



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Formas, colores y espacio: El impacto de referentes concretos en el procesamiento de conceptos abstractos

Tesis de Maestría presentada al Programa de Posgrado en Ciencias Cognitivas, Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, como parte de los requisitos necesarios para la obtención del título de Magíster en Ciencias Cognitivas

Mauricio Castillo Fernandez

Director de tesis

Dr. Roberto Aguirre / Universidad de la República (Uruguay)

Codirector de tesis

Dr. Julio Santiago / Universidad de Granada (España)

Maestría en Ciencias Cognitivas Facultad de Ciencias

Universidad de la República

Montevideo – Uruguay

Agosto 2024

Índice

Índice de tablas.....	4
Índice de figuras.....	5
Agradecimientos.....	6
1. Introducción.....	7
1.1. Conceptos, rasgos y taxonomías.....	7
1.2. Conceptos concretos y abstractos.....	11
1.3. Mecanismos cognitivos y neurales implicados.....	19
1.3.1. Sistema representacional.....	20
1.3.1.1. Sistema representacional para conceptos emocionales.....	24
1.3.2. Sistema de activación, integración y control semántico.....	26
1.4. Formas, colores y espacio: entidades concretas relacionadas con conceptos emocionales.....	29
1.4.1. Forma.....	29
1.4.2. Color.....	31
1.4.3. Espacio.....	34
2. Objetivo general y objetivos específicos.....	37
2.1. Objetivo general.....	37
2.2. Objetivos específicos.....	37
3. Resultados esperados.....	37
4. Metodología.....	38
4.1. Recaudos éticos.....	38
4.2. Participantes.....	38
4.3. Materiales.....	38
4.4. Procedimiento.....	40
4.5. Diseño estadístico.....	42
5. Resultados.....	43
5.1. Precisión.....	44
5.2. Tiempos de reacción.....	47
6. Discusión.....	51
6.1. Conclusión.....	56
Referencias.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Adjetivos utilizados en la tarea experimental</i>	38
Tabla 2. <i>Puntuaciones de los estímulos dadas por los participantes</i>	43
Tabla 3 <i>Tasa de acierto por condición experimental</i>	43
Tabla 4. <i>Modelo de MLMG para precisión</i>	44
Tabla 5. <i>Modelo de MLM para tiempos de reacción</i>	47

Índice de figuras

Figura 1. <i>Red semántica</i>	10
Figura 2. <i>The Situated Action Cycle</i>	13
Figura 3. <i>Representación global de los sistemas de memoria retrospectiva</i>	19
Figura 4. <i>Lóbulo temporal anterior Hub amodal</i>	20
Figura 5. <i>Componentes principales de modelos semánticos de voxel-wise.</i>	22
Figura 6. <i>Módulos en los que se nuclean los tractos de materia blanca y los nodos de materia gris involucrados en el procesamiento semántico</i>	26
Figura 7. <i>Kiki y Bouba</i>	29
Figura 8. <i>Mapa de calor sobre el promedio global de la probabilidad de asociar un determinado color a una emoción</i>	32
Figura 9. <i>Estímulos de la tarea interferencia dibujo-palabra</i>	39
Figura 10. <i>Secuencia temporal de los estímulos</i>	41
Figura 11. <i>Tasa de acierto en función de la valencia del adjetivo y el color del estímulo</i> ...	46
Figura 12. <i>Tiempos de reacción de las formas en función de la valencia del adjetivo</i>	48
Figura 13. <i>Tiempo de reacción en función de la valencia del adjetivo y del color del referente concreto</i>	49

Agradecimientos

Roberto Aguirre: Por aceptar ser mi tutor, brindarme oportunidades formativas y de trabajo desde que formo parte de su grupo de investigación, acompañarme en el proceso de elaboración de la tesis y darme el espacio para trabajar tranquilo.

Julio Santiago: Por aceptar ser mi cotutor, brindarme su guía en la elaboración de la tesis, y visitarnos en el 2023 para tener un mejor intercambio.

Marc Ouellet: Porque la idea nuclear de este estudio se desprendió de una charla de laboratorio cuando nos visitó.

CAP: Por apoyarme monetariamente por 3 meses a través de la beca de finalización de posgrado.

Comité de ética del IIBCE: Por aceptar la revisión de mi tesis debido a la disolución del Comité de la Facultad de Psicología.

Diego Valverde: Por diseñar los referentes concretos.

Gabriel Baez: Por diseñarme los elementos gráficos para convocar participantes

Padre y madre: Por insistir y apoyar mis estudios

Pilar Rodriguez, Juan Soca y Cecilia Fresnedo: Por permitirme dedicar muchísimas horas de trabajo al desarrollo de mi tesis.

Eugenia Mozzo (pareja) y amigos: Por bancar mis ausencias y ser mi sostén emocional cada vez que mi salud mental se deterioró.

Participantes del estudio: por brindar su tiempo y realizar el estudio.

MAL y CIBPsi: Por escucharme y por compartir sus frustraciones y aciertos. Por brindar un espacio sumamente propicio para el desarrollo de un posgrado, con materiales obtenidos por financiamientos y DTs, con personas que dedican su tiempo para ayudarme(nos).

1. Introducción

En el marco de las Ciencias Cognitivas, necesitamos comprender cómo se forman, almacenan y utilizan los conceptos. Este esfuerzo es fundamental para entender los mecanismos que subyacen al lenguaje y el pensamiento humano. A fin de atender dicho propósito, la sección teórica de esta tesis se ordenará del siguiente modo. En el apartado 1.1. de esta tesis, se expondrá qué son los conceptos, cómo nos permiten organizar la información, crear clasificaciones a partir de rasgos comunes, clasificarla en taxonomías a partir de sus rasgos comunes. En el apartado 1.2., se presentarán los principales debates teóricos sobre la distinción entre conceptos concretos (perceptibles a través de nuestros sentidos) y abstractos (basados en ideas). Esta diferenciación es parte de un debate actual sobre la conceptualización, y sobre cómo la mente y el cerebro representa esta información. En el apartado 1.3., se desarrollarán los mecanismos cognitivos y neuronales involucrados en el procesamiento conceptual, y en especial, el de los conceptos concretos y abstractos.. Los estudios sobre estos mecanismos son cruciales para entender las bases biológicas de la cognición y la forma en que nuestras experiencias y contextos culturales moldean nuestro pensamiento. Por último, en el apartado 1.4., se desarrollarán los principales aportes sobre el procesamiento de tres entidades concretas (forma, color y espacio) en relación a conceptos abstractos con valencia emocional; elementos que serán utilizados en el experimento a desarrollar en esta tesis.

1.1. Conceptos, rasgos y taxonomías

Los conceptos son representaciones mentales sobre objetos, ideas, situaciones, o entidades (Murphy, 2010). A su vez, estos pueden ser descompuestos en rasgos, atributos o características que lo definen o que están asociadas a ellos. Los conceptos se construyen a

través de las experiencias directas y/o indirectas (p. ej., a través del relato de otra persona) que tienen las personas con las entidades a conceptualizar. Por lo tanto, estas representaciones, además de contener al concepto en sí mismo, si es relevante en su definición, pueden tener enlazadas las vivencias subjetivas (Murphy, 2010). Ejemplo de esto son las valoraciones emocionales (p. ej., tristeza, alegría, miedo), morales (p. ej., bueno versus malo) o las asociaciones eventuales (p. ej., el lugar o momento donde ocurre o sucede un evento asociado a un concepto).

Un concepto puede ser etiquetado con un ítem léxico (palabra o seña), lo cual facilita su recuperación o su comunicación, así como el acceso al conjunto de características o rasgos que lo definen de manera implícita (Murphy, 2010). Por ejemplo, el concepto PERRO¹ alude a un animal concreto con una representación y características específicas: ser vivo, mamífero, cuadrúpedo, etc.

Tanto los conceptos como sus rasgos se agrupan con otros individuos con los cuales comparten características bajo conceptos de orden superior, a fin de remitir a dominios conceptuales más amplios (Langacker, 1987). Estas similitudes son el criterio que define a la categoría que los agrupa (Hampton y Dubois, 1993, citado en Murgui, 2005). A modo de ejemplo, los medios que permiten la locomoción de un lugar a otro, como son las bicicletas, los autos, las camionetas (por nombrar algunos), los agrupamos como VEHÍCULOS en una categoría² superior (taxonomía), también llamados dominios conceptuales. Incluso, podemos generar una subcategoría a través de los rasgos que los componen estructuralmente. Por ejemplo, la cantidad de ruedas nos permite diferenciarlos entre BIRRODADOS, MONOCICLOS, TRICICLOS o CUATRICICLOS. También se pueden categorizar a través

¹ Como está convenicionalizado en estudios semánticos, se usarán las mayúsculas para referirse a conceptos (p. ej., CANARIO) y las minúsculas para referirse a palabras (p. ej., canario).

² En gran parte de los estudios sobre semántica, “categoría” y “concepto” son utilizados de manera sinónimica.

de su funcionamiento: VEHÍCULO MOTORIZADO o de TRACCIÓN A SANGRE, por nombrar algunas de las posibles categorizaciones.

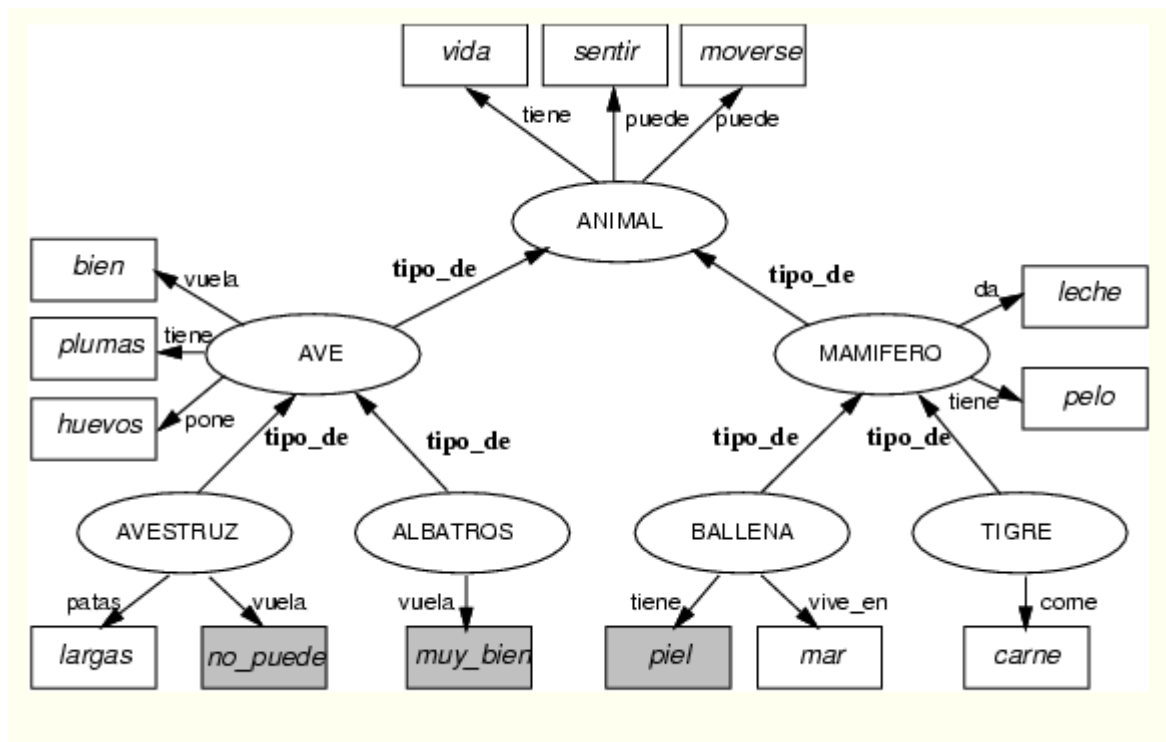
Dos de los principales modelos que explican el proceso de categorización son la Teoría de prototipos y la de ejemplares. El primero fue postulado por Reed en 1972, y reformulado por Rosch y Mervis en 1975 (citado en Murphy, 2004). Este establece que, al momento de categorizar una entidad, se la compara con el individuo más representativo de una categoría dada. Por ejemplo, un CANARIO es un prototipo de ave, ya que éste posee muchos de los rasgos típicos de un ave: capacidad de volar, canto, plumaje, tamaño, entre otros. Por el contrario, podríamos considerar al PINGÜINO como un ave no prototípica, ya que éste tiene rasgos no típicos de las aves, como la incapacidad de volar o la capacidad de nadar bajo el agua por decenas de minutos. La segunda teoría, propuesta por Medin y Schaffer en 1978, y reforzada por Nosofsky en 1984 (citado en Murphy, 2004), propone que a través de las experiencias que tuvimos con los ejemplares de una categoría formamos una representación resumida o promediada de estos. Ésta es la que sirve como modelo para decidir si un individuo a comparar pertenece o no a la categoría.

Como se podrá observar, estos modelos son sutilmente diferentes y se asemejan en que ambos proceden a comparar un ejemplar contra un prototipo o un ejemplar abstracto que contiene todas las experiencias pasadas. Ashby y Reese (1995) toman como referencia estos aportes y proponen un modelo basado en una función de densidad de probabilidad, la cual define un área o límite en el cual se encuentran los ejemplares que componen una categoría y su probabilidad de ser seleccionados como miembros a través de su verosimilitud. Los nuevos ejemplares a categorizar pertenecen a una categoría determinada si caen dentro del área definida por esta, es decir, según qué tan similares son a los otros miembros de la categoría. Por otro lado, Smith y Sloman, en 1994 (citado en Murphy, 2004), explican que si la formación de categorías se produce a partir de un conjunto de reglas o criterios de

agrupación, el proceso de categorización se realiza examinando si un ejemplar cumple o no con esos criterios.

La noción de dominio de experiencia propuesta por Langacker (1987) hace consonancia con la propuesta de Ashby y Reese (1995) porque entiende el peso del contexto de experiencia (no solo la situación puntual) en la relatividad de las eventuales categorizaciones. En ese sentido, la referencia del cuchillo como instrumento en el dominio de experiencia de la cocina o como arma en el dominio de conflicto violento es elocuente.

Figura 1: Red semántica



Fuente: Fernandez (2004)

Es importante señalar que el proceso de categorización organiza los conceptos y, por lo tanto, estructura el sistema conceptual (Banks et al., 2020). Las categorías taxonómicas (dominios conceptuales) establecen relaciones entre sí de tal manera que facilitan la recuperación debido a la generación de *chunks* (agrupamiento de información con sentido) y

a la cercanía semántica que se establece entre ellas tras la creación de criterios que vinculan a los conceptos. Así, la representación y estudio del sistema conceptual puede ser realizado a través de un grafo (red semántica) en la que cada nodo representa un concepto o rasgo y cada línea establece los vínculos entre estos (Quillian 1968, citado en Vivas et al., 2007).

De esta manera, se pueden utilizar las métricas (medidas) de la teoría de grafos para analizar la red semántica. Por ejemplo, se puede estudiar la estructura entera de la red para indagar la cantidad de nodos (conceptos) que contiene, qué tan conectados están entre sí (densidad) o cómo se agrupan (formación de comunidades y tipos de grafos), entre otros análisis. A nivel individual, se puede observar cuántas conexiones tiene un concepto con el fin de evaluar qué tan centralizado o aislado se encuentra en la red, o si éste sirve como puente (*hub*) entre dos conjuntos de conceptos. Además, se puede evaluar la distancia a la que se encuentra un concepto de otro (proximidad semántica), es decir, la cantidad de nodos que se necesitan para llegar de un concepto a otro. Si bien se espera que los conceptos sean más cercanos entre sí en función de sus relaciones semánticas, por ejemplo, pertenencia a un dominio conceptual, esta distancia también puede verse afectada por relaciones episódicas (conceptos relacionados eventualmente) y fonológicas (conceptos fonológicamente similares).

1.2. Conceptos concretos y abstractos

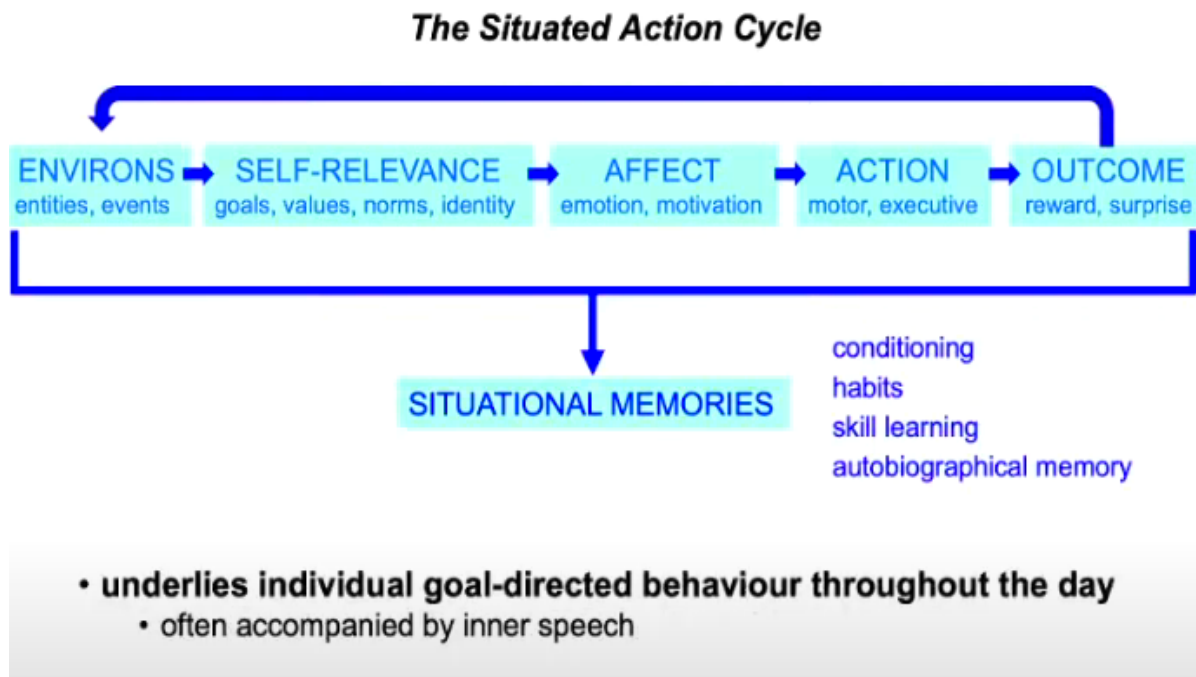
En este apartado se abordará la distinción entre concreto y abstracto, la cual forma parte de un debate actual sobre el proceso de conceptualización. Como se verá, esta diferenciación agrupa a otras posibles (p. ej., entidades vivas y no vivas), y tiene implicaciones sobre los modos por los cuales la mente y el cerebro procesa y representa esta información.

Los conceptos concretos (p. ej., AIRE, CASA, PERRO, etc.) son aquéllos que tienen referentes claros y bien identificables. Pueden ser percibidos por nuestros sentidos, activan

sensaciones y acciones relativas a estos (Desai et al., 2018; Vigliocco et al., 2018). Por otro lado, los conceptos abstractos (p. ej., DEMOCRACIA, FELICIDAD, JUSTICIA, etc.) son mayoritariamente asequibles a través de las ideas, por lo tanto pueden estar desprovistos de experiencias sensorio motoras. Sus rasgos son complejos y contienen experiencias, situaciones, emociones, introspecciones y otros elementos abstractos (Barsalou y Wiemer-Hastings, 2005; Desai et al., 2018). Saber cómo estos dominios conceptuales se representan, tanto a nivel cognitivo como neural, ha involucrado una gran cantidad de investigaciones para poder entender cómo funciona nuestro sistema conceptual y el lenguaje en población clínica y saludable (Banks et al., 2020; Borghi et al., 2017; Kuperberg et al., 2008; Wang et al., 2010). Las dificultades de esta tarea radican principalmente en que los conceptos abstractos abarcan un amplio rango de dominios conceptuales (p.ej., conceptos numéricos, sociales y morales) con distintos grados de abstracción (p.ej., abstractos puros como ESPERANZA y no puros como BELLEZA) y para su representación se requiere la integración de la información provista por los distintos sensores (Borghi et al., 2018a; Borghi et al., 2018b; Kuperberg et al., 2008).

No obstante, algunas posturas pertenecientes a la Cognición Corporeizada asumen que los conceptos abstractos y los concretos no presentan grandes diferencias, ya que ambos activan la experiencia sensorio-motriz (Borghi et al., 2017; Körner et al., 2017). Sin embargo, algunos de los principales aportes a favor de esta hipótesis de trabajo como el *Action-Sentence Compatibility Effect* (Glenberg y Kaschak, 2002) falló en ser replicado en un estudio llevado a cabo por 18 laboratorios de distintos países (Morey et al., 2022). Este efecto se refiere a la interacción entre la dirección implícita de una oración y la dirección real de la respuesta física. En particular, entender una oración que implica una acción hacia el cuerpo (como abrir un cajón) simula acciones hacia el cuerpo, mientras que entender una oración que implica una acción alejada del cuerpo simula acciones alejándose del cuerpo. Esto no descarta la posibilidad de que el sistema sensorio-motriz pueda participar en el procesamiento de algunos conceptos abstractos, pero es insuficiente para explicar la adquisición y procesamiento de todos los dominios abstractos.

Dentro de la Cognición corporeizada, han surgido posturas más abarcativas en relación a qué se entiende por experiencia corporal. Por ejemplo, la *Grounded Cognition Theory* (Barsalou, 2020; McRae et al., 2018), postula que el conocimiento conceptual está anclado a la experiencia corporal en su totalidad. Es decir, incluye la información sensorial, motriz, afectiva y los estados mentales en los que se encuentra una persona cuando un concepto aparece para tener una representación sobre el mundo exterior (ver figura 1; Connell y Lynott, 2011; Holler y Levinson, 2019; Levinson y Holler, 2014; Pulvermüller y Fadiga, 2010; Stein y Meredith, 1993).

Figura 2. *The Situated Action Cycle.*

Fuente: Barsalou (2020)

Esta propuesta sugiere que el procesamiento de los conceptos, tanto concretos como abstractos, requiere de la activación de la modalidad necesaria para su entendimiento. Es decir, si un concepto está relacionado con la experiencia visual (p. ej., BELLEZA) o motriz (p.ej., ARROJAR), activará las mismas representaciones mentales y neuronales ligadas a ese concepto (Lynott y Connell, 2009; Lynott et al., 2020). Willems y colaboradores (2009) realizaron un estudio con resonancia magnética funcional, en el que encontraron activación de la corteza premotora al leer verbos de acción motriz como “Arrojar”, lo que implicaría la simulación implícita de la acción referida por el verbo. Harpaintner y colaboradores (2020) realizaron un estudio en el que testearon la activación de estructuras neurales ante palabras abstractas con características motoras (p. ej., “pelea”) y visuales (p.ej., “belleza”) durante una tarea de decisión léxica. Además de la activación de áreas típicas al procesamiento del

lenguaje (perisilvianas), encontraron que las palabras abstractas con características motoras activaron áreas motoras frontales y parietales, mientras que las visuales presentaron mayor activación en el área temporo-occipital ligada al procesamiento visual.

En el párrafo anterior se expuso que, más allá de si el concepto es concreto o abstracto, es importante considerar si estos son asequibles por una modalidad perceptual; de ser así, implicaría la activación de la estructura neural correspondiente. Por otro lado, algunos estudios se han encargado de exponer las diferencias en el procesamiento de los conceptos concretos y abstractos independientemente de si existe una modalidad necesaria para su procesamiento o no; evidencia de ello es el efecto de concreción (Bonner et al., 2009). Este efecto se refiere a un mejor desempeño en el procesamiento de conceptos concretos en relación a los abstractos, siendo los primeros más rápidamente recuperados y reconocidos que los segundos (Day, 1977; Ellis y Shepherd, 1974; Vigliocco et al., 2018; Wang et al., 2010). La interpretación estándar de este efecto es que se debe a que los conceptos concretos tienen mayor cantidad de rasgos semánticos, mayor información basada en la experiencia sensorio-motriz y son más imaginables que los abstractos (Connell y Lynott 2018; Crutch y Warrington, 2005; Lynott y Connell, 2009). En comparación con esta última característica, las imágenes mentales son similares a las experiencias perceptuales, solo que éstas no cuentan con una estimulación externa (Wagn et al., 2010). Este efecto se ve acentuado en pacientes con dislexia y afasia lesionados en el hemisferio izquierdo y se ve anulado en pacientes con demencia semántica. Esto sugiere que la representación neural de los conceptos abstractos y concretos está diferenciada y no localizada en una región específica (Bonner et al., 2009; Crutch y Warrington, 2005; Wagn et al., 2010).

En consonancia con lo anterior, investigaciones orientadas a la adquisición del lenguaje demuestran que las palabras abstractas se aprenden más tarde que las concretas (Condry y Spelke, 2008; Temple y Posner, 1998; Vigliocco et al., 2018), especialmente entre los 6 y 12 años. Sin embargo, las palabras ligadas a conceptos emocionales emergen muy tempranamente, a los 20 meses de edad. Es importante destacar que algunos conceptos emocionales (p.ej., IRA) son procesados a través de la interocepción con correlatos fisiológicos marcados (Connell et al., 2018; Kandel et al., 2001). Esta condición hace que estos conceptos sean asequibles a través de la experiencia sensorial al igual que los concretos. Los conceptos numéricos también presentan ambigüedades en su pertenencia a los dominios conceptuales en cuestión (Pecher y Boot, 2011), ya que algunos de ellos pueden ser muy concretos (p.ej. unidades específicas) y otros muy abstractos (p.ej. INFINITO).

Los casos desarrollados anteriormente demuestran que algunos dominios conceptuales tienen barreras difusas en relación a su clasificación como conceptos abstractos y concretos. Por lo anterior, algunas posturas teóricas afirman que los conceptos concretos y abstractos no son dos categorías aisladas, sino que se presentan en modo continuo (Borghetti et al., 2018; Brysbaert et al., 2014). Brysbaert y colaboradores (2014) realizaron un estudio con 4000 participantes en el cual puntuaron el nivel de concreción que tenían 39.954 unidades léxicas del inglés. Los participantes debían puntuar del 1 (muy abstracto) al 5 (muy concreto) qué tan basadas en la experiencia sensorial estaban las palabras presentadas. El uso de todo el rango de la escala de puntuación por parte de los participantes permite corroborar que, efectivamente, la concreción es una dimensión gradual: los conceptos no son puramente abstractos o concretos, existen algunos con mayor grado de concreción/abstracción.

Independientemente de si un concepto abstracto presenta algún grado de concreción, el procesamiento de algunos conceptos abstractos puede ser asequible a partir de otros conceptos, principalmente concretos (Lakoff y Johnson, 1980). Un caso ampliamente estudiado es la representación del tiempo a través del espacio (Boroditsky, 2000; Casasanto y Boroditsky, 2008; Santiago et al., 2007). Cotidianamente se utilizan elementos concretos que espacializan el tiempo, como los calendarios y los relojes, o se refieren a este a través de conceptos espaciales. Por ejemplo, expresiones españolas como “Se aproxima el verano” o ítems léxicos como “Después” o “Posponer”. Los aportes teóricos de la *Conceptual Metaphor Theory* (Bowdle y Gentner, 2005; Coulson, 2001; Lakoff y Johnson, 1980; Steen y Gibbs, 1999) esbozan una explicación para este fenómeno. Las metáforas conceptuales, como la mencionada anteriormente, permiten entender un dominio conceptual (dominio meta) a partir de otro (dominio fuente) por el establecimiento de semejanzas. Lakoff y Johnson (1980) exponen una amplia gama de categorías conceptuales que se entienden gracias a relaciones metafóricas, muestra de que los mapeos son sistemáticos y no aleatorios. En algunos casos, esto sucede por múltiples correspondencias entre dominios, como es el caso de las metáforas cognitivas “Discutir es hacer la guerra” (Lakoff y Johnson, 1980). En este ejemplo se expone cómo varios de los conceptos utilizados en el contexto de guerra también se utilizan para referirse a los elementos de una discusión: “atacar los argumentos del oponente”, “ponerse a la defensiva”, “atacar un punto de vista”, etc.

Sin embargo, hay casos en los que un dominio no se traslada al otro de manera directa, sino que el concepto del dominio fuente se acomoda al dominio meta. En el caso de “El trabajo es una cárcel”, se proyecta la restricción de la libertad (Fauconnier y Turner, 1998). En otros casos existen dos fuentes que contribuyen a un nuevo dominio conceptual que contiene elementos de ambos. Por ejemplo, la expresión “Cavar la propia tumba” refiere a que la acción que se está realizando traerá problemas. En ella se establece una relación

entre el cavador (agente), la autorreferencia y la intencionalidad del mismo como beneficiario de la acción (su propia) y la tumba como el paciente o la cosa construida para el agente, dado el significado de TUMBA (situación problema). Estos ejemplos permiten pensar que entre ambos dominios existe una integración conceptual que genera una mezcla (*blending*) en un nuevo espacio representacional. A su vez, este proceso de producción semántica permite la generación de nuevas expresiones metafóricas dentro del mismo dominio conceptual (Coulson, 2001), como “Excavó profundamente su propia trampa”, equivalente a una situación muy desventajosa. Los ejemplos mencionados demuestran el uso de conceptos concretos (CAVAR, TUMBA, CÁRCEL) utilizados para referirse a conceptos abstractos (Falta de libertad, acciones que traerán problemas). Como consecuencia, el mecanismo de integración conceptual detallado podría estar impactando en que el acceso a conceptos abstractos pueda darse a través de conceptos concretos pertenecientes a otro dominio conceptual .

Si bien los marcos teóricos descritos hasta aquí han brindado explicaciones plausibles en relación al procesamiento de conceptos abstractos, por sí solos no pueden cubrir su totalidad. Por esta razón, la literatura actual se ha orientado a definir cuáles marcos de trabajo híbridos o de representación multimodal toman en cuenta los aportes de las teorías mencionadas anteriormente (Borghi et al., 2017; de Deyne et al., 2021; Gringas et al., 2009; Mammus et al., 2023). Esto significa que el conocimiento conceptual puede ser específico a la modalidad del concepto, con aportes de dos o más modalidades (multimodal), o de representación amodal (Bolognesi y Steen, 2018; Dove, 2001; Harpaintner et al., 2020; Holler y Levinson, 2019; Levinson y Holler, 2014). Es decir, que el procesamiento de conceptos abstractos puede estar mediado por la experiencia lingüística (como sistema de manipulación de símbolos amodales), el sistema sensorial, motriz, la interocepción/emoción; tanto individualmente como en combinaciones entre ellos. Estos enfoques tienden a ser más

dinámicos y proponen que los distintos tipos de conceptos abstractos deben ser estudiados individualmente en función de su conceptualización y no sobre la base de que todos son representados de la misma manera. Por este motivo, algunas investigaciones se han orientado a generar normas que describen cuáles son las modalidades sensoriales más activas en torno a un concepto determinado (Connell et al., 2018; Lynott y Connell, 2009), mientras otras tratan a los inputs independientemente de su modalidad (Brysbaert et al., 2014; Troche et al., 2014).

1.3. Mecanismos cognitivos y neurales implicados

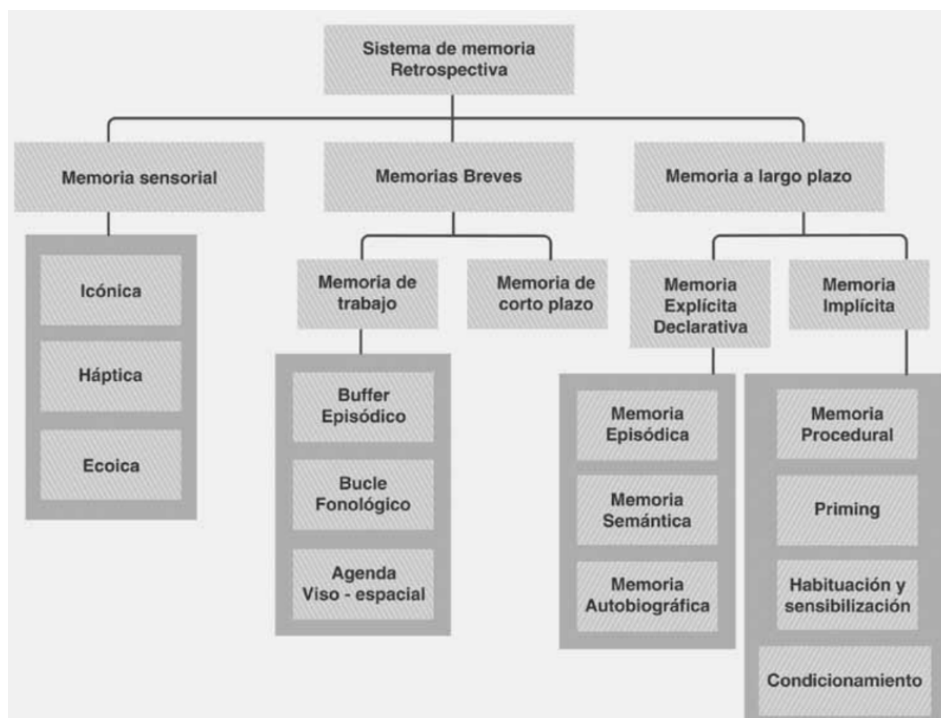
Con el fin de entender las bases biológicas del procesamiento conceptual, en este apartado se desarrollarán las principales estructuras neurales y los mecanismos cognitivos implicados en el almacenamiento y representación de los conceptos. En segundo lugar, se desarrollarán los mecanismos y estructuras vinculadas a la activación, integración y control semántico. Además, se expondrá evidencia sobre patrones de activación cerebral diferenciados para los conceptos concretos y abstractos.

Durante décadas se han estudiado los mecanismos neurales y cognitivos encargados de la producción, procesamiento y almacenamiento de los conceptos, conocidos en su conjunto como Cognición Semántica (Ralph et al., 2016). Estos se encuentran asociados a estructuras neurales esparcidas en toda la corteza cerebral y se han agrupado en dos sistemas que interactúan entre sí: uno de bajo nivel con un fin primordialmente representacional dedicado al conocimiento conceptual adquirido a través de las fuentes de información sensoriales, motrices y lingüísticas, y otro de alto nivel dedicado a la integración, control y activación adecuada al contexto de estas representaciones (Binder et al., 2009; Ralph et al., 2016). En el presente apartado se expondrán algunos mecanismos cognitivos implicados y sus estructuras neurales asociadas.

1.3.1. Sistema representacional

El primer sistema mencionado, encargado del conocimiento conceptual, es etiquetado como memoria semántica. Esta memoria es un subsistema que se encuentra dentro de la memoria declarativa y, a su vez, ésta se encuentra dentro de la memoria a largo plazo (Figura 2). Es importante destacar que en el mismo nivel en el cual se ubica la memoria semántica también se ubica la memoria episódica; nuestra recolección de las experiencias de aprendizaje concretas (Vasquez y Martin, 2016). Esto es de relevancia ya que es a través de la memoria episódica que se adquieren nuevos conceptos, independiente de si recordamos o no dónde y cómo los aprendimos. Si bien el conocimiento conceptual no depende del lugar o el momento en el que fue adquirido, esta información es de ayuda para recuperarlo. Más aún, las estructuras neurales ligadas al almacenamiento semántico y episódico están conectadas anatómicamente entre sí, por lo que hay cierto grado de interacción entre ambos sistemas de memoria, como se describe más adelante (Fang et al., 2015).

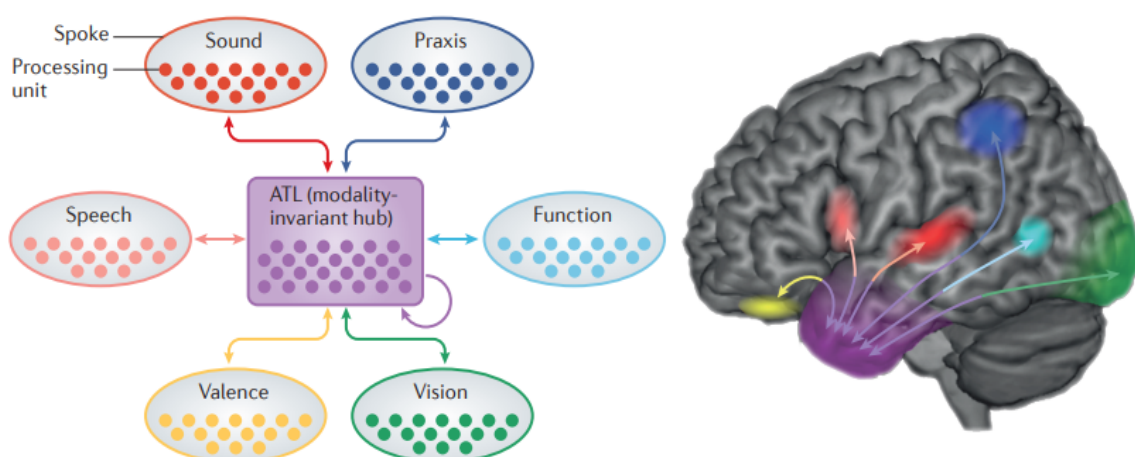
Figura 3. Representación global de los sistemas de memoria retrospectiva.



Fuente: Vasquez y Martin (2016, p. 119)

La memoria semántica es un sistema integral de memoria, ya que incluye la información provista por las vías sensoriales y motoras para poder conformar la representación de la realidad (Lynott et al., 2020; Stein y Meredith, 1993). Una de las estructuras neurales fundamentales para la integración de la información es el lóbulo temporal anterior (LTA). Múltiples evidencias refieren a esta como un *hub* amodal (centro de procesamiento) puesto que se conecta con las diferentes áreas (ver Figura 3) que procesan la información vinculada a la representación de un concepto (De Zubicaray et al., 2011; Fang et al., 2015; Harpaiter et al., 2020; Harvey et al., 2013; Ralph et al., 2016). Es decir que el LTA no está vinculado al procesamiento de la información de un solo tipo de experiencia sensorial o modalidad específica; también incluye información de dominio general como hechos, personas, etc.

Figura 4. *Lóbulo temporal anterior, Hub amodal*



Fuente: Ralph et al. (2016, p. 2)

Partiendo de esta premisa, De Zubicaray y colaboradores (2011), realizaron un estudio de resonancia magnética funcional (iRMF) donde los participantes fueron sometidos a unas baterías de tests semánticos y no semánticos. Hallaron que los volúmenes de materia gris en el LTA están relacionados con la memoria semántica amodal.

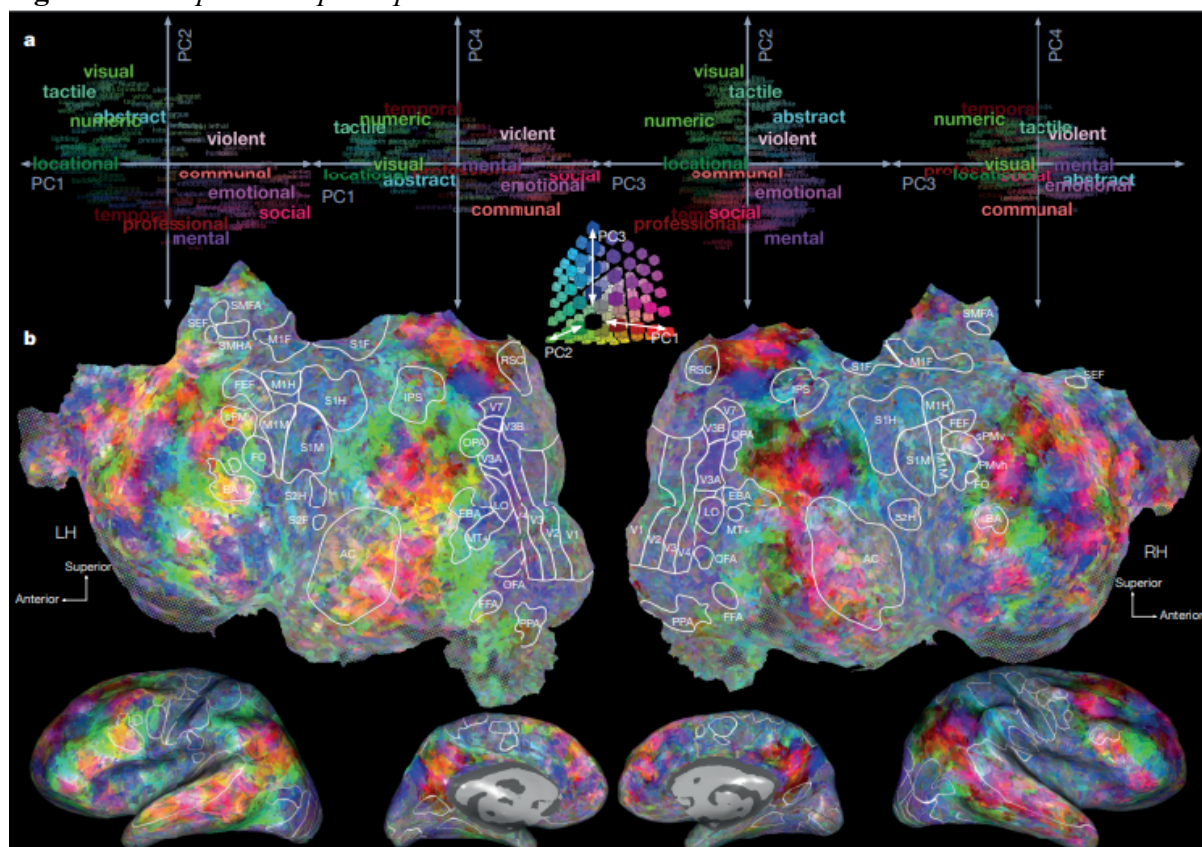
. Esto coincide con hallazgos previos que vinculan al LTA con el procesamiento conceptual social, procesamiento de caras famosas y familiares, o entidades concretas como lugares famosos o puntos de referencia; conceptos compuestos por múltiples rasgos sensoriomotrices que no dependen de una única modalidad perceptual (Simmons y Martin, 2009, citado en De Zubicaray et al., 2011, p. 1492). Además, encontraron una red neural dedicada al procesamiento conceptual, lateralizada principalmente en el hemisferio izquierdo, que va desde el giro temporal posterior medio y superior, hasta el lóbulo parietal inferoposterior y el giro fusiforme.

También han sido estudiadas las representaciones de conceptos específicos y su agrupación en dominios conceptuales a través de la corteza cerebral. Binder y colaboradores (2009) realizaron un meta-análisis de 120 estudios de neuroimagen funcional (tomografía de emisión de positrones y IRMf), en el que se mostraron relevantes diversas áreas. Éstas pueden ser agrupadas en tres categorías (Donnelly, 2011): corteza de asociación heteromodal posterior (giro angular, giro fusiforme y giro medial temporal), subregiones específicas de la corteza prefrontal heteromodal, la cual recibe información sensorial o multimodal para su posterior integración (corteza prefrontal inferior, ventromedial y dorsal), y regiones mediales paralímbicas conectadas fuertemente a la formación hipocampal (parahipocampo y el giro cingulado posterior).

Si bien se han señalado múltiples evidencias de estructuras neurales dedicadas al procesamiento amodal, diversos estudios muestran que el sistema semántico también contiene áreas que se activan ante dominios semánticos específicos. Ejemplo de esto son los

conceptos relacionados con entidades vivas, acciones motrices, emociones, conceptos abstractos, etc. (Bedny et al., 2008; Desai et al., 2018; Harpaintner et al., 2020; Huth et al., 2016; Willems et al., 2009). Huth y colaboradores (2016) realizaron un mapa semántico de la corteza cerebral usando un modelado de voxel a través de IRMf. Para lograrlo, le pidieron a siete personas que escucharan un programa de radio con 10 narrativas (con una duración de entre 10 y 15 minutos cada una) sobre diferentes tópicos mientras les hacían el registro de su actividad neural. Como resultado hallaron un consistente patrón de representación de la información en la corteza cerebral, para el cual elaboraron un atlas de la corteza cerebral que muestra cómo se representa los dominios semánticos presentes en las narrativas (figura 4).

Figura 5. Componentes principales de modelos semánticos de voxel-wise.



Fuente: Huth et al. (2016, p. 455).

Otros estudios cartografiaron otros dominios específicos. Por ejemplo, Bedny y colaboradores (2008) y Willems y colaboradores (2009) estudiaron, a través de la IRMf, la actividad cortical ante los verbos de acción. Los primeros encontraron que la corteza

temporal lateral posterior tiene una alta actividad tanto con verbos de acción motora como “correr” como para los verbos mentales como “pensar”. Los segundos hallaron que los verbos de acción manuales (p.ej., “lanzar”) activan en mayor la corteza premotora del hemisferio izquierdo en comparación al derecho, para el caso de los diestros, y del hemisferio derecho para el caso de los zurdos. Estos estudios concluyen que, al momento de procesar acciones, éstas son recuperadas de manera tal que acuden a su simulación, como señalan los aportes de la Cognición Corporeizada (Pulvermüller y Fadiga, 2010).

1.3.1.1. Sistema representacional para conceptos emocionales

El caso de los conceptos emocionales merece especial atención en este estudio porque el mismo está remitido a este caso particular. Algunos conceptos emocionales han sido definidos como abstractos no puros, a diferencia de otros como el tiempo, mientras que para algunos autores (Barrett, 2017) no es evidente a qué categoría conceptual pertenecen (concretos o abstractos). Algunos conceptos emocionales presentan estados interoceptivos y expresiones conductuales que se manifiestan a nivel sensorio-motor, reguladas culturalmente en la actividad gestual y corporal. Esto hace que el grado de concreción o abstracción de dichos conceptos sea fuertemente sensible a la información sensorio-motora con la que se les reconoce como a las características socio-culturales que se les atribuye. Crucialmente, estos conceptos remiten a una realidad introspectiva que no es per se la suma de sus manifestaciones sensorio-motoras y corporales o su complejidad sociocultural.

Según la *Theory of Constructed Emotion* de Barrett (2017), el cerebro crea un modelo interno basado en las experiencias previas, el cual posteriormente permitirá la anticipación y regulación del cuerpo, basado en la simulación de esta experiencia. En este sentido, tras la creación de un concepto emocional, también se representan las sensaciones internas (interocepción) ligadas a él.

A través de un meta-análisis, Desai y colaboradores (2018) exploraron la propuesta de Barret y detallaron algunas de las estructuras neurales implicadas en el procesamiento semántico de las emociones. Las principales estructuras involucradas en la interocepción: amígdala, ínsula anterior, corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal medial, y la corteza orbitofrontal, también se encuentran activas ante estímulos lingüísticos y semánticos. La evidencia provista por Desai y colaboradores (2018) concluye que la amígdala se encuentra activa durante la comparación de palabras con valencia negativa o positiva contra palabras neutrales. Además, la corteza orbitofrontal y la corteza cingulada anterior, dos estructuras neurales conectadas con ésta, también se encuentran activadas cuando se procesa la valencia de las emociones a través de estímulos verbales y no-verbales. Por otro lado, las áreas involucradas en el procesamiento semántico de las emociones también se encuentran relacionadas con la memoria episódica, cognición social, integración de la información y el lenguaje: éstas son, el giro angular, el precuneo, la corteza cingulada posterior y el LTA. Por lo tanto, esta revisión coincide con la propuesta de Barret, en tanto el procesamiento semántico de las emociones implica la activación de áreas neurales dedicadas al procesamiento de las emociones en sí mismas y situaciones sociales.

Por último, Harpaintner y colaboradores (2020) estudiaron la activación neural de conceptos abstractos con características motoras (p. ej., "Fitness") contra los que poseen características visuales (p. ej., "Belleza") a través de IRMf. Los primeros generaron la activación de áreas frontoparietales ligadas a acciones motoras mientras que los segundos activaron áreas temporoccipitales relacionadas a la percepción visual de objetos. En ambos casos, se encontró la activación de áreas amodales alojadas en la corteza temporal posterior. Como conclusión, los autores expresan que esta coactivación podría indicar la interacción entre los *hubs* amodales y las áreas de procesamiento de modalidad específica, lo cual es congruente con los modelos de representación conceptual híbridos (Harpaintner et al., 2020).

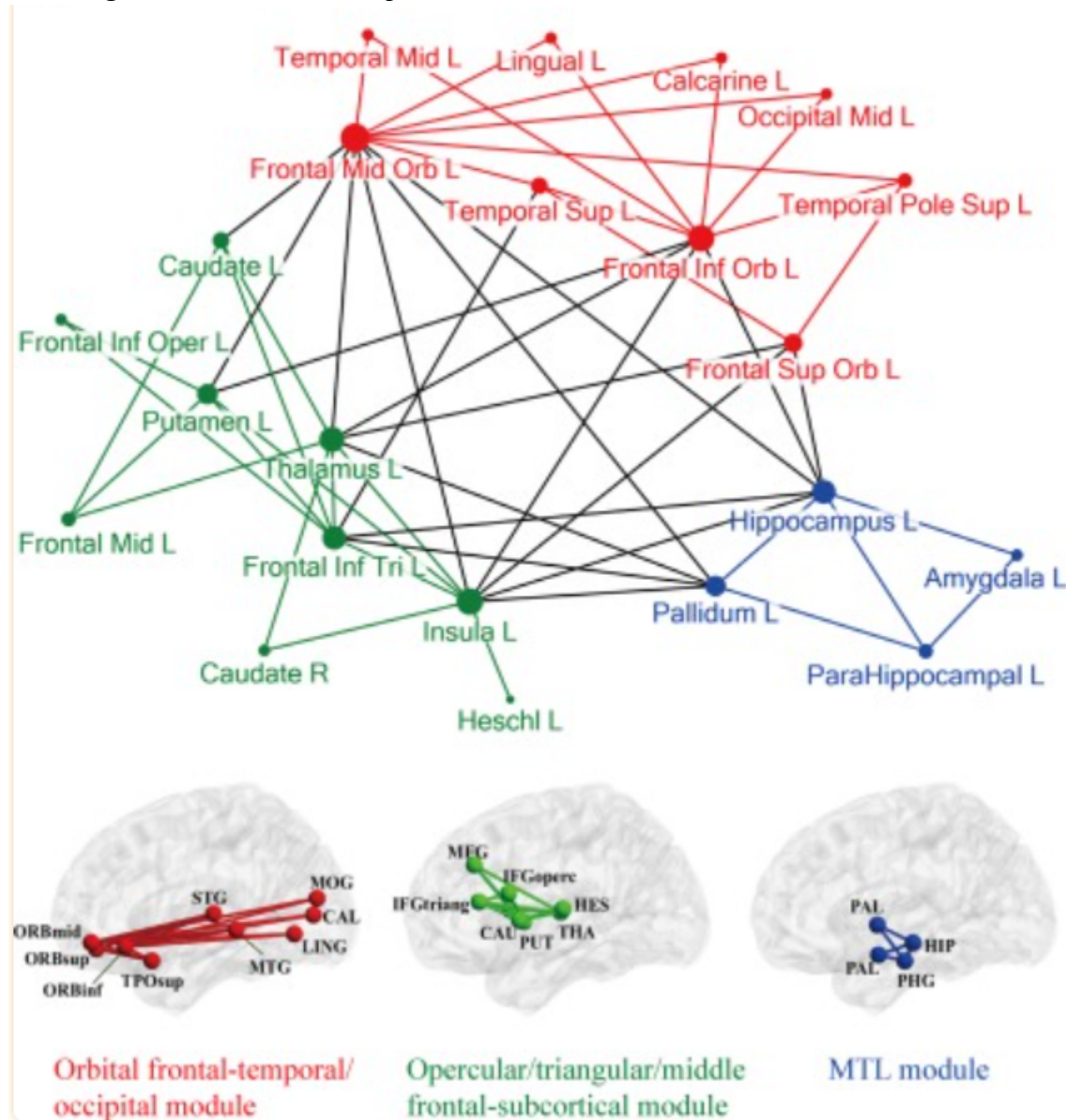
1.3.2. Sistema de activación, integración y control semántico

Por otra parte, los estudios se han concentrado en investigar los mecanismos neurales y cognitivos implicados en el control semántico. Éste se define como el proceso cognitivo que regula la activación del conocimiento semántico. Por ejemplo, cuando se nos presenta una palabra ambigua, el control semántico se encarga de activar el concepto que corresponde con ésta. Harvey y colaboradores (2013) y De Zubicaray y colaboradores (2011) han señalado dos estructuras de gran importancia para esta tarea: el Fascículo izquierdo inferior frontoccipital, una de las vías implicadas en la producción de la sustitución de errores semánticos durante el nombrado de objetos, y el Fascículo uncinado. Estos son tractos subcorticales con grupos de conexiones especializadas en un pequeño número de regiones del hemisferio izquierdo, como el LTA y la corteza orbitofrontal, y de conexiones de largo alcance como si fuese una red de mundo pequeño (*Small World Network*). Éste es un tipo de grafo en el cual la mayoría de los nodos no están conectados entre sí, pero pueden ser alcanzados desde cualquier otro nodo de origen a través de un número pequeño de pasos, lo cual permite una transferencia de información eficiente, minimizando el cableado y los costos de energía (De Zubicaray et al., 2011, p. 1493).

Por otro lado, a través de los datos obtenidos de participantes sanos y con daño cerebral, Fang y colaboradores (2015) llegaron a algunas conclusiones exhaustivas de la red anatómica semántica. El estudio utilizó 8 pruebas cognitivas de diferentes modalidades: auditivas, visuales, verbales y no verbales —que luego fueron reducidas por un Análisis de Componentes Principales— y una tractografía basada en resonancia magnética con tensores de difusión. Esta técnica permite ver las trayectorias axonales según la difusión de partículas de agua entre ellas (Fang et al., 2015). En los pacientes con daño cerebral encontraron 53 tractos asociados al desempeño semántico, los cuales se dividieron en tres grupos de redes

(módulos) que corresponden a la representación del conocimiento semántico, al control semántico y a la interacción con el sistema episódico (figura 5).

Figura 6. Módulos en los que se nuclean los tractos de materia blanca y los nodos de materia gris involucrados en el procesamiento semántico.



Fuente: Fang et al. (2015, p. 3509).

El módulo orbitofrontal-temporal/occipital está compuesto por 14 tractos que conectan 9 nodos de materia gris, entre la región orbitofrontal izquierda y la región temporal

y occipital lateral. Este conjunto compone la comúnmente llamada vía semántica ventral. La región occipital es un área relacionada con el procesamiento de las propiedades de los estímulos visuales como el color, la forma y la ubicación, y muestra activación cuando éstas son recuperadas por un estímulo verbal. El giro superior y medial del lóbulo temporal, especialmente la parte posterior de estos, está relacionada con tareas semánticas amodales. El daño en esta zona conlleva déficits semánticos y en la comprensión del lenguaje.

El módulo opercular/triangular/medial frontal-subcortical es la base anatómica del control ejecutivo del procesamiento semántico, ya que sus componentes están dedicados fundamentalmente a la recuperación de las propiedades semánticas adecuadas al contexto y la tarea. Por mencionar algunos componentes, a nivel cortical el giro inferior dorsal frontal es parte de esta red (Fang et al., 2015). Respecto a las estructuras subcorticales, el núcleo caudado izquierdo se ha visto involucrado en estudios con personas bilingües en tareas en las que se requiere el uso de diferentes idiomas. Por otro lado, el daño en el tálamo está relacionado con déficit semántico en tareas léxicas y su activación con el éxito en tareas de asociación semántica y de recuperación conceptual de objetos. Por último, la ínsula está involucrada en tareas de mantenimiento de la atención, el control de impulsos y los cambios en el foco atencional. Como se puede apreciar en la Figura 5, estas últimas dos estructuras sirven como vía de comunicación entre los componentes de los distintos módulos estudiados.

El lóbulo temporal medial (LTM) está compuesto por el hipocampo, el giro hipocampal, la amígdala y el globus pallidus. Está involucrado en la memoria episódica y en la consolidación de información de la memoria a corto plazo. Sin embargo, el LTM es una vía anatómica de cruce entre el sistema de memoria semántica y episódica. Particularmente, el hipocampo es una de las principales estructuras relacionadas con la memoria episódica y su parte anterior está funcionalmente conectada con el LTA. El giro temporal medio está dedicado al reconocimiento de caras conocidas, el acceso al significado de las palabras en la

lectura, entre otras funciones, y, finalmente, al giro temporal inferior está asociado con la representación de objetos, lugares, caras y colores.

Hasta aquí se puede ver que el sistema semántico está compuesto por una serie de estructuras neurales y mecanismos cognitivos que dividen a este sistema en dos, un sistema semántico representacional y de almacenamiento, y otro de control, activación e integración de la información. Además, gran parte de la evidencia hace énfasis en el LTA como una estructura fundamental para la integración de la información. Por último, se sugiere que el cerebro humano utiliza diferentes estrategias para representar la información concreta y abstracta. A continuación se desarrollará sobre la representación de entres entidades concretas que serán utilizadas como estímulos en este estudio.

1.4. Formas, colores y espacio: entidades concretas relacionadas con conceptos emocionales

En los apartados anteriores se ha reportado evidencia a favor de que los conceptos concretos influyen en la representación mental de los abstractos. Para el interés de esta tesis, se detallarán algunos estudios que evidencian los efectos producidos por tres entidades concretas (forma, color y espacio) en el procesamiento de conceptos abstractos.

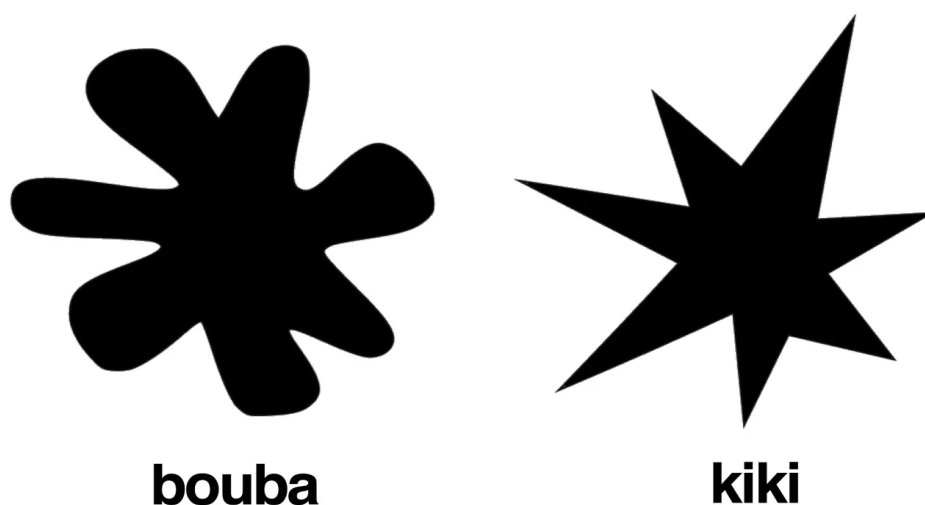
1.4.1. Forma

Una de las asociaciones más estudiadas ligada a la forma es el efecto Kiki/Bouba. Este consiste en el emparejamiento de la palabra (sin sentido) Bouba a una forma redondeada y Kiki a una angulosa (ver figura 6). Este efecto fue inicialmente reportado por Köhler (1929) con las palabras Baluba/Takete y Maluma/Takete. Según Ramachandran y Hubbard (2001), algunas características visuales pueden ser intuitivamente mapeadas a sonidos. Posiblemente, los sonidos producidos por los fonemas que componen el nombre de estas formas pueden ser

asociados a sus propiedades (Ćwiek et al., 2022). Por ejemplo, el silencio y posterior explosión de una consonante oclusiva velar en conjunción con una vocal cerrada podría ligarse a una forma angulosa, ya que presenta características homólogas, pero en modalidades diferentes.

Este efecto es sumamente robusto, ha sido reportado en múltiples ocasiones, en diferentes edades, en distintas culturas y sistemas de escritura (Blazhenkova y Kumar, 2018; Ćwiek et al., 2022). Sus implicancias están ligadas al rol que juega la iconicidad, la similitud entre la fonología y el significado de un ítem léxico, en la adquisición y uso del lenguaje (Körner et al., 2023).

Figura 7. *Kiki y Bouba.*



Fuente: Ćwieky et al. (2022)

Además de estas correspondencias de modalidad cruzada, algunos estudios indican que las propiedades geométricas (curvas, ángulos, líneas) de las representaciones visuales tienen la capacidad de transmitir emociones o valencias afectivas positivas y negativas. Lu y colaboradores (2012) mencionan múltiples estudios que arrojan ejemplos sobre esta

afirmación. En particular, los contornos curvos generan sentimientos positivos, mientras que las transiciones bruscas en los contornos desencadenan una predisposición negativa. De acuerdo con Carbon (2010), existe una preferencia generalizada hacia formas curvas en lugar de formas picudas o angulares debido al aprendizaje evolutivo. Los estímulos naturales que presentan contornos puntiagudos están asociados a potenciales amenazas. Por ejemplo, dientes de tiburones, espinas de rosas, entre otros.

En consonancia con esto, Blazhenkova y Kumar (2018) citan otros estudios como el realizado por Lundholm en 1921, en el que demostró que los participantes tienden a dibujar líneas más angulares para expresar el tono afectivo de adjetivos como “duro”, “severo” y “cruel”, mientras que utilizan líneas más curvas para adjetivos como “débil”, “suave” y “moderado”. También, los autores mencionaron el estudio de Collier (1996), en el cual se encontró que las personas atribuyen emociones a estímulos perceptuales simples, como líneas básicas, formas, colores y sonidos.

Belin y colaboradores (2017) también mencionan múltiples estudios que van en la misma línea. Las formas angulares (especialmente en forma de V) son consideradas “malas”, mientras que los círculos y las formas curvilíneas son consideradas “buenas”, incluso en etapas tempranas del desarrollo. Más aún, en el estudio de Larson y colaboradores (2009), los autores afirman que las formas angulares activan los circuitos neurales ligados a la detección de amenazas.

1.4.2. Color

Las asociaciones entre colores y emociones, además de ser constantemente utilizadas en las artes, han sido ampliamente estudiadas en la psicología. Nos centraremos aquí, sobre todo, en las asociaciones emocionales ligadas a los colores verdes y rojo, ya que serán parte de los

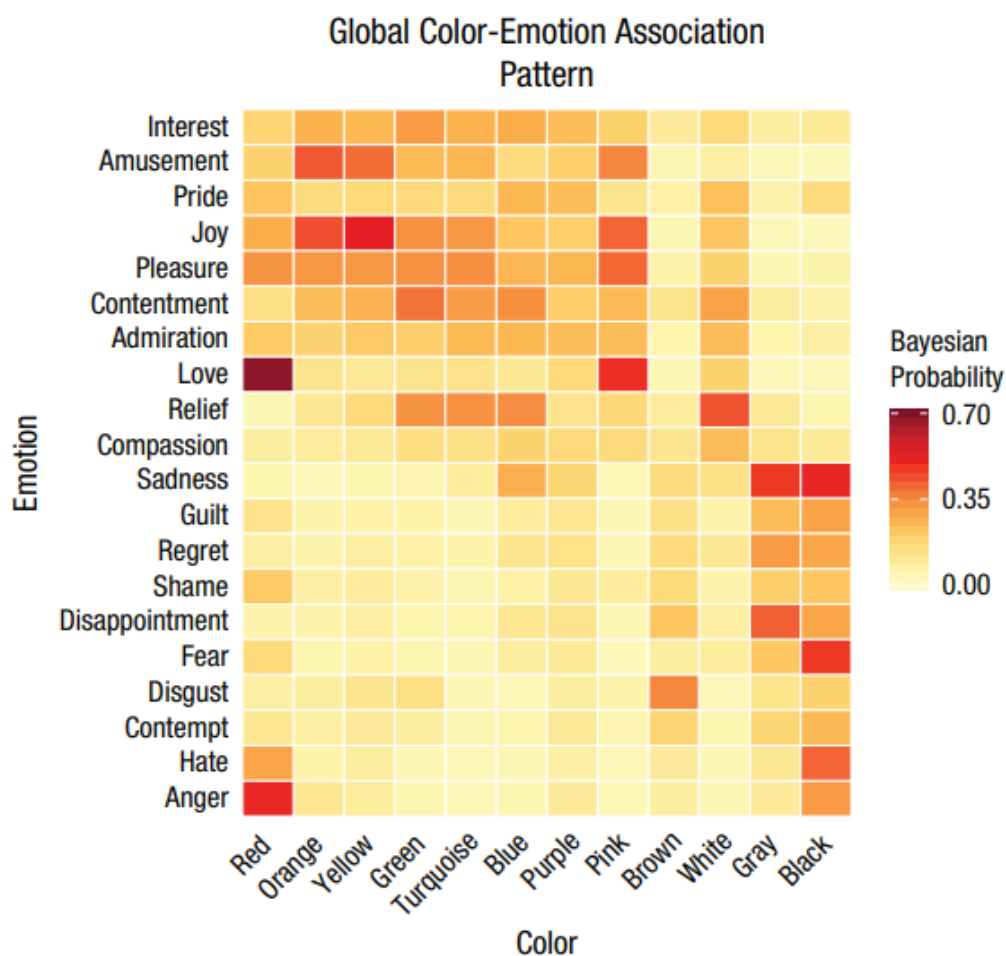
estímulos a utilizar en la tarea experimental que se desarrollará en la parte central de esta tesis.

La asociación conceptual entre colores y emociones está presente en todas las culturas. Una evidencia de ello es el uso de colores para describir o denominar estados emocionales en distintos idiomas, a través de frases como “estaba verde de envidia” o “feeling blue” (Kawai et al., 2023; Littlemore et al., 2023). Por ejemplo, Philip (2006) investigó estas relaciones utilizando un corpus con palabras del idioma inglés y otro del italiano. Si bien pueden encontrarse diferencias en el uso, halló grandes similitudes. Para el color rojo priman las asociaciones de valencia negativa, como ira o peligro, aunque también puede relacionarse con el amor y la pasión. Por otra parte, el verde se asoció con emociones como la envidia o la esperanza, u otros conceptos con valencia positiva como lo es “dar luz verde” (habilitar), pero también otros negativos como las náuseas. Sin embargo, una de las asociaciones más típicas de este color es la relacionada con lo natural o lo ecológico, también de valencia positiva.

Si bien algunas de estas asociaciones entre colores y emociones están fundamentadas en el aprendizaje cultural, como asociar el color negro al luto para los occidentales (al contrario que para los chinos), muchas de ellas forman parte de nuestra arquitectura cognitiva o el aprendizaje evolutivo (Jonauskaite et al., 2020). Muestra de ello es que algunas de éstas se encuentran presentes en diversos países con diferentes idiomas. Para demostrarlo, Jonauskaite y colaboradores (2020) testearon las asociaciones que realizaron 4598 participantes, usuarios de 22 lenguas y pertenecientes a 30 países. Se les pidió que respondieran una encuesta en la que debían asociar 20 conceptos emocionales a 12 palabras que denominan colores. Como resultado confirmaron la existencia de asociaciones universales entre colores y emociones. Sin embargo, también se encontró que el país de procedencia de los participantes fue el mejor predictor de estas asociaciones. Además, se

encontró mayor similitud en las asociaciones realizadas por los participantes cuando estos eran geográfica o lingüísticamente cercanos. A partir de estos resultados, los autores concluyeron que existen asociaciones universales entre colores y emociones, pero éstas son moduladas por factores lingüísticos y geográficos (Jonauskaite et al., 2020).

Figura 8. Mapa de calor sobre el promedio global de la probabilidad de asociar un determinado color a una emoción.



Fuente: Jonauskaite y colaboradores (2020, p. 7)

Como se puede apreciar en la figura 7, el color rojo tuvo una fuerte asociación con el amor, pero contó con mayor probabilidad de ser asociado a emociones de valencia negativa

(Ira, Odio, Miedo, Vergüenza) que el color verde, el cual fue asociado con mayor probabilidad a emociones de valencia positiva (Interés, Diversión, Alegría).

Si bien existen situaciones en las que el color rojo se asocia con conceptos con valencia positiva, generalmente es asociado con conceptos negativos. También es general la asociación entre el verde y conceptos de valencia positiva. La vida cotidiana ofrece un conjunto de situaciones frecuentes que reflejan dichas asociaciones: los semáforos dan paso con la luz verde y detienen el tránsito con el rojo, los carteles de alerta se encuentran pintados de rojo; en los softwares de PC y aplicaciones de celular se utiliza el rojo como señal de error y el verde de correcto; el rojo se utiliza como referencia a la disminución de algo y el verde como incremento (Kawai et al., 2023). Esta asociación se produce con mayor facilidad cuando se presentan esos colores como polos opuestos. Kawai y colaboradores (2023) encontraron que si una persona debe responder cuál es la valencia de un concepto, es más rápida y precisa cuando las palabras con valencia negativa son coloreadas de rojo y las positivas de verde. La condición necesaria es que se encuentren los dos colores en la tarea presentados como polos opuestos.

1.4.3. Espacio

Al igual que los casos anteriores, el espacio (tanto en el eje vertical como en el horizontal) tiene asociaciones con la valencia afectiva (Casasanto, 2009, De la Vega et al., 2012; Santiago et al., 2012). En el caso del eje horizontal, se utilizan referencias lingüísticas para referirnos a alguien que es de confianza con la frase “la mano derecha”; un inicio negativo es referido como “comenzar con el pie izquierdo” o “tener dos pies izquierdos” es equivalente a ser malo para una tarea que implica esa parte del cuerpo, entre otras referencias. Al igual que con el color, estas expresiones lingüísticas existen en otros idiomas y son independientes de la dirección del sistema de escritura.

Algunos estudios han demostrado que la asociación entre espacio horizontal y valencia se invierte en función de la dominancia manual de las personas. Casasanto (2009) realizó una serie de experimentos que buscaron demostrar que las asociaciones de valencia — espacio horizontal (derecho/bueno — izquierda/malo, o viceversa) están determinadas por el lado dominante del participante. Para comprobarlo, realizó 5 experimentos con estímulos de valencia neutra (animales, *aliens*, productos de consumo diario y personas a contratar). En el primero se le pidió a los participantes que dibujaran un animal bueno en la caja que representa cosas buenas y el animal malo en la caja que representa lo malo (ambas cajas estaban lateralizadas); en el segundo, se realizó la misma tarea pero se pidió a los participantes que evaluaran el nivel de conocimiento que tenían sobre la influencia que ejerce la preferencia manual sobre sus valoraciones; en el tercero, en lugar de dibujar los animales como en el experimento 1, se colocó el dibujo de un personaje en el centro, entre las cajas dispuestas en los laterales, los participantes respondieron oralmente indicando en qué caja colocarían los personajes buenos y los malos; en el cuarto, se pidió que les atribuyeran características positivas y negativas a *aliens* posicionados en los laterales; y en el quinto los participantes juzgaron descripciones breves de solicitantes de empleo y productos familiares que fueron dispuestos a los laterales de manera aleatoria. Como resultado, se encontró que las personas diestras tienden a depositar los estímulos positivos del lado derecho mientras que los zurdos en el lado opuesto, incluso cuando la respuesta es dada de manera oral como sucede en el experimento 3 (Casasanto, 2009). Este efecto también se encuentra presente en niños de 5 años de edad. Según un estudio realizado por Casasanto y Henetz (2012), en el cual se utilizaron animales dispuestos en el eje horizontal, los niños señalaron a los animales presentados en su lado dominante como más agradables e inteligentes en oposición a su lado no dominante. Es importante destacar que, al tratarse de personas de tan temprana edad, las huellas culturales son incipientes, comparados con personas adultas.

Por otra parte, Casasanto y Chrysikou (2011) realizaron una serie de experimentos para determinar si efectivamente la fluidez motriz impacta en las asociaciones entre la mano dominante y la valencia afectiva. Para comprobarlo, le pidieron a sus participantes realizar la tarea presentada en el experimento 3 del estudio de Casasanto (2009). Los participantes fueron pacientes diestros con hemiplejia, hemiplasia o que sufrieron un ACV (Accidente Cerebro Vascular) unilateral y, como consecuencia, su lado hábil pasó de ser del derecho al izquierdo. La tarea demostró que estos pacientes asocian lo bueno con el lado izquierdo. Para comprobar si la mejora en la fluidez motriz en la mano no hábil era el factor causal, entrenaron a un grupo de personas diestras sanas para que mejoraran su destreza manual con su mano no dominante. En consecuencia, la mayoría de ellos (63%) tendieron a asociar una valencia positiva con el lado izquierdo.

Todos estos estudios arrojan evidencia en favor de la *Body-Specificity Theory* propuesta por Casasanto (2009). Ésta enuncia que la experiencia motora puede generar asociaciones implícitas entre el espacio y la valencia afectiva. Si bien en el lenguaje y en las culturas hay una asociación típica entre derecha-bueno izquierda-malo, esto puede deberse a que la mayoría de las personas son diestras. La convención lingüística y cultural puede ser producto de esta predominancia (Casasanto, 2009).

De lo dicho hasta aquí, se puede desprender que en la conceptualización se ven involucrados múltiples inputs (ideas, sensores, conductas y lenguaje). Por lo tanto, el procesamiento de los estímulos abstractos debería estar mediado por correspondencias crossmodales asociadas a estos inputs. Es por esto que, el presente estudio indagará en los posibles efectos producidos por estímulos concretos visuales en el procesamiento de la valencia de conceptos abstractos emocionales. El fin de esto es aportar información al debate sobre el rol de los conceptos Concretos en la conceptualización de los Abstractos, por tanto al cómo conceptualizamos los seres humanos.

2. Objetivo general y objetivos específicos

2.1. Objetivo general

Indagar, a través de una tarea de interferencia dibujo-palabra, el impacto de los referentes concretos de Forma, Color y Espacio en el procesamiento de conceptos abstractos con valencia emocional con el fin de profundizar en el conocimiento sobre la representación mental de estos últimos.

2.2. Objetivos específicos

- Explorar qué sesgos producen las claves espaciales, las formas y los colores para determinar su peso en el procesamiento de la valencia de un concepto abstracto emocional.
- Indagar los efectos producidos por los referentes concretos combinados para determinar la posible acumulación o inhibición de sesgos en el procesamiento de la valencia de un concepto abstracto emocional.

3. Resultados esperados

Debido al carácter exploratorio del estudio no se elaborarán hipótesis. Sin embargo, a partir del contexto teórico y empírico explorado en esta tesis se procede a redactar los siguientes resultados esperados:

R1a: Las formas asociadas a conceptos negativos y positivos facilitarán (latencias menores y/o mayor precisión) el procesamiento de la valencia correspondiente de los conceptos abstractos.

R1b: Los colores asociados a conceptos negativos y positivos facilitarán (latencias menores y/o mayor precisión) el procesamiento de la valencia correspondiente de los conceptos abstractos.

R1c: El espacio de aparición del estímulo, referente concreto asociado a conceptos negativos y positivos, facilitará (latencias menores y/o mayor precisión) el procesamiento de la valencia correspondiente de los conceptos abstractos.

4. Metodología

4.1. Recaudos éticos

Este experimento fue aprobado por el comité de ética del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (número de registro 012-3). También fue registrado en el Ministerio de Salud Pública (número de registro 7109457). Todos los participantes recibieron una hoja de información y un consentimiento informado, el cual fue firmado por cada uno.

4.2. Participantes

40 personas (27 mujeres) de entre 18 y 52 años de edad ($M = 27.9$, $DE = 6.9$), mayoritariamente diestras (4 zurdas), hablantes nativas del español, de nacionalidad uruguaya. Los participantes fueron reclutados a través de la lista de voluntarios del Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPsi), a través de publicidad realizada en redes sociales y los cursos de grado de la Facultad de Psicología.

4.3. Materiales

Para la elaboración de la tarea experimental se utilizaron los adjetivos normalizados (ver tabla 1) en el estudio de Stadthagen-González y colaboradores (2018). De allí se extrajeron los ítems con valencias positivas (24 adjetivos), neutras (12 adjetivos) y negativas (24 adjetivos). Por otro lado, las imágenes utilizadas corresponden a la combinación de los tres referentes concretos a estudiar (ver figura 8): Kiki y Bouba (forma), coloreados de rojo o

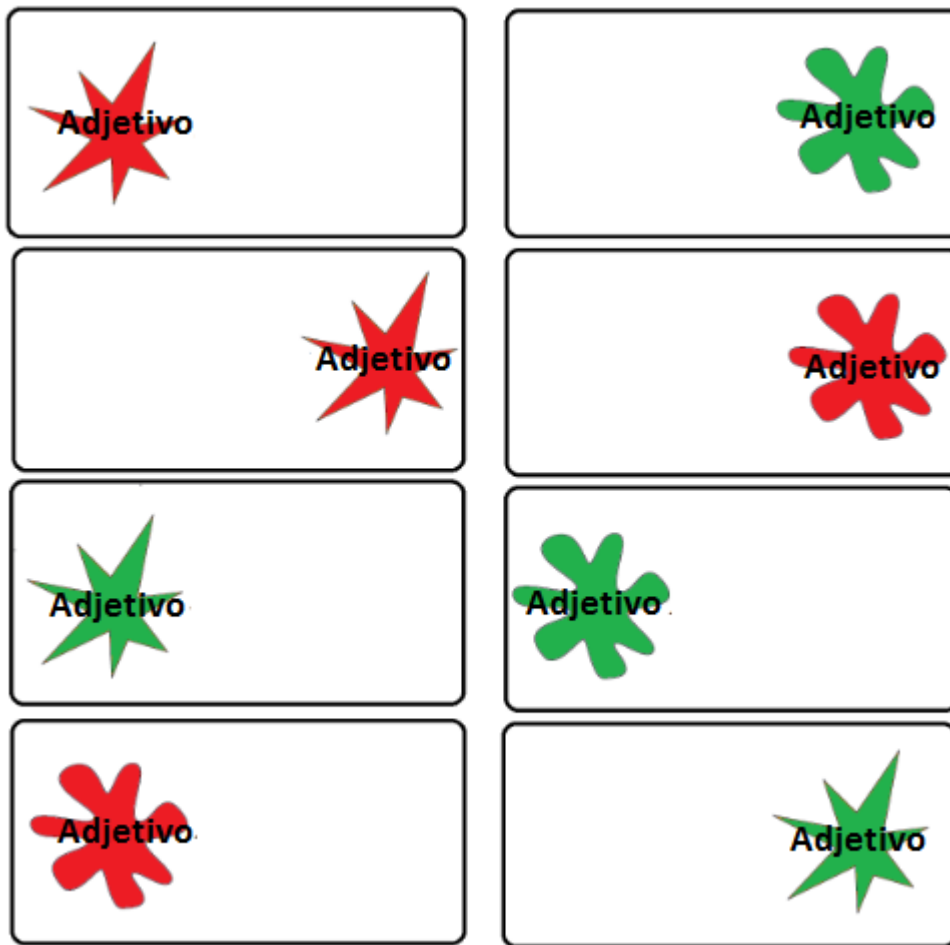
verde (color), y lateralizados a la izquierda o a la derecha (espacio). De este modo, cada adjetivo fue presentado 8 veces, una vez por cada referente concreto. Los ítems neutros se usaron como estímulos de relleno y no se incluyeron en el análisis.

Tabla 1. *Adjetivos utilizados en la tarea experimental.*

Negativos	Positivos	Neutros
Abusivo	Admirable	Característico
Agonizante	Agradable	Conceptual
Angustioso	Amorosa	Cosechadora
Deprimente	Apasionante	Cursiva
Desgraciado	Beneficioso	Distribuidor
Despreciable	Confiable	Domiciliario
Destruyivo	Confortable	Númérica
Devastador	Deseoso	Secuencial
Dictatorial	Enérgica	Sexto
Difícil	Estupendo	Sinónimo
Doloroso	Exitosa	Textual
Fallido	Fantástica	Vocales
Fatal	Favorita	
Frustrante	Gracioso	
Hipócrita	Hermosa	
Humillante	Humorístico	
Ignorante	Maravillosa	
Inquietante	Nuevo	
Lamentable	Optimista	
Melancólico	Placentero	
Miserable	Saludable	
Patético	Satisfactoria	
Racista	Sonriente	
Trágico	Valioso	

Fuente: Stadthagen-González et al. (2018)

Figura 9. *Estímulos de la tarea interferencia dibujo-palabra.*



4.4. Procedimiento

El experimento constó de una tarea de doble estimulación, específicamente una adaptación del paradigma de interferencia dibujo-palabra (Glaser y Döngelhoff, 1984). Al presentar una palabra junto con una imagen se genera un estímulo doble con caracteres lingüísticos y gráficos. Este par combinado produce efectos análogos a los de la tarea Stroop, en el cual los referentes concretos (forma, color, espacio/posición) funcionan como distractores, generando interferencias en el procesamiento de la palabra objetivo. Cuando la imagen es congruente con la valencia de la palabra presentada, el tiempo de reacción (TR) disminuye y la tasa de acierto (TA) aumenta, y viceversa.

Cada ensayo comenzó con un punto de fijación de 300 ms., seguido del par palabra-dibujo (objetivo de respuesta), el cual desapareció cuando los participantes respondieron a la valencia del adjetivo presentado (ver Figura 9). El intervalo entre estímulos estuvo ocupado por la presentación del punto de fijación durante un tiempo que variaba de 2500 a 2700 ms., y luego comenzó el punto de fijación inicial. Este detalle, es una limitación ya que el punto de fijación pierde su efecto de preparación.

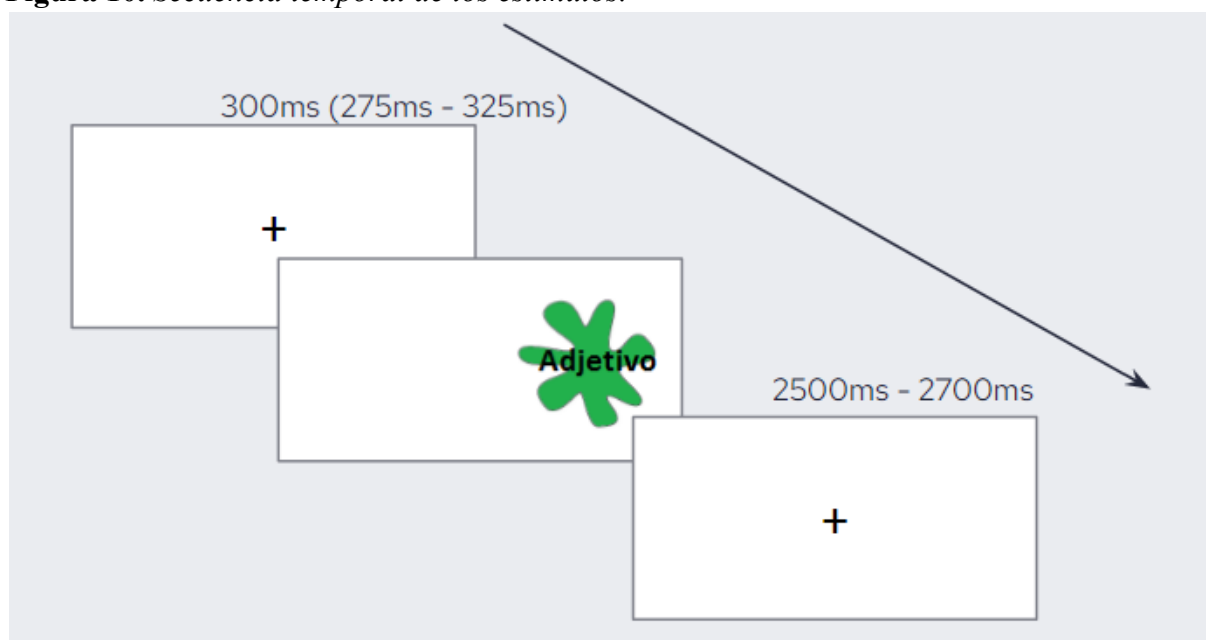
Al inicio de cada sesión experimental los participantes realizaron un bloque de práctica con 20 estímulos tomados aleatoriamente de la tabla 1; a diferencia de la tarea experimental, contó con retroalimentación positiva y negativa después de cada ensayo. Luego, se realizaron dos bloques de 240 ensayos cada uno en un formato de presentación aleatorizada, con un corte de descanso entre ambos bloques. Su duración estuvo determinada por el participante con la limitante de no poder ser menor a 30 segundos. En conclusión, la sesión experimental tuvo 192 ensayos con estímulos lingüísticos de valencia positiva, 192 de valencia negativa y 96 de valencia neutra. Estos últimos sirvieron como control atencional. En los diseños tipo Stroop, con estímulos verbales y no verbales, algunos estudios incorporan una condición neutra (Glaser y Dünghof, 1984) y otros no. Esta condición neutra disminuye el carácter dicotómico de las alternativas de respuesta, pero no necesariamente altera los efectos. En este sentido, este estudio cuenta con 1920 observaciones en cada condición de congruencia (40 personas x 24 ítems x 2 condiciones de congruencia), por lo que según Brysbaert y Stevens (2018), tiene potencia suficiente superior a 80% para detectar un efecto de 16 ms.

Las sesiones experimentales fueron realizadas en una habitación con sonido atenuado en el Laboratorio de Psicología Experimental Básica de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República. El experimento fue diseñado en el *software* Psychopy versión 2.02.02 (Peirce, 2007). Se utilizó un teclado QWERTY de computadora para registrar las

respuestas. En este teclado dos papeles, uno con signo de “+” y otro con signo de “-” cubrieron las teclas de respuesta “A” y “L”. La mitad de los participantes respondió a los adjetivos positivos con la tecla “A” y a los negativos con la “L”. La otra mitad respondió con la asignación contraria. Los adjetivos neutros se respondieron con la tecla ESPACIO.

Al final de la tarea experimental, los participantes puntuaron del 1 al 5 (siendo 1 negativo y 5 positivo) las 8 imágenes (correspondiente a las distintas combinaciones entre las formas, colores y posiciones; ver figura 8) utilizadas como estímulos concretos, sin la presencia de los adjetivos. Este dato se recolectó con el fin de evaluar la valencia asociada a cada uno por parte de los participantes.

Figura 10. *Secuencia temporal de los estímulos.*



4.5. Diseño estadístico

Se realizó un Modelo Lineal Mixto Generalizado (*MLMG*) para evaluar la presencia/ausencia de variaciones en la tasa de acierto (TA) en función de las variables independientes y sus

interacciones: Valencia del adjetivo (Negativa vs. Positiva) x Forma (Kiki vs. Bouba) x Color (rojo vs. verde) x Espacio (izquierda vs. derecha). La Ecuación del modelo fue la siguiente: $\text{glmer}(\text{ACC} \sim \text{ValenceC} * \text{SpaceC} * \text{ColorC} * \text{ShapeC} + (1|\text{Subject}) + (1|\text{Item}))$; siendo ACC la tasa de acierto e Ítem el adjetivo presente en el ensayo. Estas variables independientes y sus interacciones también fueron utilizadas en un Modelo Lineal Mixto (MLM) para analizar los tiempos de reacción. La ecuación del modelo utilizado fue: $\text{lmer}(\log\text{RT} \sim \text{ValenceC} * \text{SpaceC} * \text{ColorC} * \text{ShapeC} + (1|\text{Subject}) + (1|\text{Item}))$; siendo el logaritmo en base 10 del tiempo de reacción ($\log\text{TR}$) la variable dependiente en lugar de la TA. Los predictores fueron centrados y recodificados.

Los análisis fueron realizados a través del software *RStudio* versión 2023.06.1 (*RStudio Team*, 2020). Se utilizaron los paquetes *lmerTest* (Kuznetsova et al., 2017, versión 3.1.2.) y *lme4* (Bates et al., 2015, versión 1.1.23.) para visualizar el ajuste de los modelos y calcular el valor de alfa. Por otro lado, se utilizó el paquete *emmeans* (Russell et al., 2018, versión 1.5.1.) para obtener las medias marginales y los *test post-hoc* (Bonferroni y Tukey). Por último, se utilizó el paquete *rsq* (Zhang, 2016, versión 2.1.) para calcular el porcentaje de varianza explicada por cada modelo.

5. Resultados

Acorde a las valoraciones realizadas por los participantes (ver tabla 2), se puede observar que los estímulos que presentan el color verde obtienen puntuaciones superiores a 3 (como media) mientras que por debajo de ese número se encuentran los que tienen el color rojo. Esto indica que el color verde es mayoritariamente asociado a la valencia positiva mientras que el color rojo es asociado a la valencia negativa. También se puede observar que los estímulos que coinciden en forma y color no presentan grandes diferencias en su puntuación, aunque se diferencien en el espacio en el que se ubican. Esto podría indicar la irrelevancia de

este parámetro para juzgar la valencia de un estímulo. Para finalizar, se puede observar que los conjuntos Bouba-verde y el Kiki-rojo presentan los extremos de la escala de valoración, siendo el primero el asociado a la valencia positiva y el segundo a la negativa.

Tabla 2. Puntuaciones de los estímulos dadas por los participantes.

Estímulo	Mediana	Media	Desvío estándar
Bouba-verde-izquierda	4	4.16	0.89
Bouba-verde-derecha	4	4.13	0.99
Kiki-verde-derecha	4	3.66	0.99
Kiki-verde-izquierda	3	3.37	1.10
Bouba-rojo-izquierda	3	2.92	1.00
Bouba-rojo-derecha	3	2.89	1.11
Kiki-rojo-izquierda	1	1.82	1.13
Kiki-rojo-derecha	1	1.76	1.04

* Ver figura 8.

** 1: negativo, 2: un poco negativo, 3: Ni positivo ni negativo, 4 un poco positivo, 5: positivo

5.1. Precisión

Solo un participante fue descartado del análisis por registrar una tasa de error mayor al 20%.

En la tabla 3 se puede observar la tasa de acierto por condición experimental.

Tabla 3. Tasa de acierto por condición experimental.

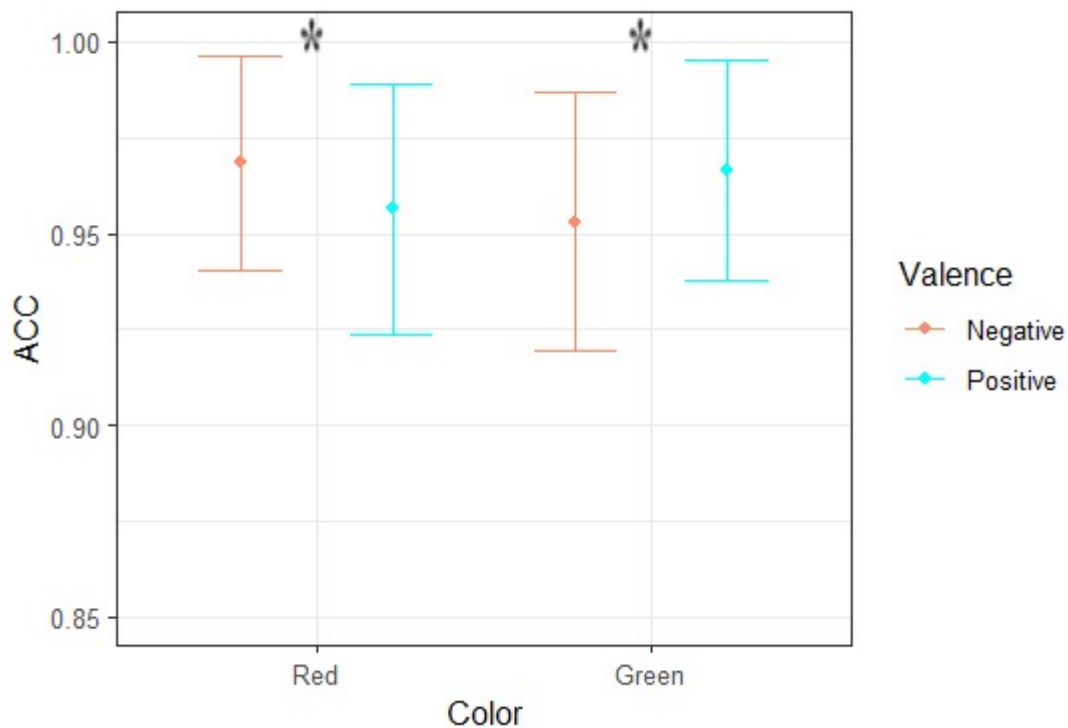
Estímulo	Valencia del adjetivo	Valencia del adjetivo
	positiva	negativa
Bouba-verde-derecha	96.89	95.28
Bouba-verde-izquierda	96.18	95.49
Bouba-rojo-derecha	95.41	96.99
Bouba-rojo-izquierda	95.67	96.97
Kiki-verde-derecha	96.66	94.78
Kiki-verde-izquierda	96.81	95.67
Kiki-rojo-derecha	96.41	96.54
Kiki-rojo-izquierda	95.04	96.87
Total	96.14	96.08

La ecuación del modelo utilizada para el análisis MLMG (ver tabla 4) que incluyó pendientes e interceptos aleatorios para participantes y adjetivos, convergió exitosamente. De acuerdo a las recomendaciones de Barr (2013) y Meteyard y Davis (2020), la ecuación es

adecuada para este tipo de estudios. Este modelo presentó una varianza explicada de $R^2 = .015$ y de $R^2 = .331$, incluyendo a los factores aleatorios (ver tabla 4).

Como se puede observar en la tabla 4, se encontró una interacción significativa entre el Color de la imagen y la valencia del adjetivo. El análisis post-hoc Holm-Bonferroni, realizado en las interacciones significativas utilizando las medias marginales estimadas (emmeans), demostró que la precisión aumenta cuando el color rojo se encuentra presente en los adjetivos negativos ($p < .001$) y el color verde ante los adjetivos positivos ($p = .022$), como se puede observar en la figura 10.

Figura 10. Tasa de acierto en función de la valencia del adjetivo y el color del estímulo.



Porcentajes de acierto: Red Negative 96.8; Green Negative: 95.3; Red Positive: 95.6; Green Positive: 96.6.
ACC: Tasa de acierto o precisión.

5.2. Tiempos de reacción

Se descartaron del análisis los ensayos fallidos, los cuales configuraron un 3.9% del total de los datos válidos. Luego se eliminaron los ensayos que presentaron tiempos de reacción superiores a 2500ms debido a inspección visual de la distribución (673 observaciones; 4.5% del total de observaciones restantes).

Debido a que la distribución de las latencias no fue normal según la prueba *Kolmogorov-Smirnov* ($p < .001$), los datos se transformaron a su logaritmo en base 10 para obtener una distribución que sí cumpla con este criterio. El objetivo de este procedimiento fue el de cumplir con el presupuesto de normalidad necesario para la realización del MLM.

Al igual que en el *MLMG* realizado, la ecuación del modelo utilizada para el análisis *MLM* (ver tabla 5), que incluyó pendientes e interceptos aleatorios a los participantes y a la

valencia de los adjetivos presentados, también convergió exitosamente. Este modelo presentó una varianza explicada de $R^2 = .011$ y de $R^2 = .379$ incluyendo los factores aleatorios.

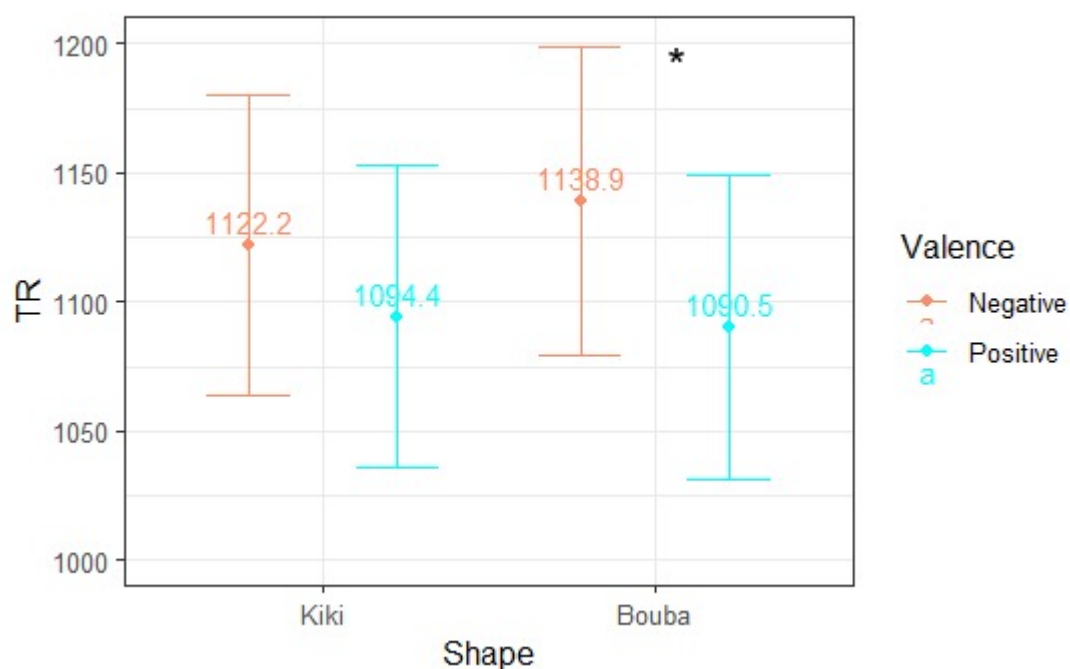
Tabla 5. *Modelo de MLM para tiempos de reacción.*

Efectos fijos						
	Est/Beta	Est Err	95% IC		t value	p
Intercepto	3.031	0.013	3.006	3.056	240.326	<.001
Valence	<-0.008	0.003	0.002	0.013	2.683	.010
Space	<-0.002	0.001	-0.004	0.000	-2.118	.034
Color	<0.007	0.001	0.006	0.009	8.287	<.001
Shape	<0.001	0.001	-0.002	0.001	-0.877	.380
Valence:Space	<0.008	0.001	-0.002	0.001	-0.423	.672
Valence:Color	<0.008	0.001	-0.009	-0.006	-8.589	<.001
Space:Color	<-0.001	0.001	-0.001	0.002	0.354	.723
Valence:Shape	<0.001	0.001	-0.004	0.000	-2.103	.035
Space:Shape	<-0.001	0.001	-0.001	0.002	0.315	.752
Color:Shape	<-0.002	0.001	-0.002	0.001	-0.671	.502
Valence:Space:Color	<-0.001	0.001	-0.001	0.002	0.346	.729
Valence:Space:Shape	<-0.001	0.001	-0.001	0.003	1.259	.207
Valence:Color:Shape	<-0.001	0.001	-0.002	0.002	-0.198	.843
Space:Color:Shape	<-0.001	0.001	-0.001	0.003	0.915	.360
Valence:Space:Color:Shape	<-0.001	0.001	-0.001	0.002	0.390	.696
Efectos aleatorios						
	Varianza				DE	
Subject (intercept)	0.006				0.077	
Item	<0.001				0.019	
Ajuste del modelo						
R^2	Marginal				Conditional	
	.011				.379	
Los valores p fueron calculados usando el método de aproximación Satterthwaites. Los intervalos de confianza fueron calculados a través del método Wald.						
Ecuación del modelo: lmer(logRT ~ ValenceC*SpaceC*ColorC*ShapeC+ (1 Subject) + (1 Item) , data = d2.rt)						
logRT: logaritmo en base 10 de los tiempos de reacción. Item: Adjetivo						

Como se puede observar en la tabla 5, se encontraron diferencias significativas en las latencias en función del Espacio en el que se presenta el estímulo ($p = .034$), su Color ($p < .001$) y la Valencia del adjetivo ($p = .010$). No se tenían expectativas específicas para ninguno de estos efectos, sin embargo en la discusión se desarrollaran las posibles implicaciones relacionadas a la detección de estos efectos.

A diferencia de los resultados anteriores, a continuación se describirán las interacciones para las que sí se realizaron predicciones basadas en la literatura. Para la interacción entre Forma y Valencia del adjetivo se encontró un efecto significativo ($p = .035$). El análisis post-hoc ajustado por Bonferroni determinó que las latencias se reducen cuando se debe responder a un adjetivo positivo y Bouba está presente ($p < .001$).

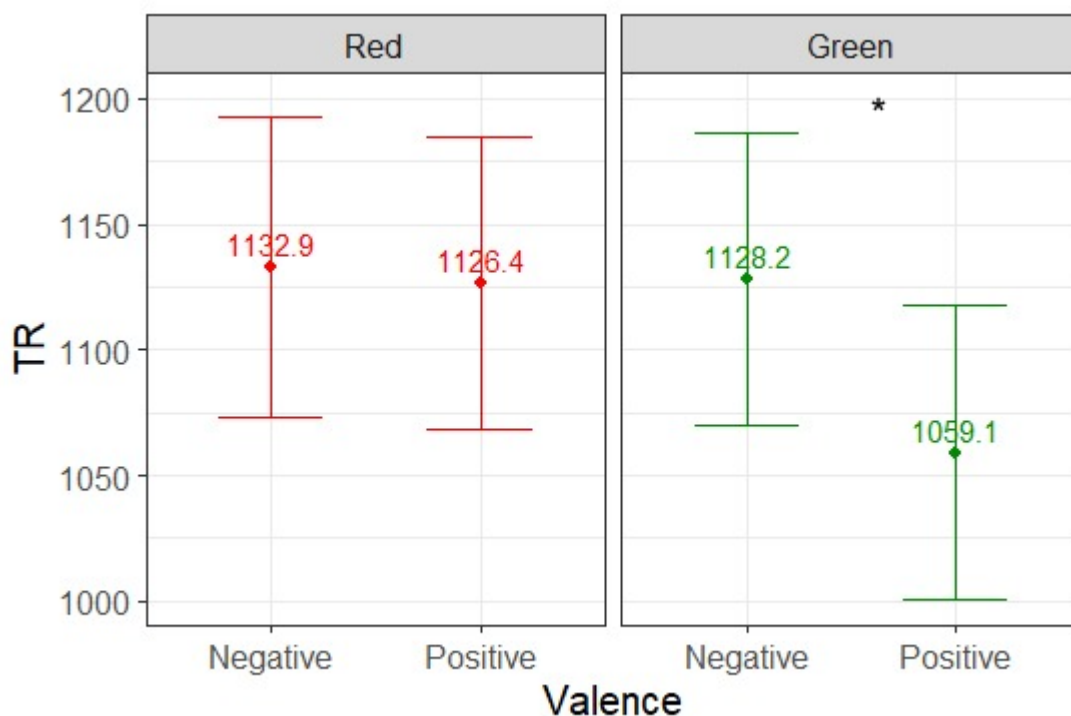
Figura 11. *Tiempos de reacción de las formas en función de la valencia del adjetivo.*



En el caso de la interacción significativa ($p < .001$) entre el Color y la Valencia del Adjetivo, el análisis post-hoc determinó que las latencias se reducen (ver figura 12) únicamente cuando el adjetivo positivo se presenta con un estímulo de color verde ($p < .001$).

Esta facilitación también se vio presente con las mismas características cuando se analizó la TA.

Figura 12. *Tiempo de reacción en función de la valencia del adjetivo y del color del referente concreto.*



Nota: Los números dispuestos corresponden a la media.

6. Discusión

El presente estudio buscó indagar, a través de una tarea de interferencia dibujo-palabra, el impacto de los referentes concretos de Forma, Color y Espacio en el procesamiento de conceptos abstractos con valencia emocional. En primer lugar, se encontró una interacción significativa entre la Forma presentada y la valencia del adjetivo. A partir del análisis realizado se puede observar una reducción de las latencias en los adjetivos positivos cuando Bouba está presente (tabla 5 y figura 11). Sin embargo, hubo consistentemente una reducción

en el TR para los adjetivos positivos en función de las variables predictoras seleccionadas. Por lo tanto, no se puede determinar si la interacción encontrada es genuina o se debe a la presencia de efectos únicamente en la segunda variable (valencia del adjetivo) y que éste se traslade hacia las otras. En conclusión, el resultado esperado R1a no se cumple para la TA, pero sí para el TR — las latencias son una medida altamente sensible y preferente sobre las medidas de precisión en los estudios psicofísicos — aunque es importante tener en cuenta que no se vieron facilitadas las respuestas a los adjetivos negativos y que no se pudo determinar si existe algún impacto del efecto principal encontrado en la Valencia del adjetivo.

En segundo lugar, los hallazgos demuestran que la TA se ve influenciada únicamente por el Color del estímulo en interacción con la valencia del adjetivo (figura 10 y tabla 4), produciendo un aumento en la precisión de los participantes cuando la valencia de ambos estímulos son congruentes (rojo-negativo; verde-positivo). Esta interacción también estuvo presente en el TR, pero el análisis post hoc demostró que la disminución del TR se dio únicamente cuando el color verde era presentado al mismo tiempo que un adjetivo positivo (asociación congruente) sin una facilitación congruente entre el color rojo y el adjetivo negativo (ver tabla 5 y figura 12). Dicho esto, la evidencia permite afirmar que se cumple el resultado esperado 1b, ya que el Color generó una facilitación en el procesamiento de la valencia del concepto abstracto en términos de TA y de TR. Esta última medida sólo se vió afectada en su condición congruente positiva.

El lugar de aparición del estímulo pictográfico, definido como Espacio, no generó efectos en la TA y el TR en función de la valencia del adjetivo (tabla 4 y 5). En relación a esto, en las valoraciones de los estímulos realizadas por los participantes, no se encontraron diferencias en las puntuaciones de las figuras que coinciden en color y forma pero que sí se diferencian en la posición en la cual aparecen (tabla 2). Es decir, que los participantes puntuaron de manera casi indistinguible a Kiki-rojo independientemente del lugar en el que

este apareció. Dado este resultado, se sugiere que este parámetro (espacio) no fue de relevancia para ellos. En conclusión, este estudio no arroja datos sobre el impacto de este referente concreto en el procesamiento de conceptos abstractos emocionales, por lo que no se cuenta con evidencia suficiente para aceptar el R1c.

Según lo desarrollado hasta aquí, se puede observar que los referentes concretos utilizados no tuvieron la misma capacidad de facilitar el procesamiento de los conceptos abstractos. La Forma solo impactó en el TR, el Color en el TA y en el TR y el Espacio no obtuvo una interacción significativa con la valencia del adjetivo a responder.

En relación a las puntuaciones de las figuras dadas por los participantes (tabla 2), se pudo encontrar que, en promedio, los estímulos que presentan el color verde obtienen puntuaciones superiores a 3 (valencia positiva) mientras que por debajo se encuentran los que tienen el color rojo. La forma Bouba con el color verde fue valorada como más positiva y la Kiki con el color rojo como la más negativa independientemente del lugar de aparición (espacio). Las formas y colores que tenían combinaciones incongruentes — Forma positiva-color negativo y viceversa — se mantuvieron cercanos a la mediana (ni positivo ni negativo). No se realizó ningún test de significancia para esta variable, se presentan estos valores a modo descriptivo, ya que se buscó identificar si la valoración que recibía cada uno de estos referentes concretos por parte de la literatura, coincidía con la que realizaron los participantes.

Otro aspecto a destacar es que no se encontraron triples o cuádruples interacciones entre por ejemplo: espacio, color y valencia, forma, color y valencia, o forma, color, espacio y valencia. Si bien en la totalidad de la bibliografía analizada en este estudio no existen estudios que exploren esto, existen dos estudios recientes que exploran algunos efectos de asociación entre dos y tres entidades concretas. Por un lado, Lin y colaboradores (2021) encontraron que las formas angulosas tienden a ser asociadas al color rojo y a emociones de

valencia negativa mientras que las más redondeadas a las de valencia emocional positiva. En otro caso, Metatla y colaboradores (2019) encontraron asociaciones en niños entre esencias (olores), formas y emociones. Estos estudios se han hecho en el marco de la interacción humano-computadora con el fin de generar experiencias inmersivas. A diferencia del estudio presentado en esta tesis y otras investigaciones citadas aquí, se utilizan estímulos que involucran varios sensores (por ej., olfato, tacto y visión).

En relación a las propiedades del modelo estadístico, se menciona que la varianza marginal explicada del modelo para el *MLMG* y el *MLM* es muy inferior a la condicional (a pesar de que esta última contiene a la varianza marginal). Esto quiere decir que tanto la Valencia del adjetivo, como los rasgos concretos del estímulo (el lugar de aparición del estímulo, color y forma) y sus interacciones explican una pequeña fracción de la varianza en los aciertos. Esto podría indicar que estos predictores, aunque significativos, no son los principales determinantes del desempeño en la variable dependiente. Por otro lado, se destaca que el porcentaje de varianza que se explica a partir de añadir como variable aleatoria a los participantes y a los adjetivos es muy superior a la de los efectos fijos por lo que podría deberse a que las diferencias individuales (experiencia personal) y características de los estímulos lingüísticos impactaron mucho en la TA y el TR. No obstante, este es un efecto encontrado típicamente en este tipo de análisis estadísticos ya que la varianza condicional tiene en cuenta a las variables en su conjunto, además de que es esperable según lo desarrollado en el marco teórico de esta tesis. Si bien agregar estas variables como efectos aleatorios mejora el ajuste del modelo, en estudios futuros sería prudente aumentar la cantidad de participantes para reducir la variabilidad encontrada o concluir que en este diseño experimental los factores individuales tienen un peso preponderante.

Otro asunto importante a discutir en relación a la ecuación del modelo elegido es que la inclusión de múltiples variables independientes en un modelo con pendientes e interceptos

aleatorios para cada una de las variables predictoras (modelo máximo) desemboca en una falta de convergencia. En este sentido, se eligió un modelo que contara con esas características, pero añadiendo como variable aleatoria al participante y al adjetivo a responder. Esta elección fue acorde a lo que sugiere la literatura (Barr, 2013; Meteyard y Davis, 2020): inclusión de la pendiente y el intercepto aleatorio pero cuidando de no sobreparametrizar el modelo. Un examen más exhaustivo podría probar cada uno de los modelos posibles, partiendo desde el más complejo hasta el más simple (modelo nulo sin variables predictoras) y determinar a través de un ANOVA cuál de estos tiene un mejor ajuste. Sin embargo esta tarea podría ser explorada en otro estudio con una muestra mucho mayor para evitar los errores de convergencia.

En resumen, si bien este estudio no buscaba replicar los hallazgos obtenidos por otros autores en tareas de categorización, los resultados presentados en esta tesis van en la misma línea. Se agrega que las asociaciones realizadas por las personas, pueden tener efectos en el procesamiento de manera que algunas de las asociaciones mejoran la precisión y disminuyen el tiempo de respuesta en condiciones congruentes. Específicamente, este estudio coincide en que el color rojo es asociado a conceptos de valencia negativa mientras que el verde a la valencia positiva (Jonauskaite et al., 2020; Littlemore et al., 2023); y por otro lado, que la forma Bouba es asociada a la valencia positiva. Esta tesis agrega datos sobre TA y TR relativas a estas asociaciones exploradas en otros estudios. En relación al Espacio, esta tesis no es capaz de arrojar evidencia consistente sobre el rol de este referente concreto en la valoración de conceptos abstractos.

Si bien no se predijo el comportamiento de los efectos principales, es importante que se pueda determinar si existe algún efecto arrastre de estos hacia las interacciones; principalmente en el análisis de TR que fue donde se presentaron. Por otro lado, y no menos importante, se necesita otro estudio para poder determinar la saliencia de cada uno de los

referentes concretos. El Color y/o la Forma, pueden estar capturando en mayor medida los recursos atencionales y por ende absorben los posibles efectos que se pueden encontrar en el espacio. Por este motivo y para profundizar en los hallazgos, se propone continuar con los siguientes estudios a través del mismo paradigma experimental (doble estimulación dibujo-palabra).

En principio, se pretende realizar 2 experimentos, cada uno dividido en tres bloques con 120 ensayos cada uno de presentación aleatorizada, conteniendo 48 ensayos congruentes (misma valencia para el estímulo lingüístico y pictográfico), 48 incongruentes y 24 de control. En el experimento 1, cada bloque contendría como figura un solo referente concreto, es decir, uno para formas, uno para colores y otro para claves espaciales. Los bloques también serán aleatorizados conformando 6 ordenaciones posibles: (1) forma-color-espacio; (2) forma-espacio-color; (3) espacio-color-forma; (4) espacio-forma-color; (5) color-espacio-forma; (6) color-forma -espacio.

En el experimento 2, todos los referentes concretos se presentarán en cada bloque aleatoriamente. Este experimento se realiza con el fin de conocer si los efectos de congruencia se dan de manera automática o dependen de que se establezcan los bloques que contienen un tipo de estímulo.

6.1. Conclusión

El presente estudio evidenció que los referentes concretos impactan en el procesamiento de los conceptos abstractos con valencia emocional. La precisión y las latencias de respuesta a palabras con valencia emocional positiva y negativa se vieron afectadas en presencia de dos de las variables predictoras propuestas (forma y color). El procesamiento de las palabras fue facilitado principalmente de la siguiente manera: el color verde redujo las latencias y aumentó la precisión en adjetivos abstractos de valencia positiva y el color rojo aumentó

únicamente la precisión en los adjetivos abstractos de valencia negativa. La forma Bouba redujo las latencias en los adjetivos abstractos de valencia positiva. Estos resultados coinciden parcialmente con la valoración explícita de los estímulos (forma, color y espacio) que realizaron los participantes al final del experimento, en las cuales se exploró que la forma Bouba y el color verde fueron puntuados como sumamente positivos, mientras que lo opuesto sucedió con la forma Kiki y el color rojo. El Espacio izquierdo y el derecho fueron valorados de igual manera por los participantes y no moduló el procesamiento de la valencia en la precisión y las latencias en la tarea experimental.

Los resultados presentados en este estudio van en consonancia con la literatura expuesta, agregando datos sobre que las asociaciones exploradas, además de ser parte de las representaciones mentales de los participantes, influyen en el procesamiento de los conceptos abstractos en términos de tasa de acierto y tiempos de reacción. Por último, se proponen dos estudios para profundizar los efectos de los referentes concretos de manera aislada profundizar en los resultados obtenidos y sortear las limitaciones vertidas en la discusión.

Referencias

- Ashby, F. G., & Alfonso-Reese, L. A. (1995). Categorization as probability density estimation. *Journal of Mathematical Psychology*, 39(2), 216–233.
- Banks, B., Wingfield, C., & Connell, L. (2020). Linguistic Distributional Knowledge and Sensorimotor Grounding both Contribute to Semantic Category Production. <https://doi.org/10.1111/cogs.13055>
- Barr, D. J., (2013). Random effects structure for testing interactions in the linear mixed.effects models. *Frontiers in Psychology*, 4, 328. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00328>
- Barrett LF. (2017). The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 12, 1–23. <https://doi.org/10.1093/scan/nsx060>
- Barsalou, L. W., & Wiemer-Hastings, K. (2005). Situating abstract concepts. En D. Pecher y R. Zwaan (Eds.). *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thought*, (pp. 129–163). Cambridge University Press.
- Barsalou, L. W. (2020). Challenges and opportunities for grounding cognition. *Journal of Cognition*, 3(1). <https://doi.org/10.5334/joc.116>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bedny, M., Caramazza, A., Grossman, E., Pascual-Leone, A., & Saxe, R. (2008). Concepts are more than percepts: the case of action verbs. *Journal of Neuroscience*, 28(44), 11347–11353. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3039-08.2008>

- Belin, L., Henry, L., Destays, M., Hausberger, M., & Grandgeorge, M. (2017). Simple shapes elicit different emotional responses in children with autism spectrum disorder and neurotypical children and adults. *Frontiers in Psychology*, 8, 91.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00091>
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767–2796. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp055>
- Blazhenkova, O., & Kumar, M. M. (2018). Angular versus curved shapes: Correspondences and emotional processing. *Perception*, 47(1), 67–89.
<https://doi.org/10.1177/0301006617731048>
- Bolognesi, M., & Steen, G. (2018). Editors' introduction: abstract concepts: structure, processing, and modeling. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 490–500.
<https://doi.org/10.1111/tops.12354>
- Bonner, M. F., Vesely, L., Price, C., Anderson, C., Richmond, L., Farag, C., Avants, B., & Grossman, M. (2009). Reversal of the concreteness effect in semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, 26(6), 568–579.
<https://doi.org/10.1080/02643290903512305>
- Borghi, A. M., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Cimatti, F., Scorolli, C., & Tummolini, L. (2017). The challenge of abstract concepts. *Psychological Bulletin*, 143(3), 263.
<https://doi.org/10.1037/bul0000089>
- Borghi, A. M., Barca, L., Binkofski, F., & Tummolini, L. (2018a). Varieties of abstract concepts: development, use and representation in the brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1752), 20170121.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0121>

- Borghi, A. M., Barca, L., Binkofski, F., & Tummolini, L. (2018b). Abstract concepts, language and sociality: from acquisition to inner speech. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1752), 20170134.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0134>
- Boroditsky, L. (2000). Metaphoric structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition* 75, 1–28. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00073-6](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00073-6)
- Bowdle, B. F., & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, 112(1), 193. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.112.1.193>
- Brysbaert, M., & Stevens, M. (2018). Power analysis and effect size in mixed effects models: A tutorial. *Journal of cognition*, 1(1).
- Brysbaert, M., Warriner, A. B., & Kuperman, V. (2014). Concreteness ratings for 40 thousand generally known English word lemmas. *Behavior Research Methods*, 46, 904–911.
<https://doi.org/10.3758/s13428-013-0403-5>
- Carbon, C. (2010). The cycle of preference: Long-term dynamics of aesthetic appreciation. *Acta Psychologica*, 134(2), 233–244. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.004>
- Casasanto, D. (2009). Embodiment of abstract concepts: Good and bad in right- and left-handers. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138(3), 351–367.
<https://doi.org/10.1037/a0015854>
- Casasanto, D., & Boroditsky, L. (2008). Time in the mind: Using space to think about time. *Cognition*, 106(2), 579–593. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.03.004>
- Casasanto, D., & Chrysikou, E. G. (2011). When Left Is “Right”: Motor Fluency Shapes Abstract Concepts. *Psychological Science*, 22(4), 419–422.
<https://doi.org/10.1177/0956797611401755>
- Casasanto, D., & Henetz, T. (2012). Handedness Shapes Children’s Abstract Concepts. *Cognitive Science*, 36(2), 359–372. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2011.01199.x>

- Condry, K. F., & Spelke, E. S. (2008). The development of language and abstract concepts: The case of natural number. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(1), 22–38. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.1.22>
- Connell, L., & Lynott, D. (2011). Modality Switching Costs Emerge in Concept Creation as Well as Retrieval. *Cognitive Science*, 35(4), 763–778. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01168.x>
- Connell, L., Lynott, D., & Banks, B. (2018). Interoception: the forgotten modality in perceptual grounding of abstract and concrete concepts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1752), 20170143. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0143>
- Coulson, S. (2001). *Semantic leaps: Frame-shifting and conceptual blending in meaning construction*. Cambridge University Press.
- Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2005). Abstract and concrete concepts have structurally different representational frameworks. *Brain*, 128(3), 615–627. <https://doi.org/10.1093/brain/awh349>
- Ćwiek, A., Fuchs, S., Draxler, C., Asu, E. L., Dediu, D., Hiovain, K., ... & Winter, B. (2022). The bouba/kiki effect is robust across cultures and writing systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377(1841), 20200390. <http://doi.org/10.1098/rstb.2020.0390>
- Day, J. (1977). Right-hemisphere language processing in normal right-handers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3(3), 518–528. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.3.3.518>
- Desai, R. H., Reilly, M., & van Dam, W. (2018). The multifaceted abstract brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1752). <http://doi.org/10.1098/rstb.2017.0122>

- Deyne, S. D., Navarro, D. J., Collell, G., & Perfors, A. (2021). Visual and Affective Multimodal Models of Word Meaning in Language and Mind. *Cognitive Science*, 45(1), e12922. <https://doi.org/10.1111/cogs.12922>
- De la Vega, I., de Filippis, M., Lachmair, M., Dudschig, C., & Kaup, B. (2012). Emotional valence and physical space: Limits of interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(2), 375–385. <https://doi.org/10.1037/a0024979>
- De Zubizaray, G. I., Rose, S. E., & McMahon, K. L. (2011). The structure and connectivity of semantic memory in the healthy older adult brain. *NeuroImage*, 54(2), 1488–1494. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.08.058>
- Donnelly, K. (2011). Heteromodal Cortex. En J. S. Kreutzer, J. de Luca, J. & B. Caplan (Eds.) *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79948-3_738
- Dove, G. (2011). On the need for embodied and dis-embodied cognition. *Frontiers in Psychology*, 1, 242. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00242>
- Ellis, H. D., & Shepherd, J. W. (1974). Recognition of abstract and concrete words presented in left and right visual fields. *Journal of Experimental Psychology*, 103(5), 1035. <https://doi.org/10.1037/h0037363>
- Fang, Y., Han, Z., Zhong, S., Gong, G., Song, L., Liu, F., ... & He, Y. (2015). The semantic anatomical network: Evidence from healthy and brain-damaged patient populations. *Human brain mapping*, 36(9), 3499–3515. <https://doi.org/10.1002/hbm.22858>
- Fernández-Fernández, G. (2004). Representación del conocimiento en sistemas inteligentes. Recuperado de: <https://dit.upm.es/~gfer/ssii/rcsi/rcsisu15.html>

- Glaser, W. R., & Dungelhoff, F. J. (1984). The time course of picture-word interference. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 10(5), 640.
- Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558–565. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03196313>
- Harpaintner, M., Sim, E.-J., Trumpp, N. M., Ulrich, M., & Kiefer, M. (2020). The grounding of abstract concepts in the motor and visual system: An fMRI study. *Cortex*, 124, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.10.014>
- Harvey, D. Y., Wei, T., Ellmore, T. M., Hamilton, A. C., & Schnur, T. T. (2013). Neuropsychological evidence for the functional role of the uncinate fasciculus in semantic control. *Neuropsychologia*, 51(5), 789–801. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.01.028>
- Holler, J., & Levinson, S. C. (2019). Multimodal language processing in human communication. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(8), 639–652. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.05.006>
- Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*, 532(7600), 453–458. <https://doi.org/10.1038/nature17637>
- Jonauskaite, D., Abu-Akel, A., Dael, N., Oberfeld, D., Abdel-Khalek, A. M., Al-Rasheed, A. S., ... & Mohr, C. (2020). Universal patterns in color-emotion associations are further shaped by linguistic and geographic proximity. *Psychological Science*, 31(10), 1245–1260. <https://doi.org/10.1177/0956797620948810>
- Kandel, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (2001). *Principios de Neurociencia*. MacGraw-Hill.

- Kawai, C., Zhang, Y., Lukács, G., Chu, W., Zheng, C., Gao, C., ... & Ansorge, U. (2023). The good, the bad, and the red: implicit color-valence associations across cultures. *Psychological Research*, 87(3), 704–724. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01697-5>
- Köhler W. (1929). *Gestalt psychology*. Liveright.
- Körner, A., Castillo, M., Drijvers, L., Fischer, M., Günter, F. ... Glenberg, A. (2022). Embodied Processing at Six Linguistic Granularity Levels: A Consensus Paper. *Journal of Cognition*, 6(1), 60. <https://doi.org/10.5334/joc.231>
- Kuperberg, G. R., West, W. C., Lakshmanan, B. M., & Goff, D. (2008). Functional magnetic resonance imaging reveals neuroanatomical dissociations during semantic integration in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 64(5), 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.03.018>
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1–26, <https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- Langacker, R. W. (1987). *Foundations of cognitive grammar: Theoretical prerequisites* (Vol. 1). Stanford University Press.
- Larson, C. L., Aronoff, J., Sarinopoulos, I. C., & Zhu, D. C. (2009). Recognizing threat: a simple geometric shape activates neural circuitry for threat detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(8), 1523–1535. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21111>
- Levinson, S. C., & Holler, J. (2014). The origin of human multi-modal communication. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), 20130302. <http://doi.org/10.1098/rstb.2013.0302>
- Lin, A., Scheller, M., Feng, F., Proulx, M. J., & Metatla, O. (2021). Feeling colours: Crossmodal correspondences between tangible 3d objects, colours and emotions. En

- Y. Kitamura & A. Quigley (Eds.). *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 1–12). ACM. Mayo, Yokohama, Japón.
<https://doi.org/10.1145/3411764.3445373>
- Littlemore, J., Bolognesi, M., Julich-Warpakowski, N., Leung, D., & Perez-Sobrinho, P. (2023). *Metaphor, metonymy, the body and the environment: An exploration of the factors that shape emotion-colour associations and their variation across cultures*. Cambridge University Press.
- Lu, X., Suryanarayan, P., Adams Jr, R. B., Li, J., Newman, M. G., & Wang, J. Z. (2012). On shape and the computability of emotions. En N. Babaguchi, K. Aizawa & J. Smith (Eds.). *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimedia* (pp. 229–238). ACM. Octubre, Nara, Japón. <https://doi.org/10.1145/2393347.2393384>
- Lynott, D., & Connell, L. (2009). Modality exclusivity norms for 423 object properties. *Behavior Research Methods*, 41(2), 558–564. <http://doi.org/10.3758/brm.41.2.558>
- Lynott, D., Connell, L., Brysbaert, M., Brand, J., & Carney, J. (2020). The Lancaster Sensorimotor Norms: Multidimensional measures of perceptual and action strength for 40,000 English words. *Behavior Research Methods*, 52(3), 1271–1291.
<https://doi.org/10.3758/s13428-019-01316-z>
- McRae, K., Nedjadrasul, D., Pau, R., Pui-Hei Lo, B., & King, L. (2018). Abstract Concepts and Pictures of Real-World Situations Activate One Another. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 518–532. <https://doi.org/10.1111/tops.12328>
- Metatla, O., Maggioni, E., Cullen, C., & Obrist, M. (2019). “Like Popcorn” Crossmodal Correspondences Between Scents, 3D Shapes and Emotions in Children. En S. Brewster & G. Fitzpatrick (Eds.). *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–13). ACM. Mayo, Glasgow, Reino Unido.

- Meteyard, L., & Davies, R. A. (2020). Best practice guidance for linear mixed-effects models in psychological science. *Journal of Memory and Language*, 112, 104092.
<https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104092>
- Morey, R. D., Kaschak, M. P., Díez-Álamo, A. M., Glenberg, A. M., Zwaan, R. A., Lakens, D., ... & Ziv-Crispel, N. (2022). A pre-registered, multi-lab non-replication of the action-sentence compatibility effect (ACE). *Psychonomic Bulletin & Review*, 29(2), 613–626. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01927-8>
- Murguía, P. S. (2005). *Modelos Teóricos de los Procesos de Categorización y Aprendizaje Discriminativo* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral Universitat de Valencia Departamento de Metodología de las Ciencias de Comportamiento).
- Murphy, G. L. (2004). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Murphy, G. L. (2010). What are categories and concepts? En D. Mareschal, P. C. Quinn, & S. E. G. Lea (Eds.), *The making of human concepts* (pp. 11–28). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199549221.003.02>
- Pecher, D. & Boot, I. (2011). Numbers in space: differences between concrete and abstract situations. *Frontiers in Psychology*, 2, 121. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00121>
- Philip, G. (2006). Connotative meaning in English and Italian colour-word metaphors. *Metaphorik*, (10), 59-93.
- Pulvermüller, F., & Fadiga, L. (2010). Active perception: sensorimotor circuits as a cortical basis for language. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(5), 351–360.
<https://doi.org/10.1038/nrn2811>
- Ralph, M. A. L., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T. (2016). *The neural and computational bases of semantic cognition*. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(1), 42–55. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.150>

- Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). Synaesthesia--a window into perception, thought and language. *Journal of Consciousness Studies*, 8(12), 3–34.
<https://www.ingentaconnect.com/content/imp/jcs/2001/00000008/00000012/1244>
- RStudio Team (2020). *RStudio: Integrated Development for R. Studio*. PBC, Boston, MA
URL <http://www.rstudio.com/>
- Russell, L., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & Herve, M. (2018). *Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*.
<https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>
- Santiago, J., Lupáñez, J., Pérez, E., & Funes, M. J. (2007). Time (also) flies from left to right. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 512-516. <https://doi.org/10.3758/BF03194099>
- Santiago, J., Ouellet, M., Román, A., & Valenzuela, J. (2012). Attentional factors in conceptual congruency. *Cognitive Science*, 36(6), 1051-1077.
<https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2012.01240.x>
- Stadthagen-González, H., Ferré, P., Pérez-Sánchez, M.A. *et al.* (2018). Norms for 10,491 Spanish words for five discrete emotions: Happiness, disgust, anger, fear, and sadness. *Behavior Research* 50, 1943–1952. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0962-y>
- Stein, B. E., & Meredith, M. A. (1993). *The Merging of the Senses*. The MIT Press.
- Temple, E., & Posner, M. I. (1998). Brain mechanisms of quantity are similar in 5-year-old children and adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(13), 7836–7841. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.13.7836>
- Troche, J., Crutch, S., & Reilly, J. (2014). Clustering, hierarchical organization, and the topography of abstract and concrete nouns. *Frontiers in Psychology*, 5, 360.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00360>
- Vásquez, A., Martin, A. (2016). Memoria: Sistemas y Procesos. En Vásquez Echeverría, A. (Ed.). *Manual de Introducción a la Psicología Cognitiva*. Montevideo: UdelaR.

- Vigliocco, G., Ponari, M., & Norbury, C. (2018). Learning and processing abstract words and concepts: insights from typical and atypical development. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 533-549. <https://doi.org/10.1111/tops.12347>
- Vivas, J. R., Comesaña, A., & Vivas, L. Y. (2007). Evaluación de las redes semánticas de conceptos académicos en estudiantes universitarios. *PsicoUSF*, 12(1), 111-119.
- Wang, J., Conder, J. A., Blitzer, D. N., & Shinkareva, S. V. (2010). Neural representation of abstract and concrete concepts: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 31(10), 1459–1468. <https://doi.org/10.1002/hbm.20950>
- Willems, R. M., Hagoort, P., & Casasanto, D. (2009). *Body-Specific Representations of Action Verbs*. *Psychological Science*, 21(1), 67–74.
<https://doi.org/10.1177/0956797609354072>
- Zhang, D. (2016). A Coefficient of Determination for Generalized Linear Models. *The American Statistician*, 71 (4), 310–316.
<https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1256839>