Hogendoorn, H., de Vingemont, F., & Schutter, D. J. (2009). Is this hand for real? Attenuation of the rubber hand illusion by transcranial magnetic stimulation over the inferior parietal lobule. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21* (7), 1311-1320.
- Kaplan, R. A., Enticott, P. G., Hohwy, J., Castle, D. J., & Rossell, S. L. (2014). Is body dysmorphic disorder associated with abnormal bodily self-awareness? A study using the rubber hand illusion. *PloS one*, *9*(6), e99981.
- Keel, P. K., Dorer, D. J., Franko, D. L., Jackson, S. C., & Herzog, D. B. (2005). Postremission predictors of relapse in women with eating disorders. *American Journal of Psychiatry*, *162*(12), 2263-2268.
- Keizer, A., Smeets, M. A. M., Dijkerman, H. C., Van den Hout, M., Klugkist, I., Van Elburg, A., & Postma, A. (2011). Tactile body image disturbance in anorexia nervosa. *Psychiatry Research*, *190*(1), 115-120.
- Keller, B. K., Morton, J. L., Thomas, V. S., & Potter, J. F. (1999). The effect of visual and hearing impairments on functional status. *Journal of the American Geriatrics Society*, *47*(11), 1319-1325.
- Keysers, C., Kaas, J. H., & Gazzola, V. (2010). Somatosensation in social perception. *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(6), 417-428.

- Lackner, J. R., & DiZio, P. (2005). Vestibular, proprioceptive, and haptic contributions to spatial orientation. *Annu. Rev. Psychol.*, *56*, 115-147.
- Lackner, J. R., & DiZio, P. (2005). Motor control and learning in altered dynamic environments. *Current opinion in neurobiology*, *15*(6), 653-659.
- Lakin, J. L., Jefferis, V. E., Cheng, C. M., & Chartrand, T. L. (2003). The chameleon effect as social glue: Evidence for the evolutionary significance of nonconscious mimicry. *Journal of nonverbal behavior*, *27*(3), 145-162.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. Basic books.
- Lee, S. W., & Schwarz, N. (2010). Washing away postdecisional dissonance. *Science*, *328*(5979), 709-709.
- Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T., & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: manipulating bodily self-consciousness. *Science*, *317*(5841), 1096-1099.
- Lewkowicz, D. J., & Ghazanfar, A. A. (2009). The emergence of multisensory systems through perceptual narrowing. *Trends in cognitive sciences*, *13*(11), 470-478.
- Lloyd, D. M., Shore, D. I., Spence, C., & Calvert, G. A. (2003). Multisensory representation of limb position in human premotor cortex. *Nature neuroscience*, *6*(1), 17-18.
- Longo, M. R., & Haggard, P. (2010). An implicit body representation underlying human position sense. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(26), 11727-11732.
- Longo, M. R., Schüür, F., Kammers, M. P., Tsakiris, M., & Haggard, P. (2008). What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, *107*(3), 978-998.
- Longo, M. R., Schüür, F., Kammers, M. P., Tsakiris, M., & Haggard, P. (2009). Self-awareness and the body image. *Acta psychologica*, *132*(2), 166-172.

- Lopez, C., Lenggenhager, B., & Blanke, O. (2010). How vestibular stimulation interacts with illusory hand ownership. *Consciousness and cognition*, 19(1), 33-47.
- Maister, L., Sebanz, N., Knoblich, G., & Tsakiris, M. (2013). Experiencing ownership over a dark-skinned body reduces implicit racial bias. *Cognition*, 128(2), 170-178.
- Maister, L., Slater, M., Sanchez-Vives, M. V., & Tsakiris, M. (2015). Changing bodies changes minds: owning another body affects social cognition. *Trends in cognitive sciences*, 19(1), 6-12.
- Makin, T. R., Holmes, N. P., & Ehrsson, H. H. (2008). On the other hand: dummy hands and peripersonal space. *Behavioural brain research*, 191(1), 1-10.
- Mehling, W. E., Hamel, K. A., Acree, M., Byl, N., & Hecht, F. M. (2005). Randomized, controlled trial of breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Alternative therapies in health and medicine*, 11(4), 44.
- Mehling, W. E., Hamel, K. A., Acree, M., Byl, N., & Hecht, F. M. (2005). Breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 100(4).
- Melzack, R. (1975). Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. *Pain*, 1(4), 357-373.
- Melzack, R. (1990). Phantom limbs and the concept of a neuromatrix. *Trends in neurosciences*, 13(3), 88-92.
- Merleau-Ponty, M. (1999). *Om sprogets fænomenologi: udvalgte tekster*. Gyldendal.
- Mitchell, S. W. (1871). *Phantom limbs*.
- Mitchell, S. W. (1871). On the growth of nails as a prognostic indication in cerebral paralysis. *Am J Med Sci*, 61, 420.

- Matsunaga, H., Kaye, W. H., McConaha, C., Plotnicov, K., Pollice, C., & Rao, R. (2000). Personality disorders among subjects recovered from eating disorders. *International Journal of Eating Disorders*, 27(3), 353-357.
- Miyahira, S. D., Folen, R. A., Stetz, M., Rizzo, A., & Kawasaki, M. M. (2010). Use of immersive virtual reality for treating anger. *Stud Health Technol Inform*, 154, 82-86.
- Mora, M., & Raich, R. M. (1993). Prevalencia de las alteraciones de la imagen corporal en poblaciones con trastorno alimentario. *Rev Psiquiatr Fac Med Barna*, 20(3), 113-35.
- Mora, M., & Raich, R. M. (1993). Epidemiología del síndrome bulímico: Un análisis transcultural. *Cuadernos de Medicina Psicosomática*, 28, 29, 58-73.
- Moseley, G. L., Olthof, N., Venema, A., Don, S., Wijers, M., Gallace, A., & Spence, C. (2008). Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(35), 13169-13173.
- Mussap, A. J., & Salton, N. (2006). A 'rubber-hand' illusion reveals a relationship between perceptual body image and unhealthy body change. *Journal of Health Psychology*, 11(4), 627-639.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316(5827), 1002-1005.
- Nico, D., Daprati, E., Nighoghossian, N., Carrier, E., Duhamel, J. R., & Sirigu, A. (2010). The role of the right parietal lobe in anorexia nervosa. *Psychological Medicine*, 40(09), 1531-1539.
- Noll, S. M., & Fredrickson, B. L. (1998). A mediational model linking self-objectification, body shame, and disordered eating. *Psychology of Women Quarterly*, 22(4), 623-636.

- Normand, J. M., Giannopoulos, E., Spanlang, B., & Slater, M. (2011). Multisensory stimulation can induce an illusion of larger belly size in immersive virtual reality. *PloS one*, 6(1), e16128.
- Oberman, L. M., Winkielman, P., & Ramachandran, V. S. (2007). Face to face: Blocking facial mimicry can selectively impair recognition of emotional expressions. *Social neuroscience*, 2(3-4), 167-178.
- Paillard, 1999, Paillard, J. (1999). Body Schema and body image-a double dissociation. *Motor control, today and tomorrow*, 197-214.
- Paillard, C. (2005). Chips square off on Zigbee. *Electronic Engineering Times*, (1365), 66.
- Pan, X., Gillies, M., Barker, C., Clark, D. M., & Slater, M. (2012). Socially anxious and confident men interact with a forward virtual woman: an experimental study. *PloS one*, 7(4), e32931.
- Peck, T. C., Seinfeld, S., Aglioti, S. M., & Slater, M. (2013). Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias. *Consciousness and cognition*, 22(3), 779-787.
- Perpiñá, C. (2000). Trastornos de la alimentación no especificados. *Ponencia presentada en: Jornadas sobre los trastornos de la alimentación. Sevilla.*
- Perpiñá, C., & Botella, C. Y. Baños. RM (2000). *Imagen corporal en los trastornos alimentarios. Evaluación y tratamiento por medio de la realidad virtual.*
- Perpiñá, C. (1999). *Trastornos alimentarios: Anorexia y bulimia.* Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Petkova, V. I., & Ehrsson, H. H. (2008). If I were you: perceptual illusion of body swapping. *PloS one*, 3(12), e3832.

- Phillips, K. A., Didie, E. R., Feusner, J., & Wilhelm, S. (2008). Body dysmorphic disorder: treating an underrecognized disorder. *American Journal of Psychiatry*.
- Piaget, J. (1963). The attainment of invariants and reversible operations in the development of thinking. *Social research*, 283-299.
- Pinto-Gouveia, J., & Matos, M. (2011). Can shame memories become a key to identity? The centrality of shame memories predicts psychopathology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(2), 281-290.
- Pollatos, O., Kurz, A. L., Albrecht, J., Schreder, T., Kleemann, A. M., Schöpf, V & Schandry, R. (2008). Reduced perception of bodily signals in anorexia nervosa. *Eating behaviors*, 9(4), 381-388.
- Polivy, J., & Herman, C. P. (2002). Causes of eating disorders. *Annual review of psychology*, 53(1), 187-213.
- Preston, C., & Ehrsson, H. H. (2014). Illusory changes in body size modulate body satisfaction in a way that is related to non-clinical eating disorder psychopathology. *PloS one*, 9(1), e85773.
- Pruzinsky, T., & Cash, T. F. (Eds.). (2002). *Body image: a handbook of theory, research, and clinical practice*. Guilford Press.
- Gibbs Jr, R. W. (2005). *Embodiment and cognitive science*. Cambridge University Press.
- Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 4(2), 71.
- Riskind, J. H., & Gotay, C. C. (1982). Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion?. *Motivation and Emotion*, 6(3), 273-298.

- Riva, C. (2010). *The urbanisation of Etruria: funerary practices and social change, 700-600 BC*. Cambridge University Press.
- Riva, G. (2011). The key to unlocking the virtual body: virtual reality in the treatment of obesity and eating disorders. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 5(2), 283-292.
- Riva, G. (2012). *Psicologia dei nuovi media. Azione, presenza, identità e relazioni*.
- Riva, G. (2014). Out of my real body: cognitive neuroscience meets eating disorders. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Riva, G., & Gaudio, S. (2012). Allocentric lock in anorexia nervosa: New evidences from neuroimaging studies. *Medical Hypotheses*, 79(1), 113-117.
- Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2001). Virtual reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in obesity: a controlled study. *Cyberpsychology & behavior*, 4(4), 511-526.
- Riva, S. (2001). Biocatalytic modification of natural products. *Current opinion in chemical biology*, 5(2), 106-111.
- Rohde, M., Di Luca, M., & Ernst, M. O. (2009). The time course of proprioceptive drift in the rubber hand illusion. *Journal of Vision*, 9(8), 712-712.
- Rohde, M., Di Luca, M., & Ernst, M. O. (2011). The rubber hand illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand. *PloS one*, 6(6), e21659.
- Rosell, W., Dovale, C., & Álvarez, I. (2002). Morfología humana. *Generalidades y sistemas somáticos. Ciudad de La Habana: ECIMED*, 123-135.
- Rosen, G. (1990). Modal fictionalism. *Mind*, 99(395), 327-354.

- Sachdev, P., Mondraty, N., Wen, W., & Gulliford, K. (2008). Brains of anorexia nervosa patients process self-images differently from non-self-images: an fMRI study. *Neuropsychologia*, *46*(8), 2161-2168.
- Samad, M., Chung, A. J., & Shams, L. (2015). Perception of body ownership is driven by Bayesian sensory inference. *PloS one*, *10*(2), e0117178.
- Spear, P. D. (1993). Neural bases of visual deficits during aging. *Vision research*, *33*(18), 2589-2609.
- Schindler, R. (1935). Gastroscopy with a flexible gastroscope. *American Journal of Digestive Diseases*, *2*(11), 656-663.
- Schneider, N., Frieler, K., Pfeiffer, E., Lehmkuhl, U., & Salbach-Andrae, H. (2009). Comparison of body size estimation in adolescents with different types of eating disorders. *European Eating Disorders Review*, *17*(6), 468-475.
- Skinner, H. B., Barrack, R. L., & COOK, S. D. (1984). Age-related decline in proprioception. *Clinical orthopaedics and related research*, *184*, 208-211.
- Serino, A., & Haggard, P. (2010). Touch and the body. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *34*(2), 224-236.
- Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., & Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. *PloS one*, *5*(5), e10564.
- Slater, M., Pérez Marcos, D., Ehrsson, H., & Sanchez-Vives, M. V. (2009). Inducing illusory ownership of a virtual body. *Frontiers in neuroscience*, *3*, 29.
- Smith, D. E. (2005). *Institutional ethnography: A sociology for people*. Rowman Altamira.
- Spitzer, R. L., Williams, J. B., & Gibbon, M. (1987). *Instruction manual for the structured clinical interview for DSM-III-R: SCID*. Biometrics Research Department, New York State Psychiatric Institute.

- Stein, K. E. (1992). Thymus-independent and thymus-dependent responses to polysaccharide antigens. *Journal of Infectious Diseases*, 165(Supplement 1), S49-S52.
- Stein, W. D. W. D. (2012). *The movement of molecules across cell membranes* (Vol. 6). Elsevier.
- Stein, W. (2012). *Transport and diffusion across cell membranes*. Elsevier.
- Stewart, T. M., & Williamson, D. A. (2004). Assessment of body image disturbances. *Handbook of eating disorders and obesity*, 495-514.
- Tajadura-Jiménez, A., & Tsakiris, M. (2014). Balancing the “inner” and the “outer” self: Interoceptive sensitivity modulates self–other boundaries. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 736.
- Tajadura-Jiménez, A., Longo, M. R., Coleman, R., & Tsakiris, M. (2012). The person in the mirror: using the enfacement illusion to investigate the experiential structure of self-identification. *Consciousness and cognition*, 21(4), 1725-1738.
- Tajadura-Jiménez, A., Longo, M. R., Coleman, R., & Tsakiris, M. (2012). The person in the mirror: using the enfacement illusion to investigate the experiential structure of self-identification. *Consciousness and cognition*, 21(4), 1725-1738.
- Teachman, B. A., & Gordon, T. (2009). Age differences in anxious responding: Older and calmer, unless the trigger is physical. *Psychology and Aging*, 24(3), 703.
- Thompson, A. (1990). El tercer sector y el desarrollo social. *Mucho, poquito o nada. Crisis y alternativas de política social en los, 90*.
- Thompson, L. (1990). Negotiation behavior and outcomes: Empirical evidence and theoretical issues. *Psychological bulletin*, 108(3), 515.
- Tomasino, M. G. (1996). Is it feasible to predict “slime blooms” or “mucilage” in the northern Adriatic Sea?. *Ecological modelling*, 84(1), 189-198.

- Toro, J., Salamero, M., & Martínez, E. (1995). Evaluación de las influencias socioculturales sobre el modelo estético corporal en la anorexia nerviosa. *Revista de Psiquiatría de la Facultad de Medicina de Barcelona*, 22(7), 205-214.
- Treasure, J., & Schmidt, U. (2013). The cognitive-interpersonal maintenance model of anorexia nervosa revisited: a summary of the evidence for cognitive, socio-emotional and interpersonal predisposing and perpetuating factors. *Journal of Eating Disorders*, 1(1), 1.
- Tsakiris, M. (2008). Looking for myself: current multisensory input alters self-face recognition. *PloS one*, 3(12), e4040.
- Tsakiris, M. (2010). My body in the brain: a neurocognitive model of body-ownership. *Neuropsychologia*, 48(3), 703-712.
- Tsakiris, M., & Haggard, P. (2005). The rubber hand illusion revisited visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(1), 80.
- Tsakiris, M., Hesse, M. D., Boy, C., Haggard, P., & Fink, G. R. (2007). Neural signatures of body ownership: a sensory network for bodily self-consciousness. *Cerebral cortex*, 17(10), 2235-2244.
- Tsakiris, M., Prabhu, G., & Haggard, P. (2006). Having a body versus moving your body: How agency structures body-ownership. *Consciousness and cognition*, 15(2), 423-432.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.
- Uher, R., Murphy, T., Friederich, H. C., Dalgleish, T., Brammer, M. J., Giampietro, V., ... & Campbell, I. C. (2005). Functional neuroanatomy of body shape perception in healthy and eating-disordered women. *Biological psychiatry*, 58(12), 990-997.

- Valera, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). The embodied mind. *Cognitive Science and Human Experience*.
- Vallar, G., & Ronchi, R. (2009). Somatoparaphrenia: a body delusion. A review of the neuropsychological literature. *Experimental Brain Research*, 192(3), 533-551.
- Van der Hoort, B., Guterstam, A., & Ehrsson, H. H. (2011). Being Barbie: the size of one's own body determines the perceived size of the world. *PloS one*, 6(5), e20195.
- Vignemont, F. (2010). Body schema and body image Pros and cons. *Neuropsychologia*, 48(3), 669-680.
- Wagner, A., Ruf, M., Braus, D. F., & Schmidt, M. H. (2003). Neuronal activity changes and body image distortion in anorexia nervosa. *Neuroreport*, 14(17), 2193-2197.
- Wells, G. L., & Petty, R. E. (1980). The effects of overhead movements on persuasion: Compatibility and incompatibility of responses. *Basic and Applied Social Psychology*, 1(3), 219-230.
- Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human communication research*, 33(3), 271-290.
- Zanarini, M. C., Gunderson, J. G., Frankenburg, F. R., & Chauncey, D. L. (1989). The revised diagnostic interview for borderlines: discriminating BPD from other axis II disorders. *Journal of personality Disorders*, 3(1), 10-18.



## VI. Anexos



## Anexo I: Tablas



**Tabla 1. Componentes principales del cuestionario original de Longo et al., (2008)**

<b>Items del cuestionario embodiment</b>	<b>Propiedad</b>	<b>Localización</b>	<b>Agencia</b>
1) it seemed like I was looking directly at my own hand rather than at a rubber hand.	0,696		
2) it seemed like the rubber hand began to resemble my real hand.	0,811		
3) it seemed like the rubber hand belonged to me.	0,779		
4) it seemed like the rubber hand was my hand.	0,757		
5) it seemed like the rubber hand was part of my body.	0,801		
6) it seemed like my hand was in the location where the rubber hand was.		0,776	
7) it seemed like the rubber hand was in the location where my hand was.		0,831	
8) it seemed like the touch I felt was caused by the paintbrush touching the rubber hand.		0,678	
9) it seemed like I could have moved the rubber hand if I had wanted.			0,843
10) it seemed like I was in control of the rubber hand.			0,745



**Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la interacción entre los grupos (MTBA, RHI síncrono and RHI asíncrona)**

	<b>MTBA</b>	<b>RHI Síncrono</b>	<b>RHI Asíncrono</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2</math></b>	<b>Post-Hoc</b>
	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>				
Propiedad	1,68 (.88)	,08 (1,55)	-2,08 (1,05)	35,7	,00*	,73	(MTBA) > (RHIsincr) > (RHI asinc)
Localización	1,42 (1,33)	,21 (1,75)	-1,66 (1,26)	13,9	,00*	,51	(MTBA=RHIsincr) > (RHI asinc)
Agencia	2,57 (.91)	-,10 (1,64)	-2,0 (1,19)	40,0	,00*	,75	(MTBA>RHIsincr) > (RHI asinc)

Nota: M= Media; DT = Desviación Típica



**Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los componentes del embodiment durante los pasos del paradigma MTBA (Observación, Visuotactile, Narrativa y Face to Face)**

	<b>Observación (OB)</b>	<b>Visuotactile (VT)</b>	<b>Narrativa (NT)</b>	<b>Face to Face (FTF)</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2</math></b>	<b>Post-Hoc</b>
	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>	<b>M (DT)</b>				
Propiedad	1,93 (.96)	2,40 (1,05)	2,26 (1,16)	2,26 (1,16)	1,16	,20	,10	(OB=VT=NT=FTF)
Localización	1,26 (.96)	2,26 (1,03)	2,26 (.88)	2,60 (.73)	11,0	,00*	,44	(VT=NT=FTF) > (OB)
Agencia	2,73 (.70)	2,53 (.63)	2,40 (.82)	2,53 (.74)	,888	,45	,06	(OB=VT=NT=FTF)

Nota: M= Media; DT = Desviación Típica.



## Anexo II: Cuestionarios



***Cuestionario 1. (ERHQ)- Embodiment RHI Questionnaire (Longo et al., 2008)***

Items	Preguntas	Síncrono M (DP)	Asíncrono M (DP)
1	...it seemed like I was looking directly at my own hand, rather than at a rubber hand.	0,427 (2,057)	-0,649 (2,026)
2	...it seemed like the rubber hand began to resemble my real hand.	0,534 (1,935)	-0,542 (2,084)
3	...it seemed like the rubber hand belonged to me.	0,176 (2,032)	-1,191(1,958)
4	...it seemed like the rubber hand was my hand.	0,397 (2,093)	-1,198 (1,903)
5	...it seemed like the rubber hand was part of my body.	0,183 (2,052)	-1,099 (1,961)
6	...it seemed like my hand was in the location where the rubber hand was.	0,496 (2,124)	-0,878 (1,977)
7	...it seemed like the rubber hand was in the location where my hand was.	0,015 (2,098)	-0,748 (2,066)
8	...it seemed like the touch I felt was caused by the paintbrush touching the rubber hand.	1,099 (1,810)	-1,244 (1,789)
9	...it seemed like I could have moved the rubber hand if I had wanted.	-0,260 (1,998)	-1,153 (1,747)
10	...it seemed like I was in control of the rubber hand.	-0,221 (1,978)	-1,145 (1,776)



**Cuestionario 2. (ERHQ) Embodiment RHI Questionnaire**

(Versión en español adaptado de Longo et al., 2008.)

Por favor, califique su experiencia siguiendo la siguiente escala de respuesta:

Muy en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
-3	-2	-1	0	1	2	3

	-3	-2	-1	0	1	2	3
1) Parecía como si estuviera mirando directamente a mi mano, en lugar de una mano de goma.							
2) Parecía que la mano de goma empezaba a ser similar a mi mano real.							
3) Parecía que la mano de goma me pertenecía.							
4) Parecía que la mano de goma era mi mano.							
5) Parecía que la mano de goma era parte de mi cuerpo.							
6) Parecía que mi mano estaba en el lugar donde estaba la mano de goma.							
7) Parecía que la mano de goma estaba en el lugar de mi mano.							
8) Parecía que la sensación táctil en mi mano era del pincel que estaba en contacto con la mano de goma.							
9) Parecía que hubiera podido mover la mano de goma si hubiera querido.							
10) Parecía que tenía el control de la mano de goma.							



**Cuestionario 3. (EMTBA) Embodiment MTBA**

Por favor, califique su experiencia siguiendo la siguiente escala de respuesta:

<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Bastante en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Bastante de acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

	-3	-2	-1	0	1	2	3
1) Parecía como si estuviera mirando directamente a mi mano, en lugar de la mano del performer.							
2) Parecía que la mano del performer empezaba a ser similar a mi mano real.							
3) Parecía que la mano del performer me pertenecía.							
4) Parecía que la mano del performer era mi mano.							
5) Parecía que la mano del performer era parte de mi cuerpo.							
6) Parecía que mi mano estaba en el lugar donde estaba la mano del performer.							
7) Parecía que la mano del performer estaba en el lugar de mi mano.							
8) Parecía que la sensación táctil en mi mano era del pincel que estaba en contacto con la mano del performer.							
9) Parecía que hubiera podido mover la mano del performer si hubiera querido.							
10) Parecía que tenía el control de la mano del performer.							



#### ***Cuestionario 4. (EMTBAST) Embodiment MTBA Steps***

Por favor, voy hacer algunas preguntas califique verbalmente tu respuesta de acuerdo con las opciones:

<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Bastante en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Bastante de acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

##### **1. Paso Observación: valor:**

- |   |
|---|
| a) Parecía que el cuerpo del performer me pertenecía (era mi cuerpo).                                   |
| b) Parecía que la localización del cuerpo del performer estaba ubicada en el lugar de mi propio cuerpo. |
| c) Parecía que pudiera mover el cuerpo del performer si hubiera querido.                                |

Valoración de la respuesta verbal: \_\_\_\_\_.

##### **2. Paso Visuotáctil**

- |  |
|--|
| a) Parecía que el cuerpo del performer me pertenecía (era mi cuerpo).  |
| b) Parecía que la localización del toque del pincel en el cuerpo del performer estaba ubicada en el lugar de mi propio cuerpo. |
| c) Parecía que pudiera mover el cuerpo del performer si hubiera querido.   |

Valoración de la respuesta verbal: \_\_\_\_\_.

##### **3. Paso Narrativa**

- |   |
|---|
| a) Parecía que el cuerpo del performer me pertenecía (era mi cuerpo).                                   |
| b) Parecía que la localización del cuerpo del performer estaba ubicada en el lugar de mi propio cuerpo. |
| c) Parecía que pudiera mover el cuerpo del performer si hubiera querido.                                |

Valoración de la respuesta verbal: \_\_\_\_\_.

##### **4. Paso Cara-Cara**

- |   |
|---|
| a) Parecía que el cuerpo del performer me pertenecía (era mi cuerpo).                                   |
| b) Parecía que la localización del cuerpo del performer estaba ubicada en el lugar de mi propio cuerpo. |
| c) Parecía que pudiera mover el cuerpo del performer si hubiera querido.                                |

Valoración de la respuesta verbal: \_\_\_\_\_.



**Cuestionario 5. (BES) Escala de Estima Corporal (Jorquera et al., 2005)**

A continuación encontrará diferentes partes o aspectos del cuerpo. Lea cada una de ellas y escoja la respuesta con la que mejor se identifica en cuanto a los sentimientos que te provoca. **No hay respuestas buenas ni malas.**

**1 = Me produce fuertes sentimientos negativos.**

**2 = Me produce moderados sentimientos negativos.**

**3 = No me produce sentimientos ni positivos ni negativos.**

**4 = Me produce moderados sentimientos positivos.**

**5 = Me produce fuertes sentimientos positivos.**

	1	2	3	4	5
1. Apetito					
2. Nariz					
3. Resistencia física					
4. Reflejos					
5. Labios					
6. Fuerza muscular					
7. Cintura					
8. Nivel de energía					
9. Muslos					
10. Orejas					
11. Bíceps					
12. Barbilla					
13. Constitución					
14. Coordinación física					
15. Culo					
16. Agilidad					
17. Anchura de espalda					
18. Brazos					
19. Pechos					
20. Aspecto de los ojos					
21. Mejillas					

22. Caderas					
23. Piernas					
24. Silueta					
25. Genitales					
26. Aspecto del estómago					
27. Salud					
28. Condición física					
29. Cara					
30. Peso					
31. Olor Corporal					
32. Impulso Sexual					
33. Pies					
34. Vello Corporal					
35. Actividades Sexuales					

**Cuestionario 6. (ERLI) Cuestionario del embodiment de la RLI**

Por favor, califique su experiencia siguiendo la siguiente escala de respuesta:

Muy en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy de acuerdo
-3	-2	-1	0	1	2	3

	-3	-2	-1	0	1	2	3
1) Parecía como si estuviera mirando directamente a mi pierna, en lugar de una pierna de goma.							
2) Parecía que la pierna de goma empezaba a ser similar a mi pierna real.							
3) Parecía que la pierna de goma me pertenecía.							
4) Parecía que la pierna de goma era mi pierna.							
5) Parecía que la pierna de goma era parte de mi cuerpo.							
6) Parecía que mi pierna estaba en el lugar donde estaba la pierna de goma.							
7) Parecía que la pierna de goma estaba en el lugar de mi pierna.							
8) Parecía que la sensación táctil en mi pierna era del pincel que estaba en contacto con la pierna de goma.							
9) Parecía que hubiera podido mover la pierna de goma si hubiera querido.							
10) Parecía que tenía el control de la pierna de goma.							



## Anexo III: Documentos complementarios



**D. Fernando A. Verdú Pascual**, Profesor Titular de Medicina Legal y Forense, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

**CERTIFICA:**

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 20 de noviembre de 2014, una vez estudiado el proyecto de investigación titulado:

*“Embodiment y trastornos alimentarios: el estudio del cuerpo y sus implicaciones en la psicopatología de la imagen corporal (BODYTA)”*, número de procedimiento H1414576659806,

cuya investigadora responsable es Dña. Rosa María Baños Rivera,

ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a veintisiete de noviembre de dos mil catorce.

**FERNANDO  
ALEJO|VERDU|  
PASCUAL  
2014.12.01  
08:27:15 +01'00'**



***Complementario 2. Hoja de consentimiento informado***

Valencia, \_\_\_ de septiembre de 2014

A la atención de los participantes,

Desde el grupo de investigación dirigido por la Dra. Rosa María Baños Rivera en la Facultad de Psicología (Universidad de Valencia), se está llevando a cabo el proyecto Embodiment.

El objetivo del proyecto Embodiment es evaluar como el cuerpo participa de las experiencias somato-sensoriales representadas por la integración de señales visuales, táctiles y propioceptivas.

Por esta razón, les pedimos autorización para utilizar los datos obtenidos de este estudio. Si están de acuerdo en participar en este estudio, por favor firmen la siguiente autorización.

Muchas gracias

Dra. Rosa M<sup>a</sup> Baños

## CONSENTIMIENTO

\_\_\_\_\_ (Nombre y Apellidos),  
con DNI \_\_\_\_\_ acepto participar en el proyecto de investigación  
llevado a cabo por la Universidad de Valencia con el objetivo de recoger informaciones, a cerca de  
las sensaciones y percepciones corporales. En este estudio se salvaguardará siempre el derecho a la  
intimidad y la confidencialidad de la información que proporcione, y los datos que se deriven de esta  
participación podrán ser publicados en ámbitos de divulgación científica.

En Valencia, ..... de ..... de 20\_\_.

Firma del participante \_\_\_\_\_

### Complementario 3. Aprobación del comité ético en Brasil



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA  
FACULDADE DE MEDICINA DA  
USP - HCFMUSP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Estudo do Embodiment nas alterações da experiência sensorial corporal e seu papel na psicopatologia dos transtornos alimentares.

**Pesquisador:** Marcelo Marcos Piva Demarzo

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 40727415.1.3002.0068

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/EPM

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.378.469

#### Apresentação do Projeto:

Existem numerosos estudos que avaliam a presença de distorções da imagem corporal e sua relevância no diagnóstico e tratamento nos transtornos alimentares (TA): anorexia e bulimia nervosa. Estes estudos se centram fundamentalmente nos aspectos cognitivos e perceptivos da imagem corporal, porém atualmente, existem poucos trabalhos que abordam o estudo e a análise das experiências sensoriais subjetivas do corpo nestes transtornos. O objetivo geral desse projeto será o de analisar o papel que apresentam estes aspectos subjetivos da experiência sensorial do corpo (embodiment, autoconsciência corporal, percepção corporal sensorial subjetiva, auto-objetivação), na psicopatologia dos TAs e sua relação com as distorções da imagem corporal. Para isso se aplicará uma bateria de testes psicométricos e experimentais validados, em pacientes com TA. Se trata de um estudo inovador, cujos resultados pretendem promover e guiar o desenvolvimento de uma nova linha de investigação com a intenção de fazer frente a novas abordagens de tratamento que incidam nas variáveis que influenciam as experiências corporal dos TA.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário: o objetivo fundamental deste projeto e analisar a relação das variáveis

**Endereço:** Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
**Bairro:** Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 1.378.469

relevantes na experiência do corpo (embodiment, autoconsciência corporal, percepção sensorial subjetiva corporal, auto-objetivação) nos TA (anorexia e bulimia).

**Objetivo Secundário:**

Estudar a validação de construto do conceito (Embodiment) através da utilização de questionários psicométricos.

- Analisar as experiências sensoriais subjetivas (Embodiment) em pacientes com TA e sua relação com variáveis da psicopatologia alimentar;
- Estudar a relação entre as experiências sensoriais subjetivas (Embodiment) e os níveis de gravidade dos TA;
- Comparar as alterações nas experiências sensoriais (Embodiment) em população clínica com TA em relação ao grupo controle;
- Verificar a magnitude da ilusão em outras partes do corpo (perna) na população clínica com TA e comparar com o grupo controle.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: este estudo envolve riscos mínimos para a saúde dos(as) participantes em decorrência de sua participação na pesquisa, como se sentir emocional ou fisicamente desconfortável durante a aplicação dos experimentos ou durante o preenchimento dos questionários, ou sentir-se constrangido(a) diante de alguma(s) pergunta(s) em particular. Benefícios: trata-se de um tema totalmente inovador com muitas implicações, básicas e aplicadas, podendo produzir relevantes dados no que diz respeito aos aspectos funcionais e operacionais da experiência do corpo (embodiment, autoconsciência corporal, percepção sensorial subjetiva corporal, autoconsciência pública e privada) em função da imagem corporal e o impacto na resposta dos tratamentos destes transtornos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O estudo apresenta-se bem delineado com tema original e relevante na área.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Encontram-se adequados.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pela aprovação do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto

**Endereço:** Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
**Bairro:** Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

Continuação do Parecer: 1.378.469

conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_519561_E1.pdf	11/08/2015 12:37:48		Aceito
Outros	Carta esclarecedora CNPJ Marcelo Demarzo agosto 2015.pdf	11/08/2015 12:33:43		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_519561_E1.pdf	08/07/2015 09:14:49		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_454674.pdf	30/03/2015 06:29:48		Aceito
Outros	carta_esclarecedora-março_30_assinada.pdf	30/03/2015 06:29:15		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_454674.pdf	12/02/2015 16:00:54		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_2015.pdf	12/02/2015 15:45:27		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Aprovação comitê de etica (Universidade de Valencia) Espanha.pdf	12/02/2015 15:38:51		Aceito
Outros	Carta esclarecedora.pdf	12/02/2015 15:33:13		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Plano de estudos Embodiment e Transtornos Alimentares Brasil.compressed final201	12/02/2015 14:59:19		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_454674.pdf	17/01/2015 11:13:56		Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_cep.pdf	17/01/2015 11:07:13		Aceito
Declaração de Pesquisadores	folhaderosto_cep.pdf	15/01/2015 13:39:45		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacio_n AMBULIM HCFMUSP.pdf	09/01/2015 13:22:32		Aceito

**Endereço:** Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
**Bairro:** Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA  
FACULDADE DE MEDICINA DA  
USP - HCFMUSP



Continuação do Parecer: 1.378.469

Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO PREVIA PRISCILA PALOMBO - DOUTORADO 2014 GETA.pdf	09/01/2015 13:22:05		Aceito
--	---	------------------------	--	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 21 de Dezembro de 2015

---

**Assinado por:**  
**ALFREDO JOSE MANSUR**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
**Bairro:** Cerqueira Cesar      **CEP:** 05.403-010  
**UF:** SP      **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2661-7585      **Fax:** (11)2661-7585      **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

***Complementario 4. Hoja de consentimiento informado MTBA***

Sao Paulo, \_\_\_ de agosto de 2015

A la atención de los participantes,

Desde el grupo de investigación dirigido por la Dra. Rosa María Baños Rivera en la Facultad de Psicología (Universidad de Valencia) y el grupo de la Universidad Federal de Sao Paulo UNIFESP, se está llevando a cabo el proyecto The Machine to be Another (MTBA).

El objetivo del proyecto MTBA es evaluar como el cuerpo participa de las experiencias somato-sensoriales durante una inducción de realidad virtual.

Por esta razón, les pedimos autorización para utilizar los datos obtenidos en este estudio. Si están de acuerdo en participar en este estudio, por favor firmen la siguiente autorización.

Muchas gracias

Dra. Rosa M<sup>a</sup> Baños

y

Marcelo Demarzo

## CONSENTIMIENTO

\_\_\_\_\_ (Nombre y Apellidos), con  
DNI \_\_\_\_\_ acepto participar en el proyecto de investigación MTBA  
llevado a cabo por la Universidad de Valencia y la Universidad Federal de Sao Paulo UNIFESP con el  
objetivo de recoger informaciones, a cerca de cómo el cuerpo participa de las experiencias somato-  
sensoriales durante una inducción de realidad virtual. En este estudio se salvaguardará siempre el  
derecho a la intimidad y la confidencialidad de la información que proporcione, y los datos que se  
deriven de esta participación podrán ser publicados en ámbitos de divulgación científica.

En Valencia, ..... de ..... de 20\_\_.

Firma del participante \_\_\_\_\_.

**THE MACHINE**  
**TO BE ANOTHER**  
© experiment by BeAnotherLab

PROTOCOLS  
AND GUIDELINES

## DESCRIPTION

The Machine to Be Another (TMBA) is an embodied VR system designed to create in users the perceptual illusion of seeing themselves through another's perspective. In this setup, a subject sees himself in the body of a performer that copies her movements. The subject has agency and can interact physically with controlled tactile stimulus. In an extended version of this experience the user can listen to a story, or narrative, shared by the performed through segments of pre-recorded audio.

The interactions presented in this guideline are a synthesis of the best practices used in TMBA for the last 3.5 years of development; based on observation, qualitative interviews, academic supervisions, and measurements.

### Sections

The experience is divided in 4 sections presented lineally to the user, so the experience can be constructed layer by layer (every section adds another element). Each of these sections will be presented in more detail in a later section.

- 1. EXPLORATION:** users have agency on the head movements (which control the orientation of the camera) and on the hands and body (copied by the performer).
  
- 2. TOUCH:** assistants provide the subject with tactile feedback by touching both of their hands at the same time (3 times), and stimulating the right hand and middle finger with the assistants index finger (3 times). Both assistants should replicate this in synchrony.
  
- 3. OBJECT + NARRATIVE:** Assistants handle an object to the user corresponding to a prerecorded audio with a story shared by the performer.
  
- 4. FACING EACH OTHER:** The screen is dimmed off and subjects are told to wait for a second. When the subject opens her eyes, she sees herself in front of her (as a third person). She is free to move. When she holds the hand of performer, assistant provides tactile feedback by tapping both the user and the performer. Note: This section of the experiment is tricky to follow as when the subject and performer are facing each other the right hand of the performer most correspond to that of the subject.

Human factor note: Although all the interactions follow procedures to have precise synchrony, there will always be a slight error. For example: the latency or eventual imprecision of the performer copying the subject; the latency or eventual imprecision of assistants; the size difference between hands of the assistants, and that of apparently similar objects. From observations and ongoing experimental data, this imprecision is generally accepted by subjects. To reduce this factor it's important to prioritize moving slowly.

# PRIOR PREPARATION

## Human requirements

At least three people should be present to run the experiment: 2 assistants and 1 performer.

## Setting up the system

### Hardware

- ✓ Put on the vest.
- ✓ Turn on the switch on the vest.
- ✓ Make sure that the camera is centred in the middle of the chest.

### Software

- ✓ Turn on the computer and open The Machine to Be Another icon on the **Desktop** [image 1].
- ✓ Calibrate the image by pressing the **n** key while the Oculus is centred.
- ✓ Hide the menu by pressing the **m** key.
- ✓ Turn off the Oculus screen by pressing the **m** key before putting the Oculus to the subject.
- ✓ Follow the calibration steps described in the PROTOCOL section of this document.



**Image 1. The Machine to Be Another desktop icon**

## **Training the performers**

Have a couple of trials with the performer following a subject. Test both spatial setups, side by side and front-to-front positions.

## **Narrative**

- ✓ Narratives are usually a series of short .5 minutes to 2 minutes recordings narrated by a performer. We usually use the following questions for each of the audios of the series:
  - ✓ (Related to identity) share something that you like on you and on moving
  - ✓ (Related to vulnerability) share some thought about being vulnerable
  - ✓ (Related to self-compassion) share some thought about forgiving yourself Audios should be in separate tracks, ideally compressed and normalised.

# ORIGINAL PROTOCOL

## Hosting Participant

It is important to start by welcoming subjects and helping them to feel comfortable. This is, help them to seat, remove rings, bracelets and clocks. Explain the principle of the system: “a system that allows you to see yourself under another’s perspective. It will take around 20 min. We will be here to help you if needed. If you don't feel comfortable, just ask for help”.

Pay special attention to instructing them to move freely (without standing up), but **very slowly** all the time. It is important to have the biggest similarity possible in terms of clothing to that of the performer (special attention to short or long sleeves).

## **Running the experiment**

- Setting up.
- Calibrating: Approximately 2 min
  - ✓ Have the performer wear the oculus and the vest and stretch both arms in front of the head (image 2).
  - ✓ Press the calibrate button on the computer (**n** key).
  - ✓ The image should be centered and consistent to her usual point of view (image 2). Correct the position of the vest's camera until this is the case.



**Image 2. Procedure for image calibration. Make sure that the arms of the performer are centred.**

✚ Setting up for subject: Approximately 2 min

- ✓ Make sure that the image is turned OFF (**b** key for turning on and off).
- ✓ Help the subject to wear and adjust all the gear and make sure she is comfortable. Center her head.
- ✓ The performer should position herself in the same position as the subject before starting (image 3).
- ✓ Press calibrate (**n** key).



**Image 3. Position of subject (on the right) and performer (left) before initiating.**

✚ Running.

- ✓ Exploration - Approximately 2m
- ✓ Let the subject interact with the system for 2 minutes.
- ✓ Assistants should not be in the field of vision of user.

## **Touch 1.**

The assistants should come in the field of view of both the performer and the subject. Kneeing in front of them, wave the right hand slowly (Image 4-5). After, offer both hands to be touched by user.

The touch should be with both hands, palm to palm, making sure that the tip of each finger coincides with the corresponding finger.

In order to have the touch synchronised, begin counting four times (three, two, one, touch); and touch on the 4<sup>th</sup>. Pay attention to the rhythm; both assistants should ideally count at the same time listening to each other. The hands should be touching for two seconds. Afterwards, count again 4 times (three, two, one, release) and release on the fourth. Repeat this process threetimes (see image 4 and 5).

The assistants should stand up and clear the field of vision of user



**Image 4, and 5: Touch feedback. Image 4 shows assistants before providing the first touch interaction and image 5 when they touch the subject and performer synchronously.**

## Touch 2.

- ✓ The assistants should come in the field of view of both the performer and the subject.
- ✓ With the right hand, assistants grab the left wrist of performer with the thumb and the index fingers.
- ✓ Synchronously, and by looking at each other, they should place the palm of the subject's hand in the center of their field of view. The following action will have ten times (three, two, one, touch; slide, slide, slide; three, two, one, release).
- ✓ On the 4<sup>th</sup> time (three, two, one, touch) Touch them with the index finger at the lower center of the hand, where the arm ends and the arms begins.
- ✓ The assistant's index finger should slide up through the palm by counting three more times (slide, slide, slide).
- ✓ The assistant's index finger should start the first tempo on the subject's middle finger on the 8<sup>th</sup> time (three, two, one, release), and slide up to the tip to release on the last tempo.
- ✓ This process should be repeated 3 times.
- ✓ After the repetition, release the subjects right hand by counting 4 tempos (three, two, one, release)
- ✓ The assistants should stand up and clear the field of vision of user

### Touch 3.

- ✓ The assistants should come in the field of view of both the performer and the subject.
- ✓ Point at the performers right foot (so that the user see's it). When they start moving their foot, touch with the thumb on the sole of their foot and with the rest of the fingers on the upper part of their foot.
- ✓ For synchronizing count 4 times to touch on the forth (three, two, one, touch); stay there for two seconds; and count four more times to release on the forth (three, two, one, release). See figure 6 for reference.



**Image 6: Touch feedback. Both assistants touching the subject and the performer's foot synchronously.**

## **Object + Narrative(optional)**

- ✓ Objects should be as identical as possible and somehow related to the story being told, e.g. if the story is related to the performer's mother, a photo of the mother could be an appropriate object (see figure 7).
- ✓ Assistant plays the first audio track and hands in an object in synchrony by counting four times (four, three, two, give). Ideally put the object on the open hand of the subject.
- ✓ Count four times to remove the object.
- ✓ Repeat this process for each narrative and corresponding object.



**Image 7: Object and corresponding narrative.**

### Face to Face

- ✓ Turn off the screen by pressing the **b** key on the computer.
- ✓ The performer should move her chair and position it in front of the subject (see image 8). Their knees should be about 20cm apart. See image 7 for reference.
- ✓ Turn on the screen by pressing the **b** key on the computer.
- ✓ An assistant (ideally the one that was acting in front of the performer throughout the experience) should provide tactile feedback on the hand or on the arm. A suggestion for this is to slide the index finger in the forearm or to touch a fingernail. Use the same method for synchronisation of four times to touch and four to release.

Note that following the movements in this position is complicated for the performer, as the right hand should correspond to the subject's right hand. This is also the case for the assistant.



**Image 8: Face to face; subject seeing himself as a third person, from the perspective of the performer.**

 **Wrap up.**

- ✓ Turn off the screen by pressing the **h** key on the computer.
- ✓ Thank the subject and remove the headphones; then tell her that you are about to remove the headset and help her with that.