



Tesina final de Grado del Bch. Alejo Acuña

Desarrollo de una tarea interactiva que permita estudiar la toma de decisiones y las bases neurales asociadas a interacciones sociales en la depresión

Tutora: Dra. Victoria Gradín
Co – Tutor: Dr. Álvaro Cabana

Resumen

La depresión mayor es un trastorno del estado de ánimo que afecta severamente el funcionamiento social. Se ha propuesto que las comparaciones sociales, procesos donde una persona evalúa un aspecto propio en función de cómo es ese aspecto en otra persona, estarían detrás de algunas disfunciones sociales en depresión. Se propone que las personas deprimidas tendrían un sesgo hacia información negativa brindada por las comparaciones sociales, como el ser peor que otros cuando se comparan con alguien mejor que ellos, y que esto podría llevar a conductas de evitación social. En un estudio realizado por Fernández-Theoduloz y cols. (2016), se creó una tarea experimental (tarea TEAM), con la cual se buscó evaluar si existían diferencias entre personas deprimidas y personas control, en la toma de decisiones en contextos que implicaran compararse socialmente. Si bien esta tarea permitió ver diferencias entre ambas poblaciones, tenía el problema de que los participantes tomaban decisiones de manera poco variada (es decir, elegían casi siempre la misma opción). Esto se veía acentuado en los participantes control, que variaban en muy pocas ocasiones su elección. En un primer experimento de esta tesis se buscó modificar la tarea TEAM, a efectos de generar una nueva tarea que lograra una mayor variabilidad en la toma de decisiones, manteniendo a su vez la capacidad de poner a prueba la toma de decisiones en contextos de comparación social. Luego de realizar varios estudios piloto, se llegó a una versión final de esta tarea, la cual llamamos TEAM2. En TEAM2, el participante debe realizar una prueba de estimación de tiempo en equipo y recibe feedback acerca de su rendimiento y el de su compañero en dicha prueba, así como un puntaje, que es mayor cuanto mejor sea el rendimiento del equipo. Crucialmente, al comienzo de cada ensayo el participante debe elegir el compañero con el que quiere formar equipo. Para esto se le presentan dos compañeros posibles, uno que es mejor que el otro realizando la prueba y el participante debe elegir con cual jugar. Si elige al compañero que es mejor realizando la prueba de estimación tendrá más chances de ganar un buen puntaje. Sin embargo, esto también implica que hay más chances que sea el participante el que falle en el equipo, lo que implica una comparación social desfavorable, además de lidiar con sentimientos de culpa por haber hecho que el equipo no obtenga el máximo puntaje. Por lo tanto, elegir al compañero que es peor realizando la prueba de estimación, puede ser más atractivo desde un punto de vista social. La versión final de TEAM2 logró su objetivo y se observó mayor variabilidad en la toma de decisiones, en comparación a la tarea TEAM. En base a esto, en un segundo experimento de esta tesis, utilizamos la técnica de resonancia magnética funcional (fMRI) para estudiar los sustratos neurales asociados a algunas condiciones de la tarea TEAM2 en personas control. Los resultados de este segundo experimento, mostraron que cuando al participante le iba bien en la prueba de estimación había mayor actividad del cuerpo estriado y de la ínsula anterior, en comparación a cuando le iba mal. La activación del cuerpo estriado podría interpretarse como una reacción recompensante frente a hacer bien la prueba de estimación, mientras que la activación de la ínsula anterior podría interpretarse como la detección de un estímulo saliente y positivo. Por otro lado, cuando al participante le iba mal en la prueba de estimación, se observó que el nivel de actividad de la ínsula anterior variaba dependiendo de cómo le fuera a su compañero. Específicamente, la ínsula estaba más activa cuando al compañero le iba bien en la prueba en comparación a cuando le iba mal. Esta diferencia de actividad puede interpretarse como la experimentación de emociones aversivas provocadas por una comparación social desfavorable, que ocurre cuando al participante le va mal en la prueba de estimación y a su compañero le va bien. También podría asociarse a sentimientos de culpa provocados por haber hecho que el equipo no gane el máximo puntaje.

Introducción y antecedentes generales

¿Qué es la depresión?

El trastorno depresivo mayor (MDD por su siglas en inglés, “Major Depressive Disorder”) es un trastorno mental que afecta el estado de ánimo, generando una disminución significativa en la calidad de vida y el funcionamiento social de quienes lo padecen (Spijker et al., 2004). Sus síntomas principales son humor deprimido o triste y anhedonia (definida como la capacidad disminuida o la incapacidad para sentir placer). Suele venir acompañado de otros síntomas, como pueden ser: cambios en los patrones de alimentación y en el peso, desajustes en el sueño, agitación o enlentecimiento psicomotor, pérdida de energía, sentimientos de inutilidad o culpa, disminución de la capacidad para concentrarse o tomar decisiones y pensamientos suicidas (American Psychiatric Association. Task Force on DSMIV, 1994).

El trastorno depresivo suele afectar fuertemente el funcionamiento normal de una persona (Spijker et al., 2004). Las personas que lo sufren reportan estar menos motivadas y más disconformes con los distintos aspectos de su vida, en especial con los relacionados a su calidad de vida, roles sociales y trabajo (Papakostas et al., 2004; Spijker et al., 2004). Esta falta de motivación y satisfacción a su vez afecta el rendimiento de las personas en sus distintas actividades y obligaciones. Por ejemplo, las personas deprimidas suelen ser menos eficientes en el trabajo, y tienen una tendencia a tener peor relación con aquellas personas que les son cercanas, lo que muchas veces resulta en menores ingresos económicos y relaciones interpersonales altamente disfuncionales respectivamente (Broadhead, Blazer, George, & Tse, 1990; Hirschfeld et al., 2000). También reportan tener menor cantidad de actividades de recreación, tanto hobbies como actividades sociales (Fredman, Weissman, Leaf, & Bruce, 1988). Todos estos problemas son solo una parte de las consecuencias de la depresión, lo que resulta en que dicho trastorno sea una enfermedad altamente incapacitante en los casos más severos.

A nivel de la comunidad se considera que la depresión es uno de los mayores problemas sanitarios en el mundo. Se calcula que 300 millones de personas la padecen . Esta alta prevalencia, sumada a la gravedad de los síntomas hacen que sea la primera causa de discapacidad a nivel mundial (World Health Organization, 2018).

Uno de los mayores problemas que surge al intentar lidiar con la depresión radica en que todavía no se cuenta con un tratamiento que sea del todo eficaz para tratarla. Las terapias y los fármacos que se han desarrollado sólo son parcialmente efectivos y, cuando logran remitir los síntomas, suelen haber recaídas frecuentes, y en muchos casos el trastorno continúa de manera crónica (Anderson, Pilling, Barnes, Bayliss, & Bird, 2010). En parte, estas dificultades para encontrar tratamientos eficientes provienen de la falta de conocimiento que se tiene acerca de las bases biológicas de la depresión (Woody & Gibb, 2015). Por esta razón, recientemente se ha hecho énfasis en que es necesario esclarecer cuales son los mecanismos neurales que podrían llevar a que una persona padezca este tipo de trastorno, para poder desarrollar mejores tratamientos contra la depresión (Woody & Gibb, 2015).

Funcionamiento social en la depresión

La depresión suele impactar más allá del estado de ánimo y el comportamiento de una persona, y afecta a una gran variedad de áreas de la vida de quienes la padecen. Dentro de estas áreas, una de las que más se ve afectadas es el funcionamiento social (Hirschfeld et al., 2000). Las personas con depresión suelen tener menor cantidad de interacciones sociales y reportan disfrutar menos de ellas (Fredman et al., 1988; Kupferberg, Bicks, & Hasler, 2016). Se ha reportado que las personas deprimidas tienden a tener menor cantidad de vínculos sociales cercanos, menor apoyo por parte de las redes sociales y una mayor cantidad de interacciones sociales estresantes y negativas en su vida diaria (Hirschfeld et al., 2000; Kupferberg et al., 2016; Papakostas et al., 2004). También se ve afectado el cumplimiento de roles sociales, como trabajo y cuidado de la familia (Iosifescu, 2012; Kennedy, Foy, Sherazi, McDonough, & Long-term, 2007). A la larga, la presencia de todos estos sentimientos y situaciones negativas llevan a que la persona quiera evitar las interacciones sociales, lo que puede repercutir de manera muy negativa en su vida (Hirschfeld et al., 2000; Kupferberg et al., 2016). Algunos estudios han relacionado a la depresión con la soledad (Cacioppo, Hughes, Waite, Hawkley, & Thisted, 2006) y a ésta con ideas suicidas (Stravynski & Boyer, 2001).

Los problemas sociales, a su vez funcionan como un factor más que contribuye al mantenimiento del trastorno depresivo. De hecho, se ha propuesto que las dificultades a nivel social podrían ser algo que empeore los síntomas típicos. Esto a su vez afectaría aún más al funcionamiento social, formándose así un círculo vicioso difícil de romper y con graves consecuencias para el individuo que padece el trastorno (Hirschfeld et al., 2000). En muchos casos algunos problemas a nivel social persisten hasta luego de remitidos los síntomas clínicos, dificultando el desarrollo de las personas en diversos dominios (Kennedy et al., 2007). Por lo tanto, es importante tener en cuenta que para que el trastorno remita completamente, no es suficiente con que disminuyan los síntomas clínicos, sino que también es necesario que la persona mejore significativamente en dominios sociales (Kupferberg et al., 2016).

Dentro de los aspectos del funcionamiento social que se ven afectados en depresión, resultan de especial interés las comparaciones sociales. Se ha propuesto que personas con trastorno depresivo podrían tener fallas en el procesamiento de estas comparaciones y que dichas fallas podrían representar tanto un factor de riesgo, como un factor que contribuya al mantenimiento de la depresión (Luo, Feng, & Eickhoff, 2018; Swallow & Kuiper, 1988). A continuación se hará una introducción general a las comparaciones sociales, para luego mostrar algunos estudios y teorías que intentan explicar cómo las comparaciones sociales se relacionan con la depresión.

Comparaciones Sociales

Podemos definir a las comparaciones sociales como procesos mediante los cuales evaluamos una habilidad propia en base a como es esa habilidad en otra persona (Festinger, 1954; Guyer & Johnston, 2018). Las comparaciones sociales forman parte de

nuestra vida diaria y de prácticamente toda interacción social (Guyer & Johnston, 2018; Swallow & Kuiper, 1988). Aunque no seamos conscientes de ellas, permanentemente las realizamos y a través de ellas recibimos información acerca de nuestras capacidades. Es importante destacar, que además de informarnos acerca de nuestro rendimiento, las comparaciones sociales también nos afectan emocionalmente.

En su trabajo inicial acerca de las comparaciones sociales, Festinger (1954) propuso que el propósito de las mismas es informarnos acerca de nuestro rendimiento en una determinada opinión o capacidad. Festinger propuso, además, que las comparaciones suelen hacerse contra alguien que es mejor que nosotros en la habilidad a comparar, de manera que a partir de la comparación obtengamos información que nos sirva para mejorar nuestras capacidades.

Si bien esto es cierto, también se ha observado que compararnos con alguien mejor que nosotros puede tener repercusiones negativas a nivel emocional, puesto que nos hace ver carencias en nuestras capacidades (Buunk & Brenninkmeyer, 2000; Gibbons & Gerrard, 1989). A su vez, aunque la información obtenida de compararse con alguien peor o igual que nosotros en principio no ayudaría a nuestras capacidades, si podría cumplir un rol desde un punto de vista emocional. Se ha observado que la comparación con una persona menos hábil o que se encuentra en una situación peor que la nuestra tiene un efecto positivo sobre nuestra autoestima, humor y motivación, entre otras cosas (Buunk & Gibbons, 2007; Luo et al., 2018). Según estos estudios, darnos cuenta de que alguien está peor o igual que nosotros podría ayudar a sentirnos mejor (Buunk & Gibbons, 2007; Gibbons & Gerrard, 1989) .

De acuerdo a estas ideas, las comparaciones sociales se pueden dividir en tres tipos: comparaciones hacia arriba (o “upward comparisons”), cuando nos comparamos con una persona que percibimos mejor que nosotros, comparaciones laterales (o “lateral comparisons”), cuando nos comparamos con alguien similar a nosotros y comparaciones hacia abajo (o “downward comparisons”), cuando nos comparamos con alguien peor que nosotros (Buunk & Gibbons, 2007; Guyer & Johnston, 2018). Las comparaciones sociales hacia arriba serían útiles para mejorar en una cierta habilidad a través de la observación de otros. Sin embargo, corren el riesgo de afectar la autoestima y el humor de la persona, entre otras cosas. Las comparaciones hacia abajo y las laterales, por otro lado, aunque no serían de gran utilidad para mejorar nuestras habilidades, podrían ayudarnos desde un punto de vista emocional.

Comparaciones sociales y su relación con la Depresión

Diversos autores han propuesto que la etiología y el mantenimiento de algunos trastornos del estado de ánimo, entre ellos la depresión, podrían estar fuertemente relacionados con las comparaciones sociales. Se piensa que diferencias personales en la frecuencia y el procesamiento de las comparaciones sociales, podrían predisponer a ciertos individuos a padecer y mantener estos trastornos (Buunk & Brenninkmeyer, 2000; Luo et al., 2018; Swallow & Kuiper, 1988).

Uno de los rasgos que podría predisponer a alguien a un trastorno depresivo podría ser un sesgo hacia los aspectos negativos de las comparaciones sociales. Según esta idea, habría personas con una mayor sensibilidad hacia la información negativa brindada por las comparaciones sociales (por ejemplo el hecho de ser peor que otro cuando se da una comparación hacia arriba) (Swallow & Kuiper, 1988). Teniendo en cuenta la ubicuidad de las comparaciones sociales, esto haría que la persona se sienta degradada y menos capaz respecto a los demás, predisponiéndola a padecer un trastorno depresivo y ayudando a mantenerlo (Buunk & Brenninkmeyer, 2000; Swallow & Kuiper, 1988). Estas ideas están en consonancia con el modelo cognitivo de la depresión propuesto por Beck (Beck & Bredemeier, 2016). Según este modelo existe un sesgo hacia la negatividad durante el procesamiento de la información en las personas deprimidas, que ayuda a mantener su condición y que muchas veces es también la causa del trastorno (Beck & Bredemeier, 2016; Disner, Beevers, Haigh, & Beck, 2011). Siguiendo esta línea de razonamiento, podría pensarse que este sesgo haría que las personas deprimidas (o con predisposición a serlo) fueran más sensibles hacia los estados negativos desencadenados por las comparaciones sociales, de manera que éstas influirían en el inicio y mantenimiento del trastorno depresivo.

Técnica de Imagenología por Resonancia Magnética funcional (fMRI)

La imagenología por resonancia magnética (MRI, por su sigla en inglés), es una técnica que se basa en el fenómeno de resonancia magnética nuclear para crear imágenes de zonas del cuerpo que no son accesibles a simple vista (Armony, Trejo-Martínez, & Hernández, 2012). A nivel general, existen dos tipos de MRI: la MRI estructural, que permite obtener imágenes estructurales nítidas de una zona del cuerpo y la MRI funcional (fMRI), que permite obtener medidas indirectas de la composición o del nivel de actividad de distintos tejidos.

Aplicada al estudio del cerebro, la fMRI permite ver con gran detalle espacial, cómo varía el nivel de actividad de una zona del cerebro a lo largo del tiempo y en respuesta a distintos estímulos (Friston, 2009). Para lograr esto la fMRI se puede basar en distintas medidas que informan acerca del nivel de actividad del tejido nervioso, siendo la medida más usada la señal dependiente del nivel de oxígeno en la sangre (BOLD, por sus siglas en inglés) (Armony et al., 2012; González, 2014). Esta señal permite detectar la proporción entre hemoglobina y deoxyhemoglobina que hay en la sangre. La fMRI saca ventaja del hecho de que un aumento en la actividad neural de una zona del cerebro genera a nivel local fluctuaciones en el nivel de oxigenación en la sangre y utiliza la señal BOLD para detectar cambios en la actividad cerebral en zonas específicas del cerebro (Armony et al., 2012; González, 2014).

El uso de fMRI en investigaciones sobre el funcionamiento neural en humanos ha crecido rápidamente, siendo en la actualidad una de las técnicas más utilizadas con este propósito (Friston, 2009). Este gran uso se debe a que la fMRI posee una gran resolución espacial en comparación con otras técnicas como la electroencefalografía (EEG), siendo además de un nivel de invasividad relativamente bajo en comparación a técnicas como la Tomografía por Emisión de Positrones (“PET” por sus siglas en inglés). Sin embargo, es importante destacar que una de las limitantes de la fMRI es su resolución temporal que, si bien es

adecuada para detectar varios fenómenos neurales, no llega a ser tan buena como la del EEG (Friston, 2009).

En Uruguay, hasta el momento no se han logrado llevar a cabo estudios que utilicen fMRI. Esto se ha debido a la falta de un resonador que esté disponible para su uso en investigación, así como a la falta de recursos humanos capacitados para conducir experimentos en él. Sin embargo, recientemente, un grupo de investigadores del Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM) en conjunto con investigadores del Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPsi) han trabajado en optimizar el resonador magnético de 3T que se encuentra en el CUDIM, así como en montar un sistema de adquisición de datos de fMRI en torno a este escáner, de manera que pueda utilizarse con propósitos de investigación.

Estudios de fMRI en comparaciones sociales

En los últimos años se ha comenzado a utilizar la técnica de fMRI para esclarecer los mecanismos neurales asociados a las comparaciones sociales. A nivel general, estos estudios han mostrado que las comparaciones sociales hacia abajo y las laterales activan zonas del cerebro relacionadas al circuito de recompensa y a la experiencia de placer (Fließbach et al., 2007; Kedia, Mussweiler, & Linden, 2014; Lindner et al., 2015). Entre estas zonas, las que se activan de manera más consistente a través de distintos estudios son el cuerpo estriado ventral (VS) y la corteza pre-frontal ventromedial (vmPFC) (Luo et al., 2018). Por el contrario, las comparaciones sociales hacia arriba suelen activar zonas relacionadas con la experiencia de sentimientos aversivos y estados emocionales negativos, así como a la experiencia de conflicto (Lindner et al., 2015). Las que muestran mayor consistencia entre distintos trabajos son la ínsula anterior (IA), zona que se ha asociado al procesamiento de emociones negativas, y la corteza cingulada anterior dorsal (dACC), la cual es una región que se ha asociado a la detección y procesamiento de conflicto (Luo et al., 2018).

También se han realizado algunos pocos estudios de carácter neural acerca de la influencia que tienen las comparaciones sobre la toma de decisiones en personas saludables. En un estudio realizado por Nadège Bault y colaboradores (Nadège Bault, Jof, Rustichini, & Coricelli, 2011), los participantes debían elegir entre hacer un juego de lotería de forma privada (opción individual) o viendo los resultados de otra persona (opción social). Los resultados del estudio mostraron que cuando los participantes ganaban más dinero que otra persona en la opción social, el estriado mostraba mayor actividad en comparación a cuando ganaban dinero de forma privada. A su vez, una mayor activación del estriado al momento de ganar dinero predecía una mayor activación de la corteza pre-frontal medial (mPFC) al momento de elegir cómo jugar la lotería y ésta mayor activación de la mPFC a su vez se relacionaba con mayores probabilidades de elegir la opción social. Así, Nadège Bault y colaboradores lograron relacionar activaciones que ocurrían durante comparaciones sociales con las decisiones que tomaban los participantes en su estudio.

Antecedentes específicos

Dentro de la línea de investigación en la cual se inserta este proyecto, se ha estudiado cómo funcionan las comparaciones sociales en el trastorno depresivo. Uno de los estudios realizados, en el cual se enmarcó la tesis de maestría de la Mag. Gabriela Fernández-Theoduloz (Fernández-Theoduloz et al., 2018), investigó a nivel comportamental la toma de decisiones durante situaciones que implican comparaciones sociales, en un grupo de participantes con síntomas depresivos y controles saludables.

Para este estudio, se diseñó una tarea (tarea TEAM) (ver figura 1) donde los participantes debían elegir entre una opción social (jugar en equipo con un co-jugador) y una opción individual (jugar sólo). La opción social permitía al participante ganar más puntos pero era socialmente desafiante, ya que conllevaba que el participante contrastara su desempeño con el desempeño de otro jugador. En la opción individual, el participante podía evitar la comparación con el otro jugador, pero esta opción era materialmente menos redituable que la opción de jugar en equipo. En este estudio, se observó que en comparación a controles, los participantes con síntomas depresivos prefirieron significativamente más la opción individual y reportaron más emociones negativas en relación a la tarea. Este resultado apoya la idea de que las situaciones sociales estresantes (mediadas por comparaciones sociales) podrían desencadenar pensamientos negativos en personas con depresión llevando a la evitación social y, en consecuencia, a pérdidas (materiales, sociales etc.) para el individuo.

El presente proyecto

Entre los objetivos de nuestra línea de investigación se encuentra utilizar tareas comportamentales en conjunto con técnicas de análisis neural, como la fMRI y el EEG, a efectos de poder estudiar las bases neurales asociadas a distintos tipos de procesos en poblaciones con psicopatologías. En particular, por lo expuesto anteriormente, sería de interés estudiar las bases neurales asociadas a procesos de comparación social en depresión, para lo cual podría utilizarse una tarea como la tarea TEAM (Fernández-Theoduloz et al., 2018).

Sin embargo, la tarea TEAM presenta algunas dificultades. Específicamente, el problema radica en que durante la tarea TEAM casi todos los sujetos eligen en la mayoría de las rondas (del orden del 90%) la opción social, dado que esta opción es más redituable materialmente que la opción individual. Es decir, si bien la tarea TEAM logra el propósito de mostrar diferencias significativas entre participantes depresivos y participantes control en cuanto a la toma de decisiones, a nivel individual es muy baja la variabilidad en el comportamiento. Esto hace que a lo largo de la tarea, las condiciones de interés que se le presentan a los participantes acaben estando muy desbalanceadas.

En este marco, el objetivo de este trabajo de pasantía fué el de modificar la tarea TEAM para generar una nueva tarea, en la que se lograra que los sujetos tomen decisiones de una manera más variada. A la vez, se buscó que la nueva tarea preservara la capacidad de

poner a prueba la toma de decisiones en contextos de comparación social. Por otra parte, un segundo objetivo de este estudio consistió en realizar un estudio piloto en el cual se utilizara, en participantes control, la tarea desarrollada en el estudio uno en conjunto con fMRI, para ver cómo era el funcionamiento de la tarea al combinarse con fMRI. Cabe destacar que estos objetivos se plantearon en vistas de un trabajo a largo plazo, en el cuál se buscará ver si hay diferencias a nivel neural en el procesamiento de comparaciones sociales entre personas deprimidas y personas sin este trastorno.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una tarea experimental (TEAM2) a partir de la tarea TEAM, en la cual se logre una mayor variabilidad en la toma de decisiones intra-sujetos, y llevar a cabo un estudio piloto que utilice esta nueva tarea en combinación con fMRI.

Objetivos específicos

Estudio 1

- A partir de cambios en parámetros de la tarea TEAM (Fernández-Theodoluz et al., 2018), diseñar una nueva tarea (TEAM2) en la cual se obtenga una mayor variabilidad en la toma de decisiones intra-sujetos.
- Verificar que la nueva tarea mantenga la capacidad de poner a prueba la toma de decisiones en contextos de comparación social.

Estudio2

- Realizar un estudio piloto que utilice en personas control, la técnica de resonancia magnética funcional en combinación con la tarea TEAM2 obtenida a partir del estudio 1, con el fin de evaluar el funcionamiento de dicha tarea en un estudio de fMRI.

Materiales y métodos

Estudio 1:

Con fines explicativos, a continuación desarrollaremos en mas detalle cómo estaba diseñada la tarea TEAM utilizada por Fernández-Theoduloz y colaboradores (2018) en su estudio.

Tarea TEAM:

Previo a comenzar la tarea TEAM (figura 1), se le decía al participante que jugaría un juego

con otros co-jugadores y que al finalizar el juego recibiría una recompensa no monetaria en función del puntaje que acumulara en la tarea. Esto formaba parte de una historia encubierta, que se hacía con el fin de reforzar el componente social de la tarea. Los co-jugadores en realidad eran simulados por un programa de computadora y la recompensa era igual para todos los participantes que realizaran el experimento.

La tarea comenzaba con la categorización del participante dentro de un ranking social, a partir de su rendimiento en una prueba de estimación del tiempo (fig. 1A). En esta prueba, un círculo rojo aparecía en el centro de una pantalla de computadora (fig. 1 A, recuadro superior) y luego de un tiempo cambiaba a color celeste (figura 1 A), recuadro del medio). El objetivo del participante era apretar la barra espaciadora del teclado de la computadora un segundo después de que ocurría el cambio de color. Se le decía al participante que dependiendo de que tan cerca de un segundo lograra apretar la barra espaciadora, se le asignaría una categoría (fig. 1 A, recuadro inferior). Se suponía que la categoría que se asignaba era de tres estrellas si lograba apretar la barra dentro de un intervalo de tiempo cercano a un segundo, de una estrella si apretaba la barra espaciadora muy lejos de este tiempo y de dos estrellas si apretaba la barra espaciadora en un intervalo de tiempo intermedio. Sin embargo, si bien el participante creía que la categoría en la que quedaba concordaba con cómo le había ido en la prueba, en realidad a todos los participantes se los categorizaba como jugadores de una estrella, sin importar como habían rendido en la prueba. Esto también formaba parte de la historia encubierta y se hacía con el fin de facilitar las comparaciones sociales hacia arriba en la siguiente etapa de la tarea.

Después de que al participante se le informaba cómo había sido categorizado se procedía al cuerpo principal de la tarea. En la figura 1B) se muestra un ensayo completo de esta segunda parte. En esta parte el participante debía elegir entre jugar de manera individual o jugar con un co-jugador (que podía tener categoría una, dos o tres estrellas, dependiendo del ensayo de la tarea). La opción individual, implicaba que pasaría a hacer la prueba de estimación (la misma que se había realizado previamente para la categorización) y se le daría feedback acerca de si la prueba la había hecho bien o si la había hecho mal. Dependiendo de como le fuera ganaría un puntaje, que era de dieciocho puntos si la prueba le había salido mal y veinte si la había hecho bien (figura. 1 C). Por otro lado, elegir la opción en equipo, implicaba que el participante y el co-jugador que le tocara (que era una de las supuestas personas que se le había mencionado antes de comenzar con la explicación) pasarían a hacer en simultáneo la prueba de estimación y luego ambos podrían ver su resultado y el del otro en una pantalla. El feedback en este caso podía ser de cuatro tipos (figura 1 C): ambos jugadores habían hecho bien la prueba de estimación, ambos la habían hecho mal, o un jugador la había hecho bien y el otro la había hecho mal. Dependiendo de cual hubiera sido el feedback también obtendrían un puntaje, solo que ahora se ganaban veinte puntos si uno de los jugadores o los dos se equivocaban y veintidos si ambos jugadores hacían bien la prueba (figura 1 C).

Obsérvese que la opción social siempre es la que da mas puntos ya que eligiéndola se obtienen como mínimo veinte puntos, que es la máxima cantidad que da la opción individual. Sin embargo jugar en equipo también puede ser socialmente desafiante, ya que implica contrastar el rendimiento de uno mismo con el de otro jugador. Por lo tanto, aunque la opción social sea mas ventajosa desde un punto de vista material, personas sensibles hacia los sentimientos despertados por las comparaciones sociales hacia arriba, podrían preferir la opción individual. Esta lógica de la tarea TEAM es muy importante, ya que se vuelve evidente que si una persona elige la opción individual, no lo está haciendo para obtener un mejor puntaje, sino que lo hace para huir de una situación social estresante.

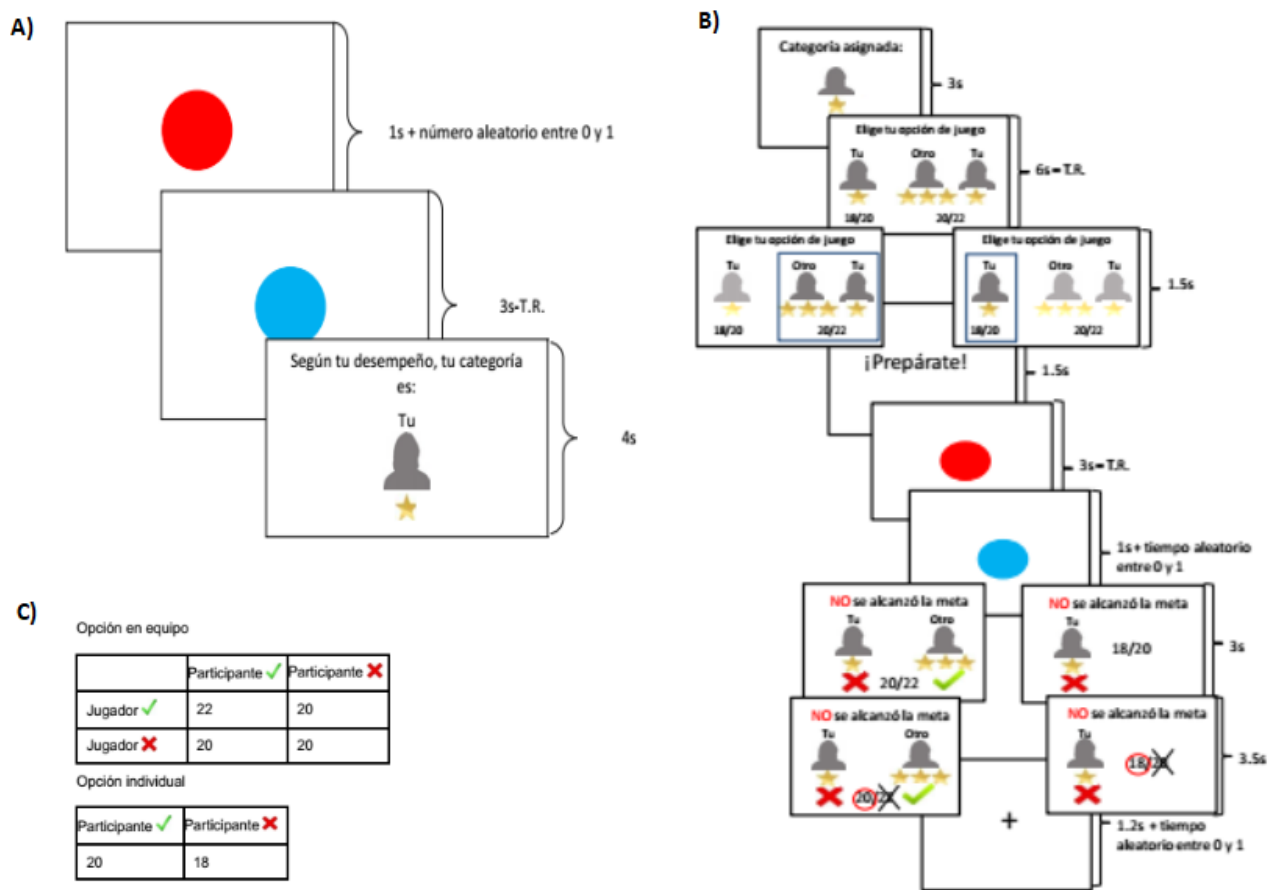


Figura 1. (Adaptado con permiso de Fernández-Theoduloz et al., 2016) Distintas partes de la tarea TEAM. A) Categorización de los participantes dependiendo de su rendimiento en una prueba de estimación del tiempo. Un círculo rojo aparecía en el centro de una pantalla (recuadro superior). Luego de un tiempo aleatorio entre uno y dos segundos, el círculo cambiaba a color celeste (recuadro del medio). El participante debía apretar la barra espaciadora de la computadora en la que jugaba un segundo después de que el círculo cambiaba de color. Dependiendo de qué tan cerca de un segundo el participante lograba apretar la barra espaciadora, se le asignaba una categoría. El participante era siempre categorizado como jugador de una estrella. También se le mostraba la categoría que habían obtenido otros jugadores ficticios, que supuestamente estaban haciendo la tarea al mismo tiempo que él. B) Luego de finalizada la categorización, el participante pasaba a una segunda parte de la tarea. En esta parte debía elegir entre una opción social y una opción individual. Si elegía la opción individual pasaba a hacer la prueba de estimación del tiempo individualmente y luego se le daba feedback acerca de si la había hecho bien o si la había hecho mal. Luego ganaba un puntaje dependiendo del resultado que obtenía. Cuando elegía la opción social pasaba a hacer la prueba de estimación en simultáneo con un co-jugador. Luego de que ambos hicieran la prueba se le daba feedback acerca de cómo había sido el rendimiento de cada uno. En este caso también se ganaba un puntaje en función del resultado de cada uno en la prueba. C) Tabla con los puntajes de la tarea. En la tabla superior se muestra la tabla de puntajes para cuando se elegía la opción social. Como se puede ver el puntaje era de veintidos puntos si el participante y el co-jugador hacían bien la prueba y de veinte puntos si el participante o el co-jugador o ambos se equivocaban en la prueba. Cuando se elegía la opción individual el puntaje era de veinte puntos si la prueba se hacía bien y de dieciocho si se hacía mal.

Diseño y pilotaje de la tarea TEAM2:

Se llevaron a cabo un total de seis estudios piloto, en los cuales se fueron modulando parámetros de la tarea como: categoría que le era asignada al participante, número de aciertos que tenía éste en el test de estimación del tiempo (los cuales se controlaban mediante un programa de computadora) y número de aciertos que tenían los supuestos co-jugadores según categoría (una, dos o tres estrellas) en el test. A partir de los resultados de cada piloto se sacaba información que se utilizaba como base para ajustar los parámetros del siguiente piloto, en busca de aumentar la variabilidad en la toma de decisiones durante la tarea. A continuación describiremos en detalle el sexto piloto, ya que con éste fue que se definió la versión de TEAM2 que luego fue utilizada para llevar a cabo el estudio 2 con fMRI. Todos los pilotos fueron programados utilizando Psychopy (Peirce, 2008)

Versión final de la tarea TEAM2:

Etapa 1: establecimiento de la jerarquía social

Al igual que en la tarea TEAM, en TEAM2 se comenzaba categorizando al participante. Para esto se llevaban a cabo diez repeticiones del mismo test de estimación temporal descrito para TEAM (figura 2 A), solo que en esta ocasión al participante se le decía que su categoría sería asignada en base a cuantas veces lograra hacer bien la prueba (es decir, cuantas veces lograba presionar la barra espaciadora cerca de un segundo después de que el círculo rojo cambiara a color celeste en la pantalla). Supuestamente se asignaba una categoría de tres estrellas si lo lograba hacer bien muchas veces, dos estrellas si lo lograba una cantidad intermedia de veces o una estrella si lo lograba pocas veces. Sin embargo, tal como en TEAM, la categoría en la que acababa el participante estaba preestablecida y era de una estrella. El cambio en la cantidad de repeticiones de la prueba de estimación se hizo para que los participantes confiaran mas en que la categoría en la que caían era la correcta y no sospecharan de la historia encubierta.

Etapa 2: Toma de decisiones.

Luego de que el participante viera en qué categoría había quedado asignado se procedía a la segunda parte de la tarea TEAM2 (figura 2 B). Al igual que en TEAM, en esta parte el participante debía tomar una decisión entre dos opciones (figura 2B, recuadro superior izquierdo). Sin embargo, ahora las dos opciones que se presentaban consistían en jugar en equipo. La diferencia entre las opciones estaba en la categoría del co-jugador: una opción tenía categoría mas alta que la otra. El participante debía elegir una de las dos categorías. Luego de que tomaba su decisión pasaba a hacer, con un co-jugador que tuviera la categoría que había elegido, un ensayo que era igual a los ensayos de la opción social en la tarea TEAM (figura 2 B). Crucialmente, al participante se le decía que si bien él podía elegir la categoría que quería que tuviera su co-jugador, el resto de las personas que hacían la tarea también podrían elegir con que categoría jugar, por lo que siempre se lo emparejaría con alguien que también hubiera elegido la categoría que tenía él. Es decir, se buscaba generar una situación de simetría, donde los supuestos co-jugadores estuvieran en la

misma situación que el participante en cuanto a la posibilidad de elegir con quien jugar. La matriz de puntos se mantuvo igual que la matriz correspondiente a la opción social de la tarea TEAM (figura 2 C).

Obsérvese que, si bien ahora ambas opciones son en equipo, sigue habiendo una opción mas conveniente que la otra desde un punto de vista material. Si el participante elige la opción de mayor categoría, le tocará formar equipo con un co-jugador que es mejor realizando la prueba de estimación, lo que aumenta las chances de obtener un feedback del tipo “participante bien / co-jugador bien”, que es el que brinda el mayor puntaje. Sin embargo, la opción de mayor categoría también es mas desafiante desde un punto de vista social, ya que aumentan las chances de obtener un tipo de feedback del tipo “participante mal / co-jugador bien”. Este feedback implica una comparación social hacia arriba, la cual podría despertar sentimientos de inutilidad o vergüenza en el participante. También implica que el equipo pierde la oportunidad de ganar el máximo puntaje porque el participante se equivoca, lo que puede generar culpa.

A su vez, una diferencia fundamental entre las tareas TEAM y TEAM2, está en que en la segunda con ambas opciones se puede obtener el máximo puntaje. Por lo que la diferencia material entre elegir una opción o la otra es más pequeña, en comparación a la diferencia que había entre elegir la opción social o la individual en TEAM.

De ahora en más llamaremos opción “hacia arriba” a la opción de mayor categoría que se presenta en un determinado ensayo (ya que, como acabamos de describir, implica altas chances de caer en una situación que implique realizar una comparación social hacia arriba) y opción “hacia abajo” a la opción de menor categoría (ya que con ella aumentan las chances de compararse hacia abajo).

Historia encubierta

La historia encubierta fue similar a la utilizada por Fernández Theoduloz y colaboradores en su estudio. Al participante se le decía que realizaría una tarea interactiva junto con co-jugadores que estaban conectados a través de internet y que al finalizar la tarea recibiría una recompensa en función del puntaje que hubiera acumulado durante la misma. Para agregarle mayor credibilidad a la historia, previo a realizar la tarea se le decía al participante que los supuestos co-jugadores eran personas que ya habían participado del experimento, pero que habían aceptado ayudar en la sesión de otra persona. También se le decía al participante que luego de finalizar con la tarea, haría una videollamada con la persona con la que le había tocado jugar la mayor cantidad de veces a lo largo del juego, y que durante la misma ambos podrían ver la categoría en la que habían quedado, así como los resultados de las rondas en las que les había tocado jugar juntos. Este detalle se incluyó para que en el momento de que la persona tomara la decisión de con qué categoría jugar, se tuviera presente la posibilidad de encontrarse con otro co-jugador a quien tal vez hubiera hecho perder. De esta forma, se buscó reforzar los sentimientos negativos en relación a la opción de mayor categoría.

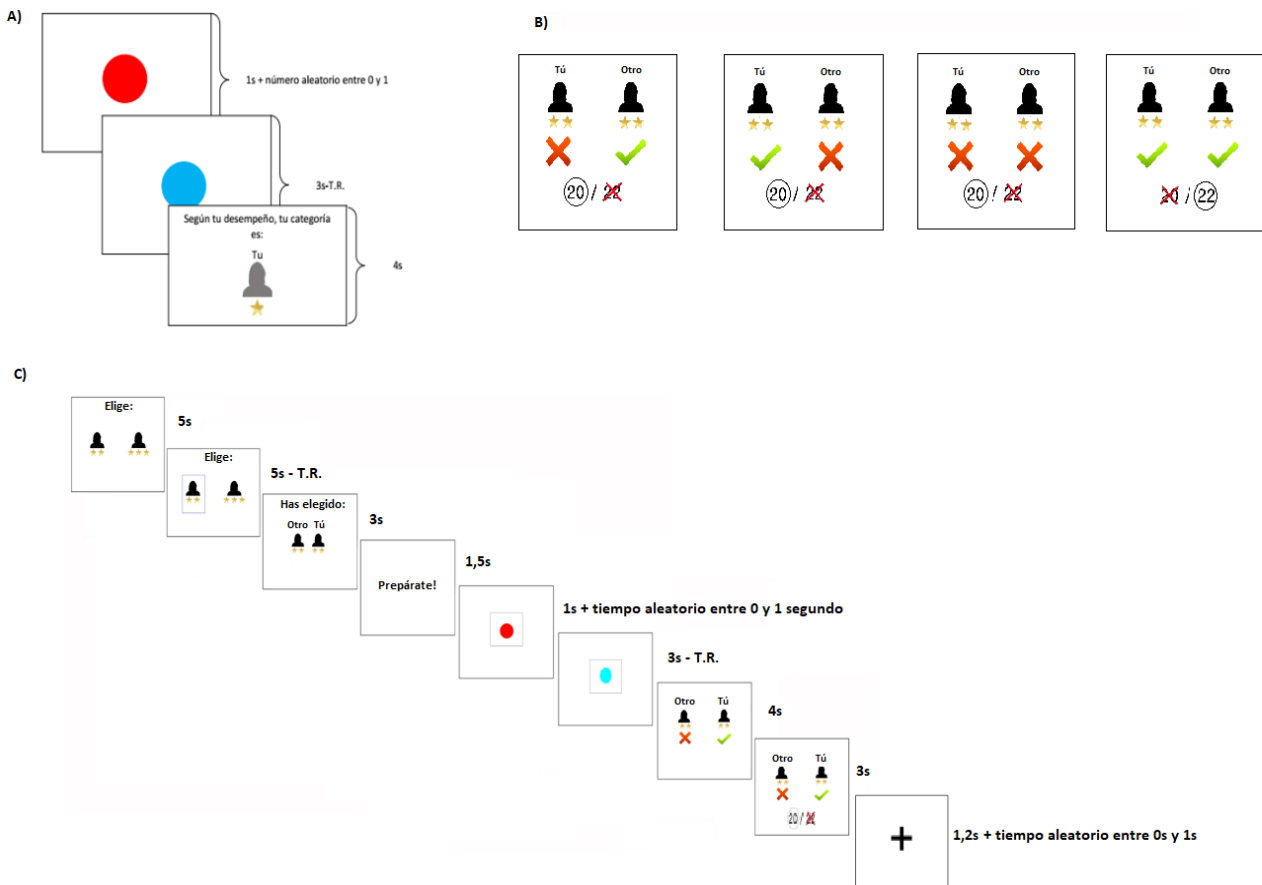


Figura 2. Tarea TEAM2. A) Al igual que en TEAM la tarea comenzaba con la categorización del participante a través de su rendimiento en una prueba de estimación del tiempo. Sin embargo, ahora se hacían diez repeticiones de la prueba de estimación y el participante supuestamente era categorizado dependiendo de cuantas veces la lograra hacer bien. En realidad, mas allá del rendimiento que tuviera al participante se lo categorizaba siempre como jugador de una estrella. A diferencia de en TEAM, en TEAM2 al participante no se le mostraba cómo habían quedado categorizados otros jugadores. B) Se muestra un ensayo completo de la segunda parte de la tarea TEAM2. En este caso el participante debía elegir entre dos opciones sociales que diferían en su categoría (recuadro superior izquierdo). De estas dos opciones, la que tiene categoría mas alta corresponde a la opción "hacia arriba" (recuadro superior izquierdo, opción de la derecha), mientras que la que tiene categoría mas baja corresponde a la opción "hacia abajo". C) Matriz de pagos de la segunda parte de la tarea TEAM2. Esta matriz es igual a la matriz de pagos de la opción social de la tarea TEAM. Se ganaban veintidos puntos si tanto el participante como el co-jugador lograban hacer bien la prueba de estimación y veinte si uno o ambos se equivocaban.

Parámetros de la tarea:

Número de rondas:

Puesto que la técnica de fMRI, al igual que la mayoría de las técnicas de neuroimagen, es una técnica con niveles altos de ruido, es necesario que las tareas que se aplican en combinación con dicha técnica logren varias repeticiones de todas las condiciones que son de interés. Por esta razón el número de rondas de la tarea TEAM2 fue de 90, a diferencia de 45 que tenía la tarea TEAM. De las 90 rondas de la tarea, 30 correspondían a ensayos donde el participante debía elegir entre realizar la prueba de estimación con un co-jugador de tres estrellas o realizarla con uno de dos estrellas, 30 correspondían a ensayos donde debía elegir entre un co-jugador de tres estrellas o uno de una estrella y las otras 30 correspondían a ensayos donde debía elegir entre un co-jugador de dos estrellas o uno de

una estrella. Los distintos tipos de ensayos estaban dispuestos al azar a lo largo de la tarea.

Porcentajes de acierto en la prueba de estimación

Los resultados que los participantes y los supuestos co-jugadores obtenían en la prueba de estimación estaban controlados por un programa de computadora. Los feedbacks se manipulaban de manera tal que:

- la categoría de tres estrellas acertaba en un cien por ciento de los ensayos
- la categoría de dos estrellas acertaba en un 60 por ciento de los ensayos
- la categoría de una estrella acertaba en un 30 por ciento de los ensayos (nótese que ésta era la categoría que se le asignaba al participante, quien por lo tanto acertaba en treinta por ciento de los ensayos).

Reclutamiento de participantes

Para reclutar a los participantes se difundió el estudio a través de redes sociales de las distintas Facultades de la Universidad de la República. En estos grupos se publicaba un link (<http://estudios.cibpsi.psico.edu.uy/node/23>), acompañado de una imagen y un comentario que invitaba a los participantes a anotarse al estudio. Aquellas personas que estuvieran interesadas debían acceder al link, el cual los llevaba a una página web especialmente diseñada para este estudio. En ella se les pedía que completaran datos de información personal, así como un cuestionario sobre estado de ánimo ("Beck Depression Inventory", BDI, Beck, Ward, & Mendelson, 1961). Los datos de información personal que se solicitaban fueron los siguientes: nombre completo, fecha de nacimiento, mail, sexo, teléfono de contacto, nivel educativo y carrera que cursaban.

Para poder formar parte del estudio, los interesados que se anotaban en la página debían cumplir con dos criterios:

- Tener entre 18 y 35 años de edad.
- Tener un puntaje menor a 16 en el BDI-II (el cual tiene un puntaje máximo de 63).

El propósito de seleccionar participantes con un puntaje en el BDI-II menor a 16 fue evitar una posible variable enmascarada. Puesto que se esperaba que personas con puntajes altos en este cuestionario tomaran decisiones de manera más variada (Fernández-Theoduloz, et al., 2018), si los hubiéramos incluido en el piloto no habríamos sido capaces de saber si la variabilidad obtenida en la toma de decisiones se debía a los cambios hechos a la tarea o a aspectos relacionados al estado de ánimo de las personas.

Aquellos participantes que cumplían con los criterios de inclusión fueron contactados telefónicamente para coordinar una sesión experimental individual en el CIBPsi. Dicha sesión tendría una duración aproximada de 2 horas y se llevaría a cabo en el laboratorio de Psicofisiología del CIBPsi. A aquellos participantes con los que se concretaba un horario para la sesión experimental se les enviaba un mail con una hoja de información explicando más detalladamente en qué consistiría su participación, así como un recordatorio del día y

la hora de la sesión.

Sesión experimental

Una vez que el participante llegaba al laboratorio de Psicofisiología se comenzaba la sesión dándole la bienvenida. Luego se brindaba una hoja de información acerca del estudio (la misma que se había enviado anteriormente por mail) para que pudiera despejar dudas de manera presencial. A continuación se procedía a darle un consentimiento informado, que debía firmar para poder continuar con el estudio.

Cuestionarios Psicológicos

Antes de comenzar con la tarea los participantes debían completar una serie de cuestionarios que evaluaban algunas variables psicológicas. Los cuestionarios utilizados fueron: BDI (Beck et al., 1961), “Escala de miedo a la evaluación negativa” (David Watson & Friend, 1969; Zubeidat, Salinas, & Sierra, 2007), “Escala de Orientación hacia las Comparaciones Sociales” (Schneider & Schupp, 2011), “Escala de ansiedad social de Liebowitz”, (Bobes et al., 1999) , “Escala de autoestima de Rosenberg” (Rojas-Barahona, Zegers, & Förster, 2009), “Cuestionario de ansiedad estado/rasgo” (“STAI”, C.D. Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970), “Escala de afecto positivo y negativo” (D Watson, Clark, & Tellegen, 1988). Pese a que se esperaba convocar un bajo número de participantes para el estudio, por lo que era poco probable que los puntajes de los cuestionarios pudieran asociarse con datos obtenidos en la tarea, se decidió incluir los cuestionarios igualmente puesto que evalúan variables psicológicas que son importantes en depresión y por lo tanto podrán mostrar diferencias entre personas con síntomas de depresión y personas control en estudio futuros.

Explicación y realización de la tarea experimental

Luego que el participante finalizaba con los cuestionarios se procedía a explicarle (con el apoyo de imágenes de la tarea) las pantallas de la tarea experimental y qué debía realizar en cada una de ellas.

Luego de esto, el participante realizaba una versión de práctica de la tarea en la computadora para poder despejar dudas. Cuando el participante finalizaba la práctica, el investigador salía del laboratorio, con la excusa de que iría a verificar que la conexión con el resto de los participantes fuera correcta. Esto formaba parte de la historia encubierta y se hacía para ayudar a que ésta fuera más creíble. Por último, al volver al salón, antes de comenzar la tarea, se le pedía al participante que intentara mantenerse lo mas atento posible a lo largo de la misma y se le aclaraba que no habían respuestas correctas ni incorrectas. Esto se hacía con el propósito de generar el mayor involucramiento posible por parte de los participantes.

Cuestionarios emocionales:

Al finalizar la tarea experimental, el participante debía completar unos cuestionarios de

reacción emocional basados en estudios previos (Fernández-Theoduloz et al., 2018; Gradin et al., 2015; McClure et al., 2007). El cuestionario de reacción emocional contaba con 66 preguntas de escala Likert del 0 al 8, divididas en tres bloques: emociones que se sentían al jugar con las distintas categorías de co-jugador, emociones frente a los resultados de los ensayos, emociones frente a la posibilidad de encontrarse con el co-jugador con el que habían jugado más veces. Este cuestionario contemplaba las siguientes emociones: felicidad, enojo, nerviosismo, tristeza, culpa, vergüenza y decepción. Además de estas preguntas se incluyeron otras cuatro preguntas, cuyo propósito fue evaluar cómo el participante había percibido su rendimiento y el de sus compañeros durante el juego.

Debriefing

Al finalizar los cuestionarios de reacción emocional, al participante se le realizaban una serie de preguntas con el objetivo de evaluar qué tanto había creído la historia encubierta y explorar qué tan involucrado había estado en la tarea. Luego de esto se revelaba la historia encubierta y se hacía entrega de una recompensa por haber participado del experimento, la cual consistió en una taza.

Análisis estadístico de los datos:

Todos los datos del estudio 1 fueron analizados utilizando SPSS (“Statistical Package for the Social Sciences”, versión 22). Para estudiar si los participantes habían elegido significativamente más una opción que la otra, para cada participante se restó el número de veces que había elegido “hacia abajo” al número de veces que había elegido “hacia arriba”. Luego, se llevó a cabo una prueba t para una sola muestra, con el resultado de la resta de cada participante. Con el fin de ver si existían diferencias en el número de veces que cada categoría de co-jugador (tres estrellas, dos estrellas o una estrella) era elegida, se llevó a cabo un ANOVA para medidas repetidas en el que se definió un factor con tres niveles (uno por cada categoría de co-jugador).

Según las categorías entre las que tuviera que elegir el participante, los ensayos se pueden dividir en tres tipos: ensayos donde el participante debe elegir entre jugar con un co-jugador de tres estrellas o uno de una estrella, ensayos donde debe elegir entre uno de tres estrellas y otro de dos o ensayos donde debe elegir entre uno de dos estrellas y uno de una. Para observar si el número de decisiones hacia abajo variaba según el tipo de ensayo, se hizo un ANOVA para medidas repetidas con un factor con tres niveles, siendo cada nivel el número de decisiones “hacia abajo” que se tomaban según situación.

Las respuestas emocionales de los participantes frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías de co-jugador fueron analizadas realizando, para cada emoción, un ANOVA para medidas repetidas, con un solo factor con tres niveles (un nivel por cada categoría de co-jugador). Lo mismo se hizo para las respuestas frente a los distintos feedbacks (solo que en este caso se usaron cuatro niveles, uno por cada tipo de feedback).

Finalmente, para determinar si la percepción del rendimiento propio se diferenciaba de la percepción del rendimiento de los co-jugadores se llevó a cabo un t-test para muestras

dependientes, con la percepción del rendimiento propio y la percepción del rendimiento del co-jugador como medidas intra-sujeto.

Resultados

Durante los seis pilotos que se realizaron para desarrollar y probar la tarea TEAM2, participaron un total de 72 participantes (45 mujeres, 17 hombres). El piloto en cuestión (sexto piloto realizado) fue llevado a cabo con un total de doce participantes (2 hombres y 10 mujeres).

Resultados comportamentales

El resultado de la prueba t realizada para ver si el número de veces que se eligía la opción “hacia arriba” era distinto al número de veces que se elegía la opción “hacia abajo” mostró que los participantes eligieron significativamente más veces la opción “hacia arriba” ($t_{11}=3,028$; $p=0,011$). En la tabla 1 se puede ver el número de veces que se eligió cada opción en promedio, y en la fig. 3B podemos ver el número de veces que eligió “hacia abajo” cada participante. En la fig. 3B observa que solamente un participante no eligió nunca esta opción.

En consonancia con estos resultados, el ANOVA realizado con el número de veces que cada participante elegía cada categoría, mostró un efecto principal del número de estrellas ($F_{2,22}=3,601$; $p=0,044$). Un análisis pos-hoc de múltiples comparaciones, con correcciones de bonferroni demostró que la categoría de tres estrellas había sido más elegida que la de dos estrellas ($p=0,041$) y que la de una estrellas $p=0,027$), y que a su vez la de dos estrellas había sido elegida más que la de una estrella ($p=0,035$) (tabla 1.).

El ANOVA llevado a cabo con la cantidad de veces que la decisión “hacia abajo” había sido tomada por cada participante según el tipo de ensayo (fig. 3 A) no mostró un efecto significativo ($F_{1,272;13,988} = 0,084$; $p=0,920$) .

Distribución de elecciones en tarea TEAM

	Nº de eventos	Porcentaje del total de rondas
Nº de elecciones "hacia arriba"	57,08 ± 15,78	63 %
Nº de elecciones "hacia abajo"	29,66 ± 15,70	29 %
N.º de veces que se eligió tres estrellas	35,35 ± 15,04	39 %
N.º de veces que se eligió dos estrellas	29,41 ± 4,29	29 %
N.º de veces que se eligió una estrella	20,50 ± 11,89	22 %

Tabla 1. Se muestran el número de veces que se eligió “hacia arriba” y el número de veces que se eligió “hacia abajo” (primeras dos filas), así como el número de veces que se eligió jugar con cada categoría de co-jugador (tres filas de más abajo). Se incluye el número de veces que se eligió cada opción, así como el porcentaje de veces con respecto al total de ensayos de la tarea que se eligió cada opción.

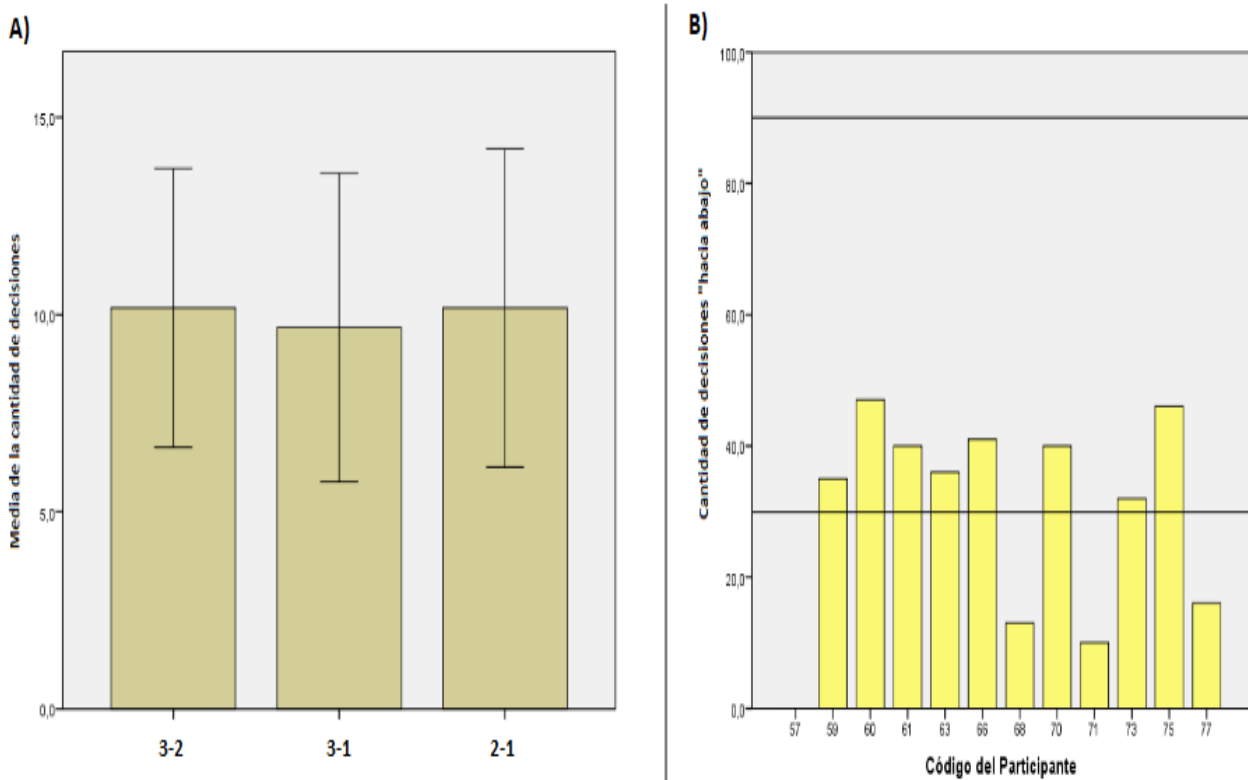


Figura 3. A) Media del número de veces que se eligió "hacia abajo" por situación de elección. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Al realizar un ANOVA de medidas repetidas con el número de veces que cada participante había elegido "hacia abajo" por situación, no se observó ningún tipo de efecto. B) Número de veces que cada participante eligió la opción "hacia abajo"

Respuestas emocionales a la tarea TEAM2

Respuesta emocional frente a la posibilidad de jugar con cada categoría de co-jugador

No se observó efecto de la categoría de co-jugador sobre ninguna de las emociones reportadas frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías (fig. 4).

Respuesta emocional frente a los distintos tipos de feedbacks

Para la emoción de culpa se observó un efecto del tipo de feedback sobre la culpa reportada frente a los distintos feedbacks ($F_{1,829;20,118}=6,746$; $p=0,007$). Análisis post-hoc de múltiples comparaciones, ajustados por Bonferroni demostraron que el resultado "participante mal / co-jugador bien" se asoció con mayores niveles de culpa que el resultado "participante bien / co-jugador bien" ($p=0,017$) (fig 5A).

También se observó un efecto del tipo de feedback sobre la decepción reportada frente a los distintos tipos de feedback ($F_{3,33}=10,112$; $p<0,001$). Los análisis post-hoc demostraron que los participantes reportaban mayor decepción frente al feedback "participante mal / co-jugador bien" en comparación al feedback "participante bien / co-jugador bien" ($p=0,007$) (fig. 5A).

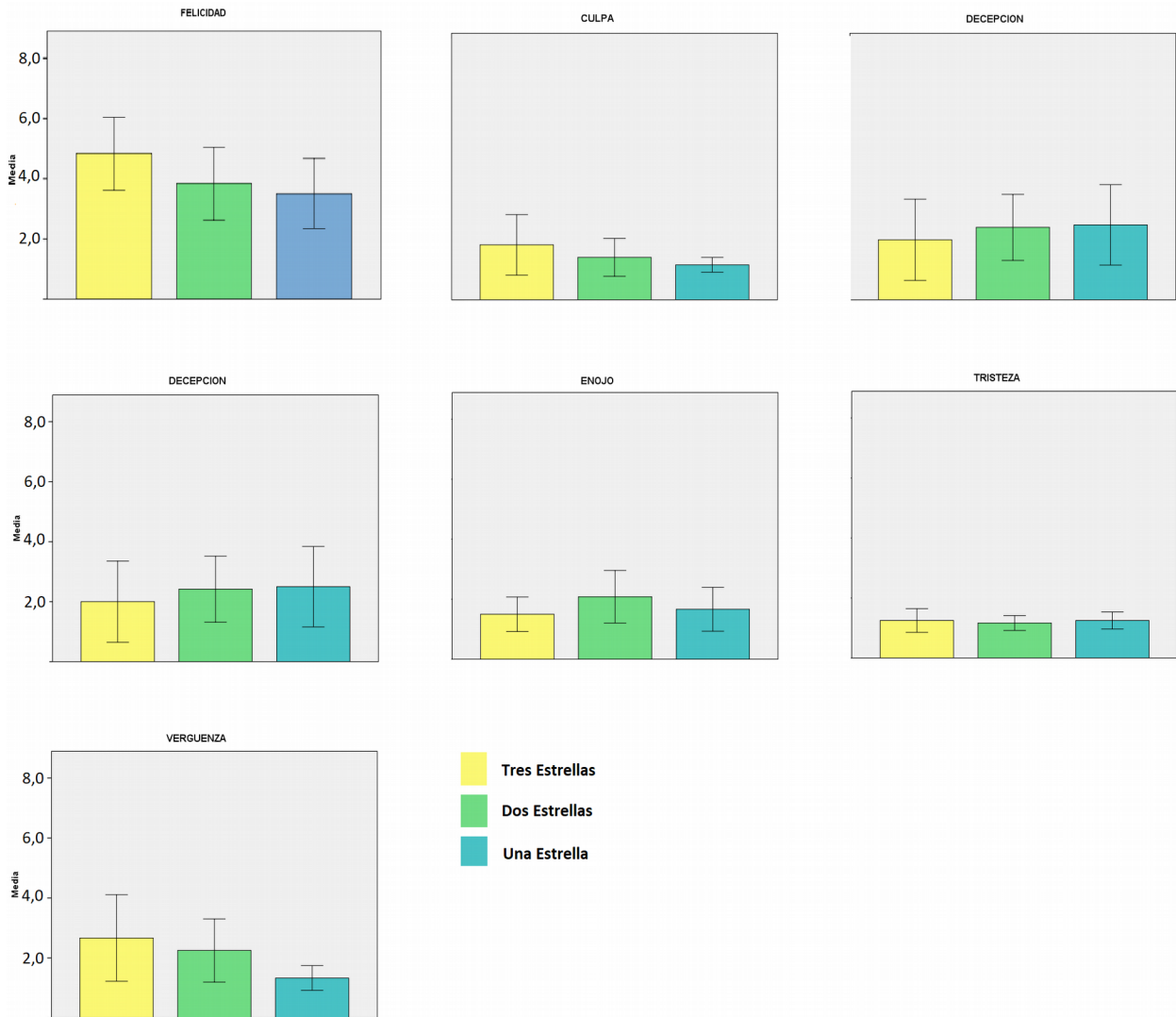


FIGURA 4 Reportes emocionales de los participantes ante la posibilidad de jugar con las distintas categorías de co-jugador. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Al realizar un ANOVA para medidas repetidas no se observó ningún tipo de efecto para ninguna emoción.

Además, para la emoción de felicidad también se vió un efecto del tipo de feedback ($F_{3,33}=31,030$; $p<0,001$). Pruebas post-hoc de múltiples comparaciones, ajustados por Bonferroni demostraron que la condición “participante bien / co-jugador bien” se asocia a mayor felicidad en comparación a la condición “participante mal / co-jugador bien” ($p<0,001$) y “participante mal / co-jugador mal” ($p<0,001$) (fig. 5A).

Por último se observó un efecto del tipo de feedback sobre la vergüenza reportada frente a los distintos tipos de feedback ($F_{3,33}=4,724$; $p=0,008$). Análisis post-hoc de múltiples comparaciones, ajustados por Bonferroni demostraron que el feedback “participante mal / co-jugador bien” se asocia con mayor vergüenza en comparación al feedback “participante bien / co-jugador bien” ($p=0,046$) (fig. 5A). Para el resto de las emociones reportadas frente a los distintos tipos de feedback no se observó ningún tipo de efecto (fig. 5A).

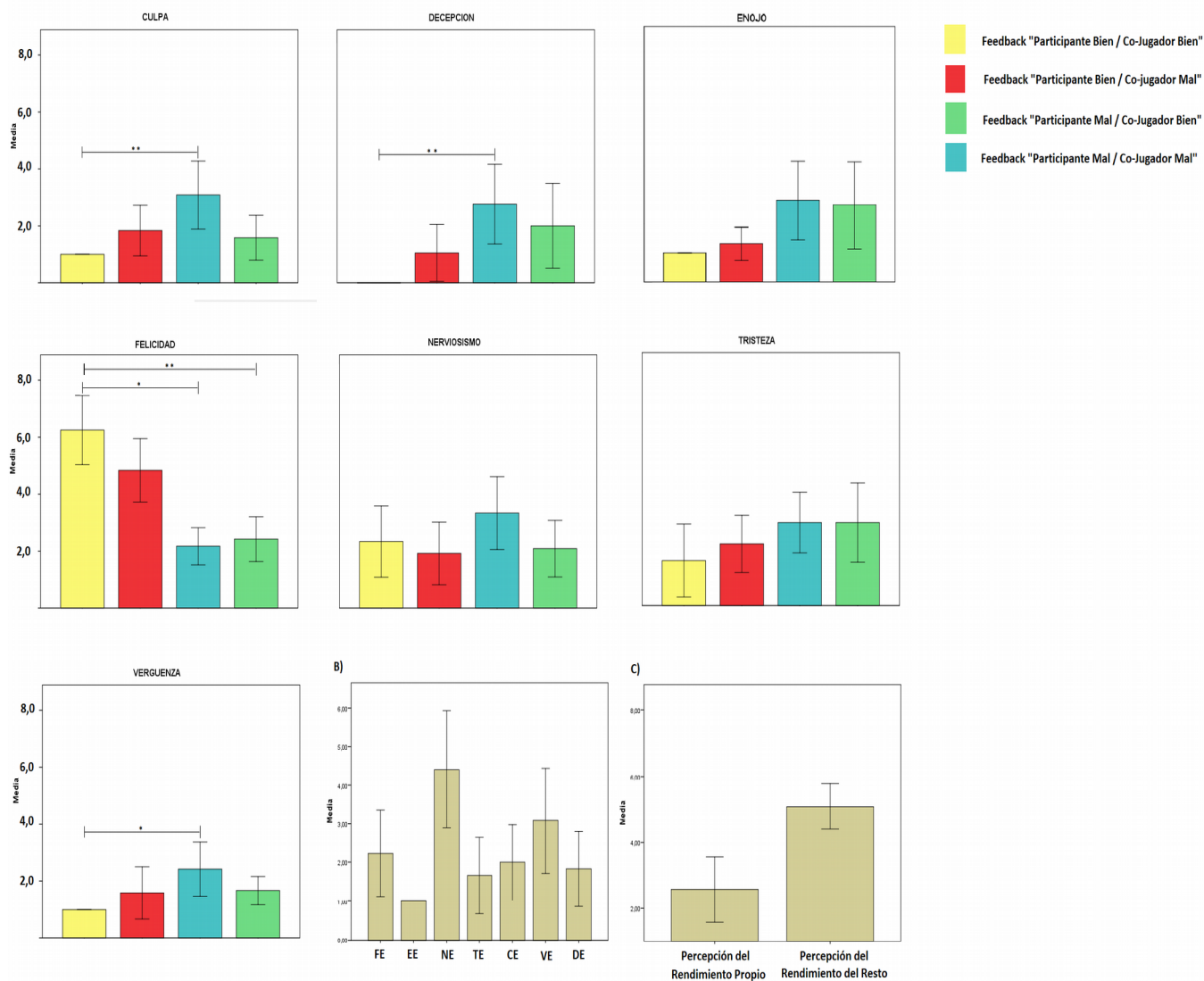


Figura 5 A) Reportajes emocionales de los participantes ante los distintos tipos de feedback. B) Reportes emocionales de los participantes ante la posibilidad de conocer al co-jugador con el que habían jugado mayor cantidad de veces a lo largo de la tarea. C) Percepción del rendimiento propio del participante y percepción que se tenía acerca del rendimiento de los otros jugadores. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Un asterisco representa un nivel de significancia de $p < 0.05$, mientras que dos asteriscos representan un $p < 0.005$

Reportaje de la percepción del rendimiento propio durante la tarea y del rendimiento del resto de los jugadores

Se observó una diferencia de medias significativa, con la media de la percepción del rendimiento propio siendo mas baja que la media de la percepción del rendimiento del resto de los jugadores ($t_{17} = 3,619$; $p = 0,004$) (fig. 5B).

Discusión estudio 1

En este estudio se buscó modificar un paradigma experimental utilizado para estudiar toma de decisiones mediadas por comparaciones sociales (tarea TEAM), con el fin de aumentar la variabilidad intrasujeto en la toma de decisiones. Para esto se realizaron varios

experimentos piloto donde se modificó parte de la consigna de la tarea, así como algunos de sus parámetros.

Desde un punto de vista comportamental, en la versión final de la tarea TEAM2 se observó que los participantes elegían más frecuentemente la opción más redituable materialmente (opción “hacia arriba”), al igual que lo que ocurría en el estudio de Fernández et al (donde se elegía más frecuentemente la opción social). Sin embargo, en nuestro estudio la opción “hacia abajo” fue elegida más frecuentemente que la opción individual en el estudio de Fernández, llegando a un 30% de los ensayos (tabla 1) para casi todos los participantes (contra 12% en el experimento de Fernández y colaboradores). El aumento en la frecuencia con la que la opción “hacia abajo” fue elegida, se asociaría con las modificaciones que se hicieron a la tarea. En este sentido, la ventaja que brinda elegir la opción “hacia arriba” en la tarea TEAM2 es menor que la ventaja de elegir la opción social en TEAM. Esto se debe a que en TEAM, si el participante elige la opción individual siempre obtendrá menos puntos que si elige la opción social, mientras que en TEAM2, elegir la opción “hacia abajo” no implica necesariamente que se vayan a obtener menos puntos (sino que es más difícil lograrlo). Esto probablemente vuelva más atractiva a la opción “hacia abajo” de la tarea TEAM2 si se la compara con la opción individual de la tarea TEAM. De hecho, en su estudio, Fernández-Theoduloz y colaboradores observaron que los participantes reportaban sentir significativamente menos felicidad al elegir la opción individual en comparación con la felicidad que sentían al elegir la opción social. Sin embargo, en la tarea TEAM2 no se observaron diferencias en la felicidad reportada al momento de jugar con cada una de las categorías (fig. 4).

La tarea TEAM2 (al igual que la tarea TEAM) lleva a que los participantes deban compararse socialmente a medida que transcurren los ensayos. En este sentido, cada tipo de feedback posible que se puede obtener luego de la realización del test de estimación temporal está asociado a un tipo de comparación social. Así, el feedback “participante bien / co-jugador mal” conlleva comparaciones sociales hacia abajo, el feedback “participante mal / co-jugador bien” conlleva comparaciones hacia arriba y los feedback “participante bien / co-jugador bien” y “participante mal / co-jugador mal” están asociados a comparaciones laterales.

Los reportajes emocionales demostraron que cada feedback es capaz de generar estados emocionales distintos. Para el feedback “participante mal / co-jugador bien”, donde el participante acaba comparándose socialmente hacia arriba, se reportan significativamente mayores niveles de emociones como vergüenza y decepción (fig. 5A). Estas emociones están fuertemente asociadas a las comparaciones hacia arriba (Buunk & Gibbons, 2007; Dvash, Gilam, Ben-ze, Hendler, & Shamay-tsoory, 2010; Fernández-Theoduloz et al., 2018; Lindner et al., 2018; Luo et al., 2018). Por otro lado, para este mismo feedback también se reportaron mayores niveles de culpa. Esto también es esperable ya que en esta situación no se obtiene el mayor puntaje porque el participante no logra hacer bien la prueba de estimación. En apoyo a esta idea, algunos estudios reportan que equivocarse en un contexto donde el error de uno mismo afecta negativamente a otros, tiende a generar sentimientos de culpa (Wiltermuth & Cohen, 2014). Por el contrario, frente a la situación “participante bien / co-jugador bien”, el cual permite obtener el máximo puntaje, se reporta

mayor felicidad en comparación al feedback “participante mal / co-jugador mal” y “participante mal / co-jugador bien” (fig. 5A). La mayor felicidad reportada frente al feedback “participante bien / co-jugador bien” podría interpretarse como una reacción positiva frente a obtener la mayor recompensa. Sin embargo, no es posible descartar que la mayor felicidad reportada se deba al simple hecho de que ambos jugadores hacen bien la prueba de estimación.

Por otro lado, también se observó que los participantes percibieron su rendimiento en la prueba de estimación significativamente peor que el de sus compañeros. Esto también es esperable en la tarea, puesto que los resultados del participante en la prueba de estimación están programados para que se equivoque en la mayoría de los ensayos. Este resultado apoya la idea de que la tarea implica compararse “hacia arriba”, puesto que uno siente que está rindiendo menos que el resto.

Cabe destacar que en otro estudio de nuestro grupo de investigación realizado en el contexto de un proyecto estudiantil, se usó la tarea TEAM2 con un mayor número de sujetos, se reportaron reportajes emocionales similares a los de este estudio, por lo que es probable que los resultados obtenidos en esta tesis sean fiables pese al bajo número de participantes.

Conclusiones estudio 1

Se logró diseñar una tarea donde los participantes mostraron una toma de decisiones con mayor variabilidad que en el estudio de Fernandez-Theoduloz et al., 2018. También se obtuvo un patrón de respuesta emocional consistente con la literatura previa y con lo esperado para el tipo de tarea. Por lo tanto, parecería que la tarea logra, hasta cierto punto, evocar en los participantes la situación deseada.

Estudio 2

Una vez obtenida una versión de la tarea TEAM2 que tuviera mayor variabilidad en la toma de decisiones que la tarea TEAM, se procedió a probar TEAM2 en combinación con fMRI.

Adaptaciones de la tarea TEAM2 para su aplicación con fMRI

A la versión final de la tarea TEAM2 fue necesario hacerle algunas adaptaciones finales para su utilización con fMRI.

En primer lugar, se redujo la cantidad de rondas de noventa a setenta y dos. Esto se hizo ya que consideramos que el tiempo que demoraba la tarea era demasiado largo como para que el participante se mantuviera lo suficientemente quieto y atento a la tarea dentro del resonador.

También con el objetivo de hacer a la tarea menos agotadora y disminuir el tiempo que el participante debe permanecer quieto, se dividió la tarea en tres sesiones con 24 rondas

cada una. Esto permite darle un tiempo de descanso al participante cuando se pasa de una sesión a otra. El número de veces que se presentaba cada situación de elección se mantuvo balanceado dentro de cada sesión.

Finalmente, se realizaron ajustes en cuanto a los tiempos de presentación de cada pantalla de la tarea.

Reclutamiento de participantes

Los participantes fueron reclutados difundiendo el estudio a través de redes sociales. En este caso el contacto con aquellas personas que se mostraban interesadas fue hecho de manera directa telefónicamente (sin usar una página web de por medio). Una vez que eran contactados, a los participantes se les explicaba en qué consistía el estudio y se verificaba que cumplieran con los criterios de inclusión para poder participar. Estos eran los siguientes:

- Tener entre 18 y 35 años.
- No poseer aparatos metálicos en la cabeza (como ser ortodoncia, amalgamas en los dientes, etc.).
- No poseer estimuladores en el cuerpo (como ser neuroestimuladores, marcapasos u otros).
- No ser claustrofóbico.
- En caso de ser mujer no estar embarazada, ni con probabilidad de estarlo.
- En caso de tener problemas de visión, poder llevar lentes que sean compatibles para usar en el escáner (como por ejemplo, lentes de contacto).

Con aquellos participantes que accedían a participar del estudio se coordinaba una sesión experimental en el CUDIM. La duración aproximada de dicha sesión era de tres horas.

Sesión experimental

Explicación de la tarea

Al igual que en el estudio 1, se comenzaba dándole la bienvenida al participante y brindándole una hoja de información. Luego se le daba al participante un consentimiento informado para que firmara aclarando que había recibido información suficiente y correcta acerca del estudio. A continuación, los participantes pasaban a completar algunos cuestionarios psicológicos. Estos fueron los mismos que en el estudio 1, a los que se les sumaron la “Escala Cognitivo-Conductual de Evitación” (Ottenbreit & Dobson, 2004) y la “Escala de Propensión a la Culpa y la Vergüenza” (Wiltermuth & Cohen, 2014).

Seguido a esto, se pasaba a explicar la tarea a los participantes. Después de que fueran explicados todos los detalles de la tarea se procedía a hacer una tarea de práctica fuera del resonador, al igual que en estudio 1. Cuando el participante finalizaba la tarea de práctica y no le quedaban dudas, pasaba a hacer la primera parte de la tarea (diez rondas del test de

estimación para establecer su categoría) fuera del resonador. Esto se hizo así para disminuir el tiempo que el participante pasaba dentro del resonador.

Realización de la tarea TEAM2 dentro del resonador

Previo a entrar a la sala donde se encontraba el resonador a los participantes se les hacía un cuestionario verificando nuevamente que no tuvieran ningún impedimento para hacerse una resonancia. Por razones de seguridad este cuestionario era aplicado por los técnicos imagenólogos que operaban el resonador.

Una vez que ingresaban a la sala, el participante se acostaba en el resonador y, antes de comenzar a escanear se le explicaba cómo debía hacer para jugar a la tarea dentro del escaner. Para poder jugar, el participante recibía dos botoneras (una en la mano derecha y otra en la mano izquierda) con las cuales debía elegir las categorías de co-jugador y hacer la prueba de estimación del tiempo. Las pantallas de la tarea eran vistas a través de un espejo que reflejaba una pantalla sobre la que se proyectaba la tarea desde un proyector que se encontraba fuera de la sala del resonador.

Luego de haber explicado cómo funcionaba la tarea, se hacían unas rondas de prueba para asegurar que los participantes hubieran comprendido bien y también verificar que el set up (botoneras, presentación visual de estímulos) funcionara correctamente.

Registro de resonancia magnética funcional (fMRI) durante la realización de la tarea TEAM2:

Para la señal dependiente del nivel de oxígeno en sangre (BOLD) se obtuvieron imágenes eco-planares ponderadas T2* en el resonador de 3T, GE Discovery 750W de 24 canales, que se encuentra en el CUDIM. Para cada volumen, se adquirieron un total de 37 cortes secuenciales de espesor 3,5 mm y un interespacio de 0,5 mm. Los volúmenes se adquirieron con un tiempo de repetición (TR) de 2,5 segundos, tiempo de eco (TE) de 30 milisegundos, ángulo de báscula de 90°, campo de visión (CdV) de 224 mm y matriz de 64*64. Para cada una de las tres sesiones de la tarea se obtuvieron 260 imágenes, de las cuales se descartaban las primeras cuatro para evitar efectos transitorios del escáner.

Análisis de imágenes obtenidas por fMRI

El paquete SPM12 (que trabaja sobre el programa MATLAB) fue utilizado para llevar a cabo el análisis imagenológico. Previo a realizar el análisis de primer nivel se llevó a cabo un pre-procesamiento. En el mismo, las imágenes obtenidas durante el escaneo fueron realineadas espacialmente con el fin de corregir posibles artefactos de movimiento. Para esto, todas las imágenes de un experimento fueron realineadas a la primer imagen de la primera sesión del mismo experimento. Luego del realineamiento, todas las imágenes fueron co-registradas a la imagen anatómica del sujeto al que correspondía el experimento y luego se normalizaron a un espacio estándar utilizando el molde del Instituto Neurológico de Montreal (MNI) que se encuentra en SPM12. Finalmente las imágenes fueron suavizadas utilizando un "Full-Width-

Half-Maximum Gaussian Kernel” de 8 mm.

Para el análisis de primer nivel se llevó a cabo un análisis relacionado a eventos (event related design, en inglés) con el cual se buscó modelar la activación neural al momento de tomar la decisión y al momento de recibir el feedback indicando los resultados en la prueba de estimación. Específicamente, se definieron seis regresores de interés para cada sesión: decisión “hacia arriba” (DAr), decisión “hacia abajo” (DAb), feedback “participante bien / co-jugador bien” (BB), feedback “participante bien / co-jugador mal” (BM), feedback “participante mal / co-jugador bien” (MB), feedback “participante mal / co-jugador mal” (MM). El orden en que se colocaron los regresores en la matriz de contraste fue el siguiente: [DAr DAb BB BM MB MM]. Además, para cada sesión, también se incluyeron seis regresores que consistían en parámetros para tener en cuenta posibles movimientos de la cabeza, los cuales fueron modelados como variables de no interés.

Los contrastes correspondientes a los feedbacks del experimento fueron llevados a cabo utilizando un diseño factorial de 2x2. Para analizar cuales zonas presentaban mayor actividad cuando el participante realizaba bien la prueba de estimación en comparación a cuando la realizaba mal se realizó el siguiente contraste : [0 0 1 1 -1 -1]. Este vector toma la actividad asociada a los momentos en los que se recibe un feedback que indica que el participante hizo bien la prueba de estimación (feedbacks BB y BM) y la contrasta con la actividad asociada a los momentos en los que se obtiene un feedback indicando que el participante hizo mal la prueba de estimación (feedback MB y MM). Para analizar cuales zonas presentaban mayor actividad cuando el co-jugador realizaba bien la prueba de estimación en comparación a cuando el co-jugador la realizaba mal se realizó el siguiente contraste [0 0 1 -1 1 -1]. Este vector toma la actividad asociada a los momentos en los que se recibe un feedback indicando que el co-jugador hizo bien la prueba de estimación (feedback BB y MB) y la contrasta con la actividad asociada a los momentos en los que se obtiene un feedback indicando que el co-jugador hizo mal la prueba de estimación (feedback BM y MM). Finalmente, para analizar la actividad cerebral asociada a una interacción entre el resultado del jugador y el resultado del co-jugador en la prueba de estimación, se llevó a cabo el contraste [0 0 -1 1 1 -1]. Este vector permite ver en qué zonas del cerebro el nivel de actividad se ve modulado por una interacción entre el resultado del jugador y el resultado del co-jugador en la prueba de estimación.

Para cada contraste del primer nivel, todas las imágenes correspondientes a un mismo contraste fueron llevadas a un análisis de segundo nivel, donde se hizo una prueba t para una sola muestra.

A menos que se indique otra cosa, todas las regiones reportadas son significativas a un $p < 0,05$ a nivel de cluster, corregido para múltiples comparaciones. Esto se logró buscando zonas que tuvieran a la vez un $p < 0,005$ a nivel de voxel y un tamaño de cluster de al menos 129 voxels. Este tamaño de cluster fue identificado utilizando un método Monte Carlo que simula activación en todo el cerebro, asume un error tipo uno de activación de voxel basándose en un umbral establecido (en este caso $p < 0,005$), suaviza el volumen con un Gaussian Kernel y luego cuenta el número de clusters de un determinado tamaño. Luego de

correr un número de iteraciones (en este caso se utilizaron 1000), el algoritmo calcula una probabilidad asociada con cada tamaño de cluster y un umbral del tamaño de cluster que posee la corrección deseada para comparaciones múltiples (Slotnick, 2017; Slotnick, Moo, Segal, & Hart, 2003). Este algoritmo fue corrido asumiendo una suavidad (smoothness) de 9 mm . Cabe destacar que en los casos en los que se encontraron activaciones bilaterales dentro de una misma región, estas fueron consideradas como un único cluster cuyo tamaño era la suma de cada activación por separado.

Análisis estadístico de datos comportamentales y emocionales:

Los resultados comportamentales y emocionales fueron analizados utilizando el mismo procedimiento que en el estudio 1.

Además, puesto que se contaba con un número mayor de participantes que en el estudio 1, se llevaron a cabo correlaciones de Pearson bivariadas entre los resultados de los cuestionarios psicológicos, los resultados comportamentales y los reportes emocionales.

Resultados

Se reclutaron un total de 31 participantes (16 hombres y 15 mujeres). Dos de los participantes no pudieron realizar la tarea dentro del resonador, ya que reportaron malestar al ingresar al escáner. Los datos de estos dos participantes fueron excluidos del estudio. Uno de los participantes fue excluido de los análisis por presentar mucho movimiento de la cabeza durante el escaneo y varios ensayos sin respuesta. Por lo tanto, se contó con 28 datos analizables (14 hombres y 14 mujeres).

Resultados comportamentales tarea TEAM2

Como era de esperarse, al igual que en el estudio 1 los participantes eligieron más frecuentemente la opción “hacia arriba” que la opción “hacia abajo” (tabla 2) ($t_{28}=5,737$; $p<0,001$). En la fig. 6 B) podemos ver el número de veces que cada participante eligió la opción “hacia abajo”. Se observa que seis participantes nunca eligieron dicha opción.

Nuevamente se encontró un efecto del número de estrellas del co-jugador sobre el número de veces que cada categoría de co-jugador era elegida (tabla 2) ($F_{1,139,28,472}=31,528$; $p<0,001$). Los análisis post-hoc de comparaciones múltiples corregidos por Bonferroni demostraron que se elegía una mayor cantidad de veces la categoría de tres estrellas en comparación a la de dos estrellas ($p<0,001$) y a la de una estrella ($p<0,001$) y que a la vez la de dos estrellas era elegida más frecuentemente que la de una estrella ($p<0,001$).

Por otro lado, no se encontró efecto significativo en el ANOVA hecho con el número de veces que se elegía la opción “hacia abajo” por tipo de ensayo. Esto también coincide con lo observado en el estudio 1 ($F_{1,423;35,571}=0,504$; $p=0,607$) (fig. 6A).

	Nº de eventos	Porcentaje del total de rondas
Nº de elecciones "hacia arriba"	56,15 ± 17,915	77 %
Nº de elecciones "hacia abajo"	15,77 ± 17,978	22 %
N.º de veces que se eligió tres estrellas	37,31 ± 12,06	39 %
N.º de veces que se eligió dos estrellas	24,42 ± 3,63	32 %
N.º de veces que se eligió una estrella	10,19 ± 12,02	22 %

Tabla 2 Se muestran el número de veces que se eligió "hacia arriba" y el número de veces que se eligió "hacia abajo" (primeras dos filas), así como el número de veces que se eligió jugar con cada categoría de co-jugador (tres filas de más abajo), durante el estudio 2. Se incluye el número de veces que se eligió cada opción, así como el porcentaje de veces con respecto al total de ensayos de la tarea que se eligió cada opción.

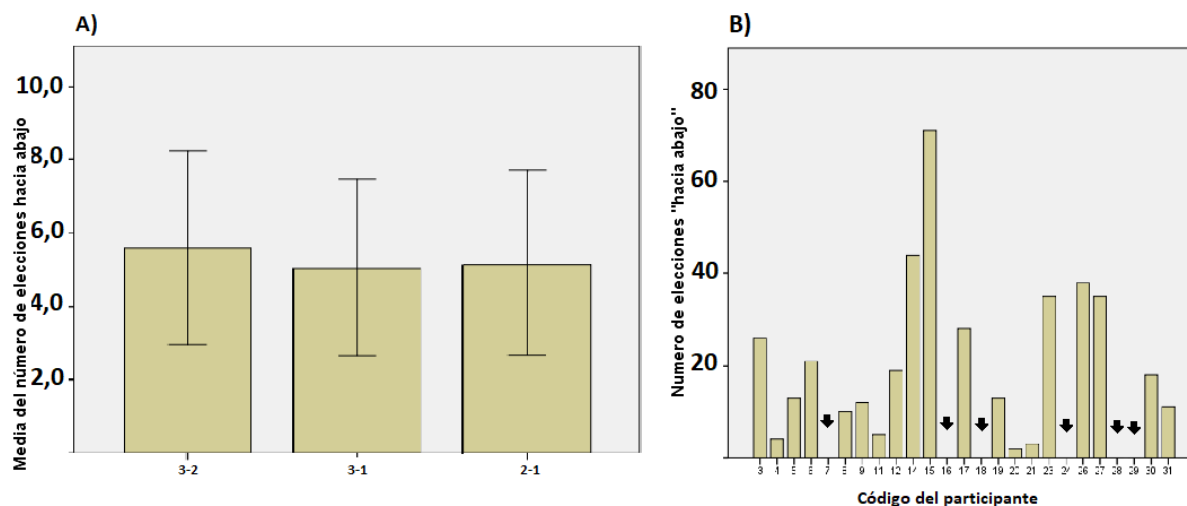


FIGURA 6 A) Media del número de veces que se eligió "hacia abajo" por situación de elección. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. B) Número de veces que cada participante eligió la opción "hacia abajo" (de un total de 90 rondas). Las flechas negras indican a aquellos participantes que nunca eligieron la opción "hacia abajo".

Resultados emocionales tarea TEAM2

Respuesta emocional frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías de co-jugador

A diferencia del estudio 1, en el estudio 2 se encontraron efectos de la categoría de co-jugador sobre las emociones reportadas frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías.

Para la emoción de felicidad, se observó efecto de la categoría de co-jugador sobre la felicidad reportada frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías ($F_{1,614;40,347}=12,005$; $p<0,001$) (fig. 7). Análisis post-hoc de múltiples comparaciones, corregidos por Bonferroni demostraron que los participantes reportaban sentir mayor felicidad frente a la posibilidad de jugar con co-jugadores de tres estrellas en comparación a jugar con co-jugadores de dos estrellas ($p=0,001$) y en comparación a jugar con co-jugadores de una estrella ($p<0,001$).

También se encontró un efecto de la categoría de co-jugador sobre la vergüenza reportada

frente a la posibilidad de jugar con las distintas categorías ($F_{1,145;28,635}=4,598$; $p=0,035$) (fig. 7). Los análisis post-hoc demostraron que los participantes reportaban sentir mayor vergüenza frente a la posibilidad de jugar con co-jugadores de tres estrellas a jugar con jugadores de una estrella ($p=0,046$).

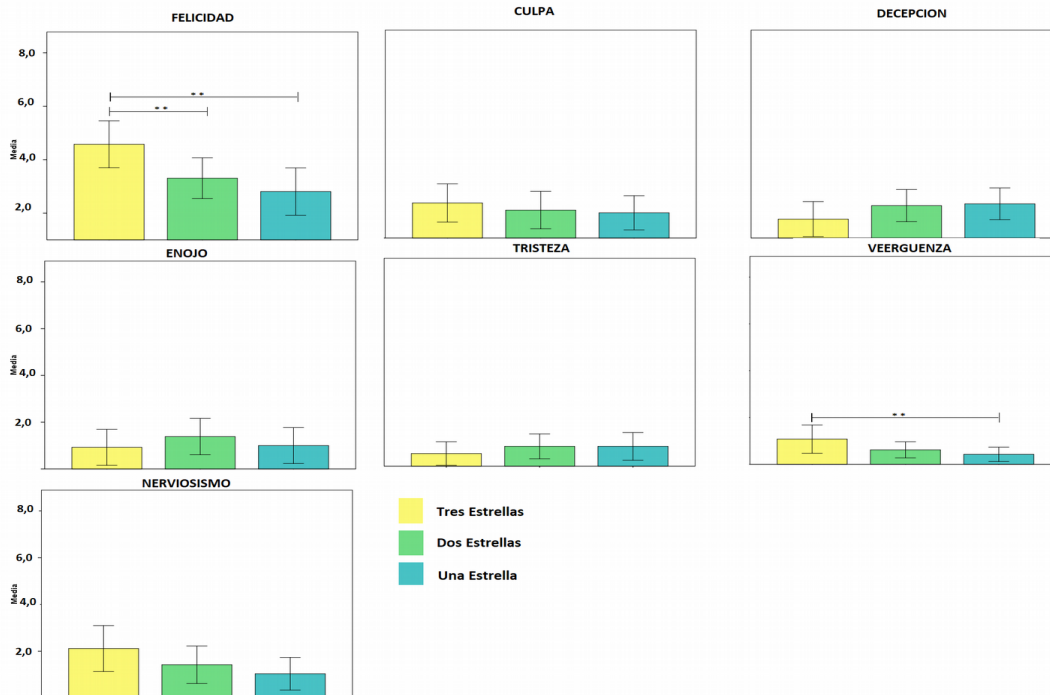


Figura 7 Reportes emocionales de los participantes ante la posibilidad de jugar con las distintas categorías de co-jugador. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Un asterisco indica un nivel de significancia de un $p<0,05$, mientras que dos asteriscos indican un $p<0,005$.

Respuesta emocional frente a los distintos tipos de feedbacks

Para la emoción de culpa, se observó un efecto del tipo de feedback sobre la culpa reportada frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{2,105;52,629}=23,431$; $p<0,001$). Análisis post-hoc de múltiples comparaciones corregidos por Bonferroni, demostraron que los participantes reportaron mayor culpa frente al feedback “participante mal / co-jugador bien” en comparación al resto de los feedback ($p<0,001$ para todas las comparaciones contra este feedback).

También se observó un efecto del tipo de feedback sobre la decepción reportada frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{2,232;55,809}=20,028$; $p<0,001$). Al realizar las comparaciones post-hoc se observó que los participantes reportaron mayor decepción frente al feedback “participante mal / co-jugador bien” en comparación al resto de los feedbacks ($p<0,001$ para la comparación contra el feedback “participante bien / co-jugador bien”; $p=0,002$ para la comparación contra el feedback “participante bien / co-jugador mal”; y $p=0,001$ para la comparación contra el feedback “participante mal / co-jugador mal”). Además, se vió que se había reportado mayor decepción frente a los feedback “participante bien / co-jugador mal” y “participante mal / co-jugador mal” en comparación al feedback

“participante bien / co-jugador bien” ($p < 0,001$ y $p = 0,015$, respectivamente).

Asimismo, se observó un efecto del tipo de feedback sobre el enojo reportado frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{3;55} = 11,914$; $p < 0,001$), con el feedback “participante bien / co-jugador bien” provocando menor enojo que el resto de los feedbacks ($p = 0,020$ para la comparación con el feedback “participante bien / co-jugador mal”; $p < 0,001$ para la comparación con el feedback “participante mal / co-jugador bien”; $p = 0,020$ para la comparación con el feedback “participante mal / co-jugador mal”).

Por otro lado, se encontró un efecto del tipo de feedback sobre la tristeza reportada frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{2,074;51,857} = 17,277$; $p < 0,001$). Los análisis post-hoc mostraron que se había reportado menos tristeza frente al feedback “participante bien / co-jugador bien” en comparación al resto de los feedbacks ($p = 0,003$ para la comparación con el feedback “participante bien/co-jugador mal”; $p < 0,001$ para la comparación con el feedback “participante mal / co-jugador bien”; y $p = 0,001$ para la comparación con el feedback “participante mal / co-jugador mal”). Además, se vió que se había reportado menor tristeza frente a los feedback “participante bien / co-jugador mal” y “participante mal / co-jugador bien” en comparación al “participante mal / co-jugador mal” ($p = 0,007$ y $p = 0,050$ respectivamente).

Además se vió un efecto del tipo de feedback sobre la felicidad reportada frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{3;55} = 136,111$; $p < 0,001$). Al llevar a cabo las comparaciones post-hoc se vió que se reportaba mayor felicidad frente al feedback “participante bien / co-jugador bien” que frente al resto de los feedbacks ($p < 0,001$ contra todos los feedback) y que también se reportaba mayor felicidad frente al feedback “participante bien / co-jugador mal” en comparación a los feedback “participante mal / co-jugador mal” y “participante mal / co-jugador bien” ($p < 0,001$, en ambos casos).

Por último, se observó un efecto del tipo de feedback sobre la vergüenza reportada frente a los distintos tipos de feedback (fig. 8A) ($F_{1,506;37,655} = 15,344$; $p < 0,001$). Al comparar por pares, se vió que se reportaba mayor vergüenza frente al feedback “participante mal / co-jugador bien” que para el resto de los feedbacks ($p = 0,001$ para la comparación con el feedback “participante bien / co-jugador bien”; $p = 0,001$ para la comparación con el feedback “participante bien / co-jugador mal”; $p = 0,015$ para la comparación con el feedback “participante mal / co-jugador mal”). También se vió que se reportaba más vergüenza frente al feedback “participante mal / co-jugador mal” en comparación al feedback “participante bien / co-jugador mal” ($p = 0,041$).

Reportaje de la percepción del rendimiento propio durante la tarea y del rendimiento del resto de los jugadores

Se observó una diferencia de medias significativas entre el rendimiento que los participantes percibían que habían tenido en el test de estimación y el rendimiento que percibían que habían tenido el resto de los participantes (fig.8B), siendo la percepción del rendimiento propio mas baja que la percepción del rendimiento del resto de los jugadores ($t_{25} = 7,423$; $p < 0,001$).

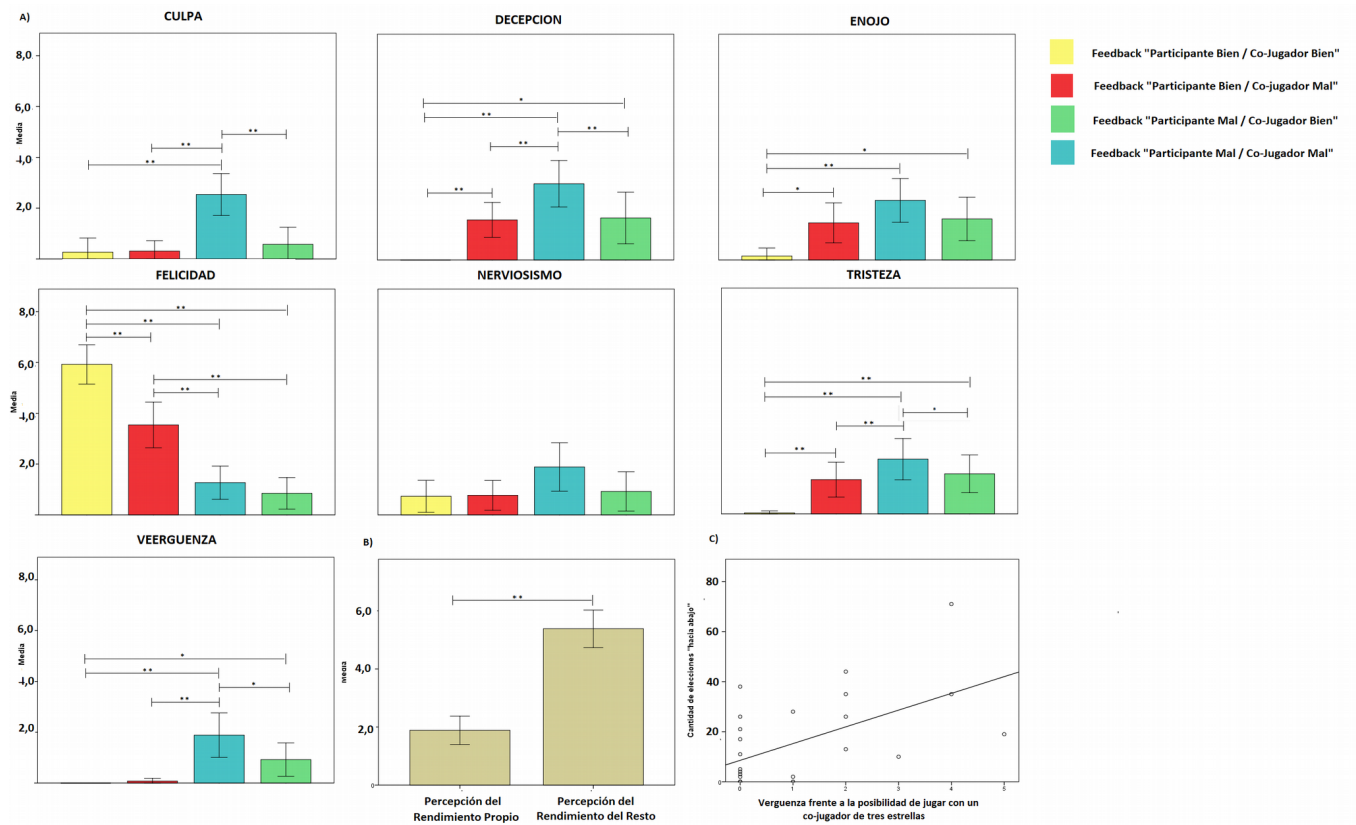


Figura 8 A) Reportes emocionales de los participantes ante los distintos tipos de feedback. B) Correlación significativa entre el número de veces que se elegía la opción "hacia abajo" y la vergüenza que se reportaba ante la posibilidad de jugar con un co-jugador de tres estrellas. C) Percepción del rendimiento propio del participante y percepción que se tenía acerca del rendimiento de los otros jugadores. Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Un asterisco representa un nivel de significancia de $p < 0.05$, mientras que dos asteriscos representan un $p < 0.005$.

Correlaciones

Para estudiar si existían relaciones entre las emociones reportadas por los participantes y las decisiones que tomaban a lo largo del juego, se llevaron a cabo correlaciones de Pearson bivariadas entre los reportes emocionales y el número de veces que cada participante elegía "hacia abajo".

Se encontró una correlación positiva entre el número de veces que cada participante elegía la opción hacia abajo y la vergüenza reportada frente a la posibilidad de jugar con jugadores de tres estrellas ($r_p = -0,555$; $p = 0,003$) (fig. 8C). Es decir, cuanto mayor vergüenza reportaba el participante ante la probabilidad de jugar con un jugador de tres estrellas mayor cantidad de veces elegía la opción hacia abajo. El resto de las emociones no mostraron correlaciones significativas con la toma de decisiones.

Resultados imagenológicos

Para analizar las activaciones debidas al resultado que obtenía el jugador en la prueba de estimación temporal, se llevó a cabo un contraste entre aquellos feedbacks donde el participante hacía bien la prueba y aquellos feedbacks donde la hacía mal. Los resultados de este contraste mostraron activaciones en el núcleo caudado derecho, putamen derecho,

ínsula anterior bilateral y corteza cingulada anterior (ver tabla 3 y figura 9 A). En la fig. 9 B) se puede observar la activación del núcleo caudado para cada feedback. Se puede ver que dichas zonas tienden a de-activarse cuando el participante se equivoca en la prueba de estimación.

	Area de Brodmann	Tamaño de cluster	x	y	z	T
Participante bien > Participante mal						
Giro Medio Frontal Izq.	9	6326	44	10	54	6.85
Giro Medio Frontal Izq.			46	40	26	6.47
Giro Medio Frontal Der.			-42	50	-6	5.52
Giro Supramarginal Der.	40	3098	54	-36	52	6.55
Lóbulo Parietal Superior Der.	39		32	-50	40	5.65
Lóbulo Parietal Superior Der.	39		38	-54	54	4.66
Giro Supramarginal Der.	40	3599	-42	-44	42	6.55
Giro Angular Izq.	39		-34	-58	50	5.60
Giro Angular Izq.	39		-26	-66	36	4.37
Insula Anterior Izq.		554	-32	22	-6	5.81
Giro Inferior Frontal Derecho			-50	20	-10	3.12
Insula Anterior Der.		607	30	24	-4	5.11
Giro Inferior Frontal Der.	44		48	20	6	3.27
Corteza Cingulada Anterior Der.	23	859	-2	-26	30	4.89
Corteza Cingulada Anterior Der.			-2	-10	28	4.15
Corteza Cingulada Anterior Izq.			12	-26	28	3.91
Núcleo Caudado Derecho		132	12	12	0	4.72
Putamen Derecho			18	6	-4	3.57
Giro Inferior Temporal Der.	37	504	-48	-52	-16	4.61
Giro Inferior Temporal Der.	37		-36	-60	-12	4.45
Giro Inferior Temporal Medial Der.	37		-58	-46	-12	2.89
Giro Occipital Fusiforme Der.	18	567	-18	-96	-8	4.51
Giro Occipital Inferior Izq.	18		-34	-88	-6	4.44
Giro Occipital Inferior Izq.			-26	-90	-4	4.25
Giro Inferior Occipital Der.	18	1218	36	-88	6	4.20
Giro Occipital Fusiforme Izq.	19		38	-76	-10	3.93

Tabla 3 Regiones cerebrales que estaban más activas cuando se obtenía feedback indicando que el participante había hecho bien la prueba de estimación, en comparación a cuando la había hecho mal. Todos los resultados son significativos a un p -voxel < 0.005 y un tamaño de cluster de 129 voxels. Las coordenadas se brindan en sistema mni.

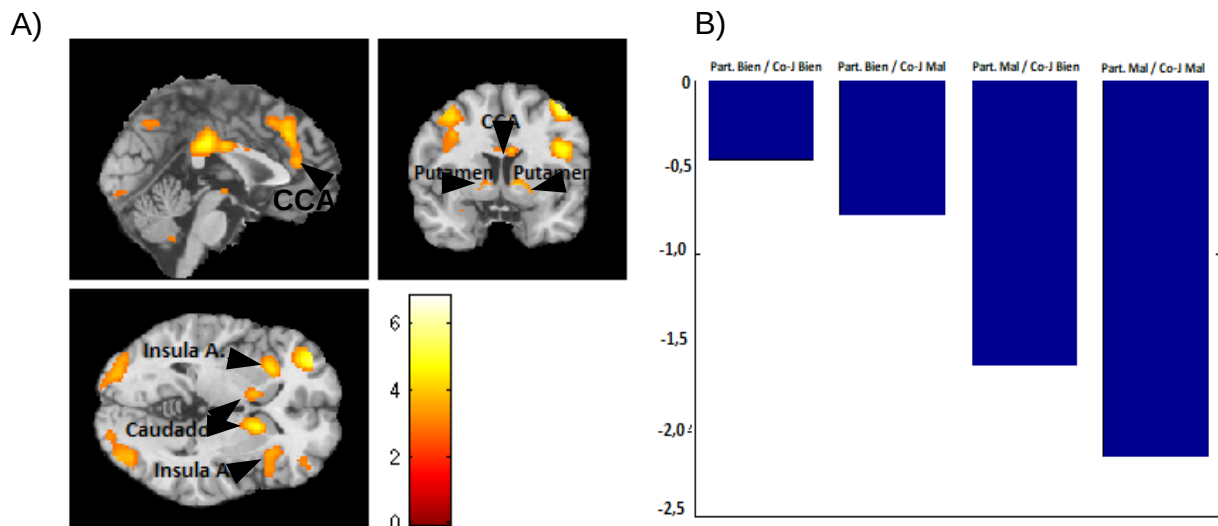


Figura 9 A) Regiones que estaban más activas cuando se obtenía feedback indicando que el participante había hecho bien la prueba de estimación, en comparación a cuando la había hecho mal. De especial interés, se observaron activaciones significativas en el núcleo caudado y el putamen, zonas que se han relacionado al circuito de recompensa. También se observaron activaciones en la Insula Anterior bilateral y en la Corteza Cingulada Anterior (CCA) Para que la imagen fuera más ilustrativas, se observan activaciones a un p -voxel < 0.005 sin corregir por múltiples comparaciones. B) Se observa el nivel de actividad del putamen (coordenadas $x=12, y=12, z=0$) para cada tipo de feedback.

Para analizar las activaciones debidas al resultado que obtenía el co-jugador en la prueba

de estimación temporal, se llevó a cabo un contraste entre aquellos feedbacks donde el co-jugador hacía bien la prueba de estimación y aquellos feedbacks donde la hacía mal. Los resultados de este contraste mostraron activación de la ínsula posterior, el giro pre-central derecho, la corteza motora suplementaria, el tronco cerebral, el giro parietal superior derecho y el giro post-central derecho (ver tabla 4 y figura 10).

	Area de Brodmann	Tamaño de cluster	x	y	z	T
Cojugador bien > Cojugador mal						
Giro Pre-Central Der.	6	388	38	-18	66	4.36
Giro Pre-Central Der.			26	-18	74	4.31
Giro Pre-Central Der.			44	-12	62	3.95
Corteza Motora Suplementario	24	147	8	-8	48	4.06
Tronco Cerebral		155	4	-28	-22	4.00
Giro Post-Central Der.	1	130	26	-38	58	3.86
Giro Parietal Superior Der.	5		28	-42	68	3.27
Insula Posterior		198	46	-10	0	3.64
Insula Posterior			46	-22	6	3.60

Tabla 4 Regiones cerebrales que estaban mas activas cuando se obtenía feedback indicando que el co-jugador habia bien la prueba de estimación, en comparación a cuando la habia hecho mal. Todos los resultados son significativos a un p-voxel < 0.005 y un tamaño de cluster de 129 voxels. Las coordenadas se brindan en sistema mni.

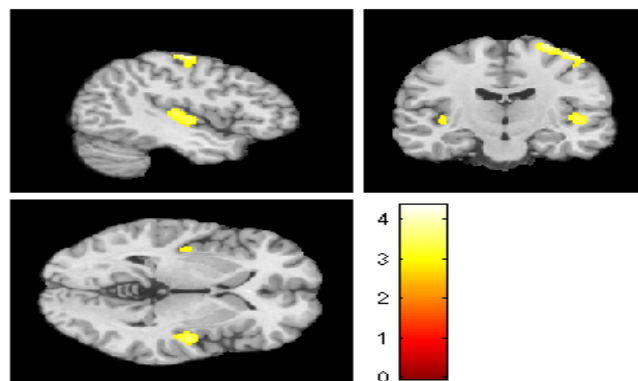


Figura 10 Regiones cerebrales que estaban mas activas cuando se obtenía feedback indicando que el co-jugador habia hecho bien la prueba de estimación, en comparación a cuando la habia hecho mal. Para que la imagen fuera mas ilustrativa, las activaciones que se observan son significativas a un p-voxel<0.005, sin corregir por múltiples comparaciones.

Además, se utilizó un contraste $[0 \ 0 \ -1/3 \ 1/3 \ 1/3 \ -1/3]$ para estudiar el efecto de la interacción entre los resultados del jugador y co-jugador sobre la actividad neural. A un nivel de significancia menor que el descrito en los Métodos (p-voxel<0,005 sin corregir por comparaciones múltiples) se observó una activación bilateral en la insula anterior.(ver figura 11).

Para observar de manera más detallada cómo se modulaba la actividad de la insula anterior, llevamos a cabo dos contrastes: BM – BB ($[0 \ 0 \ -1/3 \ 1/3 \ 0 \ 0]$) y MB – MM ($[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1/3 \ -1/3]$). Los resultados del contraste BM – BB no mostraron actividad en la ínsula anterior

(figura 12 A). Por el contrario el contraste MB – MM si mostró activación en la insula anterior (figura 12 B). En la fig. 12 B) se puede observar el nivel de activación de la ínsula anterior frente a cada tipo de feedback. Se observa que la activación es mayor cuando el participante hace bien la prueba de estimación en comparación a cuando la hace mal. A su vez, se puede ver que cuando hace mal la prueba de estimación la activación de la ínsula es mas baja si el co-jugador también hace mal la prueba de estimación en comparación a cuando el co-jugador la hace bien (fig. 12 C).

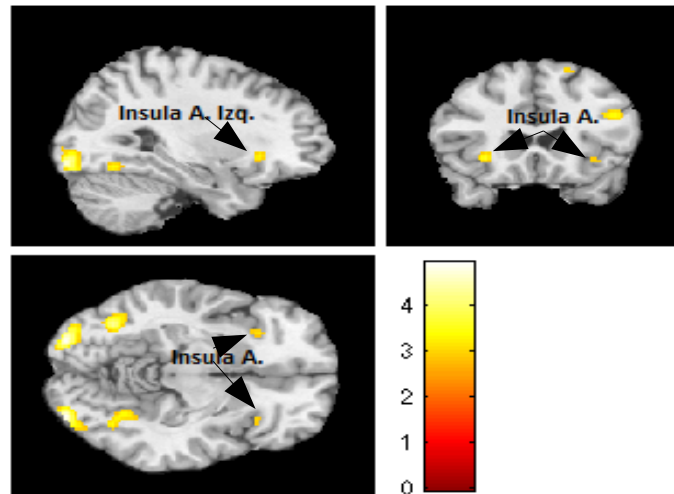


Figura 11 Regiones cerebrales cuya activadaa es modulada en base a una interacción entre el resultado del jugador y del co-jugador en la prueba de estimación. De especial interés, se observa que la actividad de la Insula anterior estaría modulada por esta interacción Para que la imagen fuera más ilustrativa, las activaciones que se muestran son significativas a un $p\text{-voxel} < 0.005$, sin corregir por múltiples comparaciones

Discusión Estudio 2

En este estudio se buscó utilizar la tarea TEAM2 obtenida a partir del estudio 1 en combinación con fMRI.

Desde el punto de vista comportamental, al igual que en el estudio 1, los participantes eligieron mas frecuentemente la opción “hacia arriba” que la opción “habia abajo” (tabla 2). También eligieron mas seguido las categorías que tenían mayor cantidad de estrellas (eligieron más la categoría de tres estrellas que la de dos estrellas y a su vez la de una estrella fue la menos elegida) (tabla 2). Sin embargo, la variabilidad en la toma de decisiones fue menor que en el piloto realizado en el estudio 1. Mientras que en dicho estudio la opción “hacia abajo” fue elegida en promedio en un 30% (tabla 1) de los ensayos, en el estudio 2 esta cantidad bajó a cerca de un 20% (tabla 2). Además, mientras que en el estudio 1 solamente un participante (de once que lo realizaron) nunca eligió la opción “hacia abajo” (figura 3 B), en el estudio 2 hubo seis participante (de veintiocho que se incluyeron en el estudio) que nunca eligieron dicha opción (figura 6 B). Creemos que estas diferencias pueden deberse en parte a la dificultad de recrear un escenario interactivo dentro del resonador. A su vez, el pasar un rato largo dentro del resonador puede resultar agotador. Por lo tanto el cansancio también puede haber influido sobre el nivel de involucramiento con

la tarea. Igualmente, cabe destacar que, si bien la variabilidad en el estudio 2 fue menor que en el estudio 1, la del estudio 2 continuó siendo mayor que la reportada para el trabajo de Fernández-Theoduloz y colaboradores (un promedio de 20% de elecciones hacia abajo en este estudio, contra 12% de elecciones de la opción individual en el estudio de Fernández-Theoduloz).

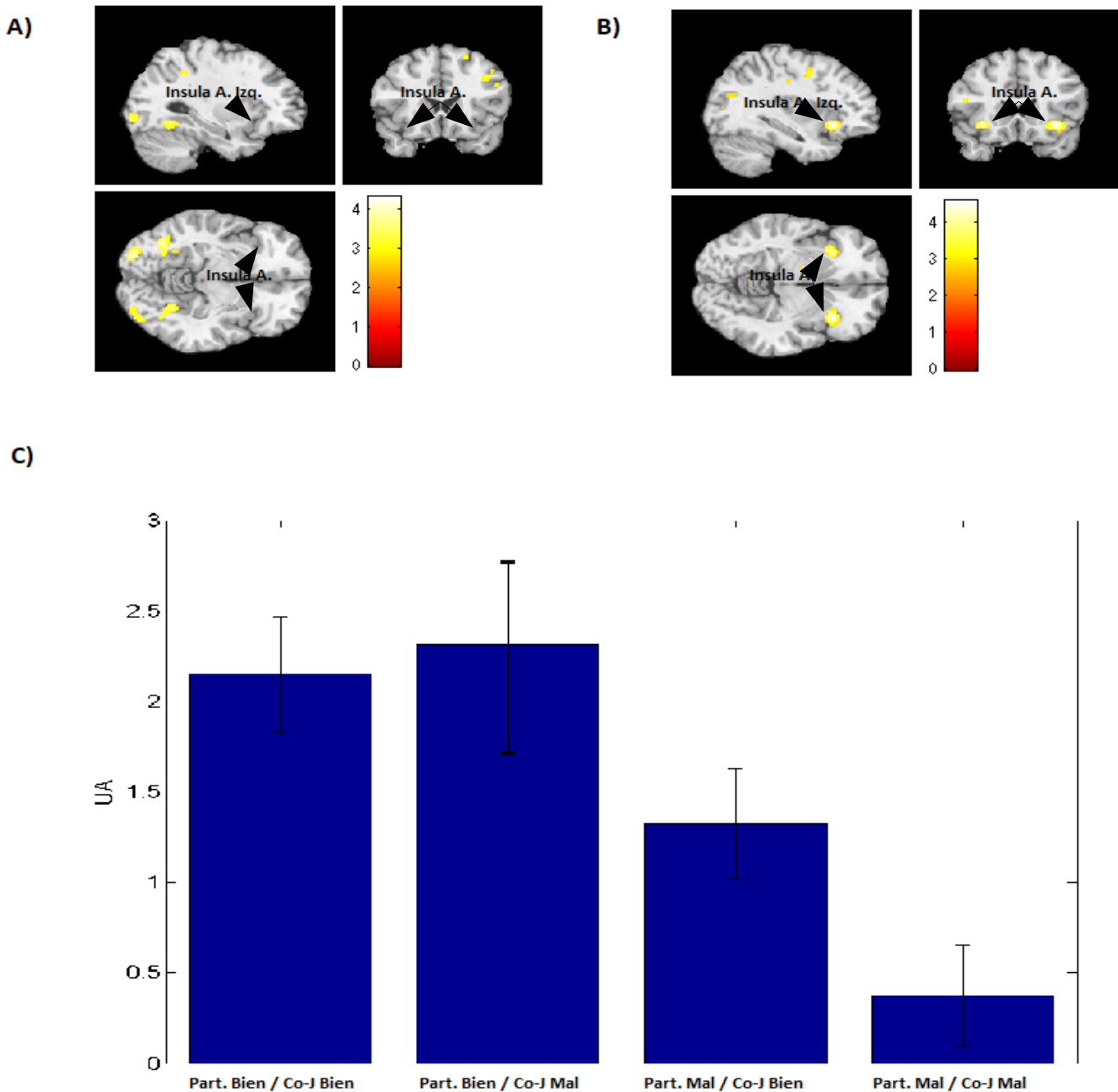


Figura 12. A) Regiones cerebrales que presentaban mayor actividad cuando se obtenía un feedback del tipo "participante mal / co-jugador bien" en comparación a cuando se obtenía un feedback del tipo "participante mal / co-jugador mal". De especial interés, se observa un mayor nivel de actividad en la Ínsula anterior. Para que las figuras fueran más ilustrativas, las activaciones que se muestran son significativas a un $p\text{-voxel} < 0.005$. B) Se muestra el nivel de actividad de la ínsula anterior ($x=-36, y=-18, z=-8$) en los momentos que se obtenía cada tipo de feedback. C) Se observa el nivel de activación promedio de la ínsula anterior. Se observa que en los feedbacks donde al participante le va bien, el nivel de actividad es mayor en comparación a cuando le va mal. A su vez, cuando al participante le va mal, se puede ver que el nivel de actividad es mayor cuando al co-jugador le va bien en comparación a cuando le va mal.

Desde un punto de vista emocional se observó que frente a la posibilidad de jugar con las

distintas categorías (una, dos y tres estrellas) los participantes reportaban mas felicidad para la categoría de tres estrellas que para el resto de las categorías (figura 7). Esto está en línea con la idea de que elegir la categoría de tres estrellas implica mayores chances de obtener un feedback del tipo participante bien / co-jugador bien, lo cual brinda el máximo puntaje. En consonancia con esta idea, para éste feedback se reportó mayor felicidad en comparación a los demás. Sin embargo, también se observó que jugar con una categoría de tres estrellas generaba mas vergüenza que jugar con una de una estrella (figura 7). Si bien esto parecería contradictorio con el hecho de que jugar con un jugador de tres estrellas genera la mayor felicidad, hay que tener en cuenta que jugar con una categoría de tres estrellas también implica mayores probabilidades de obtener un feedback del tipo participante mal / co-jugador bien, el cual lleva a una comparación social hacia arriba, la cual, como hemos venido mencionando se asocia a emociones negativas (Buunk & Brenninkmeyer, 2000; Buunk & Gibbons, 2007; Dvash et al., 2010; Gibbons & Gerrard, 1989; Luo et al., 2018). Esto también se ve respaldado por los reportes emocionales, que muestran que para dicho feedback se reportaban mayores emociones negativas.

En cuanto a las emociones reportadas frente a los distintos tipos de feedbacks, se obtuvieron resultados similares a los del estudio 1 (figura 8 A). Se observaron mayores niveles de emociones negativas frente al feedback “participante mal / co-jugador bien”, en comparación al resto de los feedback. También se vió nuevamente que para el feedback “participante bien / co-jugador bien” se reportaba mayor felicidad y menos emociones negativas que para el resto de los feedback. El hecho de que se hayan obtenidos resultados similares en ambos estudios y que a la vez esos resultados sean consistentes con lo esperado para la tarea, refuerza la idea de que la tarea logra, hasta cierto punto, colocar a los participantes en la situación deseada.

Se observó una correlación positiva entre el número de veces que los participantes elegían la opción “hacia abajo” y los niveles de vergüenza que reportaban sentir frente a jugar con un jugador de tres (figura 8B). Diversos estudios han mostrado que las comparaciones sociales hacia arriba se asocian con sentimientos de vergüenza (Fernández-Theoduloz et al., 2018; Gibbons & Gerrard, 1989). Puesto que elegir la opción de mayor categoría aumenta las probabilidades de obtener un tipo de outcome “participante mal / co-jugador bien”, el cual se asocia a comparaciones sociales hacia arriba, es probable que al momento de elegir con qué categoría jugar, una persona que es vergonzosa quiera evitar jugar con jugadores buenos y que por lo tanto elija a las opciones de menor categoría aunque sea económicamente menos redituable. Esta idea coincide con los reportes emocionales de la vergüenza ante los distintos tipos de feedback, donde se observó que el feedback “participante mal / co-jugador bien” generaba mas vergüenza que el resto de los feedback.

En cuanto a la activación neural durante los momentos de feedback de la tarea, nuestros datos muestran que los feedbacks donde el participante realiza la prueba de estimación correctamente tienen una menor de-activación en regiones del estriado, como el putamen y el núcleo caudado, en comparación a los feedbacks donde la realiza de manera incorrecta (tabla 3 y figura 9). Estas regiones se han asociado al circuito de recompensa del cerebro y se ha reportado que su actividad varía frente a recompensas, tanto materiales como sociales (Balleine, Delgado, & Hikosaka, 2007; Haber & Knutson, 2009; Ruff & Fehr, 2014).

Teniendo esto en cuenta, las variaciones en los niveles de actividad del estriado que se obtuvieron en este estudio pueden interpretarse como una reacción recompensante frente al hecho de haber realizado la prueba de estimación correctamente. De hecho, existen otras investigaciones que han reportado que el estriado responde de-activándose cuando no se obtiene una recompensa y no de-activándose cuando si se la obtiene (Breiter, Aharon, Kahneman, Dale, & Shizgal, 2001; Knutson, Fong, Adams, Varner, & Hommer, 2001). En un estudio llevado a cabo por Knutson y colaboradores en 2001 los participantes debían hacer una tarea donde recibían una recompensa monetaria si lograban hacerla correctamente, mientras que si no lo lograban no obtenían ninguna recompensa. Los resultados mostraron que cuando los participantes hacían mal la tarea y no obtenían la recompensa, el estriado se de-activaba, mientras que cuando la tarea se hacía bien y si se obtenía una recompensa el nivel de actividad no cambiaba.

Por otro lado, también es interesante notar que en nuestro estudio el nivel de actividad en el estriado se corresponde con lo reportado por los participantes en los reportajes emocionales. En éstos se observó que frente a los feedbacks donde se hacía la tarea correctamente se reportó mayor felicidad en comparación a aquellos donde se hacía de manera incorrecta (figura 8A). Esto es consistente con la idea de que el nivel de actividad del estriado estaría relacionado a sentimientos de recompensa provocados por los resultados que se obtienen en la prueba de estimación.

También se observó una mayor actividad de la ínsula anterior y de la corteza cingulada anterior en aquellos feedbacks donde el participante realizaba bien la prueba de estimación en comparación a cuando la realizaba mal (figura 12C). Se ha reportado que estas dos zonas forman parte de una red llamada "salience network" (Menon et al., 2007). La función de esta red se ha asociado a la detección de estímulos salientes, tanto positivos como negativos (Elliott et al., 2015; Metereau & Dreher, 2013; Uddin, 2016). En el contexto de esta tarea, una activación de la salience network frente a feedbacks donde el participante realiza bien la prueba de estimación podría interpretarse como la detección de un estímulo positivo que es poco frecuente. Recordemos que en la tarea realizar bien la prueba de estimación es algo positivo (permite obtener el máximo puntaje o desemboca en una comparación social hacia abajo), pero también es algo que ocurre pocas veces en comparación a la cantidad de veces que el participante se equivoca (ocurre solamente en un 30% de los ensayos). Por lo tanto, podría pensarse que el ver que se hizo bien la prueba de estimación, podría ser algo que resalte positivamente en comparación a hacerla mal. La activación de la salience network frente a estímulos positivos inesperados se ha reportado previamente (Bartra, McGuire, & Kable, 2013; Metereau & Dreher, 2013). En un estudio realizado por M. Metereau y J.C. Dreher en 2013 (Metereau et al., 2013) se les pidió a los participantes que hicieran una tarea en la cual se les brindaban de manera inesperada estímulos negativos y positivos. Específicamente, en la tarea se mostraba una figura en una pantalla, luego los participantes debían apretar un botón y a continuación podían ocurrir dos cosas: aparecía una pantalla gris o aparecía una pantalla con una imagen (que podía ser agradable o desagradable) seguida de un estímulo físico (jugo o agua salada respectivamente para cada imagen). En este estudio se observó que tanto para estímulos positivos como negativos los participantes mostraban una mayor activación de la ínsula anterior, la corteza cingulada anterior y algunas partes del estriado. Puesto que los

participantes nunca sabían cuando les iba a tocar una pantalla gris o cuando les iba a tocar el estímulo, los autores interpretaron que las activaciones se debían a la activación de una red cuya función era detectar estímulos inesperados con valor, ya sea positivo o negativo.

Por otro lado, al realizar el contraste para la interacción entre los resultados del jugador y del co-jugador se observó una modulación de la actividad de la ínsula anterior. Al realizar por separado los contrastes BM – BB y MB – MM se observó que la actividad de la ínsula anterior no variaba para el primer contraste, pero si lo hacía para el segundo (figura 12B). Esto quiere decir que cuando el participante hace bien la tarea no hay diferencia de actividad en la ínsula según como realice la tarea el cojugador. En cambio, cuando el participante realiza mal la tarea si hay modulación en la ínsula anterior según como realice la tarea el co-jugador. Específicamente, se observa mayor actividad en la ínsula anterior para el resultado “participante mal / co-jugador bien” que para el resultado “participante mal / co-jugador mal”.

La diferencia de actividad que existe entre los feedbacks “participante mal / co-jugador bien” y “participante mal / co-jugador mal” podría interpretarse como consecuencia de una comparación hacia arriba. Si bien en ambos feedbacks se obtiene el mismo puntaje, el feedback “participante mal / co-jugador bien” significa que el participante acaba comparándose hacia arriba, mientras que el feedback “participante mal / co-jugador mal” significa que el participante se compara lateralmente. La activación de la ínsula ante comparaciones sociales hacia arriba ha sido reportada y parece señalar emociones negativas asociadas a este tipo de comparaciones (como el hecho de ser peor que otro) (Dvash et al., 2010; Lindner et al., 2018; Luo et al., 2018). Sin embargo, como se comentaba en la discusión del estudio 1, en la situación “participante mal / co-jugador bien” el equipo pierde la oportunidad de ganar el máximo puntaje porque el participante se equivocó, por lo que esta situación podría generar sentimientos de culpa. De hecho, en los cuestionarios emocionales se observó que el feedback “participante mal / co-jugador bien” generaba mayor culpa en comparación al resto de los feedbacks. Por lo tanto, no podemos asegurar que la activación de la ínsula anterior se deba a una comparación social hacia arriba y no a una mayor culpa que genera la situación “participante mal / co-jugador bien” en comparación a la situación “participante mal / co-jugador mal” o a un efecto combinado de culpa y emociones asociadas a las comparaciones sociales hacia arriba (como vergüenza o nerviosismo, las cuales también fueron reportadas con mayor intensidad frente al feedback “participante mal / co-jugador bien” en comparación al resto de los feedbacks).

Limitaciones

Este estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, si bien se logró mejorar el balance en cuanto a la toma de decisiones, la condición “hacia abajo” continua ocurriendo significativamente menos que la condición hacia arriba. Por esta razón, no incluimos en este estudio contrastes entre las activaciones asociadas a elegir la opción “hacia arriba” y aquellas asociadas a elegir la opción “hacia abajo”. Además, el feedback “participante bien / co-jugador mal”, ocurrió en promedio aproximadamente cuatro veces para cada participante. Este número de repeticiones es bastante mas bajo que el número de veces que ocurrían el resto de los feedbacks. Esto hace que la varianza al momento de calcular

las activaciones asociadas al feedback “participante bien / co-jugador mal” sea mucho mayor en comparación a la varianza asociada a otros feedbacks. Esto podría influir en los resultados obtenidos al momento de realizar contrastes de primer nivel entre el feedback “participante bien / co-jugador mal” y el resto de los feedbacks.

Por otro lado, la muestra de participantes incluyó solamente personas universitarias que tuvieran entre 18 y 35 años, lo que puede dificultar la generalización a otras poblaciones.

Perspectivas a futuro

Este trabajo se hizo con el fin de adaptar una tarea comportamental para facilitar su uso en combinación con la técnica de fMRI, con vistas a llevar a cabo un experimento con población depresiva. Si bien el balance en el número de veces que ocurría cada condición mejoró con respecto a la tarea TEAM, aún no se llega a un balance que permita superar algunos problemas estadísticos. Nuestro grupo de investigación ha continuado trabajando en posibles modificaciones que se le puedan hacer a la tarea para generar un mejor balance en la toma de decisiones. Uno de los cambios que hemos probado es sustituir la prueba de estimación del tiempo por una prueba que involucre una habilidad que sea de mayor relevancia para los participantes. Esta idea surge ya que a lo largo de los pilotos se observó que muchos participantes se aburrían de la prueba de estimación del tiempo y por lo tanto acababan poco comprometidos en la tarea. En este sentido, existe literatura que afirma que cuando una persona se compara socialmente con respecto a una habilidad que es relevante para ella, las emociones asociadas a la comparación social son más intensas que si se compara con respecto a una habilidad que no es relevante (Stapel & Koomen, 2001; Tesser & Collins, 1988). Por lo tanto, durante el año pasado se realizaron una serie de pilotos donde se sustituyó la prueba de estimación del tiempo por preguntas sobre cultura general. Los resultados de dichos pilotos mostraron una variabilidad mayor en la toma de decisiones a la observada en el estudio 1 de esta tesis, llegando a casi un 40% de decisiones hacia abajo. Por lo tanto, sería importante realizar pilotos con algunos sujetos dentro del resonador utilizando esta tarea, de manera de comprobar si la variabilidad en la toma de decisiones se sigue manteniendo.

Como mencionábamos al principio del trabajo, este estudio se hizo en vistas de una investigación futura, en la que se estudiará si existen diferencias neurales entre personas deprimidas y controles en cuanto a la toma de decisiones en contextos de comparación social. En base a estudios previos, sería esperable que algunas de las activaciones que se observan en nuestro trabajo, se encontraran alteradas si se aplica la misma tarea a una población con depresión. Por ejemplo, se ha reportado que personas deprimidas presentan una hipoactivación del estriado frente a recompensas materiales. Por lo tanto, sería interesante ver si frente a los outcomes donde el participante hace bien la prueba de estimación, participantes deprimidos presentan el mismo nivel de de-activación que personas control, o si este varía. Por otro lado, también existen estudios que indican que personas deprimidas tienden a tener mayor actividad de la ínsula anterior cuando les son presentados estímulos aversivos. En este sentido, sería esperable que éstas personas tengan mayor actividad de la ínsula frente a los feedback del tipo “participante mal / co-jugador bien” en comparación a una población control.

Conclusiones

En este estudio se modificó una tarea comportamental (tarea TEAM) a efectos de generar una nueva tarea (TEAM2), en la cual la variabilidad en la toma de decisiones intra-sujetos fuera mayor. Si bien se logró aumentar esta variabilidad, aún continúan habiendo problemas con respecto a la cantidad de veces que se elige cada opción de la tarea, por lo que sería conveniente seguir modificando la tarea con el fin de que la toma de decisiones sea aún más variada.

En cuanto a los resultados neurales de la tarea, se observó una de-activación del putamen y del estriado cuando el participante recibía feedback indicando que había hecho de manera incorrecta una prueba de estimación temporal. Esto va de acuerdo con literatura previa, que indica que hacer algo de manera incorrecta y perder una recompensa como consecuencia puede generar de-activación del estriado. Por otro lado, se observó una mayor actividad de la ínsula anterior frente a feedbacks que indicaban que el participante hacía bien la tarea de estimación en comparación a los feedback que indicaban que la había hecho mal. En estos feedbacks es probable que la ínsula se encuentre señalando eventos salientes y positivos a través de la salience network. A su vez, en los feedbacks donde el participante hacía mal la prueba de estimación, la actividad de la ínsula es mayor cuando el co-jugador hace bien la prueba en comparación a cuando la hace mal. Esto puede interpretarse desde el punto de vista de las comparaciones sociales, donde la ínsula parecería estar señalando procesos aversivos relacionados a compararse hacia arriba. Sin embargo, también es probable que la actividad de la ínsula anterior esté siendo modulada por sentimientos de culpa asociados a que en el feedback “participante mal / co-jugador bien” no se obtiene el máximo puntaje porque el participante se equivoca en la prueba de estimación.

Este es el primer proyecto de investigación de nuestro país que utiliza la técnica de resonancia magnética funcional. El hecho de haber obtenido resultados que son consistentes con literatura previa hace creer que la puesta a punto del resonador magnético del CUDIM para obtener datos de resonancia magnética funcional, así como los análisis hechos de los datos obtenidos, están siendo realizados de manera correcta. Por lo tanto, este estudio podrá aportar en el desarrollo de investigaciones futuras que utilicen la herramienta de fMRI para estudiar actividad neural.

Bibliografía

- American Psychiatric Association. Task Force on DSM-IV. (1994). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV. Washington DC: American Psychiatric Association.
- Armony, J. L., Trejo-Martínez, D., & Hernández, D. (2012). Resonancia magnética funcional (RMF): principios y aplicaciones en neuropsicología y neurociencias cognitivas. *Neuropsicología Latinoamericana*, 4(2).
- Balleine, B. W., Delgado, M. R., & Hikosaka, O. (2007). The Role of the Dorsal Striatum in

Reward and Decision-Making, 27(31), 8161–8165.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1554-07.2007>

- Bartra, O., McGuire, J. T., & Kable, J. W. (2013). The valuation system: A coordinate-based meta-analysis of BOLD fMRI experiments examining neural correlates of subjective value. *NeuroImage*, 76, 412–427. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2013.02.063>
- Bault, N., Jof, M., Rustichini, A., & Coricelli, G. (2011). Medial prefrontal cortex and striatum mediate the influence of social comparison on the decision process, 108(38).
<https://doi.org/10.1073/pnas.1100892108>
- Bault, N., Joffily, M., Rustichini, A., & Coricelli, G. (2011). Medial prefrontal cortex and striatum mediate the influence of social comparison on the decision process. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(38), 16044–16049.
- Beck, A. T., & Bredemeier, K. (2016). A Unified Model of Depression: Integrating Clinical, Cognitive, Biological, and Evolutionary Perspectives. *Clinical Psychological Science*, 4(4). Retrieved from <http://doi.org/10.1177/2167702616628523>
- Beck, A. T., Ward, H. C., & Mendelson, M. (1961). An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry*, 4, 561–571.
- Bobes, J., Badía, X., Luque, A., García, M., González, M. P., & Dal-Ré, R. (1999). Validation of the Spanish version of the Liebowitz social anxiety scale, social anxiety and distress scale and Sheehan disability inventory for the evaluation of social phobia. *Medicina Clínica*, 112(14), 530–538. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10363239>
- Breiter, H. C., Aharon, I., Kahneman, D., Dale, A., & Shizgal, P. (2001). *Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses*. *Neuron*, 30(2).
- Buunk, A. P., & Brenninkmeyer, V. B. (2000). Social comparison processes among depressed individuals: Evidence for the evolutionary perspective on involuntary subordinate strategies?
- Buunk, A. P., & Gibbons, F. X. (2007). Social comparison: The end of a theory and the emergence of a field. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 102 (1), 3–21.
- Cacioppo, J. T., Hughes, M. E., Waite, L. J., Hawkley, L. C., & Thisted, R. A. (2006). Loneliness as a Specific Risk Factor for Depressive Symptoms : Cross-Sectional and Longitudinal Analyses, 21(1), 140–151. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.1.140>
- Disner, S. G., Beevers, C. G., Haigh, E. A. P., & Beck, A. T. (2011). Neural mechanisms of the cognitive model of depression, 12(August). <https://doi.org/10.1038/nrn3027>
- Dvash, J., Gilam, G., Ben-ze, A., Hendler, T., & Shamay-tsoory, S. G. (2010). The Envious Brain : The Neural Basis of Social Comparison, 1750, 1741–1750.
<https://doi.org/10.1002/hbm.20972>

- Elliott, M. A., Kable, J. W., Gur, R. C., Bassett, D. S., Leibenluft, E., Ruparel, K., Thase, M. E. (2015). Common and Dissociable Dysfunction of the Reward System in Bipolar and Unipolar Depression. *Neuropsychopharmacology*, 40(9), 2258–2268.
<https://doi.org/10.1038/npp.2015.75>
- FERNÁNDEZ THEODULOZ, Gabriela.. Estudio de la toma de decisiones asociada a interacciones sociales en personas con depresión [en línea] Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Psicología, 2016
- Fernández-Theoduloz, G., Paz, V., Nicolaisen-Sobesky, E., Pérez, A., Buunk, A. P., Cabana, A., & Gradin, V. B. (2018). Social avoidance behaviour triggered by social comparison processes in depression.
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7(2), 117–140.
- Fliessbach, K., Weber, B., Trautner, P., Dohmen, T., Sunde, U., Elger, C. E., & Falk, A. (2007). Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science*, 318(5854), 1305–1308.
- Fredman, L., Weissman, M. M., Leaf, P. J., & Bruce, M. L. (1988). Social functioning in community residents with depression and other psychiatric disorders: results of the New Haven Epidemiologic Catchment Area Study. *Journal of Affective Disorders*, 15(2), 103–112.
- Friston, K. J. (2009). Modalities, modes, and models in functional neuroimaging. *Science*, 326(5951), 399–403.
- Gibbons, F. X., & Gerrard, M. (1989). Effects of upward and downward social comparison on mood states. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 8(1), 14–31.
- González, C. O. (2014). *Resonancia Magnética Funcional (RMF) hecha fácil*.
- Gradin, V. B., Pérez, A., MacFarlane, J. A., Cavin, I., Waiter, G., & Engelmann J. (2015). Abnormal brain responses to social fairness in depression: an fMRI study using the Ultimatum Gam. *Psychological Medicine*, 45(6), 1241–1251.
- Guyer, J., & Johnston, T. V. (2018). Upward and downward social comparisons: A brief historical overview, (July). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8>
- Haber, S. N., & Knutson, B. (2009). The Reward Circuit : Linking Primate Anatomy and Human Imaging. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 4–26.
<https://doi.org/10.1038/npp.2009.129>
- Hirschfeld, R., Montgomery, S. A., Keller, M. B., Kasper, S., Schatzberg, A. F., Möller, H. J., & Montenegro, R. (2000). *Social functioning in depression: a review*. The Journal of clinical psychiatry.
- Iosifescu, D. V. (2012). The relation between mood , cognition and psychosocial functioning in psychiatric disorders. *European Neuropsychopharmacology*, 22, 499–504.
<https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2012.08.002>

- Kedia, G., Mussweiler, T., & Linden, D. E. (2014). Brain mechanisms of social comparison and their influence on the reward system. *NeuroReport*, 25(1255.).
- Kennedy, N., Foy, K., Sherazi, R., McDonough, M., & Long-term, M. P. (2007). Long-term social functioning after depression treated by psychiatrists : a review, (6), 25–37.
- Knutson, B., Fong, G. W., Adams, C. M., Varner, J. L., & Hommer, D. (2001). *Dissociation of reward anticipation and outcome with event-related fMRI*. *Neuroreport*, 12(17).
- Kupferberg, A., Bicks, L., & Hasler, G. (2016). *Social functioning in major depressive disorder*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.07.002>
- Lindner, M., Rudolf, S., Birg, R., Falk, A., Weber, B., & Fliessbach, K. (2015). Neural patterns underlying social comparisons of personal performance. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu087>
- Lindner, M., Rudolf, S., Birg, R., Falk, A., Weber, B., & Fliessbach, K. (2018). Neural patterns underlying social comparisons of personal performance, (June). <https://doi.org/10.1093/scan/nsu087>
- Luo, Y., Feng, C., & Eickhoff, S. B. (2018). Social Comparison in the Brain : A Coordinate-Based meta-Analysis of Functional Brain Imaging Studies on the Downward and Upward Comparisons, 458(August 2017), 440–458. <https://doi.org/10.1002/hbm.23854>
- McClure, E. B., Parrish, J. M., Nelson, E. E., Easter, J., Thorne, J. F., Rilling, J. K., ... Pine, D. S. (2007). Responses to Conflict and Cooperation in Adolescents with Anxiety and Mood Disorders, 567–577. <https://doi.org/10.1007/s10802-007-9113-8>
- Menon, V., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., Greicius, M. D., Seeley, W. W., ... Schatzberg, A. F. (2007). Dissociable Intrinsic Connectivity Networks for Salience Processing and Executive Control. *Journal of Neuroscience*, 27(9), 2349–2356. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5587-06.2007>
- Metereau, E., & Dreher, J. C. (2013). Cerebral correlates of salient prediction error for different rewards and punishments. *Cerebral Cortex*, 23(2), 477–487. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs037>
- Ottenbreit, N. D., & Dobson, K. S. (2004). Avoidance and depression : the construction of the Cognitive – Behavioral Avoidance Scale, 42, 293–313. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(03\)00140-2](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(03)00140-2)
- Papakostas, G. I., Petersen, T., Mahal, Y., Mischoulon, D., Fava, M. (2004). Quality of life assessments in major depressive disorder : a review of the literature, 26, 13–17. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2003.07.004>
- Peirce, J. W. (2008). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2, 10. <https://doi.org/10.3389/neuro.11.010.2008>
- Rojas-Barahona, C. A., Zegers, B., & Förster, C. E. (2009). Rosenberg self-esteem scale: validation in a representative sample of Chilean adults. *Revista Medica de Chile*,

137(6), 791–800. <https://doi.org/S0034-98872009000600009>

- Ruff, C. C., & Fehr, E. (2014). The neurobiology of rewards and values in social decision making. *Nature Publishing Group*, *15*(8), 549–562. <https://doi.org/10.1038/nrn3776>
- Schneider, S., & Schupp, J. (2011, January 16). The Social Comparison Scale: Testing the Validity, Reliability, and Applicability of the Iowa-Netherlands Comparison Orientation Measure (INCOM) on the German Population. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1772742
- Slotnick, S. D. (2017). Cluster success: fMRI inferences for spatial extent have acceptable false-positive rates. *Cognitive Neuroscience*, *8*(3), 150–155. <https://doi.org/10.1080/17588928.2017.1319350>
- Slotnick, S. D., Moo, L. R., Segal, J. B., & Hart, J. (2003). Distinct prefrontal cortex activity associated with item memory and source memory for visual shapes. *Cognitive Brain Research*, *17*(1), 75–82. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(03\)00082-X](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(03)00082-X)
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E. (1970). The state-trait anxiety inventory (test manual). Palo Alto, CA, Consulting Psychologists, 22.
- Spijker, J., Graaf, R., Bijl, R. V., Beekman, A. T. F., Ormel, J., & Nolen, W. A. (2004). Functional disability and depression in the general population. Results from the Netherlands Mental Health Survey and Incidence Study (NEMESIS). *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *110*(3), 208–214. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2004.00335.x>
- Stapel, D. A., & Koomen, W. (2001). I, we, and the effects of others on me: How self-construal level moderates social comparison effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*(5), 766–781. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.5.766>
- Stravynski, A., & Boyer, R. (2001). Loneliness in Relation to Suicide Ideation and Parasuicide: A Population-Wide Study. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, *31*(1), 32–40. <https://doi.org/10.1521/suli.31.1.32.21312>
- Swallow, S. R., & Kuiper, N. A. (1988). Social comparison and negative self-evaluations: An application to depression. *Clinical Psychology Review*, *8*(1), 55–76. [https://doi.org/10.1016/0272-7358\(88\)90049-9](https://doi.org/10.1016/0272-7358(88)90049-9)
- Tesser, A., & Collins, J. E. (1988). Emotion in Social Reflection and Comparison Situations: Intuitive, Systematic, and Exploratory Approaches. *Journal of Personality and Social Psychology*, *55*(5), 695–709. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.55.5.695>
- Uddin, L. Q. (2016). Functions of the Salience Network. In *Salience Network of the Human Brain* (pp. 11–16). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804593-0.00003-5>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3397865>
- Watson, D., & Friend, R. (1969). Measurement of social-evaluative anxiety. *Journal of*

Consulting and Clinical Psychology, 33(4), 448–457. <https://doi.org/10.1037/h0027806>

Wiltermuth, S. S., & Cohen, T. R. (2014). Journal of Personality and Social Psychology “ I ’ d Only Let You Down ”: Guilt Proneness and the Avoidance of Harmful Interdependence “ I ’ d Only Let You Down ”: Guilt Proneness and the Avoidance of Harmful Interdependence.

Woody, M. L., & Gibb, B. E. (2015). Integrating NIMH Research Domain Criteria (RDoC) into depression research. *Current Opinion in Psychology*, 4, 6–12. <https://doi.org/10.1016/J.COPSYC.2015.01.004>

World Health Organization (2018). Depression. Retrieved February 27, 2019, from <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/depression>

Zubeidat, I., Salinas, J. M., & Sierra, J. C. (2007). *Escala de Miedo a la Evaluación Negativa y Escala de Evitación y Malestar Social: fiabilidad y validez en una muestra de adolescentes españoles Fear of Negative Evaluation Scale and Social Avoidance and Distress Scale: Reliability and validity in a Spanish adolescents sample* (Vol. 18). Retrieved from <http://scielo.isciii.es/pdf/clinsa/v18n1/v18n1a05.pdf>

Agradecimientos

Al CIBPSI, por brindarme un ambiente de trabajo especial para desarrollar mi estudio y crecer como investigador.

Al CUDIM, por dejarnos usar su escáner y brindarnos apoyo técnico.

A la Dra. Victoria Gradín por enseñarme acerca de las bases neurales de los trastornos mentales y de las comparaciones sociales. Por guiarme durante todo este proceso de aprendizaje, estando siempre dispuesta a responder mis dudas. Por ayudarme a iniciar un camino en la investigación.

Al Dr. Alvaro Cabana, por ayudar con la estadística del estudio y con el diseño de la tarea TEAM2. Por siempre estar dispuesto a ayudar y por dar para adelante con la realización de esta investigación.

A la Mag. Gabriela Fernández-Theoduloz, por permitirme modificar la tarea TEAM que había utilizado en su maestría. Por ayudarme con la programación de TEAM2 y con el análisis estadístico de los datos comportamentales de este estudio.

A Sebastián y Laura, por ayudarme en el desarrollo de la tarea TEAM2 y en la realización de los pilotos comportamentales.

A Eliana Nicolaisen y Valentina Paz, por sus valiosos aportes y por estar siempre dispuestas a ayudar.

A Alfonso Pérez, por su ayuda con la programación en Psychopy y Matlab. Por su ayuda en el seteo del sistema de adquisición de datos en el resonador.

A Natalia, Dahiana, Javier, Patricia, Enrique, Margarita, Virginia, Verónica, Carlos, Martín, Laura y Oscar por ayudar con las sesiones experimentales en el estudio de resonancia.

Al Dr. Gordon Waiter, por sus valiosos aportes para el análisis de datos de resonancia.

Al CUDIM, por prestar sus servicios de resonancia para que podamos realizar la adquisición de datos de fMRI.

A todos los que forman parte del CIBPsi, por generar un ambiente de trabajo muy agradable.

A Julieta Pomi, por estar y apoyarme siempre. Por ayudarme y bancarme cuando sea que lo precise.

A mis amigos de Facultad, compartir con ellos la carrera fue algo único.

A mis padres y mi hermana, por apoyarme en todo proyecto. Por siempre estar dispuestos a ayudarme con lo que precise.

A mi abuela, por estar siempre atenta a lo que me pasa.

Al resto de mi familia, por acompañarme desde siempre.

Al resto de mis amigos, sin ellos, nada de esto hubiera sido posible.

A todos los que se acercaron como voluntarios para el experimento.