



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

ORIGEN, DESARROLLO Y ESTADO ACTUAL DEL DEBATE ACERCA DE LA IMAGINERÍA MENTAL

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:

MARCO ARTURO CASTRO SALAS

TUTORA PRINCIPAL:

DRA. SALMA SAAB HASEN

– *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILÓSOFICAS | UNAM* –

COMITÉ TUTOR:

DR. JOSÉ LUIS DÍAZ GÓMEZ

– *DEPARTAMENTO DE HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA MEDICINA | UNAM* –

DR. SILVIO JOSÉ MOTA PINTO

– *DEPARTAMENTO DE FILOSOFÍA | UNAM* –

DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES ERAÑA LAGOS

– *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILÓSOFICAS | UNAM* –

DR. AXEL ARTURO BARCELÓ ASPEITIA

– *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILÓSOFICAS | UNAM* –

MÉXICO, D.F. OCTUBRE DE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias especialmente a la Dra. Salma Saab por su asesoría, dedicación y apoyo, sin lo cual no habría sido posible la conclusión de la tesis. Agradezco igualmente al Dr. José Luis Díaz quien desde un principio me dio aliento para continuar con mi investigación en la dirección trazada y con quien tuve la grata experiencia de compartir el interés común por las neurociencias. Asimismo, agradezco al Dr. Silvio Pinto por sus oportunas observaciones y generosa disponibilidad para formar parte del comité. También agradezco mucho a la Dra. Ángeles Eraña y al Dr. Axel Barceló que hayan aceptado generosamente revisar el documento final de mi tesis. Extiendo mi agradecimiento a todo el personal del Instituto de Investigaciones Filosóficas por su atención, apoyo y servicios. Doy gracias también a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme ofrecido durante todo este tiempo un espacio abierto, libre y plural para mi desarrollo humano e intelectual.

Agradezco a CONACYT por la beca que me otorgó para la realización de mis estudios de doctorado durante el periodo 2009-2012 y a la sociedad mexicana en su conjunto que con su contribución fiscal hace posible el sostenimiento de tales apoyos económicos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES PRÓXIMOS Y BASES TEÓRICAS DEL DEBATE CONTEMPORÁNEO ACERCA DE LA IMAGINERÍA MENTAL	
1.1 De la experiencia de imágenes a la representación en imágenes	8
1.2 Aproximación cognitiva al estudio de la imagen <i>qua</i> representación mental: orientaciones y teorías dominantes	13
1.2.1 Bases teóricas de la psicología cognitiva	13
1.2.2 Introspección y modelos computacionales de la mente: su papel e importancia	15
1.2.2.1 Orientación «introspectivista instrumental»	15
1.2.2.2 Orientaciones «no-introspectivista» y «computacional fuerte»	16
1.2.2.3 Orientaciones «computacional débil» y «anticomputacional»	18
1.2.3 Concepciones teóricas dominantes acerca de la naturaleza de la imagen <i>qua</i> representación mental	20
1.2.3.1 Teoría de la codificación dual de Pavio	20
1.2.3.2 Teoría del doble formato representacional y modelo de «la pantalla de computadora» de Kosslyn	22
1.2.3.3 Teoría computacional de la mente de Pylyshyn	25
1.3 Origen y configuración del debate acerca de la imagería mental	27
1.3.1 Reseña histórica de la controversia	27
1.3.2 Líneas básicas de argumentación en pro y en contra de la imagen	30
1.3.3 Evaluación crítica de la postura antiproposicionalista de Paivio y el concepto de espacio funcional propuesto por Kosslyn	36

CAPÍTULO 2. DESARROLLO Y CONFIGURACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES ACERCA DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA IMAGINERÍA MENTAL

2.1 Parámetros empíricos: principales clases y atributos de las tareas, los estímulos y las variables de interés	42
2.1.1 Variables de interés y tareas de tipo verbal	44
2.1.2 Variables y tareas de tipo no-verbal o imaginativo	46
2.2 Desarrollo de algunos de los principales hallazgos experimentales en torno a la imaginiería mental	47
2.2.1 Enfoque funcional: Intervención de la imaginiería mental en los procesos de aprendizaje, memoria y comprensión verbal	49
2.2.1.1 Efecto de concreción e imaginabilidad: definición y factores moduladores	49
2.2.1.2 Estudio sistemático y consolidación del efecto de concreción e imaginabilidad	50
2.2.1.3 Corroboración neurofisiológica del efecto de concreción e imaginabilidad	55
2.2.1.3.1 Investigaciones electrofisiológicas cerebrales: <i>PRE</i>	56
2.2.1.3.2 Estudios de neuroimagen cerebral: <i>fMRI</i> y <i>PET</i>	58
2.2.2 Enfoque estructural: inspección y manipulación de imágenes mentales .	59
2.2.2.1 Rotación mental	59
2.2.2.2 Escaneo mental	60
2.2.2.3 Acercamiento de imágenes mentales (<i>Zooming</i>)	60
2.2.2.4 Detección de rasgos visuales	61
2.2.2.5 Comparación de tamaños relativos	62
2.2.2.6 Corroboración neurofisiológica del efecto de rotación y escaneo mental	62
2.3 Consideraciones críticas en torno a la interpretación de los hallazgos experimentales aducidos a favor de la imagen	63

CAPÍTULO 3. CONSIDERACIONES CRÍTICAS ACERCA DEL ESTATUS REPRESENTACIONAL DE LA

IMAGINERÍA MENTAL DESDE EL ENFOQUE COMPUTACIONAL DE LA MENTE

3.1 Polarización de los conceptos de representación analógica y representación proposicional: imagería mental <i>versus</i> lenguaje del pensamiento	73
3.1.1 Lenguaje del pensamiento y modelo clásico de la mente	74
3.1.2 Imagería mental y representación analógica	75
3.1.3 Crítica de la especificidad representacional de las imágenes: punto de vista clásico y esbozo de un planteamiento alternativo	77
3.2 Confrontación de los modelos clásicos y conexionistas de la mente	79
3.2.1 Bases arquitectónicas y simbólicas de los modelos clásicos	81
3.2.2 Bases arquitectónicas y simbólicas de los modelos conexionistas	83
3.2.3 Valor cognitivo de los modelos conexionistas: más allá del planteamiento sub-simbólico	85
3.3 Hacia una «teoría de la codificación dual fuerte»: doble formato representacional y arquitecturas mentales híbridas	92
3.3.1 Consideraciones teóricas preliminares para una fundamentación conexionista de la imagería mental: representación distribuida y contenido no conceptual	92
3.3.2 Contenido intencional y relevancia cognitiva de las imágenes mentales: más allá del paradigma simbólico	94
3.3.3 Modelo híbrido y modularidad de la mente	96
CONCLUSIÓN	100
BIBLIOGRAFÍA	104

INTRODUCCIÓN

El concepto de imagen mental no sólo hace referencia a un ámbito muy peculiar de la experiencia humana cuya realidad fenoménica prácticamente nadie pone en duda, sino que también comúnmente alude a un tipo especial de conocimiento o representación del mundo. Esta convicción además de encontrarse firmemente arraigada en el sentido común de las personas ha sido avalada también por muchos filósofos y hombres de ciencia a lo largo de la historia. Asimismo, por encima de la importancia que suele darse a la capacidad de representar el mundo en imágenes, prevalece la convicción de que no existe otra cualidad más distintivamente humana que la facultad de representar el mundo a través de conceptos y, junto a ésta, la capacidad discursiva e inferencial del pensamiento —comúnmente denominada *racionalidad*— como atestigua el hecho de que entre todas las especies animales únicamente el ser humano ostenta la aptitud para hablar —*i.e.* de utilizar un lenguaje articulado como vehículo de comunicación—. Así, la imaginería mental y el lenguaje han sido considerados desde antaño si no las únicas formas de representación mental posibles, sí al menos dos de las más básicas de entre todas ellas. Con todo y que sobre esto último existe un amplio consenso, la cuestión acerca de la importancia cognitiva de la imaginería mental por sí misma considerada así como de su posible colaboración con el pensamiento siempre ha estado sujeta en alguna medida a controversia.

En el marco interdisciplinario de la ciencia cognitiva y muy particularmente en el terreno de la psicología cognitiva, dicha controversia ha alcanzado una de sus expresiones más radicales en el debate contemporáneo acerca de la imaginería mental, cuyo desarrollo comenzó a partir de la crítica dirigida en contra de la reivindicación del valor teórico otorgado al concepto de imagen mental que tuvo lugar al interior de la psicología cognitiva apenas naciente, una vez que la hegemonía conductista comenzó a debilitarse. Los antecedentes más inmediatos de este debate se remontan a las investigaciones experimentales —encabezadas por Paivio— acerca del papel funcional de las imágenes mentales en los procesos de aprendizaje y memoria verbal, realizadas en el transcurso de

la década de los 60' con el objetivo expreso de rebatir la tendencia por entonces dominante de privilegiar el uso de variables verbales en detrimento de aquellas relacionadas con la imaginería mental, debido en gran medida a la influencia solapada del conductismo. Sin embargo, la controversia en cuestión alcanzó su punto más álgido y su forma actual en el transcurso de la década de los 70', a raíz de los primeros pronunciamientos críticos encabezados por Pylyshyn en contra del valor cognitivo de la imaginería mental, de cara a los hallazgos experimentales sobre rotación y escaneo mental de imágenes realizados originalmente por Shepard y Kosslyn –respectivamente– en el contexto de las investigaciones experimentales interesadas en el estudio de las propiedades intrínsecas (estructurales) de la imaginería visual.

Al interior de dicho debate, los detractores de la imaginería mental –como es el caso representativo de Pylyshyn– comúnmente parten de la consideración de que los contenidos semánticos de las representaciones mentales normalmente se relacionan entre sí de manera lógicamente coherente como pone de manifiesto el hecho de que habitualmente la explicación intencional de la conducta humana exhibe un carácter racional que consiste en la articulación sistemática de las creencias, deseos y expectativas de los individuos; y como la codificación de semejantes contenidos requiere la existencia de estructuras simbólicas capaces de preservar sus respectivas distinciones y regularidades semánticas, concluyen que toda genuina representación mental es de naturaleza proposicional y –por ende– forma parte de un lenguaje interno comúnmente llamado «mentales» o lenguaje del pensamiento. En cambio, los defensores de la imaginería convienen en que las imágenes mentales exhiben propiedades cuasi-pictóricas; codifican información de naturaleza «continua»; mantienen un fuerte isomorfismo con los perceptos; y sus contenidos están asociados con una modalidad sensorial específica. Todo lo cual remite a la idea central de que la imaginería y la percepción mantienen entre sí muchas similitudes, no obstante sus diferencias mutuas.

La discusión entre ambos frentes tiene lugar tanto en el terreno teórico como en el empírico, pues versa sobre la posibilidad y realidad psicológica de la imaginería mental considerada como una clase de representación mental de naturaleza no proposicional, independientemente de la consideración de las propiedades fenoménicas inherentes a la experiencia consciente que muchas veces la acompañan. En el terreno teórico, a los partidarios de la imaginería y a sus opositores corresponde por igual la tarea de especificar las propiedades estructurales (formales) que definen la naturaleza simbólica de la clase de representaciones cuya realidad psicológica postulan, en conformidad con el tipo de contenidos representacionales que les atribuyen y la clase de procesos cognitivos que suponen operan sobre las mismas, de modo tal que sea posible explicar la conducta de los individuos en función de la intervención de tales estados mentales. En el terreno experimental, todos convienen en que la demostración de la realidad psicológica de las representaciones y de los procesos mentales depende de que las propiedades estructurales y funcionales atribuidas hipotéticamente a aquellos estados mentales, puedan conectarse con ciertos indicadores operacionales que hagan factible la corroboración empírica de sus correlatos neurales y de sus efectos sobre la conducta de los individuos.

Frente a sus adversarios, los defensores de la imaginería insisten en que existe suficiente acopio de pruebas empíricas a favor de la existencia mental y especificidad representacional de las imágenes mentales. Sin embargo, adolecen de una clara definición teórica acerca de la naturaleza simbólica (formal o estructural) de la imaginería mental. Lo cual se refleja en el escaso acuerdo que existe entre ellos a este respecto. Además de que soslayan en mayor o menor grado la importancia que tiene el concepto de computación para la explicación de la eficacia causal atribuida a los estados mentales con respecto a la generación de otros estados mentales y la producción de la conducta. Todo ello impide apreciar en su justa dimensión el alcance probatorio o al menos heurístico de los hallazgos experimentales comúnmente aducidos a favor de la hipótesis de la imaginería mental.

Basta considerar el marco general en que se inscribe cualquier teoría acerca de la cognición humana desarrollada en el ámbito de la psicología cognitiva, para darse cuenta de que el concepto de computación no puede descartarse sin introducir graves dificultades de orden teórico. En principio, la psicología cognitiva conjuga la convicción materialista (naturalista) de que la mente no es una entidad aparte o independiente del cerebro (en contra del dualismo) con la convicción mentalista (representacionista) de que los estados representacionales —al igual que los procesos cognitivos que operan sobre ellos— no son reductibles a propiedades físicas ni neurofisiológicas del cerebro, son completamente independientes de la experiencia consciente que a veces les acompaña y están provistos de contenidos semánticos (intencionales). Bajo estos supuestos ¿cómo es que cabe entender la relación entre la mente, el cerebro y la conducta humana?, o bien más específicamente ¿cómo es que los contenidos de los estados representacionales junto con los procesos cognitivos que operan sobre tales estados pueden influir sobre la conducta del organismo? En el terreno de la psicología cognitiva, la solución común y más consistente a este problema descansa fundamentalmente sobre una especie de «funcionalismo computacional».

El concepto de computación proporciona las bases teóricas para comprender la naturaleza del enlace funcional entre los estados mentales y los estados físicos de un sistema cognitivo cualquiera en plena conformidad con una orientación materialista. Los estados mentales tienen una naturaleza simbólica, de modo que no pueden influir sobre la estructura y los mecanismos causales de la base física en la cual se realizan sino a través de sus propiedades formales, mismas que —en el caso de los estados representacionales— son las responsables de la codificación de los contenidos semánticos —nada menos es por esta razón que tales estados son considerados de naturaleza simbólica—. Esto es así porque la explicación de una determinada conducta en términos cognitivos implica que entre los estados mentales y los estados cerebrales existe una correspondencia funcional tal que ciertas estructuras y mecanismos neurofisiológicos —de los cuales depende en última instancia la producción de la conducta de un sistema cognitivo— son capaces de

instanciar las estructuras y relaciones simbólicas de los estados representacionales y los procesos cognitivos que operan sobre ellas; y estas últimas, a su vez, son capaces de instanciar los contenidos semánticos de las representaciones y sus relaciones mutuas.

Precisamente, es en relación con las bases teóricas bosquejadas arriba que *prima facie* las teorías proposicionalistas aventajan en claridad y consistencia a las teorías en pro de la imaginería. A ello se debe también, en gran medida, el hecho de que el modelo computacional clásico de la mente en el cual se funda aquella clase de teorías, ocupe hasta ahora un puesto hegemónico. De acuerdo con este modelo, la mente se comporta simbólica y formalmente como una especie de computadora digital, cuya arquitectura funcional se ajusta a las especificaciones de una máquina universal de Turing.

Desde esta perspectiva, para resolver las dificultades teóricas inherentes al concepto de imagen mental en plena conformidad con las bases teóricas de la psicología cognitiva, es indispensable ampliar nuestra comprensión acerca de lo que significa para una representación mental tener una estructura simbólica y estar provista de un contenido semántico, más allá de las propiedades sintácticas y conceptuales que caracterizan a estas dimensiones en el caso de las representaciones proposicionales según la hipótesis del lenguaje del pensamiento y el modelo clásico de la mente. Semejante tarea implica, a su vez, traer a consideración otra clase de modelos computacionales de la mente sobre la base de que no hay nada en el concepto general de computación que lo impida. En efecto, de acuerdo con dicho concepto, el único requisito que un sistema físico cualquiera debe cumplir para ser capaz de comportarse sistemáticamente con base en representaciones –i.e. símbolos susceptibles de interpretación semántica– es que se encuentre provisto de estructuras y mecanismos físicos sensibles a las propiedades formales de aquellos estados simbólicos y de los procesos que operan sobre los mismos. En otras palabras, el sistema físico debe estar provisto de una arquitectura funcional o cognitiva.

De hecho, los modelos computacionales de la mente cuentan con un rival de gran envergadura, a saber: los modelos conexionistas de la mente. Frecuentemente, los partidarios de tales modelos asumen un punto de vista sub-simbólico, en el sentido de que buscan ofrecer una explicación alternativa de la composicionalidad, sistematicidad, productividad y coherencia inferencial del pensamiento con base en representaciones mentales dotadas de una estructura conexionista y, por ende, «no simbólica» con respecto a la noción de símbolo en la que se funda el modelo computacional clásico de la mente. En su intento por demostrar que la estructura sub-simbólica propia de los estados representacionales de un sistema conexionista puede implementar (realizar) el tipo de estructura que corresponde propiamente a las representaciones simbólicas, el paradigma sub-simbólico apunta hacia la posibilidad de formas alternativas de representación mental cuya estructura no se ajusta a los estrictos cánones del simbolismo clásico, en la medida en que extiende el concepto de estructura o forma representacional más allá de las restricciones impuestas por el paradigma simbólico. Aparte de esto, los desarrollos teóricos del paradigma sub-simbólico tienen muy poco que ver con el problema que me ocupa en esta investigación.

Parto pues de la consideración de que tal y como plantea el paradigma sub-simbólico, las representaciones distribuidas *per se* cuentan con una estructura formal distinta de aquella que poseen las representaciones simbólicas clásicas —caracterizadas estas últimas por su naturaleza proposicional— pero a diferencia del paradigma mencionado, no me intereso por la cuestión acerca de cómo es posible explicar las propiedades inherentes a las representaciones proposicionales a partir de las propiedades que corresponden a tal clase de representaciones conexionistas, sino en demostrar que es posible ofrecer una fundamentación conexionista de la especificidad representacional de la imagería mental en conformidad con las bases teóricas de la psicología cognitiva.

Además, en contra del paradigma clásico o simbólico —encabezado por Fodor y Pylyshyn— y el sub-simbólico —representado por Smolensky— que defienden la idea de

que la mente humana desempeña todas sus funciones cognitivas con base exclusivamente en una arquitectura clásica o conexionista –respectivamente–, me propongo defender que tal y como sugiere la intuición que subyace a la teoría de la codificación dual desarrollada por Paivio y la propuesta de un doble formato representacional de Kosslyn, resulta más plausible suponer que la mente humana cuenta con una naturaleza híbrida capaz de conjugar el poder de cómputo de ambas arquitecturas funcionales y, por ende, es capaz de trabajar con base en dos subsistemas representacionales tan distintos, pero igualmente importantes, como es el caso de la imaginación mental y el lenguaje. En este sentido la idea de una codificación dual implicaría realmente la existencia de un doble código o formato representacional, a saber: uno proposicional en el caso del lenguaje y otro analógico en el caso de la imaginación mental. Propongo denominar tal planteamiento teórico, cuyas bases apenas bosquejo en esta investigación, como «teoría de la codificación dual en sentido fuerte».

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES PRÓXIMOS Y BASES TEÓRICAS DEL DEBATE CONTEMPORÁNEO ACERCA DE LA IMAGINERÍA MENTAL

1.1. De la experiencia de imágenes a la representación en imágenes

El estudio de la «imagería mental»¹ ocupó un lugar importante en la incipiente psicología experimental de corte mentalista impulsada por Wundt en Leipzig a finales del siglo XIX. Nada menos, una de las controversias que especialmente llamó la atención de los primeros psicólogos interesados en el estudio empírico de la experiencia consciente fue la concerniente al rol que desempeñan las imágenes mentales en el pensamiento (conceptualización, juicio y raciocinio). Esta controversia se dio entre quienes –con Titchener a la cabeza– defendían la tesis de que las imágenes mentales son elementos imprescindibles para la constitución del pensamiento y la denominada «escuela de Wurzburg» –liderada por Külpe– cuyos adeptos defendieron la tesis de que existen formas de pensamiento sin contenido sensorial ni imaginativo alguno, *i.e.* estados de conciencia que no se encuentran asociados con ninguna sensación ni imagen mental². No obstante, debido al cariz eminentemente mentalista de la psicología experimental decimonónica, ambos bandos convenían en que las imágenes mentales forman parte de un tipo de especial de experiencia consciente; restringiendo así su estudio al ámbito exclusivamente fenoménico desde un enfoque predominantemente asociacionista.

La controversia decimonónica en torno a la posibilidad del pensamiento sin imágenes constituye un importante antecedente del debate contemporáneo acerca de la imagería mental, al menos por tres razones: (1) puso de manifiesto la necesidad de una nueva

¹ En conformidad con la bibliografía reciente sobre el tema, en esta investigación empleo el término «imagería mental» o simplemente «imagería» para traducir el término inglés *mental imagery* o simplemente *imagery*, el cual bajo su acepción ordinaria significa «imágenes mentales» (*mental images*) y en el contexto de la psicología cognitiva designa no sólo las representaciones denominadas imágenes mentales sino también los procesos cognitivos generativos y transformacionales que son inherentes a este tipo de representaciones; procesos estos últimos a los cuales comúnmente se hace referencia con el término de «imaginación».

² Razón por la cual dicha tesis suele denominarse «pensamiento sin imágenes» (*imageless thought*).

psicología experimental interesada en el estudio de la mente pero apartada del análisis de la conciencia, en virtud de que evidenció los límites del método introspectivo y la posibilidad de estudiar las funciones psicológicas superiores —designadas con el nombre genérico de pensamiento— sin recurrir a la experiencia fenoménica³; (2) representa una de las primeras consideraciones críticas acerca del valor cognitivo de la imagería mental, cuya importancia sería revalorada por la psicología experimental post-conductista; y, (3) perfiló de manera incipiente las dos posturas enfrentadas en el debate contemporáneo, en la medida en que la orientación teórica de la escuela de Wurzburg derivó paulatinamente hacia planteamientos computacionales de la mente⁴ afines a los que suscriben recientemente los principales opositores al frente en pro de la imagen, mientras que la importancia concedida a la experiencia consciente y a la introspección por la escuela de Wundt, prevaleció en cierto modo en los planteamientos teóricos y experimentales de los defensores contemporáneos de la imagería.

La controversia del pensamiento sin imágenes contribuyó de manera importante a poner de manifiesto los límites del método introspectivo y, por ende, de la psicología experimental basada en el análisis de la conciencia. Los informes introspectivos sobre los datos de la experiencia consciente, aun cuando fueran hechos por observadores entrenados y bajo condiciones experimentales controladas, solían ser tan diversos entre sí que la introspección no pudo menos que caer en descrédito y volverse objeto de severas críticas. Entre las cuales destaca la de que, dado su carácter propiamente subjetivo, no puede garantizar la objetividad requerida para elevar a la psicología al rango de una ciencia. Además de los defectos inherentes al introspeccionismo, la psicología experimental de corte mentalista clásico se mostraba proclive a una concepción metafísica de la mente que no era congruente con los principios básicos de la ciencia bajo

³ Aunque el pensamiento sin imágenes y el seguimiento de reglas fue considerado por los miembros de la escuela de Wurzburg como una forma especial de experiencia consciente, Külpe modificó su concepción Wundtiana de la psicología experimental hasta el punto de que terminó despreciando el papel que juega la conciencia en el pensamiento (Cfr. Boring 2010, p. 435; Greenwood 2011, pp. 231-232).

⁴ Cfr. Greenwood 2011, p. 392.

los estrictos cánones del positivismo clásico, mismo que para entonces ya había consolidado su influencia en el ámbito de las ciencias de la naturaleza.

Todos estos factores propiciaron la transición de la psicología experimental hacia nuevos enfoques apartados del estudio de la conciencia. El resultado inicial de este proceso fue el rechazo de todo concepto que hiciera referencia a estados mentales —denominados en adelante de manera un tanto peyorativa como «mentalismos»— y el recurso exclusivo a conceptos relacionados con los estímulos y las respuestas conductuales de los individuos en su interacción con el medio ambiente. Justo antes de la primera guerra mundial, Watson sentó las bases de una de las primeras y más influyentes versiones de la psicología experimental apartada del estudio de la experiencia consciente y abocada a la explicación del comportamiento observable. Él mismo impuso a esta corriente el nombre de «conductismo» y defendió que la psicología, entendida en esos términos, tenía que formar parte de las ciencias naturales. Así pues, de acuerdo con Watson la psicología científica debía concentrarse en el estudio de la conducta manifiesta de los sujetos y de los estímulos ambientales relacionados con ella. Toda conducta tenía que ser interpretada como una respuesta condicionada por estímulos ambientales, de manera que los mecanismos asociativos entre los estímulos y las respuestas motoras periféricas bastaran por sí solos para explicar, predecir y controlar la conducta observable de los sujetos.

La redefinición de la psicología experimental propuesta por el conductismo de Watson alcanzó tal grado de difusión e influencia que a la postre terminó por generar un movimiento denominado «revolución conductista». Bajo la influencia de esta revolución, cualquier concepto que denotara contenidos de la experiencia consciente fue descartado de la psicología experimental so pretexto de que se trataba de un mero mentalismo, caracterizado por su falta de objetividad y por su irrelevancia para la explicación del comportamiento. Por esta misma razón es que durante la hegemonía del conductismo, el concepto de imagen mental fue prácticamente proscrito de las investigaciones experimentales acerca de la cognición humana; específicamente de aquellas interesadas

en la memoria y el aprendizaje asociativo. En este tipo de investigaciones predominó el interés por variables de tipo lingüístico debido en gran medida a la influencia de Watson; pero también –de modo independiente– a la de Ebbinghaus, sobre todo en lo que se refiere a los estudios acerca de la memoria.

Sin embargo, al interior del conductismo muy pronto comenzaron a generarse las condiciones para el retorno de un nuevo mentalismo que habría de convertirse en el primer paso hacia la restitución del valor científico del concepto de imagen mental. El primer impulso en este sentido provino del neo-conductismo desarrollado por Tolman y Hull; sin embargo, este movimiento fue sofocado por Skinner antes de que consiguiera reformar los principios de la psicología conductista. Esto último tendría lugar después de que las críticas acumuladas en contra del conductismo radical junto con el incipiente desarrollo de las ciencias computacionales consiguieran romper finalmente la hegemonía del conductismo, dando cabida nuevamente al estudio de la mente desde una perspectiva ajena al análisis de la conciencia.

Las limitaciones de los modelos animales aplicados al estudio del comportamiento humano, el señalamiento de que el comportamiento verbal es demasiado complejo como para que sea posible explicarlo con base únicamente en los principios del condicionamiento clásico u operante y la crítica de la premisa ambientalista del conductismo tradicional en pro de la tesis de la iniciación central promovida por Lashley⁵, son sólo algunos de los antecedentes más importantes que explican el deceso de la hegemonía conductista y el surgimiento de una nueva corriente psicológica⁶. Otro antecedente de suma importancia, pero que en un principio se mantuvo ajeno a los intereses de la psicología, fue el incipiente desarrollo de las ciencias de la computación. A finales de la década de los 50' ya se habían sentado las bases matemáticas de la informática y los principios de la computadora digital como una máquina universal o de

⁵ Según la cual las conexiones entre los estímulos ambientales y las respuestas conductuales no están determinadas de modo directo sino que dependen de los procesos cognitivos localizados en la corteza cerebral.

⁶ Cfr. Santamaría 2008, pp. 165-166; Greenwood 2011, p. 364.

propósito general capaz de transformar cualquier entrada de datos en múltiples salidas a través del manejo de información con base en instrucciones preestablecidas (programas). Los desarrollos en este terreno representaron importantes instrumentos conceptuales para la configuración de una nueva corriente psicológica que había comenzado a gestarse bajo el influjo de un movimiento denominado «revolución cognitiva».

La revolución cognitiva detonó hacia mediados del siglo XX una vez que se reunieron los nuevos intereses de la incipiente psicología post-conductista y los aportes provenientes de las ciencias computacionales. Las primeras manifestaciones de este movimiento se remontan hasta el Simposio de Hixon (1948) que versó sobre los mecanismos cerebrales en la conducta; pero su origen puntual –de acuerdo con sus principales promotores– tuvo lugar a partir del Simposio sobre Teoría de la Información llevado a cabo en 1956 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts⁷. Ambos simposios congregaron a científicos provenientes de diversas disciplinas cuyos planteamientos teóricos y experimentales propiciaron paulatinamente la reivindicación del estudio científico e interdisciplinario de la mente. Este movimiento se caracterizó esencialmente por defender que para efecto de explicar apropiadamente cómo es que un sistema físico o biológico puede recibir, almacenar y procesar información así como generar respuestas con base en esas operaciones, es imprescindible postular un nivel de análisis cognitivo, *i.e.* en términos de representaciones y procesos mentales, independiente tanto del nivel físico o biológico como del sociológico o cultural⁸.

El estudio interdisciplinario de la mente que promovió la revolución cognitiva dio como resultado un nuevo programa teórico y experimental multidisciplinario denominado «ciencia cognitiva» que a su vez abrió el camino a un nuevo enfoque psicológico que recibió el nombre de «psicología cognitiva». El objetivo de semejante programa de investigación consiste desde sus inicios en la elaboración de una teoría general acerca de la mente con base en el supuesto de que los cerebros naturales —tanto humanos como

⁷ Cfr. Gardner 1987, pp. 26-45.

⁸ Cfr. Gardner 1987, p. 22.

animales— y las computadoras artificiales comparten un rasgo común que resulta definitorio de cualquier sistema cognitivo (mente), a saber: el hecho de que en cualquier caso se trata de sistemas especializados en el procesamiento de información. La fuerte influencia y especial importancia que muchos conceptos provenientes de las ciencias computacionales han tenido sobre las diversas disciplinas que confluyen en los intereses de la ciencia cognitiva dejan constancia de su fuerte raigambre computacional⁹.

Por su parte, la psicología cognitiva no se conformó con recuperar la importancia teórica de los conceptos alusivos a estados mentales para efecto de conseguir articular una explicación lógicamente coherente de la conducta, como hiciera primero el neo-conductismo antes que ella, sino que fue más lejos que éste al conceder a aquellos conceptos un significado independiente de su definición operacional e interpretarlos en un sentido realista y no únicamente instrumental. En efecto, la psicología cognitiva no se conforma con establecer conexiones conceptuales entre los estímulos ambientales y las respuestas conductuales de los individuos a fin de ofrecer una explicación lógicamente coherente del comportamiento, sino que además defiende sin ambages que los estados mentales postulados teóricamente para explicar la conducta observable son psicológicamente reales. De esta manera, los psicólogos cognitivos consiguieron romper con la premisa fundamental del conductismo radical como no lo hicieron en su momento los neo-conductistas.

1.2 Aproximación cognitiva al estudio de la imagen *qua* representación mental: orientaciones y teorías dominantes

1.2.1 Bases teóricas de la psicología cognitiva

No obstante la variedad de sus orientaciones teóricas y experimentales, la psicología cognitiva asume que la conducta humana y animal está en función de los estados internos

⁹ Cfr. Boden 2006, p. 13.

de tipo mental –representaciones y procesos mentales– que poseen esos sistemas biológicos. Entre las bases teóricas sobre las cuales descansa este enfoque psicológico, se encuentran principalmente las siguientes¹⁰:

- a) *Base mentalista.*- Las representaciones y los procesos mentales son psicológicamente reales, es decir, constituyen estados internos capaces de interactuar entre sí e influir causalmente sobre la conducta del organismo. Tales estados se encuentran dotados de una estructura y contenido representacional propios y resultan, por ende, irreductibles a las propiedades de los estados físicos o neurobiológicos de la base material en la que se encuentran realizados.
- b) *Base materialista.*- Los estados mentales se encuentran «realizados» en ciertos estados neurobiológicos de los sistemas cognitivos naturales¹¹ y «supervienen» a ellos.
- c) *Base funcionalista.*- La mente es un sistema de relaciones causales entre sus propios estados internos (las representaciones y los procesos mentales) así como entre éstos y el mundo físico (el medio ambiente). La explicación de cómo es que trabaja la mente se ajusta –por ende– a una descripción funcional, *i.e.* a la descripción de un proceso causal que tiene lugar entre las «entradas» (*inputs*)¹² y las «salidas» (*outputs*)¹³ de un sistema en función de sus propios estados internos.
- d) *Base computacional.*- El funcionamiento de la mente comporta operaciones computacionales porque depende del procesamiento sistemático de símbolos sujetos a interpretación semántica¹⁴ (representaciones).

¹⁰ v. Corbí y Prades 2007; Chalmers 1999; Braddon-Mitchell y Jackson 2007; Campbell 1987.

¹¹ Es decir, son implementados por ellos.

¹² Los estímulos a los que es sensible el sistema cognitivo.

¹³ La conducta que exhibe el sistema cognitivo.

¹⁴ Es decir, portadores de contenidos semánticos o intencionales.

La unidad y especificidad de la psicología cognitiva depende de la correcta articulación de todas estas bases teóricas. Por una parte, el compromiso materialista previene a este nuevo género de mentalismo de no caer en el dualismo y le sitúa dentro del cauce naturalista. Por otra parte, el funcionalismo y la teoría computacional de la mente hacen posible una descripción no reduccionista de la mente, que es perfectamente consistente con una orientación materialista¹⁵. Por tanto, en alguna medida todas las orientaciones de la psicología cognitiva así como todas las restantes áreas que conforman a la ciencia cognitiva, parten de una concepción funcionalista asociada con el enfoque computacional de la mente, ya que no sólo suponen que la mente se define por su estructura causal sino también que dicha estructura es de naturaleza computacional¹⁶.

1.2.2 Introspección y modelos computacionales de la mente: su papel e importancia

No obstante que la psicología cognitiva se aparta del estudio de la experiencia consciente y –por su origen– se encuentra fuertemente vinculada con el enfoque computacional de la mente, algunas de sus orientaciones le otorgan a la primera una importancia instrumental y limitan el alcance de los modelos computacionales de la mente o rechazan completamente su validez. Respecto a lo primero, cabe distinguir entre una orientación «introspectivista instrumental» y otra «no-introspectivista» mientras que de acuerdo con lo segundo se pueden identificar tres orientaciones diferentes; mismas que, por mor de la brevedad, propongo denominar aquí como «computacional fuerte», «computacional débil» y «anticomputacional».

1.2.2.1 Orientación «instrospectivista instrumental»

En el ámbito de la problemática que ocupa la atención del presente trabajo, Paivio y Kosslyn se pueden contar entre los autores más representativos de esta orientación. Ambos autores convienen en que la experiencia consciente adquiere un valor subsidiario

¹⁵ Cfr. Campbell 1987, p. 127.

¹⁶ Cfr. Crane 2008, p. 215.

en la medida en que puede proporcionar información propedéutica y complementaria acerca de algunas propiedades inherentes a las representaciones o procesos mentales subyacentes. Sin embargo, ambos admiten que los reportes introspectivos acerca de la experiencia de imágenes no pueden cumplir semejante función por sí solos, sino únicamente en conexión con una serie de indicadores empíricos u operacionales¹⁷.

1.2.2.2 Orientaciones «no-introspectivista» y «computacional fuerte»

Uno de los autores más destacados e influyentes de la orientación computacional fuerte y de aquella que he propuesto denominar no-introspectivista, es sin duda alguna Zenon Pylyshyn. En conformidad con el enfoque computacional clásico al cual se adscribe, este autor propone que *«la computación es la única hipótesis precisa disponible para explicar cómo es posible que un sistema físico muestre regularidades que tenemos que explicar diciendo que se “ajusta a unas reglas” o, incluso, que está guiado por metas o creencias»*¹⁸. De acuerdo con Pylyshyn, la explicación de la conducta con base en representaciones y procesos mentales requiere algo más que la admisión de una equivalencia débil (conductual o extrínseca) entre la mente y la computación¹⁹, pues como él mismo afirma: *«la producción de [una] imitación conductual es algo que tiene poco que ver con la elaboración de una explicación de esa conducta. Explicar la conducta es tarea mucho más exigente que generar la conducta»*²⁰.

Ahora bien, este es precisamente el sentido de equivalencia que comporta frecuentemente el concepto de «simulación por computadora»; por eso es que Pylyshyn se opone abiertamente al mismo, en los siguientes términos:

¹⁷ v. Paivio 1979, – 1990, – 2007; Kosslyn 1980, – 2001.

¹⁸ Pylyshyn 1988, p. 30.

¹⁹ Esta forma de equivalencia, según Pylyshyn, supone únicamente una especie de identidad funcional periférica o extrínseca entre dos sistemas computacionales que son capaces de generar los mismos pares de salidas (respuestas conductuales) en relación con los mismos pares de entradas (ingreso de datos al sistema) aunque no lleven a cabo los mismos procesos internos.

²⁰ Pylyshyn 1988, p. 84.

Aunque desde hace varias décadas la «simulación por computadora» ha constituido un foco de atracción para los psicólogos, frecuentemente ha sido considerada como una útil metáfora (...) El mismo término de simulación por computadora sugiere una cierta verosimilitud —una imitación—, y no una propuesta relativa a la forma en que funcionan las cosas en realidad, y que podamos tomar en serio. Esta forma de considerar cuál es la importancia de la computación tiene consecuencias desafortunadas.²¹

Para instrumentar eficientemente los sistemas computacionales como modelos explicativos de la mente y el comportamiento —piensa Pylyshyn— es indispensable admitir la posibilidad de que un sistema computacional pueda identificarse funcionalmente de modo intrínseco con la mente humana. Esta clase de identificación, que Pylyshyn denomina «equivalencia fuerte», solamente es posible sobre la base del concepto abstracto y formal de computación, según el cual ésta consiste en un mecanismo de manipulación de símbolos formales con base en un conjunto determinado de reglas (algoritmos) denominado programa. De acuerdo con esto, para Pylyshyn los modelos computacionales de la mente buscan reproducir el «programa mental» que se encuentra realmente a la base del comportamiento de los sistemas cognitivos naturales (seres humanos y animales)²².

Pylyshyn tiene presente que los criterios meramente formales no bastan para evaluar la equivalencia fuerte entre un modelo computacional y la mente, pues en el caso particular de la psicología cognitiva no sólo se trata de comparar dos programas informáticos para evaluar qué tan idénticos son entre sí o cual es más eficiente, sino de establecer a qué tipo de programa se ajusta precisamente el funcionamiento real de la mente humana y de las restantes especies animales. Para lo cual se requiere contar con ciertas restricciones empíricas que hagan posible la confrontación experimental de los aspectos relevantes del programa propuesto como modelo computacional de la mente, a través de indicadores conductuales (*e.g.* tiempo de reacción) y neurofisiológicos en conexión con toda una serie

²¹ Pylyshyn 1988, p. 13.

²² *Cfr.* Pylyshyn 1988, pp. 79, 125, 135, 169.

de requisitos de índole computacional relacionados con las restricciones impuestas por la arquitectura funcional del sistema²³.

Finalmente, respecto a la validez de los reportes introspectivos acerca de la experiencia consciente que puede acompañar a la actividad mental, Pylyshyn sostiene —en abierta oposición a la orientación introspectivista instrumental—, lo siguiente:

This is a universal finding: Most of what we need to hypothesize in order to explain how the mind works is not available to introspection and what is available to introspection is usually not what is relevant — it's not what is doing the work.²⁴

De este modo, Pylyshyn piensa que los reportes introspectivos acerca de la experiencia de imágenes no deberían tener ninguna importancia —ni siquiera propedéutica— en la elaboración de teorías acerca de la naturaleza representacional y funcional de la mente humana. En su lugar, propone que *«el enfoque computacional de la mente descansa sobre ciertas intuiciones con respecto a la similitud fundamental entre la computación y la cognición»*²⁵.

1.2.2.3 Orientaciones «computacional débil» y «anticomputacional»

Kosslyn es uno de los autores más representativos que caben dentro de la orientación denominada computacional débil, pues conviene en que la computadora digital representa una analogía útil para comprender la naturaleza y funcionamiento de la mente en la medida en que los modelos computacionales hacen factible simular artificialmente los procesos mentales que tienen lugar durante la ejecución de tareas cognitivas específicas, pero rechaza categóricamente que el funcionamiento del cerebro humano²⁶ —

²³ Cfr. Pylyshyn 1978, p. 97.

²⁴ «Este es un hallazgo universal: la mayor parte de lo que necesitamos para formular hipótesis en orden a explicar cómo funciona la mente no es accesible a la introspección y lo que está disponible a ella, usualmente no es lo que resulta importante —no es lo que está haciendo el trabajo—». Pylyshyn 1998, p. 15.

²⁵ Pylyshyn 1980, p. 111.

²⁶ Al igual que el de las restantes especies animales.

del cual depende la actividad mental— se pueda identificar realmente con el modo que trabaja una computadora digital cualquiera²⁷. Diversos estudios teóricos y experimentales encabezados por este autor sugieren que los modelos de simulación por computadora además de tener un importante valor heurístico cumplen una función parecida a la que tienen otros indicadores empíricos u operacionales²⁸, en la medida en que permiten la corroboración empírica de las propiedades atribuidas teóricamente a las imágenes mentales a través de su realización «concreta» en el medio artificial provisto por una computadora²⁹.

Finalmente, la orientación que en este trabajo he convenido en llamar «anticomputacional» viene representada por Paivio. Este autor reconoce que las computadoras pueden ser programadas para simular diversos fenómenos naturales: desde aquéllos relacionados con el clima hasta aquéllos asociados con el comportamiento humano y la actividad mental que se encuentra a su base³⁰; sin embargo, no sólo rechaza que tales simulaciones puedan ser algún día tomadas como modelos de la naturaleza y funcionamiento real de la mente humana, sino que incluso desestima la utilidad que los modelos computacionales de la mente pueden reportar a las investigaciones psicológicas acerca de las causas del comportamiento y la naturaleza de la cognición, pues como refieren Kosslyn y Pomerantz (1977), de acuerdo con este autor «*the existence of only perceptual and verbal codes, is sufficient to handle the representation problem without appealing to abstract propositions at all*»³¹.

²⁷ Cfr. Kosslyn 1980, p. 470.

²⁸ Ver Kosslyn 1985; Kosslyn, Farah, Holtzman y Gazzaniga 1985; Kosslyn y Schwartz 1977; Kosslyn y Schwartz 1978.

²⁹ Cfr. Kosslyn 1980, pp. 136-138.

³⁰ Cfr. Paivio 2007, p. 11.

³¹ «La sola existencia de los códigos perceptual y verbal es suficiente para tratar el problema de la representación sin recurrir a proposiciones abstractas en absoluto». Kosslyn y Pomerantz 1977, p. 57

1.2.3 Concepciones teóricas dominantes acerca de la naturaleza de la imagen *qua* representación mental

1.2.3.1 Teoría de la codificación dual de Paivio

Paivio propone que la cognición humana consiste en la actividad de dos subsistemas representacionales especializados en el manejo de la información ambiental al servicio de metas funcionales relacionadas con la conducta adaptativa de los individuos a su medio. Por un lado se encuentra el sistema verbal (*verbal system*) —el cual coincide con el lenguaje— y, por otro, el sistema no-verbal (*nonverbal system*) —el cual se identifica con la imaginación—. Ambos sistemas representacionales reflejan estructuralmente su origen perceptual y motor; lo cual no significa que tales sistemas se limiten a reproducir la información sensorio-motora generada a partir del contacto del individuo con su entorno natural, sino que —por el contrario— cada sistema representacional selecciona, reconstruye y tiene la capacidad de transformar la información que recibe originalmente³².

Cada sistema representacional se define por la naturaleza de las unidades representacionales que lo componen, la forma en que estas unidades se organizan en otras más complejas y los procesos específicos que operan sobre tales unidades. Frecuentemente para designar las representaciones verbales Paivio adopta el término *logogen* (generador de palabras), mientras que para referirse a las representaciones no-verbales, el de *imagens* (generadores de imágenes)³³. Estas unidades representacionales son definidas por Paivio como «*modality-specific perceptual-motor analogues*»³⁴. Este autor aclara a qué se refiere con la expresión «análogos perceptuales-motores» en los siguientes términos: «*Our minds contain memory isomorphs of how entities and events look, sound, and feel. Our cognitive skills similarly reflect our behavioral skills, how we*

³² Cfr. Paivio 1990, pp. 53-59.

³³ Con el uso de esta terminología Paivio hace referencia exclusivamente a las imágenes y a las unidades verbales *qua* representaciones mentales con independencia de sus posibles manifestaciones conscientes bajo la forma de experiencia de imágenes o de habla interna, respectivamente.

³⁴ «Análogos perceptuales-motores de modalidad específica». Paivio 1991, p. 258.

*learned to interact with people and things»*³⁵. Todo esto significa que las unidades representacionales corresponden a estructuras generadas en la memoria de largo plazo que contienen información perceptual y conductual de modalidad específica, es decir, que retienen la información de diferentes modalidades sensoriales y de respuesta motora³⁶.

Las propiedades funcionales básicas de cada uno de estos sistemas representacionales comprenden: (a) la capacidad de codificar de forma organizada la información de ingreso en la memoria de largo plazo, (b) los mecanismos cognitivos de acceso a y activación de las representaciones mentales y, (c) las diversas manipulaciones cognitivas a las que se encuentran sujetas estas representaciones tanto a un nivel consciente como inconsciente³⁷. A su vez, cada sistema representacional se especializa en una clase de procesamiento de información en conformidad con el tipo de estructura que corresponde a las unidades representacionales que es capaz de generar. Respecto a esto último Paivio refiere lo siguiente:

The verbal system is specialized for sequential processing whereas the nonverbal system is specialized for synchronous or parallel processing of multiple representational units. The verbal system generates sequential structures and the nonverbal system generates synchronous (including spatial) structures, with the paradigm cases being their manifestation in speech and compound visual images, respectively.³⁸

Como Paivio mismo aclara, la organización de la unidades representacionales del sistema no-verbal (las imágenes mentales) es sincrónica en cuanto que: *«all of the parts are*

³⁵ « Nuestras mentes contienen memorias isomorfas acerca de cómo las entidades y los eventos se ven, se escuchan y se sienten. Asimismo, nuestras habilidades cognitivas reflejan nuestras habilidades conductuales, cómo hemos aprendido a interactuar con la gente y con las cosas». Paivio 2007, pp. 25-26.

³⁶ Cfr. Paivio 1990, p. 56.

³⁷ Cfr. Paivio 1990, p. 66.

³⁸ «El sistema verbal se especializa en el procesamiento secuencial mientras que el sistema no-verbal, en el procesamiento sincrónico o paralelo de múltiples unidades representacionales. El sistema verbal genera estructuras secuenciales y el sistema no-verbal produce estructuras sincrónicas (incluso espaciales), siendo los casos paradigmáticos su manifestación en el habla y las imágenes visuales compuestas, respectivamente». Paivio 1990, p. 71.

available simultaneously for processing, although not accesible all at once»³⁹. En consecuencia, el sistema no-verbal se especializa en el procesamiento sincrónico o paralelo de múltiples unidades representacionales en cuanto que no se encuentra sujeto a restricciones secuenciales sino que puede codificar, recuperar y manipular las estructuras representacionales en cualquier orden. En cambio, la organización de las unidades verbales sí se encuentra sujeta necesariamente a un orden secuencial o lineal tal y como sucede en el caso del habla tanto oral como escrita⁴⁰.

Finalmente, la teoría de la codificación dual de Paivio propone que el sistema verbal y el no-verbal pueden trabajar de manera independiente o cooperativa a través de tres niveles distintos de procesamiento, a saber: representacional, asociativo y referencial. Según Paivio, el nivel de procesamiento representacional se refiere a la activación de las representaciones verbales y no-verbales por estímulos de su misma clase respectivamente; el nivel de procesamiento referencial consiste en la activación de representaciones no-verbales a partir de estímulos verbales y viceversa ; por último, el nivel de procesamiento asociativo corresponde a la activación de representaciones verbales o no-verbales por parte de otras de su misma clase, al interior de sus respectivos sistemas representacionales⁴¹.

1.2.3.2 Teoría del doble formato representacional y modelo de «la pantalla de computadora» de Kosslyn

Kosslyn propone que todas las capacidades cognitivas dependen básicamente de dos formatos representacionales, a saber: uno «figurativo»⁴² (*depictive format*) y otro proposicional (*propositional format*). Cada uno de estos formatos constituye un código

³⁹ «Todas las partes están disponibles simultáneamente para el procesamiento, aunque no son accesibles todas ellas a la vez». Paivio 2007, p. 39.

⁴⁰ Cfr. Paivio, 2007, p. 39-40.

⁴¹ Cfr. Paivio 1990, pp. 69-73.

⁴² En este contexto cabría traducir el término *depictive* por «imaginativo»; sin embargo he preferido traducirlo por «figurativo» porque me parece corresponde mejor al campo semántico del término original.

simbólico caracterizado por una «sintaxis» y una «semántica» propias. La dimensión sintáctica hace referencia a los símbolos elementales (primitivos) y al conjunto de reglas conforme a las cuales estos símbolos pueden entrar en composición mutua para formar unidades más complejas, mientras que la dimensión semántica está determinada por el modo en que los símbolos y sus combinaciones portan sus respectivos significados⁴³. Dado que Kosslyn asume que la naturaleza de las representaciones depende de su formato, únicamente reconoce la existencia de dos tipos de representación mental, a saber: la «representación figurativa» (*depictive representation*)⁴⁴ —constitutiva de la imaginería mental— y la «representación proposicional» (*propositional representation*) —constitutiva del lenguaje—.

Por una parte, en cuanto a la sintaxis de sus respectivos formatos, las representaciones proposicionales se componen de símbolos que corresponden a conceptos de diversas clases⁴⁵ y de relaciones —al menos una— entre esos símbolos de acuerdo con un conjunto bien definido de reglas lógicas que determinan su validez formal, de modo semejante a como sucede en el caso de los lenguajes simbólicos de la lógica formal o matemática⁴⁶. En cambio, las representaciones figurativas (imágenes mentales) se componen de puntos, espacios vacíos y relaciones especiales. Los puntos pueden variar en cuanto a su tamaño, intensidad y color; asimismo, pueden disponerse en arreglos espaciales tan compactos como para representar variaciones continuas o tan dispersos como para representar objetos o variaciones discretas⁴⁷. El orden de los puntos no responde propiamente a reglas lógicas sino únicamente a restricciones de índole espacial. A este respecto, Kosslyn mismo aclara que únicamente en un sentido muy amplio es que cabe decir que las imágenes mentales cuentan con una sintaxis⁴⁸.

⁴³ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, p. 10.

⁴⁴ Con el nombre de «representación figurativa» traduzco el nombre de «*depictive representation*» que usa frecuentemente Kosslyn para referirse a las imágenes mentales. Como en este caso, toda vez que haya necesidad de traducir el término *depictive* utilizaré la palabra «figurativo».

⁴⁵ De entidades, eventos, propiedades y relaciones conceptuales o lógicas.

⁴⁶ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, pp. 10-11.

⁴⁷ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, pp. 11-12.

⁴⁸ Cfr. Kosslyn 1980, p. 32.

Por otra parte, en relación con su respectiva dimensión semántica, las representaciones proposicionales portan significados abstractos, pues aunque pueden hacer referencia a cosas individuales o concretas siempre expresan contenidos semánticos de naturaleza no pictórica y no se encuentran restringidos a una modalidad específica⁴⁹. La relación que este tipo de representaciones mantiene con sus referentes es completamente arbitraria y requiere, por ende, la existencia de una especie de lexicón o diccionario mental. Por último, en la medida en que las representaciones proposicionales pueden referirse asertivamente a objetos o estados de cosas en el mundo, son susceptibles también de ser consideradas verdaderas o falsas. En cambio, las representaciones figurativas siempre portan significados concretos relacionados con las propiedades sensibles de los objetos representados por ellas y, por tanto, jamás expresan por sí mismos clases generales de objetos ni relaciones conceptuales o lógicas de ningún tipo. Tampoco puede decirse de ellas que sean verdaderas o falsas y la relación que mantienen con sus referentes no es arbitraria sino de semejanza o parecido con ellos.

No obstante que las representaciones figurativas difieren de las proposicionales en virtud de su respectivo formato representacional, para efecto de modelar computacionalmente su teoría acerca de la naturaleza de la imaginación mental, Kosslyn recurre a la «analogía de la pantalla de ordenador»⁵⁰. De acuerdo con esta analogía, las imágenes mentales son evocadas a partir de información codificada proposicionalmente de un modo parecido a como las imágenes proyectadas en la pantalla de una computadora son generadas con base en información almacenada en la memoria bajo un formato proposicional. Este modelo de la imaginación distingue, por tanto, dos niveles de representación, a saber: uno profundo y otro superficial. El primero hace referencia al modo en que se encuentra almacenada la representación en la memoria de largo plazo; mientras que el segundo, al modo en que la representación es activada. La «representación profunda» (*Deep Representation*) a partir de la cual se genera una imagen mental –según el modelo

⁴⁹ Es decir, son capaces de representar cualquier clase de objetos.

⁵⁰ Denominado por Kosslyn *CRT model*; haciendo referencia a los monitores de computadora iniciales, los cuales eran de tubos de rayos catódicos.

mencionado— es de naturaleza proposicional. La «representación superficial» (*Surface Representation*) corresponde a la imagen mental activa, la cual despliega sus propiedades cuasi-pictóricas en un medio espacial denominado «búfer visual». De acuerdo con el modelo en cuestión, este búfer visual hace las veces de la pantalla de una computadora en cuya superficie —provista de una matriz de puntos o píxeles— se cargan las imágenes. Sin embargo, de acuerdo con Kosslyn, las imágenes mentales también pueden ser generadas a partir de representaciones profundas que codifican la información perceptual de un modo no proposicional o descriptivo, sino «literal», *i.e.* preservando la apariencia de los objetos representados tal como éstos son percibidos⁵¹.

1.2.3.3 Teoría computacional de la mente de Pylyshyn

Pylyshyn propone que cabe entender la cognición como una especie de «dominio natural» que comprende todas las cosas que son capaces de actuar o responder con base en representaciones. En este sentido, es obvio que en esta categoría entra el ser humano y las restantes especies animales, pero Pylyshyn además admite la posibilidad de que se incluyan algunos sistemas de cómputo. De acuerdo con este autor, todo sistema cognitivo comporta tres diferentes dimensiones o niveles constitutivos, a saber: físico, simbólico e intencional. Estos niveles se encuentran organizados de manera jerárquica dado que cada uno de ellos instancia el nivel inmediato superior. El nivel físico o biológico comprende todos los mecanismos naturales a través de los cuales pueden operar los principios del nivel simbólico y determina, por ende, la forma en que los mecanismos funcionales —*i.e.* de procesamiento de la información— se encuentran incorporados (instanciados) en la plataforma material (física o biológica) del sistema cognitivo. El nivel simbólico hace referencia tanto a la naturaleza de la arquitectura funcional como a las propiedades estructurales de los códigos simbólicos que definen la dimensión sintáctica de las

⁵¹ *Cfr.* Kosslyn 1981, pp. 49, 51; —1980, p. 142

representaciones mentales, mientras que el nivel intencional corresponde a su dimensión semántica⁵².

El concepto de arquitectura funcional hace referencia a la especificación de las operaciones primitivas sobre las cuales descansan todas las capacidades computacionales (de almacenamiento, recuperación y manipulación de símbolos) de la mente. Se denomina «funcional» porque situada entre el nivel material (físico o neurobiológico) y el representacional, sus propiedades no pueden ser captadas ni por medio de una descripción física ni a través de una descripción representacional, sino únicamente funcional. Pylyshyn también le da el nombre de «arquitectura cognitiva» porque es a través de ella que ciertos estados físicos y neurobiológicos de los sistemas cognitivos pueden implementar (realizar) las estructuras y las operaciones simbólicas de las que dependen las capacidades cognitivas del sistema⁵³. Los componentes básicos de esta arquitectura son: (a) las operaciones primitivas de manipulación de símbolos, (b) diversos mecanismos de almacenamiento y recuperación de información, (c) los recursos y restricciones básicas del sistema (e.g. los límites de memoria), y (d) la estructura de control, cuya función consiste en determinar cuál es la regla que debe aplicarse en cada momento. Algunos de estos componentes son de carácter fijo, otros en cambio pueden ser afectados por la influencia del entorno⁵⁴.

Los códigos simbólicos, según Pylyshyn, poseen una estructura proposicional en el sentido de que: (1) consisten en símbolos atómicos de carácter combinatorio, sobre los cuales operan procesos sujetos a reglas inherentes a un sistema proposicional interno que recibe comúnmente el nombre de «mentalés» o «lenguaje del pensamiento» (*language of thought*), y (2) constituyen expresiones capaces de portar contenidos semánticos referentes a hechos y, por ende, son susceptibles de verdad o falsedad. En cuanto formas de representación simbólica, las proposiciones constituyen códigos internos instanciados

⁵² Cfr. Pylyshyn 1988, pp. 17, 178, 270.

⁵³ Cfr. Pylyshyn 1980, p. 126-128.

⁵⁴ Cfr. Pylyshyn 1988, pp. 56, 131; — 1980, pp. 123, 126-127.

físicamente en el cerebro —o en cualquier otro sistema físico provisto de una arquitectura cognitiva—. En este sentido, a nivel estructural o formal, las representaciones únicamente admiten un nivel de descripción simbólico muy próximo al simbolismo de la lógica formal⁵⁵. Por esto mismo, el nivel simbólico o proposicional se refiere únicamente a las propiedades sintácticas de la representación mental⁵⁶.

Finalmente, al menos en lo que respecta a la cognición humana, el contenido semántico que se encuentra codificado en las representaciones simbólicas coincide con el contenido de los pensamientos (creencias, deseos y expectativas)⁵⁷. De acuerdo con lo anterior, las imágenes mentales no caben dentro de una clase especial de representación mental distinta a la proposicional sino que únicamente constituyen un tipo especial de representaciones proposicionales cuyo contenido corresponde a la descripción de propiedades relativas a perceptos⁵⁸.

1.3 Origen y configuración del debate acerca de la imaginería mental

1.3.1 Reseña histórica de la controversia

La reintroducción del concepto de imagen mental en el ámbito de la psicología experimental fue abriéndose paso a partir de 1960 en medio de un escenario dominado por el interés casi exclusivo en los procesos cognitivos verbales, debido en gran medida a la influencia solapada del conductismo y a la predominancia de la dirección trazada por Ebbinghaus hacia 1885 en relación con los estudios sobre memoria y aprendizaje humano. La influencia del conductismo comenzó a debilitarse a mediados de los 50' tras la introducción del concepto de «mediador mental», cuya existencia empezó a ser postulada

⁵⁵ Cfr. Pylyshyn 1973, p. 12; — 1988, pp. 250-255.

⁵⁶ Cfr. Pylyshyn 1973, p. 114.

⁵⁷ Queda obviamente abierta la cuestión acerca del modo en que propiamente se dan los contenidos en el caso de las otras especies animales y de cómo sería esto posibles en el caso de ciertos sistemas de cómputo artificiales con el suficiente grado de complejidad como para exhibir algún tipo de intencionalidad.

⁵⁸ Cfr. Pylyshyn 1973

por muchos psicólogos para explicar la conexión entre los estímulos y las respuestas conductuales. Sin embargo, el prejuicio conductista en contra del valor cognitivo de la imaginación mental prevaleció todavía algún tiempo.

Prueba de ello es que en plena revolución cognitiva, la mayoría de los psicólogos interesados en el estudio de la memoria y el aprendizaje verbal recurrían casi exclusivamente a mediadores mentales de tipo verbal para explicar sus resultados, so pretexto de que las unidades verbales y sus asociaciones se prestan a un control experimental más riguroso que las imágenes mentales. Durante este periodo, dominó la idea de que el significado de las palabras podía reducirse a un conjunto de asociaciones verbales implícitas (mentales), susceptibles de ser reproducidas conductualmente de modo oral o escrito. Bajo estas condiciones, a principios de la década de los 60' gran parte de la producción teórica y experimental sobre cuestiones cognitivas relacionadas con el significado de las palabras y los procesos de mediación en el aprendizaje y memoria verbales, hizo énfasis en el rol funcional de los elementos lingüísticos en detrimento de la importancia de las imágenes mentales⁵⁹.

En este escenario, las investigaciones experimentales sobre memoria y aprendizaje verbal encabezadas por Paivio a lo largo de la década de los 60' consiguieron afianzar la hipótesis de que las imágenes mentales cumplen una importante función mediadora en los procesos de aprendizaje y memoria verbal con apoyo en el hallazgo denominado «efecto de concreción e imaginabilidad». Aunque semejantes estudios se concentraron únicamente en la importancia funcional de la imaginación respecto a su intervención en ciertos procesos verbales, la controversia que trabó la escuela de Paivio con los detractores del valor cognitivo de la imaginación mental constituye un importante antecedente del debate contemporáneo acerca de la imaginación porque representa una de las primeras reivindicaciones del estatus representacional y de la realidad psicológica de las imágenes mentales en el contexto de la psicología cognitiva apenas naciente.

⁵⁹ Cfr. Paivio 1979.

Sin embargo, debido a que en el ámbito de la psicología y de la ciencia cognitiva, el origen de este debate suele circunscribirse casi exclusivamente a la controversia suscitada inicialmente entre Pylyshyn y Kosslyn en términos de sus diferencias teóricas con respecto a la interpretación de los primeros hallazgos experimentales sobre rotación y escaneo mental de imágenes⁶⁰, el artículo publicado por Pylyshyn en 1973 bajo el título *What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery* —el cual es representativo del movimiento anti-imaginería— es un buen parámetro para fijar el origen puntual de la controversia.

A lo largo de todas las fases por las que ha pasado dicho debate se ha puesto atención sobre diversas cuestiones concernientes a la problemática teórica y experimental relacionada con la definición del concepto de imaginería mental y la posibilidad de demostrar su realidad psicológica con base en criterios empíricos⁶¹. Sin embargo, el interés central de la controversia gira en torno a la pregunta acerca de la naturaleza simbólica (estructural o formal) e importancia funcional de la imaginería mental, bajo la consideración de su carácter estrictamente representacional (cognitivo) y no de la experiencia fenoménica que suele ir asociada a ella. Como puede observarse en la literatura sobre el tema, acerca de este último punto prácticamente se ha conseguido un consenso unánime. Sin embargo, no existe el mismo consenso con respecto a la denominación que recibe cada una de las partes contendientes; lo cual se refleja en los diversos nombres con los que comúnmente se hace referencia al debate, a saber: *pictorial/descriptive debate*, *analogue/digital debate*, *analogue/computational debate* y *analog/propositional debate*⁶², por mencionar sólo algunos de los más comunes. Cada uno de estos nombres conlleva ciertas connotaciones que es pertinente tener en cuenta.

⁶⁰ Cfr. Paivio 2007, p. 122.

⁶¹ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, pp. 6-7; Kosslyn 1996, pp. 4-13.

⁶² v. Block 1982; Kosslyn 1980, 1995 y 1996; Reisberg, Pearson y Kosslyn 2003; Sterelny 1986; Tye 1984; Tye 1991.

Por un parte, la denominación de «teorías pictóricas» (*pictures theories*) o de «pictorialismo» (*pictorialism*) alude subrepticamente a una de las críticas hechas contra los defensores de la especificidad representacional de la imagen por parte de sus adversarios, a saber: que el concepto de imagen mental descansa fundamentalmente en una interpretación literal de la metáfora pictórica. Además, el apelativo de «pictórico» resulta demasiado restrictivo pues únicamente hace alusión a las imágenes mentales de modalidad visual. Por razones como estas es que semejantes denominaciones comúnmente no son aceptadas de buen agrado por los propios adeptos al frente en pro de la imaginería; los cuales frecuentemente prefieren recurrir al concepto de «análogo» (*analog*) o «analógico» (*analogic*) para referirse a la naturaleza representacional que atribuyen a las imágenes mentales para distinguirlas de otras formas de representación mental posibles —especialmente de las representaciones proposicionales—.

Por otra parte, los adversarios de la hipótesis en pro de la imaginería mental proponen que todas las representaciones mentales son de naturaleza proposicional o descriptiva y suponen, por ende, que forman parte de una especie de lenguaje interno. Por eso es que tales propuestas comúnmente quedan comprendidas bajo el nombre de «teorías proposicionalistas» (*propositional theories*) o de «descriptivismo» (*descriptivism*). Ahora bien, dado que tales representaciones están compuestas de unidades atómicas o discretas cuya implementación requiere de un medio digital, a veces también reciben el nombre de «representaciones digitales» (*digital representations*); y como semejante enfoque es acorde al modelo computacional clásico de la mente, es frecuente que el mismo simplemente sea llamado «computacional».

1.3.2 Líneas básicas de argumentación en pro y en contra de la imagen

En el terreno de la psicología y de la ciencia cognitiva, Pylyshyn encabeza una de las críticas más radicales en contra de la especificidad representacional de las imágenes mentales. Para este autor, los problemas que conlleva la defensa de la imaginería como

una clase especial de representación mental distinta de la proposicional comienzan desde la formulación de su concepto. Esto es así, según Pylyshyn, por dos razones estrechamente relacionadas entre sí: (1) en principio resulta imposible formular una definición teórica correcta en términos estrictamente simbólicos (formales o estructurales) de presuntas representaciones mentales provistas de propiedades intrínsecas de naturaleza continua o análoga, como es el caso prototípico de las imágenes mentales; y en consecuencia (2) el concepto de imagen mental descansa fundamentalmente sobre la consideración de sus propiedades fenoménicas y el recurso a la metáfora pictórica o perceptual. En conformidad con lo anterior, de acuerdo con este autor la unidad y fuerza de tal concepto depende, por ende, del carácter sumamente persuasivo de la experiencia subjetiva y de la noción ordinaria e informal —preteórica o intuitiva— de imagen que deriva fundamentalmente de aquélla.

Respecto a lo primero, en conformidad con el modelo computacional clásico de la mente al cual se adscribe Pylyshyn, la tesis de que todo genuino estado representacional posee una estructura simbólica de naturaleza proposicional descansa en gran medida sobre la consideración de que los contenidos semánticos de las representaciones mentales normalmente se relacionan entre sí de manera lógicamente coherente, como pone de manifiesto el hecho de que habitualmente la explicación intencional de la conducta humana exhibe un carácter racional que consiste en la articulación sistemática de las creencias, deseos y expectativas de los individuos. En efecto, la codificación de semejantes contenidos requiere la existencia de estructuras simbólicas capaces de preservar sus respectivas distinciones y relaciones semánticas. Lo cual es posible únicamente con base en unidades simbólicas de naturaleza atómica (discreta) cuya combinación se encuentre sujeta a un conjunto bien definido de reglas inherentes a un lenguaje interno. De acuerdo con esto, las imágenes mentales únicamente pueden formar parte de una teoría cognitiva si se reducen a una clase especial de representaciones proposicionales, porque sólo este tipo de representaciones posibilita la explicación de las regularidades de la conducta humana en términos intencionales. Respecto a lo segundo, por un lado, ciertamente

resulta inadmisibile desde el punto de vista de la psicología cognitiva definir la imaginería mental en términos de sus propiedades fenoménicas y, por otro lado, el recurso a la metáfora pictórica o perceptual conlleva la problemática consecuencia de suponer la existencia de una especie de ojo de la mente u homúnculo capaz de «percibir» las «imágenes alojadas en la cabeza», incurriendo así en la denominada «falacia del homúnculo».

Otros planteamientos más moderados —como es el caso representativo de la propuesta de Anderson (1978)— admiten la posibilidad teórica del concepto de imagen mental como constructo explicativo, pero arguyen que no es posible demostrar su realidad psicológica a partir de los hallazgos empíricos aducidos comúnmente a su favor, ya que estos pueden ser explicados también de forma lógicamente consistente por medio de representaciones de tipo proposicional. Según esta postura, a falta de un criterio empírico suficiente, la representación proposicional exhibe en principio una ventaja explicativa con respecto a la imaginería en virtud de que supone menos cosas.

Por tanto, bien por razones de índole teórica relacionadas con la definición del propio concepto de imagen mental en relación con las restricciones impuestas por el modelo computacional clásico de la mente, bien por razones empíricas asociadas con la economía o parsimonia lógica de la explicación científica, bien por ambas cosas, es que los opositores de la imagen sostienen que las representaciones proposicionales y los procesos computacionales que operan sobre ellas constituyen los únicos estados mentales cuya realidad psicológica cabe postular.

Por su parte, los defensores de la imagen —como es el caso representativo de Kosslyn y Paivio— con frecuencia arguyen que el concepto de imagen *qua* representación mental no recurre esencialmente a la experiencia fenoménica ni descansa sobre una interpretación literal de la metáfora pictórica. En oposición a la concepción errónea que proviene de una interpretación demasiado literal de dicha metáfora, según la cual las imágenes mentales

consisten en un simple agregado de impresiones sensoriales que se limita a reproducir las características «pictóricas» de los objetos representados por ellas –al modo que lo hace una fotografía o una pintura, por ejemplo–, los adeptos al frente pro-imaginería insisten en que las imágenes mentales no son propia ni principalmente una mera «copia» o «impresión» de la información asociada con perceptos, sino estados mentales que comportan procesos de reinterpretación y reorganización de la información perceptual, cuya naturaleza representacional difiere esencialmente de aquella que corresponde a las representaciones mentales de tipo lógico-lingüístico, como es el caso especialmente de las representaciones proposicionales.

De cara a la consideración de la posibilidad teórica y realidad psicológica de las representaciones proposicionales, el frente pro-imaginería adopta dos orientaciones básicas, a saber: una anti-proposicionalista y otra mixta. Por una parte, la vertiente anti-proposicionalista –encabezada por Paivio– plantea que tanto la imaginería mental como el lenguaje exhiben propiedades analógicas en el sentido de que las unidades representacionales y los procesos cognitivos de que se componen ambos sistemas mantienen un alto grado de isomorfismo con la percepción del mundo físico y la interacción conductual del organismo con su medio natural y social. Según esto, la estructura proposicional del lenguaje no constituye *per se* un estado representacional sino una característica abstracta de los estados representacionales de naturaleza verbal. Por otra parte, la vertiente mixta –encabezada por Kosslyn– admite que la imaginería mental puede trabajar conjuntamente con cierta clase de representaciones proposicionales, haciendo accesibles algunas propiedades emergentes (*e.g.* las relativas a información de tipo espacial) que no pueden ser «mostradas» *per se* por medio de proposiciones⁶³. Planteamientos como el de Kosslyn defienden que la información contenida en las imágenes mentales puede ser codificada en un formato proposicional y no sólo figurativo o «literal».

⁶³ Cfr. Kosslyn y Pomerantz 1977, p. 57.

Ahora bien, independientemente de su orientación anti-proposicionalista o mixta, los partidarios del frente pro-imaginería comúnmente atribuyen a las imágenes *qua* representaciones mentales las siguientes propiedades específicas: (a) exhiben propiedades cuasi-pictóricas; (b) codifican información de naturaleza «continua»; (c) mantienen un fuerte isomorfismo con los perceptos; y (d) sus contenidos están asociados con una modalidad sensorial específica. Todas estas características remiten a la idea central de que la imaginería y la percepción mantienen entre sí muchas similitudes no obstante sus diferencias mutuas⁶⁴. Respecto a qué entiende cada autor por estas propiedades, prevalece una cierta opacidad conceptual y falta de consenso; sin embargo, todos los defensores del estatuto genuinamente representacional de la imaginería mental arguyen que en principio no hay nada defectuoso en el concepto de imagen mental *qua* representación distinta de la proposicional, ya que las imágenes presentan una estructura simbólica específica que es perfectamente posible, cuyas propiedades son consistentes con diversos hallazgos experimentales.

En relación con la objeción de que el concepto de imaginería precisa de una definición en términos de unidades representacionales más primitivas de carácter proposicional, para efecto de poder formar parte de una teoría cognitiva, Kosslyn, por un lado, arguye que aun en el caso de que efectivamente las representación proposicionales en algún sentido fueran más primitivas que las imágenes, el formato representacional de estas últimas exhibe propiedades específicas que resultan irreducibles funcionalmente a las propiedades del formato proposicional. Por consiguiente, de acuerdo con este autor, las imágenes mentales *per se* tienen lugar necesariamente en la explicación psicológica de algunos fenómenos cognitivos, respecto a los cuales una explicación en términos de propiedades proposicionales equivaldría, por ejemplo, a pretender explicar el funcionamiento de una célula exclusivamente en términos de las propiedades físicas de los átomos que la componen. Paivio, por otro lado, no sólo rechaza la posibilidad de semejante reducción sino incluso que el concepto de representación proposicional

⁶⁴ Cfr. Paivio 2007, pp. 49-50; Kosslyn y Pomerantz 1977, p. 58.

constituya un auténtico constructo explicativo de carácter primitivo en el terreno de las teorías cognitivas, debido a su oposición radical al modelo computacional clásico de la mente.

Finalmente, con respecto a la objeción de que las teorías proposicionalistas aventajan a aquellas que postulan la existencia de representaciones imaginativas por razones vinculadas con la economía y parsimonia de la explicación científica, Kosslyn y colaboradores (2006) resumen uno de los contra-argumentos más representativos: bajo ciertas condiciones puede resultar cognitivamente menos eficiente generar múltiples conjuntos de proposiciones para representar un cierto tipo de información que sólo requeriría de unas cuantas unidades representacionales provistas de información perceptual —como es obviamente el caso de las imágenes—, de modo que si los límites de la capacidad de almacenamiento de información (la memoria) constituyen un factor importante en la determinación de cuál es la clase de representaciones mentales con las que efectivamente puede operar la mente humana, entonces en algunos casos la representación figurativa aventajaría a la proposicional. Además, para evaluar la parsimonia de una explicación cognitiva, no basta tener en cuenta el número de formatos representacionales que supone, sino también el número y tipo de procesos requeridos que operan sobre ellos. La mayor economía de una teoría proposicional en términos de su unicidad de formato representacional, muchas veces podría derivar en una menor parsimonia con respecto a ciertos fenómenos cognitivos que encuentran una explicación más simple si se supone la existencia de un formato representacional de tipo *figurativo* además de proposicional. Por tanto, el argumento de la economía cognitiva, en este sentido, no es suficiente para descartar la posibilidad de que exista esta forma de representación mental⁶⁵.

⁶⁵ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, pp. 54-57

1.3.3 Evaluación crítica de la postura antiproposicionalista de Paivio y el concepto de espacio funcional propuesto por Kosslyn

Una de las principales razones por las que Paivio se opone radicalmente a los modelos computacionales de la mente es que rechaza el concepto de representación proposicional sobre la base de que la noción de estructura proposicional no designa más que la consideración abstracta de una propiedad formal de cierto tipo de unidades representacionales de tipo verbal. El punto es que, cuando los adeptos a los modelos computacionales de la mente atribuyen a las representaciones mentales una estructura simbólica de naturaleza proposicional no significa que el sistema representacional al que pertenecen se identifique con alguna especie de lenguaje formal convencional sino que forman parte de un lenguaje profundo o interno denominado lenguaje del pensamiento, cuyas unidades mínimas (los conceptos) están provistas de contenidos semánticos y se agregan sintácticamente para formar expresiones (proposiciones) que portan interpretaciones referentes a hechos acerca de los más variados dominios naturales; razón por la cual son susceptibles de ser consideradas verdaderas o falsas. Ahora bien, dado que los lenguajes formales pueden capturar las propiedades estructurales del sistema representacional, resultan idóneos para *describir* sus propiedades formales haciendo abstracción de sus contenidos y por eso es que suele adoptarse una notación simbólica como la proporcionada por los lenguajes formales de la lógica y la matemática para referirse en abstracto a ellas.

Según Paivio, las representaciones verbales (*e.g.* palabras u oraciones) –a diferencia de las imágenes mentales– constituyen unidades discretas organizadas secuencialmente ya que mantienen un fuerte isomorfismo con la conducta verbal (la escritura y el habla). Sin embargo, por su origen, se encuentran estrechamente asociadas con la imaginación mental, en cuanto que consisten en símbolos asociados con una modalidad sensorial específica, como es principalmente el caso de los símbolos visuales (escritura), auditivos (habla) y táctiles (*e.g.* escritura Braille). El problema con planteamientos como este es que el simple

hecho de que las unidades verbales se asocien secuencialmente, como propone Paivio, no explica por qué se agregan de forma organizada o estructurada, *i.e.* sistemáticamente. Es decir, la organización secuencial del lenguaje no explica por sí misma su sintaxis. Paivio no ignora la magnitud del problema al que se enfrenta, reconoce sus dificultades teóricas y el carácter provisional de muchas de sus propuestas; sin embargo, parece que parte de la convicción de que tanto la sintaxis como la semántica del lenguaje es algo que los individuos adquieren a través de un aprendizaje asociativo. Nada menos, en abierta oposición al innatismo promovido por la teoría lingüística de Chomsky a lo largo de la década de los 60', Paivio propuso la hipótesis de que el desarrollo de la «competencia» (*competence*) y «desempeño» (*performance*) lingüístico tiene como base inicialmente las capacidades de la imaginación mental⁶⁶.

De acuerdo con esta hipótesis, el desarrollo del lenguaje en cualquier individuo parte de su conocimiento inicial del mundo a través de las imágenes antes de que pueda pronunciar palabra alguna. ¿Cómo es esto posible? La regularidad con que acontecen los eventos, se relacionan unas cosas con otras e interactúan los individuos con su medio y entre sí, termina incorporándose a las imágenes mentales. Esta regularidad del mundo que se refleja en las imágenes es el fundamento del desarrollo ulterior del lenguaje en los niños⁶⁷. Inicialmente, el lenguaje se mantiene íntimamente entrelazado con las imágenes, pero poco a poco va adquiriendo autonomía conforme la conducta verbal de los niños progresa en la misma medida que amplían su vocabulario y sus redes de asociación verbal; hasta que eventualmente consiguen hacer uso del lenguaje sin aplicarlo exclusivamente a situaciones concretas o referirlo constantemente a imágenes. Todo lo cual acaba revistiendo al lenguaje de la autonomía y nivel de abstracción que le caracteriza en los adultos.

El profundo cariz asociacionista del planteamiento teórico de Paivio en relación con la naturaleza de la sintaxis y la semántica del lenguaje, conlleva importantes problemas

⁶⁶ Cfr. Paivio 2007, p. 203.

⁶⁷ Cfr. Paivio 1979, pp. 437-438.

teóricos. Veamos, según Paivio, los seres humanos primero aprenden a nombrar las cosas individuales, *i.e.* asociar palabras (nombres) con cosas o eventos concretos o con sus respectivas imágenes; después, aprenden a asociar las palabras para expresar relaciones entre cosas o circunstancias concretas a través de oraciones; hasta que, por fin, son capaces de asociar las palabras y las oraciones entre sí de forma abstracta y autónoma, para expresar ideas generales que no cuentan con referentes concretos directos ni dependen de la evocación de imágenes mentales. A primera vista este hecho parece irrefutable, pues al fin de cuentas ¿quién ha seguido otro camino para aprender a hablar su lenguaje materno?: primero aprendemos nombres, después construimos oraciones sencillas sobre cosas concretas y, finalmente, nos volvemos capaces de hablar prácticamente sobre cualquier cosa, incluso sin referirnos a nada. El problema estriba en que la premisa asociacionista que subyace a esta idea no explica por sí misma porque cada elemento lingüístico constituye una unidad discreta provista de un significado y una estructura tal que lo vuelve apto para entrar en composición con otros de manera sistemática, es decir, conforme con una sintaxis.

Partir del supuesto de que la sintaxis le viene al lenguaje de la regularidad con que acontecen las cosas en el mundo, como supone Paivio, sólo complica más las cosas y en cierto modo es claramente falso. Simplemente porque las cosas en el mundo se relacionan entre sí de una forma bastante diferente de como lo hacen las palabras y las oraciones en un discurso. Así, por ejemplo, el color de una flor depende del modo en que su superficie refleja la luz y del modo en que esta señal es captada y procesada por el cerebro, pero en ello no hay nada parecido a la relación gramatical que existe entre el adjetivo «rojo» y el sustantivo «flor». En el primer caso, las relaciones son causales; en el segundo, únicamente semánticas⁶⁸.

⁶⁸ Contra esto podría argüirse que frecuentemente ciertas palabras sugieren o evocan otras (*e.g.* la palabra «rosa» respecto a la palabra «rojo») y que en este particular sentido cabe considerar que existe cierta relación causal entre ellas. Pero esta clase de causalidad no refleja las regularidades que se observan en los fenómenos naturales, sino regularidades de orden semántico o bien de carácter meramente asociativo en función únicamente de la frecuencia con que aparece una palabra junto a otra independientemente de su significado, como sucede en el caso del aprendizaje asociativo de pares de palabras.

Sobra decir que apelar al aprendizaje asociativo no resuelve propiamente el problema. A este respecto, basta con traer a cuenta las dificultades obvias que comporta la teoría ostensiva del significado, con la que el planteamiento de Paivio se vería necesariamente comprometido, en este punto en particular al menos. Además, no sólo la explicación de la sintaxis se ve seriamente comprometida cuando se parte de una base exclusivamente asociacionista, sino también la explicación de la dirección racional del comportamiento humano. En efecto, resulta patente que con mucha frecuencia los seres humanos ordenan su comportamiento con base en inferencias y no única ni principalmente en la asociación de ideas⁶⁹; incluso de esto depende en gran medida su capacidad adaptiva y, por ende, su supervivencia —lo mismo podría decirse en el caso de muchas otras especies animales—. Pero esto no sería posible si el sistema representacional careciera de una propiedad denominada *sistematicidad*; la cual implica que las representaciones se relacionan entre sí conforme a un arreglo sintáctico y no propiamente en función de la frecuencia o fuerza de los vínculos asociativos que se dan entre ellas por vía del aprendizaje. Precisamente esta es una de las razones principales por las que cabe tomar muy en serio la hipótesis del lenguaje del pensamiento.

Kosslyn, por su parte, con apoyo en el concepto de isomorfismo de segundo orden introducido por Shepard al ámbito de la psicología cognitiva, propone una explicación de cómo es posible que las propiedades espaciales de los objetos representados por imágenes mentales puedan encontrarse representadas en la corteza cerebral sin identificarse con el espacio físico. Su solución se basa en el concepto de «espacio funcional»; el cual hace referencia a la proyección topográfica del espacio físico en la corteza cerebral encargada del procesamiento visual, de modo tal que los patrones de activación espacial de algunas zonas corticales relacionadas con la percepción visual, mantienen una cierta relación *vis-a-vis* —i.e. de correspondencia biunívoca— con ciertas propiedades espaciales de los objetos representados. Esta estructura cortical en que se proyectan funcionalmente las propiedades espaciales de los objetos representados es

⁶⁹ Cfr. Crane 2008, pp. 228-229.

denominada por Kosslyn «búfer visual» (*visual buffer*). Según esto las imágenes mentales *literalmente* utilizan espacio en la corteza cerebral para representar espacio físico⁷⁰. Kosslyn insiste en que semejante planteamiento no descansa sobre una interpretación literal de la metáfora pictórica –como sostienen sus críticos– porque el espacio funcional no se identifica con el espacio real, sino que –como su propio nombre lo indica– únicamente mantiene una relación de correspondencia funcional con respecto a aquél. Sin embargo, esta forma de entender la naturaleza de las imágenes, además de ser restrictiva, difícilmente consigue librarse de los cargos que se le imputan.

No se trata tan sólo ni principalmente de que el lenguaje que muchas veces se adopta en este contexto exhiba fuertes connotaciones pictorialistas, como se observa prototípicamente en Kosslyn y colaboradores (2006) cuando describen qué entienden por búfer visual en los siguientes términos: «*The visual buffer, in essence, is the canvas upon which images are painted; it is the medium that supports depictive representations*»⁷¹. En efecto, esto podría pasar como un simple recurso metafórico si no existieran razones para suponer que en principio a la base de conceptos tales como el de búfer visual y espacio funcional prevalece una interpretación bastante literal de la metáfora a la cual se recurre para describirlos de manera figurada.

El problema radica en que si –como propone Kosslyn– el espacio real es representado a través de espacio cortical, entonces cabe la objeción de que entre las imágenes mentales y los objetos físicos representados por ellas se da un isomorfismo de primer orden (físico) y no uno de segundo orden (funcional). En efecto, nadie estaría seriamente dispuesto a defender tal cosa, pues conlleva el absurdo de suponer que las imágenes mentales están «alojadas dentro de la cabeza». Bajo estas consideraciones cabe ahora preguntarse ¿de dónde proviene la fuerza y atractivo de propuestas como la de Kosslyn no obstante las

⁷⁰ Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, p. 19.

⁷¹ «El búfer visual, en esencia, es el lienzo sobre el cual las imágenes son pintadas; es el medio que ofrece soporte a las representaciones figurativas». Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, p. 18.

dificultades teóricas que comporta? Pienso que la respuesta se podría encontrar en aquello que Pylyshyn denomina «atracción objetiva», a saber:

La tendencia que lleva a considerar el proceso cognitivo en términos de propiedades de los objetos representados —es decir, en términos de la semántica de la representación—, y no en términos de la estructura o sintaxis de la representación. (...) esta tendencia nos induce a formular los principios mediante los cuales operan los procesos mentales de una forma que despoja a dichos principios de todo valor explicativo, ya que entraña la utilización de principios expresados en términos de propiedades del objeto representado y no en términos de la estructura o forma de la representación.⁷²

En esto último es que precisamente creo que radica el problema. El concepto de espacio funcional define las propiedades estructurales de las imágenes mentales de modalidad visual en términos de su interpretación semántica, *i.e.* de su contenido representacional. Hace falta indicar cómo es que tal clase de representaciones mentales pueden significar las propiedades espaciales de los objetos representados de manera figurativa y no proposicional. Todavía más, hace falta especificar las propiedades del vehículo representacional común a las imágenes mentales independientemente de su modalidad sensorial y de su contenido particular, esto es, independientemente de que representen propiedades espaciales, colores, texturas, aromas, etc. Ciertamente, Kosslyn da un paso más hacia adelante que Paivio en ese sentido, pero ambos de algún modo se quedan a medio camino. Hasta no contar con una teoría general acerca de las propiedades estructurales (formales) de la imagería acorde con la clase de contenidos semánticos que se le atribuyen, el concepto de imagen mental *qua* representación de naturaleza analógica no podrá superar la condición de «orfandad intelectual» en que la sitúan autores como Pylyshyn⁷³.

⁷² Pylyshyn 1988, p. 292.

⁷³ Cfr. Pylyshyn 1988, p. 81.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO Y CONFIGURACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES ACERCA DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA IMAGINERÍA MENTAL

2.1 Parámetros empíricos: principales clases y atributos de las tareas, los estímulos y las variables de interés

Para hacer posible la realización de inferencias acerca de las propiedades de la imagería mental y para demostrar su realidad psicológica, es indispensable utilizar diversos parámetros empíricos que cumplen la función de vincular las propiedades teóricas de las representaciones y de los procesos mentales con las respuestas observables de los individuos, tanto a nivel conductual como neurofisiológico. Entre las principales clases de indicadores operacionales o empíricos se encuentran por un lado, los atributos de los estímulos y por el otro, las diversas manipulaciones experimentales. La primera clase de indicador hace referencia a las propiedades de los estímulos que funcionan como correlatos empíricos de los eventos internos o mentales que se supone hipotéticamente se encuentran a la base de determinadas conductas y por eso suelen llamarse también atributos de interés.

La segunda clase de indicador empírico comprende todos los procedimientos involucrados en el manejo y control de las variables experimentales, entre los que se encuentran, principalmente, los siguientes: las instrucciones que se dan a los sujetos, las demandas específicas de la tarea y el modo en que se presentan los estímulos¹. Todos estos indicadores operacionales necesitan estar integrados en una tarea cognitiva a fin de que puedan cumplir apropiadamente su propósito. Las tareas cognitivas constituyen situaciones controladas experimentalmente que demandan de los sujetos la ejecución de respuestas determinadas ante estímulos específicos bajo instrucciones bien definidas.

¹ Otra clase de indicador son las diferencias individuales con respecto a las habilidades mentales (imaginativas o verbales, por ejemplo) que son susceptibles de variación entre los sujetos. Sin embargo, los trabajos experimentales que serán analizados en este capítulo no recurren a este tipo de indicador.

Tanto las tareas cognitivas como los estímulos utilizados en los estudios experimentales acerca de las propiedades representacionales y funcionales de la imaginación mental, se pueden dividir en verbales y no-verbales. Por una parte, los estímulos verbales corresponden a palabras, frases u oraciones, mientras que los no-verbales comprenden cualquier clase de imagen pictórica (*e.g.* dibujos, fotografías, pinturas, etc.). Por otra parte, las tareas verbales involucran procesos de codificación, integración, acceso y recuperación de información lexical y semántica. En cambio, las tareas no verbales implican procesos cognitivos de transformación, manipulación e inspección mental de información inherente a imágenes mentales. Normalmente, cada tipo de tareas suele utilizar estímulos de su misma clase².

Los atributos de interés en el caso de estímulos verbales designan propiedades lexicales o semánticas. Las propiedades lexicales se refieren a la forma de las palabras con independencia de sus significados, es decir, a la estructura y composición de las palabras en tanto que constituidas de unidades mínimas desprovistas de significado propio —*e.g.* grafemas y fonemas— o bien, a la frecuencia con que ocurren determinadas formas lexicales en el habla oral y escrita. En cambio, las propiedades semánticas conciernen a las palabras, frases y oraciones en relación con sus significados. En cambio, con respecto a los estímulos pictóricos (*e. g.* dibujos, fotografías, etc.), los atributos de interés suelen referirse a propiedades tales como el tamaño, la distancia, la posición y la resolución de las imágenes. Una vez que cada atributo de interés es definido operacionalmente de manera tal que sus valores pueden ser representados en términos de algún nivel de medición conforme con una escala de intervalos o de razón, surge una variable independiente cuyos efectos sobre una o más variables dependientes pueden ser corroborados empíricamente.

² Palabras, frases u oraciones en el caso de las tareas verbales e imágenes pictóricas en el caso de las no-verbales. Sin embargo, algunas veces los estímulos pictóricos forman parte de tareas verbales (*e.g.* tarea de nombramiento de imágenes) y viceversa (*e.g.* tarea de rotación mental de letras).

Cuando los estímulos son verbales, las variables experimentales de interés se relacionan con sus propiedades semánticas dado que se supone que las imágenes mentales componen –al menos parcialmente– el significado de las unidades verbales. Las variables lexicales sólo se tienen en cuenta porque de su correcto control depende que los efectos observados puedan ser atribuidos a la influencia de las variables semánticas de interés. En cambio, cuando los estímulos no son verbales sino pictóricos, las variables experimentales de interés se encuentran vinculadas directamente con algunas propiedades intrínsecas de los estímulos que supuestamente se encuentran relacionadas con ciertas propiedades estructurales de la imaginería mental.

Por último, las variables dependientes se denominan conductuales o neurofisiológicas en función de su referencia a propiedades observables de la conducta o de la actividad cerebral, respectivamente. Entre las variables dependientes de tipo conductual se cuentan principalmente el tiempo de reacción y el número de aciertos o errores mientras que las principales variables dependientes de tipo neurofisiológico son la actividad electrofisiológica cerebral y las variaciones en la actividad metabólica o hemodinámica del cerebro, registradas mediante técnicas de electrofisiología cerebral (EEG³ y PRE⁴) y de neuroimagen funcional (PET y fMRI)⁵, respectivamente.

2.1.1 Variables de interés y tareas de tipo verbal

Por una parte, las principales variables de interés en esta clase de investigaciones son de tipo semántico. Entre las variables más importantes de esta clase, se encuentran : (a) la «concreción» (*concreteness*): grado en que las palabras denotan objetos o eventos particulares y cuentan, por ende, con referentes sensoriales directos⁶; (b) la «imaginabilidad» (*imageability* o *imagery*): rapidez o facilidad con que las palabras son

³ Electroencefalograma.

⁴ Potenciales Relacionados con Eventos.

⁵ Tomografía por Emisión de Positrones e Imagen por Resonancia Magnética funcional, respectivamente.

⁶ Cfr. Gorman 1961; Paivio, Yuille y Madigan 1968; Paivio 1979.

capaces de evocar una imagen mental⁷; (c) la «significatividad» (*meaningfulness*): número promedio de palabras asociadas con otra durante un intervalo definido de tiempo; y (d) la «disponibilidad del contexto» (*context availability*): facilidad con que las palabras pueden evocar información contextual relativa a las circunstancias asociadas con aquello que la palabra denota o significa así como con el contexto en el que dicha palabra suele aparecer⁸.

Por otra parte, las tareas verbales pueden dividirse en dos grandes grupos, a saber: de memoria verbal y de procesamiento verbal. Las tareas de memoria verbal requieren del almacenamiento previo de la información suministrada por los estímulos verbales y se componen siempre de dos fases o pruebas: una de codificación o almacenamiento⁹ y otra de recuerdo o recuperación¹⁰. Durante la primera prueba los sujetos tienen que memorizar la información provista por los estímulos verbales mientras que durante la segunda tienen que acceder a esa información para efectuar las respuestas requeridas. En cambio, las tareas de procesamiento verbal no necesitan de una fase de codificación previa a la ejecución de las respuestas por parte de los sujetos, sino que únicamente implican el manejo de la información proporcionada por los estímulos sobre la base del bagaje de información ya adquirido y asimilado normalmente por los sujetos. Entre las tareas de memoria verbal más usadas se encuentran las de aprendizaje de pares asociados (*Paired-Associated Learning Task*)¹¹, memoria de reconocimiento (*Recognition Task*)¹² y recuerdo libre (*Free Recall Task*)¹³; mientras que entre las tareas de

⁷ Cfr. Paivio 1965; Paivio, Yuille y Madigan 1968.

⁸ Cfr. Schwanenflugel 1991.

⁹ Denominada «prueba de aprendizaje» (*Learning trial*) o «prueba de estudio» (*Study trial*).

¹⁰ Llamada «prueba de recuerdo» (*Recall trial*).

¹¹ En este tipo de tarea los sujetos tienen que memorizar pares asociados de palabras (e.g. Árbol | Cielo) para proporcionar después —de manera oral o escrita— la palabra correcta que completa cada par cuando se presenta sólo una de ellas como estímulo particular (e.g. responder con la palabra Cielo ante la palabra Árbol). La efectividad del aprendizaje verbal de pares asociados se mide comúnmente en función del número de respuestas correctas (aciertos) por ensayo.

¹² Esta clase de tarea requiere que los individuos identifiquen de entre una serie de estímulos cuáles han sido presentados previamente. El desempeño de los sujetos suele medirse en función del número de identificaciones correctas.

¹³ Esta tarea consiste en memorizar una lista de unidades verbales (comúnmente palabras) para declarar posteriormente, de manera oral o escrita, todas las unidades verbales que se recuerden sin importar el

procesamiento verbal se cuentan principalmente las de decisión lexical (*Lexical Decision Task*)¹⁴, juicio semántico (*Semantic Judgment Task*)¹⁵, comprensión de oraciones (*Sentences Comprehension Task*)¹⁶ y verificación de oraciones (*Sentences Verification Task*)¹⁷.

2.1.2 Variables y tareas de tipo no-verbal o imaginativo

Las principales variables experimentales de interés en las investigaciones sobre imaginación mental y procesos no verbales son: (a) separación o discrepancia angular, (b) distancia, (c) ángulo visual subjetivo, (d) tamaño y (e) resolución. La primera se refiere a la separación angular (discrepancia respecto al ángulo de rotación) que existe entre dos estímulos pictóricos superponibles o congruentes; la segunda, a la separación espacial entre dos o más partes de una imagen pictórica; la tercera, a la ampliación o reducción del campo

orden en el que se haga –precisamente por eso se dice que es «libre»–. Una de las medidas básicas del desempeño en este tipo de tareas es simplemente el número de palabras recordadas por cada lista de palabras aprendida.

¹⁴ Tarea que demanda a los sujetos identificar palabras de entre pseudopalabras. La eficacia de la identificación de las palabras se mide con base en el tiempo de reacción y el número de errores.

¹⁵ Esta tarea pide a los sujetos juzgar si dos o más palabras están o no semánticamente relacionadas entre sí, es decir, si tienen un significado parecido o si una de ellas se refiere a un aspecto comprendido por el significado de la otra. Esta tarea puede presentar al menos dos modalidades. En el primer caso se presentan pares de palabras (e.g. Alas | Ave) y los sujetos tienen que indicar si las palabras de cada par están o no relacionadas semánticamente entre sí. En el segundo caso se presentan triadas de palabras (e.g. Boca | Cabeza | ladrillo), generalmente dispuestas en triángulo, de manera que una palabra queda siempre por encima de las otras dos (boca ^{cabeza} ladrillo), y los sujetos tienen que indicar cuál de las dos palabras que están por debajo de la tercera se encuentra relacionada semánticamente con ella. La eficacia en el desempeño de esta tarea también se mide por el tiempo de reacción y el número de errores.

¹⁶ Esta clase de tarea compromete procesos mentales relacionados con el acceso a y la integración de información semántica y de tipo sintáctico. En este tipo de tareas los sujetos tienen que leer en silencio una serie de oraciones para indicar de algún modo que las han comprendido. Comúnmente los sujetos se limitan a indicar cuándo han terminado de comprender una oración mediante la opresión o liberación de un botón, aunque a veces se incluyen controles adicionales para corroborar que los sujetos hayan comprendido efectivamente las oraciones; estos controles suelen ser preguntas relacionadas con las oraciones. El desempeño de los sujetos se mide por el tiempo transcurrido entre la aparición de una oración y el momento en el que el sujeto manifiesta haberla comprendido.

¹⁷ Este tipo de tarea puede considerarse una variación de la de comprensión de oraciones, sólo que en ésta a diferencia de aquella, los sujetos, tras la lectura de una oración, tienen que indicar si ésta es verdadera o falsa, con lo que se incluye en la tarea un elemento que permite corroborar por la respuesta del sujeto si éste efectivamente comprendió o no la oración en cuestión. El desempeño de los sujetos en este tipo de tareas se mide frecuentemente en términos del tiempo de reacción, es decir, del tiempo consumido por los sujetos desde la aparición de una oración y la ejecución de su respuesta.

visual subjetivo conforme se acerca o aleja mentalmente una imagen; la cuarta, a la variación del tamaño relativo de los objetos representados por imágenes y, la quinta, a las variaciones en cuanto a la claridad con que pueden representarse ciertos rasgos de una imagen mental en función de los diversos tamaños relativos con se le evoca. Las principales tareas utilizadas en esta clase de estudios implican la rotación o inspección de imágenes mentales. Entre las tareas de inspección mental se encuentra principalmente la de escaneo mental, que consiste en recorrer una imagen evocada de un punto a otro. Con frecuencia, este tipo de tareas implica también la búsqueda y detección de objetos o rasgos visuales dentro de la imagen. Otras clases importantes de tareas que comportan la inspección mental de imágenes implican el acercamiento o alejamiento (*zooming*) de imágenes mentales y la comparación de los tamaños relativos de los objetos representados por ellas.

2.2 Desarrollo de algunos de los principales hallazgos experimentales en torno a la imaginería mental

A lo largo de su desarrollo, las investigaciones experimentales en torno a la naturaleza representacional y funcional de la imaginería mental han pasado por dos etapas claramente diferenciables pero complementarias. Denis describe adecuadamente este hecho, en los siguientes términos:

Incluso dentro de este período tan reciente se perfila una nueva evolución que ha hecho a los investigadores abandonar su perspectiva de estudio de la imagen desde un punto de vista básicamente <<funcional>> por una perspectiva <<estructural>>, o mejor dicho, que ha llevado a estos investigadores a complementar el primer enfoque, predominante hasta la década de 1970, con el segundo. Por estructural entendemos aquí el enfoque en el que la imagen se analiza de acuerdo con sus propiedades, su organización, sus características estructurales propias, y no sólo desde un punto de

vista funcional, es decir, desde el ángulo de las otras actividades psicológicas a las que puede verse obligada a servir.¹⁸

Durante la etapa de predominio del enfoque funcional las investigaciones experimentales sobre imaginería mental estuvieron interesadas principalmente en probar la validez teórica de las imágenes mentales como variables intervinientes, esto es, en la medida en que son indispensables para ofrecer una explicación satisfactoria y consistente de ciertos fenómenos cognitivos relacionados con la memoria, el aprendizaje, la percepción, la solución de problemas, etc.¹⁹ Una de las líneas de investigación más destacada de este periodo fue impulsada por un grupo de investigadores de la Universidad de Ontario Occidental, en Canadá, encabezado por Allan Paivio; quienes se concentraron en probar que las imágenes mentales pueden cumplir una importante función mediadora en procesos cognitivos relacionados con la memoria, el aprendizaje y la comprensión verbal. En cambio, bajo el dominio del enfoque estructural, la etapa subsiguiente estuvo marcada por el interés en el estudio de los procesos generativos y transformacionales relacionados directamente con las propiedades intrínsecas de las imágenes mentales. Los primeros trabajos de este tipo surgieron a principios de los 70' con los estudios pioneros sobre rotación y escaneo mental de imágenes mentales llevados a cabo por Shepard en colaboración con Metzler (1971) y por Kosslyn (1973), respectivamente.

En conformidad con cada uno de los enfoques señalados, los estudios empíricos en que se han observado efectos atribuibles a la intervención de las imágenes mentales se pueden clasificar con base en dos criterios fundamentales, a saber: las tareas cognitivas que utilizan y las variables dependientes que consideran. Según el primer criterio se pueden distinguir dos clases principales de estudios: (i) estudios sobre imaginería mental y procesos verbales y (ii) estudios sobre imaginería mental y procesos no verbales. La primera clase de estudios utiliza tareas verbales y examinan el papel funcional que cumple la imaginería mental en los procesos cognitivos relacionados con la memoria, el

¹⁸ Denis 1984, p. 2.

¹⁹ Cfr. Millán Jiménez 1993, p. 109.

aprendizaje y la comprensión verbal. La segunda clase de estudios incluye tareas no verbales y tienen el propósito explícito de evaluar las propiedades intrínsecas (estructurales) de la imaginería mental como una forma de representación mental distinta del lenguaje. Con base en el segundo criterio es posible diferenciar dos tipos fundamentales de estudios: conductuales y neurofisiológicos. Como su nombre lo indica, cada una de estas clases de estudios se concentra en el análisis de un tipo particular de efectos diferenciales, atribuibles a la influencia de las variables experimentales relacionadas operacionalmente con la imaginería mental.

2.2.1 Enfoque funcional: Intervención de la imaginería mental en los procesos de aprendizaje, memoria y comprensión verbal

2.2.1.1 Efecto de concreción e imaginabilidad: definición y factores moduladores

El «efecto de imaginabilidad y concreción» (*imagery-concreteness effect*) designa un hallazgo experimental que consiste en una diferencia conductual o neurofisiológica atribuible a la concreción e imaginabilidad de las unidades verbales. A nivel conductual, este efecto consiste en una diferencia mensurable y significativa en cuanto al tiempo consumido y el número de errores cometidos por los sujetos durante su desempeño en diversas tareas cognitivas de tipo verbal que involucran necesariamente el procesamiento semántico de las palabras, bien de manera aislada o bien en el contexto de una oración. Básicamente, los sujetos suelen consumir significativamente menos tiempo y cometen menos errores cuando aprenden, recuerdan, reconocen o asocian palabras concretas en comparación con palabras abstractas e igualmente cuando comprenden o verifican oraciones concretas en comparación con oraciones abstractas. El efecto de concreción observado a nivel cerebral, tanto electrofisiológico como hemodinámico, consiste en la presencia de diferencias significativas a nivel neuroanatómico y neurofisiológico, que confirman el efecto de concreción observado a nivel conductual a la vez que lo intentan explicar por sus posibles bases neurales.

Aunque el efecto de concreción e imaginabilidad se atribuye propiamente a la influencia de una propiedad semántica de las palabras, la presencia e intensidad de dicho efecto es modulada por múltiples factores experimentales. Entre estos factores destacan: (a) las demandas específicas de las tareas utilizadas, (b) los tipos de instrucciones empleados y (c) las diferencias individuales entre los sujetos en cuanto a sus habilidades cognitivas verbales y no verbales. Las tareas pueden dividirse en concretas y abstractas con base en el tipo de procesos cognitivos que implican: aquéllas que demandan un procesamiento secuencial de la información o la manipulación e integración de información no sensorial, suelen llamarse *abstractas*; en cambio, aquéllas que requieren del procesamiento paralelo de información de tipo sensorial o perceptual, se denominan *concretas*²⁰. Las instrucciones pueden solicitar a los sujetos que se sirvan de mediadores imaginativos o verbales para resolver la tarea²¹. Generalmente, se observa que las tareas concretas y las instrucciones que piden recurrir a mediadores imaginativos potencian el efecto de concreción e imaginabilidad, mientras que las tareas abstractas y las instrucciones que indican el uso de mediadores verbales, lo inhiben. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan algunas de las investigaciones más relevantes que reportan este efecto.

2.2.1.2 Estudio sistemático y consolidación del efecto de concreción e imaginabilidad

Algunas investigaciones psicológicas realizadas antes de 1960 ya habían reportado que las palabras abstractas eran recordadas con mayor dificultad que las concretas, dando así el primer paso hacia lo que posteriormente se llamaría efecto de concreción e imaginabilidad. Sin embargo, en estos estudios la concreción aún no había sido relacionada explícitamente con la «imaginabilidad». Durante los años 50' el interés por esta variable se vio sofocado por la predominancia de la variable «significatividad», cuya definición en términos de asociaciones verbales se conformaba más a la tendencia conductista aún vigente entonces. El hallazgo denominado efecto de imaginabilidad y

²⁰ Cfr. Paivio y Csapo 1969.

²¹ Cfr. Paivio 1966; Paivio y Yuille 1967; Yuille y Paivio 1968; Paivio y Yuille 1969.

concreción tuvo lugar a principios de 1960 después de que Gorman (1961) reivindicó la importancia de la concreción como variable psicológica de tipo experimental. La consolidación de este hallazgo y sus primeras interpretaciones tuvieron lugar a lo largo de la década de los 60', a través de numerosas investigaciones experimentales encabezadas por Paivio. Estas investigaciones estuvieron dirigidas a la comprobación de la hipótesis de que las imágenes mentales cumplen una importante función mediadora en el aprendizaje, la memoria y el procesamiento verbal.

El estudio sistemático del efecto de concreción fue inaugurado por Paivio (1963) a partir de la interpretación de la «hipótesis de la clavija-conceptual» (*Conceptual-Peg Hypothesis*) en función de la intervención de la imaginación mental en el aprendizaje asociativo. Dicha hipótesis había sido formulada originalmente por Paivio y Lambert (1956) para explicar por qué el aprendizaje asociativo de pares de palabras compuestos por un adjetivo y un sustantivo había sido significativamente más fácil cuando los pares de palabras fueron presentados en el orden *Sustantivo* → *Adjetivo* en comparación con los que aparecieron en el orden inverso, no obstante que los hábitos del idioma inglés favorecen éste último arreglo. En un principio, Paivio y Lambert (1956) únicamente sugirieron que los sustantivos presentan una ventaja sobre los adjetivos cuando funcionan como términos vinculantes (*words pegs*) en virtud de alguna propiedad semántica. Fue Paivio (1963) quien sugirió por primera vez que aquella propiedad coincidía con el grado de concreción de las palabras y no con su nivel de significatividad.

Paivio (1963) consiguió corroborar la hipótesis de la vinculación conceptual pero no su interpretación en función de la concreción. Sin embargo, la importancia de este trabajo fue capital al menos por tres razones: (1) en esta investigación Paivio marcó la pauta para interpretar la concreción en función de la imaginabilidad, dando comienzo así a lo que Paivio y Madigan (1968) llamarían posteriormente «*the imagery interpretation of concreteness*»; (2) la hipótesis de la clavija-conceptual constituyó la base sobre la cual se puso a prueba inicialmente la importancia de la imaginación mental en el aprendizaje

asociativo verbal²², y (3) los resultados obtenidos en esta investigación mostraron diferencias en función de la concreción que, aunque no alcanzaron a ser estadísticamente significativas, sugirieron la posibilidad de obtener los resultados esperados mediante un mayor control de las variables extrañas que podrían estar en juego.

El primer paso hacia la comprobación del efecto de concreción e imaginabilidad conforme a la hipótesis de la clavija-conceptual en el contexto de los estudios sobre aprendizaje de pares asociados de palabras, fue el uso exclusivo de sustantivos y la inclusión de pruebas post-experimentales orientadas a corroborar si efectivamente los sujetos habían utilizado mediadores imaginativos cuando se enfrentaron con sustantivos concretos (Paivio 1965; Paivio, Yuille y Smythe 1966; Paivio, Smythe y Yuille 1968). Estas investigaciones consiguieron probar paulatinamente la validez de la hipótesis de la vinculación conceptual interpretada en función del grado de concreción e imaginabilidad de las palabras y no de su nivel de significatividad. Lo cual se vio fortalecido por el hecho de que en la mayoría de estas investigaciones los sujetos reportaron haber utilizado con mayor frecuencia mediadores imaginativos en el caso de los pares con sustantivos concretos y, mediadores verbales en el caso de los pares con sustantivos abstractos.

A la par de las investigaciones precedentes se desarrollaron otras que contribuyeron significativamente a la consolidación del efecto de concreción e imaginabilidad. Entre estas investigaciones se encuentran algunas que usaron tareas de memoria de reconocimiento (Gorman 1961; Jenkins, Neale y Deno 1967) y de recuerdo libre (Winnick y Kressel 1965; Paivio, Rogers y Smythe 1968; Paivio, Yuille y Rogers 1969; Paivio y Csapo 1969). En estas investigaciones se observó que los sustantivos concretos fueron reconocidos o recordados de modo más eficaz que los abstractos. Algunas de estas investigaciones utilizaron estímulos pictóricos además de palabras (Paivio 1966; Jenkins, Neale y Deno 1967; Paivio y Yarmey 1966; Paivio, Rogers y Smythe 1968; Paivio y Csapo 1969). Esta última clase de estudios pusieron de manifiesto que frecuentemente la

²² Cfr. Paivio 1970.

eficacia tanto del aprendizaje como de la memoria de reconocimiento y el recuerdo libre aumenta en relación directa con el grado de concreción de los estímulos, siendo menor para los sustantivos abstractos en comparación con los concretos, y menor para estos últimos en comparación con los estímulos pictóricos²³.

Hacia finales de la década de los 60', los trabajos sobre aprendizaje asociativo y memoria verbal habían conseguido afianzar la validez del efecto atribuido a la concreción e imaginabilidad de cara a un considerable número de variables relativas a propiedades semánticas o lexicales de las palabras²⁴, cuya supuesta influencia podía apoyar explicaciones alternativas de dicho efecto. A partir de 1970, el efecto de concreción e imaginabilidad fue observado en estudios que utilizaron tareas de procesamiento verbal, a saber: de decisión lexical (James 1975; Kroll y Merves 1986; Bleasdale 1987), de juicio semántico (Linde 1983), de comprensión de oraciones (Paivio y Begg 1971; Klee y Eysenck 1973) y de verificación de oraciones (Jorgensen y Kintsch 1973).

La consolidación del efecto de concreción como una diferencia consistente y significativa de tipo conductual atribuible a la influencia de la variable concreción e imaginabilidad sobre el aprendizaje asociativo y la memoria verbales, junto con la formulación de la hipótesis de la codificación dual que tuvo lugar a finales de la década de los 60', fue sólo el principio tanto de toda una serie de investigaciones preocupadas por corroborar dicho efecto y por fundamentar la validez de la hipótesis de la codificación dual en otros contextos experimentales, como de muchos otros estudios que buscaron explicaciones alternativas del efecto en contra de la hipótesis de la codificación dual y en pro de la hipótesis de la codificación común. Las investigaciones que partieron de dicha hipótesis recurrieron a una nueva variable denominada *disponibilidad del contexto*. El desarrollo de este tipo de estudios comenzó a partir de 1980 a raíz de los trabajos pioneros de Schwanenflugel y colaboradores.

²³ Cfr. Madigan 1983, p. 67.

²⁴ Cfr. Paivio 1968.

Schwanenflugel y Shoben (1983) tanto en una tarea de decisión lexical como en una de comprensión de oraciones observaron que a falta de información contextual disponible hubo una mayor demora en la respuesta de los sujetos frente a palabras u oraciones abstractas que ante palabras u oraciones concretas; en cambio, en presencia de información contextual disponible el tiempo de respuesta fue equivalente para ambos tipos de estímulos verbales. Algo muy semejante observaron Schwanenflugel, Harnishfeger & Stowe (1988) mediante una tarea de decisión lexical: cuando las palabras concretas y las abstractas tienen a disposición el mismo grado de información contextual, los sujetos prácticamente consumen el mismo tiempo en la identificación de ambos tipos de palabras; por el contrario, cuando la disponibilidad de información contextual es mayor para las palabras concretas que para las abstractas, ante estas últimas los sujetos demoraron más en su respuesta.

Posteriormente, mediante una tarea de nombramiento de palabras y otra de juicio semántico, Schwanenflugel y Stowe (1989) consiguieron corroborar que el tiempo de reacción ante estímulos verbales concretos y abstractos varía en función del grado de información contextual disponible con que cuenta cada tipo de estímulo. Así, en presencia de un contexto neutral o no significativo sí se observó el efecto de concreción, mas no fue este el caso cuando ambos tipos de estímulos fueron presentados bajo contextos igualmente significativos.

A partir de esta serie de investigaciones se volvió frecuente la confrontación de dos modelos explicativos del efecto de concreción, a saber: el Modelo de la Codificación Dual (MCD) y el Modelo de la Disponibilidad del Contexto (MDC). El primer modelo parte de la hipótesis de la codificación dual (Paivio 1969, 1979), de acuerdo con la cual el efecto de concreción e imaginabilidad se debe al hecho de que los estímulos verbales concretos se encuentran asociados fuertemente con información verbal y no verbal, mientras que los estímulos verbales abstractos se asocian casi exclusivamente con información verbal pues

no cuentan con referentes imaginativos directos²⁵. Esto supone que aunque los códigos mnésicos verbales y no verbales son independientes, la activación de ambos puede tener un efecto aditivo sobre el recuerdo²⁶. El segundo modelo, por el contrario, se apoya en la hipótesis de la codificación común (Schwanenflugel, 1991). De acuerdo con esta hipótesis el efecto de concreción se debe únicamente a la cantidad de información y a la fuerza con que los estímulos verbales se asocian con ella, independientemente de que los estímulos verbales cuenten o no con referentes sensoriales directos o evoquen con relativa facilidad información de tipo imaginativo o no²⁷. Por tanto, de acuerdo con la hipótesis de la codificación común el almacenamiento, recuperación y manejo de la información semántica depende de un sistema representacional único de carácter amodal y abstracto.

2.2.1.3 Corroboración neurofisiológica del efecto de concreción e imaginabilidad

A partir de 1990 comenzaron a desarrollarse algunas investigaciones interesadas en el estudio de las bases neurales del efecto de concreción e imaginabilidad mediante PRE, PET y fMRI principalmente. El diseño de esta clase de investigaciones respondió al propósito explícito de evaluar la consistencia empírica de los modelos de la codificación dual y de la disponibilidad del contexto con respecto a una dimensión para la cual no eran sensibles las variables de tipo conductual, a saber: la topografía e intensidad de la actividad cerebral. La hipótesis de trabajo de esta clase de investigaciones es la siguiente: si el modelo de la codificación dual es correcto, entonces a nivel cerebral el efecto de

²⁵ Las palabras concretas cuentan con una alta disponibilidad de imágenes mentales además de asociaciones verbales almacenadas en la memoria; en cambio, las palabras abstractas sólo cuentan con una alta disponibilidad de asociaciones verbales, lo cual —aunado el hecho de que las imágenes mentales constituyen códigos de memoria más eficientes que las asociaciones verbales— explican el hecho de que las palabras concretas suelen ser aprendidas, reconocidas y recordadas con mayor eficiencia que las abstractas, así como el hecho de que los estímulos pictóricos superen en ese sentido tanto a las palabras abstractas como las concretas

²⁶ Cfr. Paivio 1990, p. 77.

²⁷ Las palabras abstractas poseen conexiones más débiles con la información contextual asociada con ellas en comparación con las palabras concretas, dado que suelen aparecer raramente (es decir, son poco familiares) o bien en una gran diversidad de contextos. Según esto, las palabras concretas aventajan a las abstractas porque tienen conexiones más fuertes con su información contextual debido a razones ajenas a la intervención de la imagería mental, como es el caso de su mayor familiaridad y uniformidad de los contextos en que aparecen en comparación con las palabras abstractas.

concreción se debe reflejar en la activación significativa de las redes neurales asociadas con el procesamiento de la información perceptual además de aquéllas encargadas del procesamiento de la información verbal; dando lugar así a diferencias significativas en cuanto a la intensidad y distribución topográfica de la actividad cerebral. Por el contrario, si como propone el modelo de la disponibilidad del contexto, el efecto de concreción se debe solamente a la cantidad y fuerza asociativa de la información disponible dentro de un sistema representacional único y, por ende, común al procesamiento verbal y no verbal o imaginativo, entonces dicho efecto debe estar acompañado únicamente de una diferencia en cuanto a la intensidad de la actividad cerebral mas no en cuanto a su distribución topográfica.

2.2.1.3.1 Investigaciones electrofisiológicas cerebrales: *PRE*

Dado que las variables concreción e imaginabilidad hacen referencia a una propiedad semántica de las unidades verbales, la corroboración electrofisiológica cerebral del efecto atribuido a su intervención requería del descubrimiento previo de un componente sensible al procesamiento semántico de los estímulos verbales. Al respecto, Kutas y Hillyard publicaron en 1980 un hallazgo importante. Por medio de un estudio con Potenciales Relacionados con Eventos (*PRE*)²⁸, descubrieron la presencia de un nuevo componente que sugería estar relacionado con el procesamiento semántico de las palabras en el contexto de una oración. A este componente lo denominaron N400, debido a que su pico máximo ronda los 400 ms y su polaridad fue negativo. Las razones de su

²⁸ La técnica *PRE* consiste en promediar muchos segmentos de registro electroencefalográfico (EEG) relacionados con el período que comprende desde la presentación de un estímulo hasta la respuesta del sujeto en el contexto de cualquier tarea cognitiva. El resultado de tal procedimiento consiste en un potencial cuyas propiedades son la polaridad (positivo o negativo), la amplitud (voltaje) y la latencia (tiempo comprendió por el potencial). Este potencial refleja –con una considerable precisión temporal de milisegundos– la actividad eléctrica cerebral que tiene lugar durante la realización de una tarea por parte de los sujetos. Se llaman componentes de un *PRE* a las partes de éste que se encuentran relacionadas con un aspecto específico del procesamiento de un estímulo dado. Cuando los estímulos son de tipo verbal, los componentes de un *PRE* suelen estar relacionados con el procesamiento temprano visual o auditivo de las palabras y con el procesamiento semántico-sintáctico subsiguiente. Obviamente el procesamiento visual o auditivo de las palabras acontece antes –alrededor de los 100 a 200 ms– que el procesamiento semántico y sintáctico –alrededor de los 400 y 600 ms, respectivamente–.

vinculación con el procesamiento semántico estriban en el hecho de que la tarea consistía en leer oraciones completas, cuya palabra final incluía una variación a veces física a veces semántica. La variación física consistía en un aumento del tamaño de la letra mientras que la semántica, en una falta de correspondencia entre el significado de la palabra y el contexto de la oración, que fue llamada «incongruencia semántica» (*semantic incongruity*). Ambas variaciones eran infrecuentes y por tanto sugerían la presencia del componente P300; sin embargo, la incongruencia semántica por sí misma generó significativamente un componente distinto al P300, lo cual sugería que dicho componente era sensible al procesamiento semántico de las palabras²⁹ y no tanto a las características visuales de las mismas ni a la sorpresa suscitada por el carácter infrecuente de las palabras anómalas, *i.e.* aquellas que son incongruentes con respecto al contexto de la oración en la cual aparecen.

Los estudios que buscan corroborar el efecto de concreción e imaginabilidad a nivel PRE parten del supuesto de que el grado de concreción e imaginabilidad de las palabras —especialmente de los sustantivos— es capaz de modular la amplitud del componente N400. Específicamente, semejantes estudios buscan verificar que la amplitud del componente mencionado sea significativamente mayor y se encuentre distribuido hacia zonas corticales relacionadas con el procesamiento de la información de tipo perceptual ante estímulos verbales concretos en comparación con los abstractos, en conformidad con el supuesto de que las palabras concretas comportan una mayor carga semántica que las abstractas por el simple hecho de que además de encontrarse asociadas con información verbal también se relacionan fuertemente con información de tipo no verbal —relativa a las imágenes de los objetos representados y a sus características perceptuales—.

²⁹ El componente N400 se ha encontrado asociado también con el reconocimiento de palabras, la presencia de elementos contextualmente inesperados independientemente de que se trate de estímulos verbales y de palabras que tienen una baja probabilidad de cerrar una oración o de aparecer dentro de ella. Sin embargo, no deja de ser cierto que muestra una especial sensibilidad al procesamiento semántico de las palabras consideradas tanto aisladamente como en el contexto de una oración y que la presencia de anomalías semánticas —*i.e.* falta de congruencia entre el significado de una palabra y el contexto en el cual aparece dentro de una oración— comúnmente intensifica la amplitud (voltaje) del componente.

Fueron Kounios y Holcomb (1994) quienes corroboraron por primera vez el efecto de concreción e imaginabilidad a nivel electrofisiológico cerebral mediante PRE. Este efecto consistió en una diferencia significativa en cuanto a la magnitud y distribución de un componente denominado «*N400 like negativity*» por su parecido con el componente reportado originalmente por Kutas y Hillyard en 1980. Particularmente, encontraron que la amplitud de dicho componente fue significativamente mayor ante palabras concretas en comparación con las abstractas en el contexto de una tarea de categorización semántica que pedía a los sujetos indicaran por cada palabra que se les presentaba si ésta era concreta o abstracta. Posteriormente, Holcomb y colaboradores (1999) publicaron un hallazgo semejante mediante el uso de una tarea de juicio de congruencia semántica parecida a la utilizada por Kutas y Hillyard en 1980. Estos autores encontraron que la amplitud del componente N400 fue mayor ante finales de oración incongruentes con palabras concretas que con palabras abstractas, hacia zonas anteriores localizadas en el hemisferio cerebral derecho. No obstante su importancia este hallazgo no alcanzó a ser estadísticamente significativo. Por último, con base en los hallazgos precedentes, West y Holcomb (2000) consiguieron corroborar el efecto de concreción a nivel de PRE mediante el uso de tareas cognitivas que implican el procesamiento semántico de palabras.

2.2.1.3.2 Estudios de neuroimagen cerebral: fMRI y PET

Varios estudios con fMRI y PET (Jessen, Heun, Erb, Granath, Klose, Papassotiropoulos y Grodd 2000; Binder, Westbury, McKiernan, Possing y Medler 2005; Wise, Howard, Mummery, Fletcher, Leff, Büchel y Scott 2000; Sabsevitz, Medlen, Seidenberg y Binder, 2005) consiguieron corroborar el efecto de concreción e imaginabilidad a nivel de la actividad metabólica cerebral mediante el uso de diversas tareas cognitivas (de memoria de reconocimiento, de decisión lexical y de juicio semántico). En la mayoría de estas investigaciones se ha observado que el procesamiento de las palabras concretas a diferencia del de las abstractas compromete significativamente la actividad de regiones corticales ubicadas en zonas posteriores de ambos hemisferios, mientras que el

procesamiento de las palabras abstractas en comparación con el de las concretas se asocia con una mayor activación de la región frontal inferior del hemisferio izquierdo denominada área de Broca —la cual se sabe está relacionada específicamente con la capacidad lingüística—.

A diferencia de los estudios mencionados arriba, Fiebach y Friederici (2003) sólo encontraron diferencias intra hemisféricas: una mayor activación de la corteza temporal basal de lado izquierdo ante palabras concretas en comparación con las abstractas, en cambio la actividad cerebral fue mayor en una subregión del giro frontal inferior izquierdo ante palabras abstractas en comparación con las concretas. Finalmente, otras investigaciones de esta clase reportaron que el procesamiento de las palabras abstractas en comparación con el de las concretas produjo una mayor activación del hemisferio cerebral derecho (Kiehl, Liddle, Smith, Mendrek, Forster y Hare, 1999; Whatmough, Verret, Fung y Chertknow, 2004).

2.2.2 Enfoque estructural: inspección y manipulación de imágenes mentales

2.2.2.1 Rotación mental

El trabajo publicado por Shepard y Metzler en 1971 con el título de *Mental rotation of three-dimensional objects*, inauguró el estudio empírico de las propiedades intrínsecas (estructurales) de la imaginación mental. En dicho trabajo, los autores mencionados pusieron a prueba la capacidad de los sujetos para identificar dos estímulos pictóricos idénticos cuando estos aparecen simultáneamente pero con diferente ángulo de rotación. La tarea que utilizaron consistió en juzgar, tan rápido como fuera posible y tratando de reducir los errores al mínimo, si dos estímulos pictóricos presentados simultáneamente bajo un distinto ángulo de rotación eran o no congruentes o superponibles. Adicionalmente, al final de la prueba se solicitó a los sujetos que reportaran cuál había sido la estrategia utilizada por ellos al momento de resolver la tarea, con el fin de

corroborar si la imaginería mental había cumplido alguna función cognitiva. Los resultados de esta investigación pusieron de manifiesto que el tiempo reacción con respecto a las respuestas correctas fue directamente proporcional al grado de separación angular entre las figuras de cada par. Además, los sujetos reportaron haber utilizado una estrategia que consistió en rotar mentalmente una de las figuras hasta hacerla coincidir con la otra.

2.2.2.2 Escaneo mental

Los primeros estudios sobre inspección mental de imágenes fueron realizados por Kosslyn, alentado por los hallazgos precedentes reportados por Shepard y Metzler con respecto a la rotación mental de imágenes. Kosslyn (1973) inauguró los trabajos sobre escaneo mental a través de un estudio en el que utilizó una tarea que consistió en la verificación de ciertos rasgos distintivos localizados hacia el centro y los extremos de un conjunto de imágenes pictóricas oblongas presentadas como estímulos. En esta tarea los sujetos tenían que memorizar los estímulos pictóricos para después verificar mentalmente si exhibían o no ciertos rasgos visuales, cuyos nombres eran presentados a los sujetos auditivamente. Para llevar a efecto este ejercicio, los sujetos tenían que evocar mentalmente la imagen correspondiente a cada estímulo pictórico memorizado y focalizar su atención en cierto punto de la imagen para desde allí recorrerla mentalmente de un extremo a otro hasta verificar si contaba o no con el rasgo mencionado. Los resultados de esta investigación revelaron un hallazgo importante: el tiempo que consumía llevar a cabo la verificación fue directamente proporcional a la distancia entre el punto de focalización inicial y el punto donde debía ubicarse el rasgo nombrado.

2.2.2.3 Acercamiento de imágenes mentales (*Zooming*)

Kosslyn realizó también varios experimentos basados en el supuesto de que a semejanza de lo que sucede durante la percepción visual, conforme aumenta el ángulo visual subjetivo al acercar mentalmente los objetos representados por las imágenes, disminuye

la apreciación de su distancia con respecto al sujeto y aumenta la apariencia subjetiva de su tamaño. Si esta hipótesis era correcta entonces tenían que verificarse dos cosas principalmente: (1) el tiempo requerido para recorrer la distancia entre dos puntos dentro de una imagen debía registrar un incremento significativo en función del aumento del ángulo visual (acercamiento) con respecto a la imagen, dado que al aumentar el tamaño subjetivo de la imagen mental, aumenta también la distancia entre cualquiera de sus puntos y, (2) la distancia estimada entre la imagen de un objeto enfocado al máximo de su tamaño subjetivo (el punto en que la imagen comienza a desbordar el campo visual subjetivo) y el foco visual subjetivo tendría que aumentar de forma directamente proporcional con respecto al incremento del tamaño subjetivo máximo de la imagen del objeto. Kosslyn, Ball y Reiser (1978) corroboraron lo primero mediante un experimento en el que utilizaron como estímulos tres tipos de rostros representados esquemáticamente, mientras que Kosslyn (1978) encontró evidencia a favor de los segundo mediante varios experimentos en los que utilizó diversas modalidades de una misma clase de tarea que consistió básicamente en el acercamiento progresivo de imágenes mentales.

2.2.2.4 Detección de rasgos visuales

En un interesante experimento Kosslyn (1975) introdujo una tarea que combinaba la detección de ciertos rasgos visuales pertenecientes a una serie de imágenes mentales con la variación de los tamaños relativos de los objetos representados. Tras escuchar el nombre de dos animales –el primero de los cuales coincidía siempre con el nombre de ‘elefante’ o de ‘mosquito’— los sujetos tenían que construir la imagen visual de ambos y colocar mentalmente una imagen a lado de la otra cuidándose de respetar los tamaños relativos de ambos animales con respecto a un fondo común ; para después decidir si una determinada propiedad visible aparecía o no en alguna de las imágenes formadas. Los resultados de este experimento revelaron que tomó más tiempo indicar correctamente si un determinado rasgo visual pertenecía o no al animal nombrado cuando la imagen del mismo tenía que representarse muy pequeña, debido presumiblemente a la mayor

dificultad que comportaba identificar la presencia de los rasgos indicados cuando la resolución de la imagen era menor.

2.2.2.5 Comparación de tamaños relativos

Paivio (1975) implementó una tarea que requería de los sujetos juzgaran de entre dos estímulos pictóricos (referentes a animales u objetos) o sus respectivos nombres cuál se refería al objeto u animal que realmente es más grande, independientemente del tamaño subjetivo con que se les representara comparativamente. Para tal efecto los pares de estímulos pictóricos o de sus nombres se presentaron emparejados de manera que uno siempre fuera más grande que otro. A veces, la diferencia de tamaño de los estímulos era congruente con los tamaños relativos reales de los objetos representados pero otras veces no. La hipótesis de trabajo fue que si en la comparación de tamaños relativos interviene la imaginería mental, entonces la percepción del tamaño de los estímulos pictóricos incongruentes³⁰ entraría en conflicto con la representación subjetiva del tamaño relativo de los objetos representados con base en su tamaño real, incrementando con ello el tiempo de reacción. Los resultados avalaron dicha hipótesis: el tiempo de reacción fue significativamente mayor ante pares de estímulos pictóricos incongruentes con respecto a los congruentes y no se registró diferencia significativa alguna en este sentido con respecto a los pares de palabras.

2.2.2.6 Corroboración neurofisiológica del efecto de rotación y escaneo mental

Hacia mediados de 1990, el estudio de los procesos mentales que supuestamente involucran la manipulación espacial de imágenes mentales, se extendió del ámbito conductual al de neuroimagen cerebral. En esta nueva clase de investigaciones se comenzó a investigar las bases neurales de los procesos de rotación y escaneo mental. Cohen y colaboradores (1996) reprodujeron básicamente el experimento de Shepard y

³⁰ Es decir, de aquellos que haciendo referencia a un objeto relativamente más pequeño fueron presentados con un tamaño relativamente más grande o viceversa.

Metzler (1971) con el propósito de investigar cuáles estructuras neurales se encuentran a la base de la rotación de imágenes mentales. Los datos recabados en este experimento mostraron de manera consistente que durante la resolución de la tarea de rotación mental de imágenes se activaron varias zonas cerebrales relacionadas con el procesamiento somatosensorial primario y terciario de la mano. Según Cohen y colaboradores (1996), estos datos aportaron evidencia a favor de la hipótesis de que la rotación mental comporta la activación de zonas corticales involucradas en el seguimiento de objetos en movimiento y la codificación de relaciones espaciales así como en el procesamiento de información perceptiva.

El hallazgo precedente fue el punto de partida de toda una serie de estudios interesados en indagar las bases neurales de los procesos de rotación mental. Se investigaron los mecanismos neurales que subyacen a la rotación mental de objetos en comparación con los que se encuentran a la base de la rotación mental de manos (Kosslyn, Digirolamo, Thompson y Alpert 1998) o de sí mismo (Wraga, Shepard, Church, Inati y Kosslyn 2005), y si los mecanismos que están a la base de la rotación mental difieren en función de que se imagine que el objeto es rotado manualmente o por fuerza de un motor eléctrico —es decir, por razón de una fuerza endógena o exógena, respectivamente— (Kosslyn, Thompson, Wraga y Alpert 2001). Todas estas investigaciones introdujeron importantes modificaciones experimentales sobre la base de un patrón común, a saber, el trabajo original de Shepard y Metzler (1971).

2.3 Consideraciones críticas en torno a la interpretación de los hallazgos experimentales aducidos a favor de la imagen

Como se puede observar tras el análisis precedente, las principales líneas de investigación en pro de la imagen convienen en que las manipulaciones experimentales y los hallazgos que de ellos resultan permiten hacer inferencias acerca de las propiedades representacionales y funcionales de la imaginación mental. Todas las investigaciones

contemporáneas de este tipo parten del supuesto de que si las imágenes mentales realmente constituyen una forma especial de representación mental que implica procesos mentales específicos –como en el caso de la manipulación espacial de imágenes visuales— a la vez que puede intervenir en otros distintos –como es el caso especialmente de los procesos verbales—, entonces debe ser posible observar sus efectos sobre la conducta y la actividad cerebral que se encuentra a su base. Para corroborar empíricamente este supuesto, la imagería mental debe ser considerada como una variable interviniente vinculada con una o más variables independientes, lo cual sólo es posible en la medida en que las propiedades que se le atribuyen teóricamente puedan relacionarse operacionalmente con algún atributo de los estímulos o con las demandas específicas de las tareas empleadas.

Por una parte, en el caso de las investigaciones desarrolladas desde la perspectiva del enfoque funcional las variables de interés no se encuentran relacionadas directamente con las propiedades de la imagería mental por sí misma considerada, como sí es presuntamente el caso de las variables de interés implicadas en las investigaciones realizadas desde el enfoque estructural. En efecto, la variable concreción e imaginabilidad —por ejemplo— no alude a ninguna propiedad inherente a las imágenes sino a un atributo semántico de las unidades verbales (principalmente de las palabras que son sustantivos) mientras que las variables de separación o discrepancia angular, distancia, tamaño, entre otras de esta clase, sí hacen referencia a propiedades estructurales que se supone corresponden a las imágenes mentales *per se*. Lo mismo sucede con los estímulos que son empleados en cada clase de investigaciones, a saber, las palabras y las imágenes pictóricas, respectivamente. Por esta razón es que las inferencias hechas a partir del hallazgo denominado efecto de concreción e imaginabilidad suelen considerarse menos directas que las realizadas con base en los hallazgos de rotación y escaneo mental.

Por otra parte, en el caso de las investigaciones acerca de las propiedades estructurales de la imagería mental prácticamente sólo se tienen en cuenta las imágenes de modalidad

visual. Ciertamente, todo parece indicar que para Kosslyn lo que se dice acerca de la naturaleza representacional de las imágenes visuales aplica también para las imágenes de las modalidades sensoriales restantes. La cuestión es que sobre este punto se limita a indicar que todas ellas preservan información perceptual, pueden activarse en ausencia de los estímulos sensoriales correspondientes y dan lugar a experiencias subjetivas semejantes a las que suelen acompañar a la percepción de los objetos representados por ellas. Todo lo cual se funda en un concepto de imagen mental bastante próximo a su definición en términos fenoménicos. El siguiente texto resume muy bien este punto:

In our usage, a mental image occurs when a representation of the type created during the initial phases of perception is present but the stimulus is not actually being perceived; such representations preserve the perceptive properties of the stimulus and ultimately give rise to the subjective experience of perception. As this characterizing makes clear, we are not limiting mental imagery to the visual modality. Although visual imagery is accompanied by the experience of “seeing with the mind’s eye”, auditory mental imagery is accompanied by the experience of “hearing with the mind’s ear”, and tactile imagery is accompanied by the experience of “feeling with the mind’s skin”, and so forth. Unlike afterimage, the modality-specific representations that underlie mental imagery are relatively prolonged and can be called up voluntary.³¹

Aunado a esto, al abordar la cuestión relativa al formato representacional que presuntamente corresponde a las representaciones de modalidad específica que subyacen a la experiencia de imágenes —*i.e.* a las imágenes *qua* representaciones mentales—, no aclara cómo es que la estructura o formato representacional que atribuye a las imágenes visuales pueda aplicarse a las imágenes de otra modalidad sensorial, o bien cuáles son los

³¹ «De acuerdo con nuestro uso, una imagen mental ocurre cuando una representación del tipo creado durante las fases iniciales de la percepción está presente pero el estímulo no está siendo actualmente percibido; tales representaciones preservan las propiedades perceptivas de los estímulos y en última instancia dan lugar a la experiencia subjetiva de la percepción. Como esta caracterización deja claro, no limitamos la imaginería mental a la modalidad visual. Aunque la imaginería visual está acompañada por la experiencia de ‘ver con el ojo de la mente’, la imaginería mental auditiva está acompañada por la experiencia de ‘escuchar con los oídos de la mente’, y la imaginería táctil está acompañada por la experiencia de ‘sentir con la piel de la mente’, y así sucesivamente. A diferencia de la <imagen remanente>, las representaciones de modalidad específica que subyacen a la imaginería mental son relativamente prolongadas y pueden ser evocadas voluntariamente». Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, p. 4.

rasgos estructurales comunes a todas las imágenes mentales independientemente de su modalidad sensorial. En otras palabras, no explica de qué manera las propiedades del formato figurativo tal como él las entiende por referencia casi exclusiva a las imágenes visuales, puedan valer también para las imágenes de otras modalidades sensoriales.

Además, hay al menos dos puntos con respecto a los cuales ambos enfoques mantienen una posición problemática. Uno de ellos concierne al valor complementario que conceden a la experiencia asociada con las imágenes *qua* representaciones mentales mientras que el otro tiene que ver con la importancia que conceden a los datos neurocientíficos.

Con respecto a lo primero, el problema no estriba en que el frente pro-imaginería ignore los límites del método introspectivo tal como fue empleado por la psicología mentalista clásica, sino en que el valor subsidiario que dicho frente concede a la experiencia muchas veces propende a confundir las cuestiones concernientes a la dimensión representacional de la mente con aquellas que corresponden exclusivamente a su dimensión fenomenológica. Así, por ejemplo, Kosslyn piensa que aun cuando se parte del supuesto de que la experiencia fenoménica *per se* no cumple directamente con ningún papel funcional en la cognición y el comportamiento, calificarla simplemente de epifenoménica suele contribuir a soslayar el hecho de que su estudio no sólo es por sí mismo válido sino que también resulta imprescindible en la medida en que asume la empresa de responder una importante cuestión adicional que cualquier teoría general acerca de la cognición deja abierta, a saber: cuál es la naturaleza misma de la conciencia³².

Es un hecho que entre la dimensión cognitiva (representacional) y la fenomenológica que componen la mente existe alguna clase de conexión natural —al menos en el caso de la mente humana, por lo que nos consta—, cuyo esclarecimiento ocupa la atención especialmente de la filosofía de la mente. Sin embargo, abordar el problema de la representación no implica necesariamente ocuparse también del problema acerca de la

³² Cfr. Kosslyn, Thompson y Ganis 2006, p. 20; Kosslyn 1980, p. 21.

conciencia fenoménica, dado que ambas problemáticas gozan de un estatuto teórico relativamente independiente. Mezclar ambas cuestiones como muchas veces sugiere Kosslyn, propende a pasar por alto precisamente esto.

Nada menos, una de las cosas que constantemente critican los partidarios del frente anti-imaginería de los adeptos al frente pro-imaginería con respecto al valor subsidiario que conceden a la experiencia de las imágenes en la formulación de sus hipótesis experimentales y en la interpretación de los hallazgos reportados en sus investigaciones, es precisamente que semejante recurso a la experiencia fenoménica conlleva el riesgo de otorgarle un valor teórico de mucho mayor importancia, al grado de hacer depender de ella —por más que se niegue que ese sea el caso— la validez de las hipótesis acerca de las propiedades representacionales y funcionales atribuidas específicamente a la imaginería mental. En este sentido, el recurso a la experiencia fenoménica puede actuar como un señuelo, generando la falsa impresión de que se cuenta con una explicación cognitiva de la naturaleza específica de la imaginería mental más allá de las connotaciones metafóricas que derivan de su comparación con las imágenes pictóricas y la percepción, cuando de hecho lo único que se encuentra involucrado en semejantes explicaciones puede ser la referencia solapada a las propiedades fenoménicas relacionadas con las imágenes y la percepción o bien a las propiedades físicas de las imágenes pictóricas.

Por esta razón es que Pylyshyn (1995), por ejemplo, crítica el uso de las metáforas pictóricas o perceptuales en las teorías cognitivas que defienden la especificidad cognitiva de la imaginería mental. Él no rechaza, en principio, la utilidad que tiene el uso de las metáforas en la ciencia; incluso reconoce que las descripciones metafóricas de la imaginería mental promovieron inicialmente toda una serie de investigaciones empíricas cuyos resultados son de una importancia indiscutible para la comprensión de ciertos procesos cognitivos. El problema en particular con las metáforas pictóricas y perceptuales es que con mucha frecuencia conducen a la creencia errónea de que los fenómenos cognitivos supuestamente relacionados con la imaginería mental han sido explicados

correctamente en términos de las propiedades representacionales y funcionales atribuidas a ella, sin haber llevado a cabo un análisis teórico a nivel estrictamente funcional y simbólico.

Con respecto a lo segundo, los datos neurocientíficos comúnmente aducidos en favor de la hipótesis de la imaginería mental no pueden ser por sí mismos probatorios. Esto es así, entre otras razones, porque de acuerdo con las bases de la psicología cognitiva la actividad cerebral *per se* únicamente constituye el *medio* a través del cual se realizan las representaciones y los procesos mentales del sistema cognitivo humano —lo mismo cabe decir de todas las restantes especies animales—, lo cual no significa que esta dimensión este desprovista de importancia o sea meramente accesorio. Es claro que las capacidades de cualquier sistema cognitivo dependen de que la base material en que se asienta éste (el cerebro) sea apta para implementar los estados representacionales y los procesos cognitivos correspondientes. Pero esta aptitud no le viene al cerebro de otra parte que de la organización funcional que presentan algunos de sus estados y mecanismos neurofisiológicos en conformidad con la arquitectura funcional del propio sistema cognitivo. En este sentido, por supuesto que los datos neurocientíficos pueden ofrecer un claro indicio acerca de la validez de la hipótesis de la imaginería. El problema es que con mucha frecuencia esta clase de indicios son interpretados a favor de dicha hipótesis sin haber acometido antes la tarea de definir con suficiente precisión teórica cómo es posible semejante clase de representación mental a nivel estrictamente simbólico (estructural o formal) y de la arquitectura funcional.

Por razones como las expuestas hasta aquí es que el frente de los detractores de la imagen ha propuesto explicaciones alternativas de los hallazgos reportados en las investigaciones de rotación y escaneo mental que no supongan la intervención de imágenes mentales. Pylyshyn —quien encabeza dicho frente— recurre a la hipótesis del conocimiento tácito. De acuerdo con esta hipótesis, hallazgos tales como los reportados por los estudios que emplean tareas de rotación y escaneo mental se deben únicamente

al hecho de que cuando se solicita a los sujetos que imaginen un objeto o situación determinado, ellos responden conforme al conocimiento tácito que tienen acerca de «cómo tienden a suceder las cosas en el mundo», cómo se perciben tales cosas y cómo se interactúa con ellas. La posesión de este tipo de conocimiento no significa que los sujetos conozcan cómo funciona su sistema visual a nivel cerebral, tampoco que sepan cuáles son los resultados que se espera de ellos tras el experimento. Lo único a lo que se refiere el conocimiento tácito en el caso particular de su aplicación a la explicación de los hallazgos sobre imaginación mental, es al hecho de que cuando los sujetos son sometidos a la demanda específica de «imaginar algo», ellos utilizan su conocimiento respecto a todo lo que concierne a «ver algo» e imitan tanto como les es posible los efectos correspondientes³³.

El recurso al concepto de conocimiento tácito funge como «hipótesis nula» en las investigaciones experimentales sobre imaginación mental que Pylyshyn propone, porque no hace suposiciones acerca del formato representacional que corresponde a la clase de representaciones que se supone están realmente a la base de los hallazgos atribuidos erróneamente a la presunta intervención de las imágenes mentales —lo cual constituye propiamente la hipótesis alternativa—, sino que únicamente tiene el objetivo de refutar la hipótesis contraria de forma indirecta, esto es, al no poderse probar su falsedad habiendo partido del supuesto de que es verdadera. Así entendida, la hipótesis del conocimiento tácito no es otra cosa que la negación de la hipótesis de la imaginación³⁴.

De acuerdo con lo anterior, tanto el uso de instrucciones que solicitan explícitamente a los sujetos imaginen un objeto o situación determinada como el recurso a los reportes

³³ Cfr. Pylyshyn, 2002, p. 161. Así, por ejemplo, los individuos saben que normalmente recorrer con la mirada un objeto grande requiere más tiempo que recorrer uno pequeño, de manera que cuando en una tarea se les solicita que recorran mentalmente una imagen de un punto a otro, demoran más en emitir sus respuestas cuando las distancias son más largas, debido a que imitan lo que saben acerca de la percepción visual de un objeto bajo esas condiciones y no a que efectivamente recorran la imagen mentalmente; lo cual es posible gracias a que los sujetos son capaces de «llevar a cabo tareas psicofísicas como la generación de intervalos temporales que corresponden a las duraciones inferidas de determinados sucesos físicos posibles» (Pylyshyn 1988, p. 304).

³⁴ Cfr. Pylyshyn 2002

introspectivos pos experimentales —que muchas investigaciones sobre imaginería mental utilizan como una prueba adicional de la validez de sus hipótesis— no ofrecen ninguna garantía de que los resultados obtenidos sean debidos a la intervención de imágenes mentales. Claro que esto por sí mismo no basta para probar que la hipótesis del conocimiento tácito es válida, sino que hace falta además recurrir a un criterio cuya conexión con ciertos indicadores operacionales³⁵ permita probar la validez de dicha hipótesis frente a la hipótesis de la imaginería, que es su adversaria. Este criterio, según Pylyshyn, es ni más ni menos que una condición denominada por él mismo «penetrabilidad cognitiva» (*cognitive penetrability*); la cual consiste en el hecho de que las funciones cognitivas que se encuentran a la base del comportamiento de los individuos, resultan alterables o influenciados por los contenidos de las representaciones —*i.e.* los pensamientos: creencias, deseos y expectativas de los individuos—³⁶.

Pylyshyn incluso ha encabezado algunas investigaciones experimentales dirigidas a demostrar que los efectos comúnmente aducidos a favor de la hipótesis de la imaginería³⁷, pueden verse modulados (aumentar o disminuir) e incluso anulados cuando se hacen variar de modo significativo condiciones experimentales tales como las demandas específicas de la tarea, el tipo de instrucciones, la complejidad de los estímulos o el modo en que son presentados, en función de que todo ello es capaz de alterar o modificar las creencias, deseos o expectativas de los sujetos. Además, este autor critica que la hipótesis de la imaginería tiene un carácter fuertemente *ad hoc*, es decir, deja muchos parámetros empíricos libres debido a que la definición del concepto de imagen mental que se encuentra en la base de dicha hipótesis, adolece en principio de precisión, claridad y consistencia teórica³⁸.

Respecto a esto último, tanto Paivio como Kosslyn responden que es la hipótesis planteada por Pylyshyn y no la que ellos mismos plantean en sus respectivas

³⁵ Asociados con las condiciones experimentales a las que se ven sujetos los individuos.

³⁶ Cfr. Pylyshyn 1981, p. 21.

³⁷ Cfr. Pylyshyn, 1979, 1981 y 2003.

³⁸ Cfr. Pylyshyn 1981, p. 41.

investigaciones la que se encuentra completamente libre de cualquier restricción empírica ya que las propiedades formales atribuidas a las representaciones y procesos mentales que se encuentran a la base del conocimiento tácito, prácticamente pueden conformarse a cualquier hallazgo experimental y, por ende, hacen posible armar una explicación alternativa para cada hallazgo experimental que se presente a favor de la imaginación mental. Así pues —desde la perspectiva de autores como Paivio y Kosslyn— es la hipótesis del conocimiento tácito la que se encuentra completamente «blindada» respecto a la posibilidad de ser refutada empíricamente y, por ende, la que exhibe un carácter enteramente *ad hoc*. Además, como sugiere Paivio, el nulo valor predictivo y explicativo de semejante hipótesis se refleja en el hecho de que los partidarios de la misma, frecuentemente emplean en sus investigaciones diseños experimentales basados en consideraciones *post facto*, es decir, se limitan a modificar algunas condiciones experimentales —como es el caso, principalmente, de las instrucciones, las demandas de las tareas, la complejidad y modo de presentación de los estímulos— de investigaciones precedentes cuyos hallazgos experimentales originalmente abonaban pruebas a favor de la hipótesis de la imaginación, sólo después de haber estudiado previamente los diseños experimentales de tales investigaciones con el objeto explícito de obtener resultados nulos u opuestos que desacrediten la validez de la hipótesis original³⁹.

Ciertamente, cualquier teoría científica adquiere validez en la medida en que no se limita únicamente a explicar unos cuantos casos particulares del dominio experimental que le corresponde sino que es capaz de generar nuevas hipótesis y hallazgos experimentales acerca de ese dominio. Esta capacidad heurística y predictiva forma parte fundamental del poder explicativo de una teoría, el cual a su vez constituye una garantía de su validez científica. Propiamente, una teoría no adquiere su poder explicativo por el hecho de que pueda adaptarse a cualquier hallazgo experimental, sino por el contrario, en virtud de que es capaz de seleccionar y anticipar qué tipo de hallazgos cabe esperar. Por eso es que una teoría que incluye hipótesis *ad hoc* disminuye significativamente su valor heurístico y su

³⁹ Cfr. Paivio 1983; — 2007, p. 122.

poder tanto predictivo como explicativo, incluso al grado de anularlo por completo. Los detractores de la imagen –como es el caso representativo de Pylyshyn– tienen razón con respecto a que en el terreno de cualquier teoría cognitiva no hay manera de librarse de semejante defecto si se omite la tarea de especificar las propiedades estructurales (formales) que corresponden a las representaciones mentales en términos estrictamente simbólicos en conformidad con el tipo de contenidos que se les atribuyen de modo que sea posible proporcionar una explicación sistemática de cierta clase de comportamientos haciendo referencia a tales contenidos.

Con base en las razones expuestas hasta este momento, sostengo que respecto a la tarea indicada arriba, los partidarios del frente en pro de la imaginería –como se observa en el caso representativo de Paivio y de Kosslyn– se han quedado cuando menos a medio camino. Esta situación compromete el valor probatorio e incluso heurístico de los hallazgos experimentales comúnmente aducidos a favor de la hipótesis de la imaginería mental, ya que una de las principales razones que suelen aducir sus adversarios es que no es en modo alguno posible otro tipo de representaciones mentales que las postuladas por ellos –a saber, las representaciones proposicionales–. Pues bien, en el siguiente capítulo me concentro en la problemática en torno a la fundamentación teórica de la imaginería mental considerada como una clase de representación mental de naturaleza analógica y, por ende, no proposicional.

CAPÍTULO 3. CONSIDERACIONES CRÍTICAS ACERCA DEL ESTATUS REPRESENTACIONAL DE LA IMAGINERÍA MENTAL DESDE EL ENFOQUE COMPUTACIONAL DE LA MENTE

3.1 Polarización de los conceptos de representación analógica y representación proposicional: imagería mental *versus* lenguaje del pensamiento

La naturaleza de una representación mental depende de su estructura (*forma en que representa*) y no de su contenido (*aquello que representa*), *i.e.* de las propiedades de su respectivo código simbólico y no de la información acerca del objeto o estados de cosas que es representado por ella. Dicho de otra manera, para responder a la pregunta ¿qué naturaleza tiene una representación?, necesitamos remitirnos a su forma o estructura; en cambio, para responder a la pregunta ¿qué representa una representación?, tenemos que referirnos a su contenido. Ahora bien, de entre todos los conceptos de representación mental que circulan en el ámbito de la psicología y de la ciencia cognitiva, son los de *representación analógica* y de *representación proposicional* los que más claramente y con mayor frecuencia se oponen entre sí estrictamente en términos de su respectiva estructura simbólica (forma representacional) y a su vez hacen referencia a las clases más generales de representación mental posibles.

Otros conceptos propuestos, como es frecuentemente el caso de los siguientes: *prototypes, templates, features, schema, logogen, imagen, verbal mediators, non-verbal mediators, psychons, cognits* y *cell-assembly*, por mencionar sólo algunos, hacen referencia a distinciones sin duda relevantes, pero únicamente de carácter particular, bien en relación con el tipo de información que contienen, bien por su relación con otras funciones cognitivas, bien por que indican las estructuras físicas o neurales que ofrecen soporte real a las estructuras representacionales.

3.1.1 Lenguaje del pensamiento y modelo clásico de la mente

En primera instancia, donde mejor se refleja la naturaleza simbólica de la representación es en el lenguaje. Nada menos el lenguaje es considerado como un sistema de símbolos. ¿Qué quiere decir esto?, entre otras cosas —y sin entrar en mayor discusión al respecto—, que no se identifica con las características físicas de los sonidos ni de los caracteres visuales que componen el medio a través del cual se articulan sus unidades en el habla o la escritura para efecto de comunicar un mensaje, sino propiamente con la manera en que se estructuran los signos y con el valor que estos adquieren en relación con esa estructura independientemente de la base física en la cual se realizan. A esta estructura es a lo que se da el nombre de sintaxis. Otra característica de los símbolos lingüísticos es que son portadores de significados, mismos que son aptos para entrar en combinación mutua para integrar significados más complejos en conformidad con su sintaxis. Además, el lenguaje es el vehículo de una de las expresiones más genuinamente humanas, a saber: la racionalidad o capacidad inferencial, la cual se encuentra fuertemente implicada en la dirección y explicación del comportamiento propiamente humano. Debido en gran medida a estas razones es que muchos psicólogos y científicos cognitivos —sobre todo estos últimos— suponen que todas las representaciones mentales representan del mismo modo en que lo hacen los símbolos lingüísticos. Fodor es uno de los representantes más importantes y destacados de esta hipótesis, que recibe el nombre de *lenguaje del pensamiento*, el cual obviamente no se identifica con ningún lenguaje natural ni artificial sino con una especie de lenguaje profundo o interno de naturaleza proposicional.

De acuerdo con la hipótesis del lenguaje del pensamiento, todas las representaciones mentales exhiben las siguientes propiedades: composicionalidad, sistematicidad y productividad. La composicionalidad es una propiedad que exhiben las representaciones mentales en relación con sus respectivos contenidos semánticos y las relaciones que se dan entre ellos y consiste en que el significado de una representación compuesta deriva del significado de sus componentes. De acuerdo con esta propiedad, las unidades

constituyentes mínimas de que se compone cualquier representación compuesta o pensamiento (creencia, deseo o expectativa) corresponden a conceptos. Estos últimos propiamente no poseen estructura alguna y por lo mismo se consideran unidades atómicas, mientras que las representaciones compuestas cuentan con una estructura molecular de naturaleza proposicional. La sistematicidad tiene que ver con la organización sintáctica de los pensamientos, de la cual deriva que la capacidad de producir o comprender un pensamiento dado sea suficiente para generar o comprender cualquier otro pensamiento que contenga las mismas partes constituyentes. Por último, la productividad se refiere a la capacidad de construir un número virtualmente ilimitado de unidades complejas a partir de un conjunto finito de elementos. Sobre todas estas propiedades es que descansa la capacidad inferencial del pensamiento.

Tal concepción acerca de la naturaleza de las representaciones mentales forma parte esencial del modelo clásico de la mente, cuyos principales presupuestos teóricos se pueden resumir como sigue: (a) las representaciones mentales poseen una sintaxis y una semántica combinatorias, (b) los procesos cognitivos son sensibles a las propiedades estructurales de las representaciones sobre las cuales operan; lo cual significa que se encuentran sujetos a las restricciones formales que tales estructuras imponen sobre ellos, y (c) tanto la estructura simbólica de las representaciones mentales como los procesos cognitivos que operan sobre ellas se encuentran instanciados físicamente por ciertos estados neurofisiológicos del cerebro. Todo lo cual implica que de acuerdo con el modelo clásico, la mente se comporta como una especie de computadora digital⁴⁰.

3.1.2 Imaginería mental y representación analógica

Comúnmente las imágenes mentales se caracterizan por transportar información acerca de las propiedades perceptuales de los objetos o eventos representados por ellas, no de un modo descriptivo –como sucede en el caso del lenguaje– sino cuasi-pictórico. Esto

⁴⁰ Cfr. Fodor y Pylyshyn 1988, pp. 12-13.

último significa que las imágenes conservan cierto parecido con aquello que representan. Sin embargo, para efecto de librarse de las connotaciones negativas de la metáfora pictórica y del fuerte cariz fenoménico de la noción informal de parecido, con mucha frecuencia los defensores de la imagen prefieren utilizar el calificativo de «analógico» en vez del de «pictórico» para designar la naturaleza representacional que atribuyen a las imágenes mentales y, el concepto de «isomorfismo» en lugar del de parecido o semejanza.

Si bien es cierto entre los adeptos al frente pro-imaginería no existe un consenso unánime acerca de qué significa que las imágenes mentales sean consideradas representaciones de naturaleza analógica, comúnmente por ello suele entenderse que exhiben un alto grado de isomorfismo con respecto a los objetos y eventos que representan. Donde, el término «isomorfismo» designa una relación de equivalencia estructural entre dos cosas distintas⁴¹. Semejante tipo de equivalencia se denomina estructural porque no se da a nivel de propiedades individuales (físicas) sino de relaciones entre propiedades en un sentido estrictamente funcional. Este concepto de isomorfismo fue introducido por Shepard al ámbito de la psicología cognitiva bajo el nombre de *isomorfismo de segundo orden* para explicar cómo es que las imágenes mentales de tipo visual pueden representar analógicamente las propiedades espaciales de los objetos o eventos representados por ellas sin que haya una identificación física entre ambos dominios⁴².

Otra noción con mucha frecuencia asociada con el concepto de «analógico» es la de «continuo», cuyo significado representacional o simbólico hasta ahora se muestra más bien opaco y ambiguo. Sin embargo, el sentido más recurrente en que suele utilizarse dicha noción en relación con la imaginería está fuertemente asociado con la noción intuitiva de espacio como una magnitud física de naturaleza continua. Nada menos, la definición de imaginería mental ha permanecido circunscrita casi exclusivamente a la consideración de la estructura espacial de las imágenes mentales de modalidad visual. Al

⁴¹ Cfr. Kulvicki 2004.

⁴² Cfr. Palmer 1978.

margen de semejante noción de continuidad y de las restricciones espaciales asociadas con las imágenes mentales de modalidad visual, comúnmente se atribuye a la imaginería mental una naturaleza analógica en el sentido de que la estructura simbólica de las imágenes mentales se encuentra instanciada directamente en determinadas propiedades intrínsecas del propio medio representacional. Esto último se conecta con la idea muy extendida de que a diferencia de las representaciones proposicionales, las imágenes mentales descansan sobre procesos computacionales analógicos en vez de digitales.

3.1.3 Crítica de la especificidad representacional de las imágenes: punto de vista clásico y esbozo de un planteamiento alternativo

Desde la perspectiva del modelo clásico de la mente, la crítica acerca de la posibilidad y realidad psicológica de la imaginería considerada como una especie de representación mental de naturaleza analógica –y, por ende, no proposicional–, se funda principalmente en las siguientes razones: (a) estructuralmente, las imágenes mentales se identifican con algunas propiedades intrínsecas del medio representacional en el cual se realizan y, por ende, carecen propiamente de una estructura simbólica –al menos de una que sea cognitivamente relevante–. En consecuencia, (b) no son susceptibles de una descripción formal acorde con la naturaleza composicional del contenido semántico de las representaciones. Por esto mismo, finalmente, (c) no tienen *per se* ninguna relevancia cognitiva, esto es, no pueden formar parte de la explicación intencional de la conducta de ningún sistema cognitivo. De acuerdo con todo lo anterior, la explicación de las regularidades atribuidas a la intervención de la imaginería mental *per se* remite únicamente o bien a leyes naturales⁴³ o bien a ciertos mecanismos primitivos de la arquitectura funcional del sistema cognitivo, entre los que se encuentran principalmente aquellos asociados con los transductores sensoriales.

⁴³ A saber, las mismas leyes que regulan el comportamiento de los objetos o eventos físicos representados por ellas.

Semejante crítica descansa sobre la convicción de que toda explicación cognitiva de la conducta⁴⁴ hace referencia necesariamente a contenidos semánticos de naturaleza composicional y a procesos cognitivos de tipo inferencial; ya que más allá de las regularidades atribuibles a la influencia lógicamente coherente o racional de tales contenidos únicamente sólo es posible articular explicaciones en términos meramente físicos (o biológicos) o funcionales, pero no propiamente cognitivos. Bajo estas consideraciones, el valor cognitivo de las imágenes mentales es descartado *a priori* por el simple hecho de que como tales son incapaces de portar contenidos conceptuales y, por ende, carecen de una semántica composicional; lo cual a su vez implica que no constituyen un vehículo adecuado para ninguna clase de razonamiento o proceso inferencial.

Todo lo anterior plantea el siguiente problema: ¿cómo es posible dar razón de la posibilidad y realidad psicológica de la imaginería mental considerada como una forma especial de representación mental distinta de la proposicional en conformidad con las bases teóricas de la psicología cognitiva y, por ende, sin renunciar al enfoque computacional de la mente?. Pues bien, me propongo defender que para resolver dicho problema se impone la necesidad de recurrir a una forma alternativa de computación capaz de operar sobre estados representacionales (símbolos) dotados de una estructura (forma) no-proposicional y de contenidos representacionales no conceptuales. En conexión con lo anterior, me propongo mostrar en qué sentido los modelos conexionistas de la mente constituyen una alternativa viable. Planteamientos como éste, se enfrentan de entrada con la idea ampliamente extendida de que los sistemas conexionistas no tienen ninguna importancia a nivel cognitivo, aun cuando en un sentido muy general pueden ser considerados como una clase especial de máquinas computadoras. Por esta razón, es indispensable abordar inicialmente la discusión en torno a las bases simbólicas y funcionales de los modelos clásicos y conexionistas de la mente.

⁴⁴ Esto es, de la explicación de la conducta con base en procesos regidos por representaciones.

3.2 Confrontación de los modelos clásicos y conexionistas de la mente

Tanto los modelos clásicos como los conexionistas de la mente asumen la tarea de especificar la naturaleza de los sistemas cognitivos a nivel simbólico y de la arquitectura funcional. La arquitectura funcional —también llamada cognitiva o mental— tiene que ver con el modo en que se encuentra organizada la mente en correspondencia funcional con las propiedades de los estados físicos o biológicos en que se encuentra realizada o que la implementan. Dicho de otra manera, la arquitectura funcional es la responsable de que la plataforma material de un sistema físico o biológico sea capaz de implementar estructuras representacionales y procesos computacionales para ejecutar determinadas funciones cognitivas, constituyéndose así en un sistema cognitivo (una mente). Pylyshyn define este concepto en los siguientes términos:

Mental architecture can be viewed as consisting of just those functions or basic operations of mental processing that are themselves not given a process explanation. Thus they are functions instantiated in the biological medium. Unlike the cognitive functions in general, they are, on the one hand, the primitive functions appealed to in characterizing cognition, and the other hand, they are functions that are themselves explainable biologically, rather than in terms of rules and representations.⁴⁵

Así entendida, la arquitectura funcional consiste en una especie de interfaz entre las propiedades representacionales y las propiedades físicas o biológicas de cualquier sistema cognitivo, es decir, posibilita el vínculo funcional que existe entre la dimensión mental y la causalidad natural —tanto a nivel físico como biológico—. Las funciones u operaciones básicas especificadas por la arquitectura funcional necesariamente se encuentran instanciadas directamente en la base material en la cual se realizan porque definen las

⁴⁵ «La arquitectura mental puede ser vista como algo que consiste justamente en aquellas funciones u operaciones básicas del procesamiento mental que no se encuentran sujetas ellas mismas a una explicación procesual [i.e. cognitiva]. Por tanto, se trata de funciones instanciadas en el medio biológico. A diferencia de las funciones cognitivas en general, ellas son, por un lado, las funciones primitivas traídas a cuenta en la caracterización de la cognición y, por otro lado, son funciones que por sí mismas consideradas resultan explicables biológicamente, más que en términos de reglas y representaciones». Pylyshyn 1980, p. 126.

capacidades funcionales primitivas sobre las cuales descansan todas las funciones propiamente cognitivas⁴⁶ que caracterizan a un sistema cognitivo dado y como tales se encuentran determinadas de manera *fija*, en cuanto que no pueden en modo alguno verse influenciadas por las creencias, deseos o expectativas de los individuos⁴⁷.

Algunas de estas funciones u operaciones básicas están asociadas con los mecanismos de almacenamiento y organización de los datos en la memoria del sistema así como de acceso a los mismos; otras funciones u operaciones básicas se relacionan con mecanismos primitivos de manipulación de los datos ingresados al sistema. En el primer caso se habla de «estructuras de datos» mientras que en el segundo de «algoritmos»⁴⁸. Estas dos dimensiones especifican a su vez la organización básica o estructura formal que la arquitectura funcional impone sobre cualquier sistema físico o biológico *qua* sistema cognitivo y de ellas dependen, por ende, qué tipo de estructuras simbólicas (representaciones) y qué clase de procesos cognitivos o programas mentales es capaz de implementar un determinado sistema cognitivo⁴⁹. Según esto, dos sistemas cognitivos que cuenten con arquitecturas funcionales diferentes no pueden implementar las mismas estructuras de datos ni ejecutar algoritmos idénticos; lo cual implica que tampoco pueden implementar las mismas estructuras simbólicas ni exactamente los mismos procesos cognitivos o programas mentales⁵⁰.

Respecto a la cuestión acerca de cuál sea la arquitectura funcional conforme a la cual trabaja la mente humana existen dos modelos beligerantes: el clásico y el conexionista. Generalmente, los modelos conexionistas enfrentan con mayor éxito que los modelos clásicos la tarea de explicar toda una serie de capacidades cognitivas que los seres humanos —al igual que los individuos de las restantes especies animales— llevan a cabo

⁴⁶ Esto es, de todas aquellas funciones basadas en el procesamiento de estructuras representacionales provistas de contenidos semánticos.

⁴⁷ Aunque, en efecto, sí son sensibles a la alteración del medio biológico o físico en el cual se encuentran implantados (*e.g.* por lesión, influjo de drogas, etc.).

⁴⁸ *Cfr.* Rajsbaum 2009, p. 214.

⁴⁹ *Cfr.* Pylyshyn 1988, p. 131.

⁵⁰ *Cfr.* Pylyshyn 1988, p. 135-136.

con relativa facilidad. Tal es el caso, por ejemplo, de los procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje, el reconocimiento de patrones, la adaptación exitosa a situaciones novedosas y el fenómeno de «degradación natural o dulce» (*graceful degradation*)⁵¹. Esta clase de capacidades cognitivas suele designarse con el nombre de «flexibilidad cognitiva» para distinguirlas de aquellos procesos relacionados con la sistematicidad y la capacidad inferencial del pensamiento; rubro este último en el que, por su parte, los modelos clásicos comúnmente aventajan a los modelos conexionistas⁵². Frecuentemente, los partidarios de cada modelo asumen una postura polarizante pues dirigen sus esfuerzos a probar que sus respectivos modelos pueden ofrecer una explicación satisfactoria de ambas dimensiones cognitivas, *i.e.* tanto de la flexibilidad como de la sistematicidad cognitiva.

3.2.1 Bases arquitectónicas y simbólicas de los modelos clásicos

Los modelos clásicos proponen que la mente trabaja con base en una arquitectura funcional —denominada arquitectura clásica— cuyas especificaciones generales se ajustan a aquellas que corresponden a una máquina de Turing, la cual consiste en un dispositivo abstracto integrado por los siguientes componentes: (1) una *cinta* infinitamente larga⁵³ dividida en celdas, cada una de las cuales puede encontrarse *en blanco* (vacía) o contener uno solo de dos símbolos discretos posibles, que en lenguaje binario corresponden a «0» y «1»; (2) un *cabezal* a través del cual se desplaza la cinta celda por celda; y, (3) una tabla de máquina que contiene una serie de instrucciones. El cabezal únicamente puede realizar las siguientes operaciones sobre la cinta: (i) *leer* el dato provisto por la celda⁵⁴ sobre la cual se sitúa en cada momento de su recorrido sobre la

⁵¹ La cual hace referencia al hecho de que «a diferencia de los ordenadores, cuando los sistemas cognitivos humanos sufren fatiga, distracciones, accidentes o daños, no paran inmediatamente de funcionar. Siempre encuentran modos de continuar, por ejemplo, tomando más tiempo para resolver un problema, reduciendo la precisión o exactitud de las soluciones, etc.» (Ezquerro 2007, p. 111)

⁵² *Cfr.* Ezquerro (2007), pp. 109-112; Corbí y Prades (2007), pp. 158-159.

⁵³ Es decir, sin ninguna limitación en su capacidad de almacenamiento o que cuenta con una memoria ilimitada.

⁵⁴ Esto es, si está en blanco o que símbolo contiene.

cinta, (ii) *escribir* un símbolo sobre una celda⁵⁵, (iii) *borrar* el símbolo contenido en una celda —dejando la celda en blanco—, y (iv) *mover* la cinta una celda a la derecha o a la izquierda. La «tabla de máquina» controla las operaciones del cabezal sobre las celdas de la cinta pues determina que operación debe realizar éste en función del estado interno de la máquina y el valor de entrada en que se encuentra la máquina en un momento dado, *i.e.* el dato provisto por la celda que en ese momento está siendo leída por el cabezal⁵⁶.

Teóricamente una máquina de Turing es capaz de resolver cualquier función computable, —*i.e.* resoluble a través de un algoritmo— si cuenta con el tiempo y la capacidad de memoria necesaria para llevar a cabo la tarea, debido a que en principio es capaz de ejecutar cualquier algoritmo. Los algoritmos que una máquina de Turing puede *ejecutar* coinciden con las instrucciones o procedimientos efectivos que se encuentran codificados en su tabla de máquina. Las estructuras de datos sobre las cuales se aplican dichos algoritmos son de naturaleza digital. Turing demostró que no era necesario diseñar una máquina particular de este tipo para cada operación o función computable porque es posible concebir una máquina de Turing que sea capaz de imitar el funcionamiento de cualquier máquina de Turing particular. Una máquina tal recibe el nombre de «máquina de Turing universal»⁵⁷, cuyo concepto se encuentra a la base de las computadoras digitales modernas de propósito general. Estos artefactos electrónicos ofrecieron una prueba fehaciente acerca de la posibilidad de implementar físicamente el modelo de una máquina de Turing universal y contribuyeron, por ende, al desarrollo de la Inteligencia Artificial con base en la «hipótesis del sistema de símbolos físicos» (*physical symbol system hypothesis*) propuesta por Newell y Simon.

El concepto de «sistema de símbolos físicos» coincide con la definición abstracta de una computadora digital implementada en un sistema físico cualquiera, con la única condición de que algunos de sus estados sean aptos para desempeñar las funciones especificadas

⁵⁵ Tanto si está en blanco como si ya contiene un símbolo, en cuyo caso reescribe uno diferente.

⁵⁶ Cfr. Crane 2008, pp. 156-157; Bermúdez 2010, pp. 14-16.

⁵⁷ Cfr. Crane 2008, p. 163-165.

por el modelo de una máquina de Turing universal. Pero además de las especificaciones relativas a la implementación física de los símbolos y de los procesos computacionales que operan sobre ellos, la «hipótesis del sistema de símbolos físicos» propone que una computadora digital de propósito general trabaja con base en un lenguaje formal muy próximo al del cálculo proposicional, conforme al cual los símbolos atómicos — instanciados por ciertos patrones físicos discretos del sistema— se combinan para formar expresiones o estructuras simbólicas que a su vez pueden combinarse para formar expresiones más complejas capaces de codificar información de cualquier tipo, con base en reglas estrictas de naturaleza recursiva⁵⁸. Por esta razón, en el terreno de la psicología y de la ciencia cognitiva, los partidarios de la hipótesis del lenguaje del pensamiento asumen igualmente la hipótesis de sistema de símbolos físicos como parte del modelo computacional clásico de la mente.

3.2.2 Bases arquitectónicas y simbólicas de los modelos conexionistas

Los modelos conexionistas de la mente proponen arquitecturas funcionales —llamadas arquitecturas conexionistas— cuyas capacidades operativas tratan de imitar el funcionamiento de las redes neurales naturales (constitutivas de los cerebros biológicos), razón por la cual suelen denominarse *redes neurales artificiales*. Estas redes son sistemas constituidos por amplios grupos de unidades especializadas en el envío y recepción de señales excitatorias e inhibitorias a través de un complejo de interconexiones denominado red. Las señales son excitatorias si promueven la activación de una unidad receptora, e inhibitorias en el caso contrario. El nivel de activación total de cada unidad dentro de una red coincide con la suma de todas las señales de entrada que recibe de otras unidades con las que se encuentra conectada, razón por la cual recibe también el nombre de «entrada total» (*total input*). El disparo y la magnitud de la señal que cada unidad puede

⁵⁸ Cfr. Bermúdez 2010, pp. 147-155.

transmitir (señal de salida) depende de una «función de activación» –también llamada «función de salida» o «regla de activación»⁵⁹.

Existen modelos de redes de una sola capa (*single-layer networks*), pero los modelos conexionistas de la mente recurren asiduamente a los modelos de redes de múltiples capas (*multilayers networks*). De acuerdo con esta clase de modelos, las unidades se encuentran organizadas en tres capas: una capa de unidades de entrada (*input layer*), una capa de unidades de salida (*output layer*) y, finalmente, una o más capas de unidades ocultas (*hidden layer*). La información ingresa al sistema a través de la capa de entrada, cuyas unidades transmiten sus señales a las unidades de la capa de salida a través de las unidades de las capas ocultas. Estas últimas pues, son las encargadas de propagar la actividad a lo largo de la red que conecta a las unidades de entrada con las unidades de salida. Si la información que llega al sistema a través de su contacto con el medio ambiente es almacenada en las unidades que componen la red, entonces se trata de «redes localistas» (*localist networks*); en cambio, si es codificada por el *patrón de conexión* entre las unidades de la red, se trata de «redes distribuidas» (*distributed networks*). El patrón de conexión —también llamado «patrón de pesos» (*patterns of weights*)— está definido por la magnitud, sentido (inhibitorio o excitatorio) y distribución de los pesos de las conexiones entre todas las unidades que componen una red⁶⁰. Una característica importante de estos patrones de conexión es que su magnitud puede tomar cualquier valor entre 1 y -1 en la escala de números reales; lo cual los vuelve especialmente aptos para codificar información de carácter continuo.

Las redes localistas se encuentran a la base de las «representaciones locales», llamadas así porque la información representacional que portan se encuentra codificada en una unidad específica y perfectamente localizada dentro de una red. En cambio, las redes distribuidas ofrecen soporte a las denominadas «representaciones distribuidas». En este último caso,

⁵⁹ Cfr. Bermúdez 2010, pp. 219-221;

⁶⁰ Cfr. Bermúdez 2010, p. 240; Ramos Arenas 2000, p. 162.

la información representacional se encuentra codificada a lo largo de la red entera⁶¹. La implementación de representaciones distribuidas y la capacidad de procesamiento paralelo distribuido asociado a ellas son los rasgos más característicos de los modelos conexionistas; mismos que, por esta razón, reciben el nombre de «modelos de procesamiento paralelo distribuido» (PDP, por sus siglas en inglés). A diferencia de los modelos computacionales clásicos, estos modelos conexionistas proponen que el procesamiento de la información no ocurre *paso a paso* (en serie o sucesivamente) sino simultáneamente a lo largo de toda la red (en paralelo)⁶².

3.2.3 Valor cognitivo de los modelos conexionistas: más allá del planteamiento sub-simbólico

Desde el punto de vista clásico de la mente, los problemas para cualquier modelo conexionista comienzan con la explicación de la composicionalidad del pensamiento y de algún modo también es allí donde terminan, porque no existe posibilidad alguna de que las arquitecturas conexionistas puedan dar cuenta de esa propiedad en términos reales, es decir, que correspondan a los estados conexionistas en cuanto tales. Los partidarios del enfoque clásico no pasan por alto el hecho de que, al menos a un nivel muy básico, el cerebro humano –al igual que el de las restantes especies animales– trabaja de forma conexionista, únicamente arguyen que tales sistemas conexionistas no pueden funcionar a nivel cognitivo de otro modo que implementando una arquitectura clásica. De acuerdo con esto, los modelos conexionistas sólo pueden dar cuenta del funcionamiento de un sistema cognitivo a nivel no-representacional o sub-simbólico y, por lo mismo, su importancia estriba exclusivamente en el hecho de que ofrecen una explicación acerca de cómo es posible que las estructuras de datos y los algoritmos que dan soporte al nivel computacional y simbólico se encuentren realizados en una plataforma conexionista⁶³.

⁶¹ Cfr. Liz 1995, p. 147; Crane 2008, pp. 257-58; Ramos Arenas 2000, p. 159.

⁶² Cfr. Liz 1995, p. 147; Crane 2008, p. 258; Ramos Arenas 2000, p. 159.

⁶³ Cfr. Fodor y Pylyshyn 1988, pp. 64-68; Bermúdez 2010, p. 278

Una de las propuestas más radicales e influyentes a favor de la importancia cognitiva de los modelos conexionistas proviene del denominado enfoque sub-simbólico —entre cuyos principales exponentes se cuenta Smolensky—. Dicho enfoque propone que el nivel propiamente simbólico *emerge* de un nivel cognitivo más elemental de carácter conexionista. Lo cual significa que, a la base de la composicionalidad, sistematicidad, productividad y coherencia inferencial del pensamiento se encuentran estados representacionales y procesos cognitivos de tipo conexionista. Así, en abierta oposición al modelo clásico de la mente, el enfoque sub-simbólico plantea que un sistema conexionista es capaz de ofrecer soporte a las propiedades representacionales y funcionales atribuidas a los estados mentales postulados por el modelo clásico en virtud de su propia arquitectura funcional, es decir, sin tener que implementar una arquitectura clásica⁶⁴.

El enfoque conexionista computacional de la mente busca ofrecer una explicación satisfactoria y consistente tanto de la flexibilidad como de la sistematicidad que exhibe el comportamiento de los sistemas cognitivos naturales o biológicos —como es el caso del ser humano y otras especies animales—. Por ende, a primera vista, tal enfoque tiene a su favor que promete una comprensión más completa de la cognición humana que la proporcionada por el modelo clásico de la mente. Sin embargo, la explicación que los modelos cognitivos desarrollados bajo este enfoque suelen ofrecer de la sistematicidad del pensamiento y, por ende, del comportamiento que los sistemas cognitivos exhiben en función del mismo, conlleva al menos dos importantes problemas teóricos. Uno de ellos concierne a la hipótesis que se encuentra a la base de lo que Smolensky denominó «paradigma sub-simbólico» en oposición al «paradigma simbólico» asociado con el enfoque computacional clásico de la mente; según la cual, la sistematicidad del pensamiento⁶⁵ descansa sobre procesos cognitivos y estados representacionales que no tienen propiamente una naturaleza simbólica. El otro problema tiene que ver con las

⁶⁴ Cfr. Smolensky 1987, pp. 143-147.

⁶⁵ Al igual que todas las demás propiedades del pensamiento relacionadas con ella, como es el caso de la composicionalidad, productividad y coherencia inferencial.

dificultades que el paradigma sub-simbólico enfrenta en su intento por librarse del cargo de que los modelos conexionistas no tienen propiamente validez cognitiva alguna sino que únicamente tienen importancia en cuanto que podrían formar parte de una teoría acerca de cómo un sistema cognitivo conexionista sería capaz de implementar el tipo de arquitectura cognitiva que requiere la realización del lenguaje del pensamiento.

De acuerdo con el paradigma sub-simbólico encabezado por Smolensky las representaciones simbólicas están compuestas de unidades más elementales de naturaleza sub-simbólica. Por esta razón es que, según este paradigma, los estados representacionales de tipo conexionista —al igual que los procesos cognitivos que operan sobre ellos— son susceptibles de una doble consideración. Por un lado, a nivel superior o conceptual dichos estados presentan una estructura formal clásica y los procesos cognitivos que son sensibles a esas estructuras corresponden, por tanto, a operaciones lógicas de manipulación de símbolos. Por otro lado, a nivel inferior o sub-conceptual estos mismos estados muestran una estructura formal propiamente conexionista, cuyo procesamiento cognitivo responde a ecuaciones diferenciales y cálculos estadísticos, mas no a operaciones lógico-simbólicas. A esta diferenciación estructural o formal le corresponde otra de carácter semántico: los sub-símbolos no tienen contenidos semánticos conceptuales mientras que los símbolos sí cuentan con ellos⁶⁶. Lo anterior significa que la semántica que corresponde a los símbolos es de naturaleza composicional —tal como lo propone el paradigma simbólico bajo la hipótesis del lenguaje del pensamiento—; en cambio, la semántica que corresponde a los sub-símbolos es más bien de carácter asociacionista.

El análisis de cada uno de estos niveles cognitivos o representacionales requiere de un formalismo especial, es decir, de un lenguaje capaz de ofrecer una descripción correcta de las propiedades estructurales que corresponden a los estados representacionales y de las propiedades algorítmicas de los procesos mentales que operan sobre ellos. Según esto, la

⁶⁶ Cfr. Smolensky 1988.

estructura formal y el contenido semántico de los estados representacionales conexionistas *qua* simbólicos únicamente aparecen en el nivel de análisis conceptual, cuya descripción se ajusta a un formalismo clásico o simbólico. En cambio, en el nivel de análisis sub-conceptual, estos estados representacionales presentan una estructura formal y un contenido semántico diferente, cuya descripción apropiada requiere de un formalismo conexionista. La adopción de uno u otro tipo de formalismo depende entonces de cuál sea la clase de regularidades que cada análisis busca captar para efecto de ofrecer una explicación o dar razón de ciertos comportamientos que exhiben los sistemas cognitivos. Desde la perspectiva realista asociada al enfoque representacionista que caracteriza a esta clase de planteamientos teóricos acerca de la cognición, la distinción entre ambos niveles de análisis no sólo implica que los estados representacionales y los procesos mentales de un sistema cognitivo conexionista son susceptibles de dos formas de descripción distintas, sino que realmente presentan propiedades formales (estructurales), semánticas y algorítmicas diferentes, cuyas respectivas regularidades únicamente pueden ser captadas bajo el tipo de análisis y descripción correspondiente.

Uno de los problemas principales que semejante planteamiento teórico lleva consigo es el que concierne a la posibilidad de ofrecer una explicación de la sistematicidad y eficacia causal del pensamiento en términos conexionistas, sin comprometer las bases teóricas del enfoque computacional de la mente. De entre estas bases sólo importa traer a cuenta en este momento, las dos siguientes: (1) el tipo de información semántica que una representación mental puede contener (codificar) depende enteramente de sus propiedades estructurales (simbólicas o formales)⁶⁷, y (2) la eficacia causal de los estados representacionales depende de que las estructuras representacionales y los procesos computacionales —sensibles a esas estructuras— guarden una relación de correspondencia funcional con las estructuras y los mecanismos físicos que los implementan o en los cuales se realizan. Sostengo que, por las razones expuestas hasta

⁶⁷ debido a que son estas las que definen el modo en que la información semántica puede ser codificada en algunos estados físicos o neurofisiológicos de los sistemas cognitivos

aquí, si los sistemas cognitivos conexionistas pueden ofrecer soporte a la sistematicidad del pensamiento sin tener que implementar una arquitectura clásica, tal y como propone el paradigma sub-simbólico; entonces, la explicación de cómo es esto posible tendría que ser consistente con las bases teóricas (1) y (2).

Respecto a lo anterior, argumentaré que la solución propuesta a esta cuestión desde el paradigma sub-simbólico encabezado por Smolensky se muestra ambigua con respecto al cumplimiento de tales bases, debido a que fluctúa entre el nivel propiamente cognitivo y el meramente implementacional. Propongo que para probar este punto, basta con tener en consideración los problemas que traen consigo dos de los principales planteamientos del paradigma sub-simbólico liderado por Smolensky, a saber: (a) el nivel sub-simbólico está situado entre el nivel neural y el nivel conceptual del sistema cognitivo humano, de modo tal que semánticamente se encuentra más próximo al nivel conceptual mientras que sintácticamente está más cerca del nivel neural⁶⁸ y (b) las regularidades observadas en el nivel cognitivo superior (simbólico o conceptual) *emergen* de las regularidades registradas en el nivel cognitivo inferior (sub-simbólico o sub-conceptual)⁶⁹.

En relación con (a), por un lado, el hecho de que el nivel sub-simbólico esté muy próximo al nivel de los mecanismos neurales que implementan las capacidades funcionales básicas de los sistemas cognitivos humanos, sugiere que el formalismo conforme al cual se describen sus propiedades coincide más bien con aquello que en el ámbito de las ciencias de la computación se denomina «lenguaje de máquina» o bien con una especie de «lenguaje ensamblador». Lo cual compromete la validez cognitiva del nivel sub-simbólico pues en tal caso su consideración tendría relevancia únicamente con respecto a la explicación de los detalles correspondientes a la implementación neural de la arquitectura cognitiva.

⁶⁸ Cfr. Smolensky 1993, p. 787.

⁶⁹ Cfr. Smolensky 1993, p. 793; Petitot 1991, p. 61.

Por otro lado, de acuerdo con *(b)* el nivel sub-simbólico corresponde a las propiedades micro-estructurales de la cognición mientras que el simbólico tiene que ver con sus características macro-estructurales. Según este planteamiento, las propiedades macro-estructurales de la cognición pueden ser explicadas reductivamente en términos de las propiedades micro-estructurales que se encuentran a un nivel más fundamental, a semejanza de como sucede en el caso de las ciencias naturales cuando una teoría *A* es reducida a una teoría *B* con fundamento en una «derivación nomológica»⁷⁰. El problema con semejante propuesta estriba en que de acuerdo con las bases teóricas *(1)* y *(2)*, el comportamiento de cualquier sistema cognitivo está en función tanto de las propiedades formales y semánticas de sus propios estados representacionales como de las propiedades algorítmicas de los procesos computacionales que operan sobre tales estados. En consecuencia, la suposición de que las propiedades del nivel cognitivo superior o simbólico únicamente pueden afectar el comportamiento del sistema cognitivo a través del nivel sub-simbólico, prácticamente relegaría el nivel simbólico a un ámbito meramente epifenoménico⁷¹.

Frente a estos problemas, el paradigma sub-simbólico parece no tener más alternativa que la siguiente: o rechaza que la cognición sea sistemática en el sentido clásico y, en consecuencia, asume la ardua tarea —cuando no imposible— de explicar la sistematicidad del pensamiento —junto con todo lo que ello comporta— y de la conducta que está en función suya de modo completamente alternativo sin recurso alguno a la hipótesis del lenguaje del pensamiento ni, por ende, a una arquitectura cognitiva clásica; o admite que la cognición es sistemática tal y como proponen los modelos clásicos de la mente en conformidad con la hipótesis del lenguaje del pensamiento, en cuyo caso tendría que admitir el cargo de que los sistemas cognitivos conexionistas implementan una arquitectura cognitiva clásica⁷².

⁷⁰ Haugeland 1998, p. 10-12.

⁷¹ Cfr. Fodor y McLaughlin 1990, p. 203.

⁷² Cfr. Crane 2008, pp. 264-265.

Pero la disyuntiva ante la cual el paradigma sub-simbólico pone al enfoque conexionista computacional de la mente, puede evitarse con tal de que se abandone la suerte de «maniqueísmo cognitivo» que junto con el paradigma simbólico promueve. Ni todas las capacidades cognitivas se resuelven en el nivel simbólico ni la cognición se reduce al nivel meramente sub-simbólico; como refiere acertadamente Chalmers (1990)⁷³: la composicionalidad, y por ende la sistematicidad, no lo es todo; ¡cierto!, pero a esto habría que añadir que tampoco la flexibilidad cognitiva. Ambos enfoques sólo cuentan una parte de la historia que concierne a la naturaleza de la cognición natural. Los adeptos al enfoque conexionista y computacional de la mente que asumen el paradigma sub-simbólico se han concentrado en demostrar la posibilidad de explicar la sistematicidad del pensamiento en función de representaciones distribuidas como si únicamente de ello dependiera la validez de los modelos conexionistas de la mente, pues comúnmente omiten la consideración de que la estructura conexionista de este tipo de representaciones es apta para codificar contenidos representacionales de naturaleza no conceptual. Con respecto a esto último, sostengo que incluso bajo el supuesto de que un sistema cognitivo de tipo conexionista sólo puede ofrecer soporte a representaciones propiamente simbólicas implementando una arquitectura clásica —como proponen Fodor y Pylyshyn (1988)—, sigue siendo indispensable considerar la importancia de la arquitectura conexionista del propio sistema en la medida en que sólo en virtud de ella podrían ser instanciadas otro tipo de representaciones mentales igualmente importantes para la explicación de ciertos comportamientos del sistema entero, como es el caso de aquellos relacionados con la flexibilidad cognitiva y el procesamiento de representaciones de naturaleza analógica o no proposicional.

⁷³ Cfr. Chalmers 1990, pp. 340-347.

3.3 Hacia una «teoría de la codificación dual fuerte»: doble formato representacional y arquitecturas mentales híbridas

3.3.1 Consideraciones teóricas preliminares para una fundamentación conexionista de la imagería mental: representación distribuida y contenido no conceptual

En su intento por demostrar que la estructura sub-simbólica propia de los estados representacionales de un sistema conexionista puede implementar (realizar) el tipo de estructura que corresponde propiamente a las representaciones simbólicas, el paradigma sub-simbólico apunta hacia la posibilidad de formas alternativas de representación mental cuya estructura no se ajusta a los estrictos cánones del simbolismo clásico, en la medida en que extiende el concepto de estructura o forma representacional más allá de las restricciones impuestas por el paradigma simbólico. Aparte de esto, los desarrollos teóricos del paradigma sub-simbólico tienen muy poco que ver con el problema que me ocupa en esta investigación. Parto pues de la consideración de que tal y como plantea el paradigma sub-simbólico, las representaciones distribuidas cuentan con una estructura formal distinta de aquella que poseen las representaciones proposicionales. Sin embargo, a diferencia del paradigma mencionado no me intereso por la cuestión acerca de cómo es posible explicar la sistematicidad del pensamiento a partir tal clase de representaciones conexionistas, sino en demostrar que es posible ofrecer una fundamentación conexionista de la especificidad representacional de la imagería mental en conformidad con las bases teóricas de la psicología cognitiva.

En virtud de las propiedades de su propia arquitectura funcional los estados internos de un sistema conexionista son capaces de codificar directamente información procedente del entorno. Esto hace que dichos estados sean especialmente aptos para representar hechos de manera no proposicional sino analógica, en la medida en que son estructuralmente capaces de guardar un alto grado de isomorfismo con respecto a la estructura de los objetos o eventos representados por ellos e incluso pueden codificar

información de carácter continuo. Semejantes estados internos llamados «representaciones distribuidas», emplean valores de una magnitud interna –i.e. los patrones de conexión o pesos de una red conexionista– para representar valores correspondientes a una magnitud externa (física). Por esta razón es que suele atribuírseles una naturaleza «numérica» más que simbólica; lo cual no significa que carezcan de una función simbólica o representacional⁷⁴ sino únicamente que sus propiedades formales difieren de aquellas que corresponden a los símbolos en sentido clásico.

Entre los partidarios del frente pro-imaginería existe un consenso unánime con respecto a que las imágenes mentales portan contenidos representacionales de índole perceptual sin identificarse ellas mismas con perceptos. Lo anterior comúnmente significa –por una parte– que a semejanza de los perceptos el contenido representacional de las imágenes no es de naturaleza conceptual y –por otra parte– que a diferencia de aquéllos, las imágenes mentales no se encuentran vinculadas causalmente con la estimulación directa de los canales sensoriales. Sin embargo, aunque las imágenes mentales no dependen generativamente de la presencia de estímulos sensoriales como sí es el caso de los perceptos, sus respectivos contenidos semánticos comprenden información relacionada directamente con las propiedades sensibles de los objetos o eventos que son representados por ellas. La razón de esto último estriba en el hecho de que las imágenes mentales mantienen un alto grado de isomorfismo con los perceptos, cuyo contenido comprende información derivada directamente de la transducción sensorial de ciertas magnitudes físicas (estímulos) que entran en contacto directo con las vías sensoriales.

Con base en todo lo expuesto hasta este momento, sostengo que el contenido representacional que suele atribuirse a las imágenes mentales encuentra en las propiedades estructurales de las representaciones distribuidas un vehículo apropiado para su correspondiente codificación. Sólo que en este caso, el medio de instanciación no corresponde a estados discretos pertenecientes a un sistema de símbolos físicos sino

⁷⁴ Nada menos, los números constituyen una clase particular de símbolos especializados en la codificación de valores cuantitativos comúnmente relacionados con magnitudes naturales.

literalmente a una magnitud interna del propio sistema cognitivo, la cual cumple directamente una función simbólica o representacional⁷⁵. En conformidad con lo anterior, así como de acuerdo con el modelo clásico el vehículo representacional de los pensamientos es uno independientemente del dominio semántico de sus respectivos contenidos, también lo es el vehículo representacional de las imágenes mentales con independencia de la modalidad sensorial de sus respectivos contenidos representacionales. Todo lo cual permite explicar qué tienen en común estructuralmente las imágenes mentales con independencia de su modalidad sensorial⁷⁶.

3.3.2 Contenido intencional y relevancia cognitiva de las imágenes mentales: más allá del paradigma simbólico

Desde el punto de vista de los modelos conexionistas de la mente los sistemas cognitivos son considerados como una «variedad de sistemas dinámicos en los que algunas de las magnitudes que los caracterizan tienen un contenido representacional capaz de llegar a ser cognitivamente relevante»⁷⁷. Sin embargo, por parte de los partidarios del modelo clásico persiste la objeción de que la explicación del funcionamiento de esta clase de sistemas no requiere en absoluto asumir un nivel de descripción intencional porque todas las regularidades que exhibe el comportamiento de dichos sistemas se deben exclusivamente a la instanciación de alguna ley natural, ya que consisten únicamente en el despliegue de un proceso físico o neurofisiológico. Responder a semejante objeción implica mostrar en qué sentido los sistemas cognitivos dinámicos –a diferencia de los sistemas dinámicos meramente físicos– son capaces de comportarse en función de

⁷⁵ Tal es el caso, por ejemplo, de los «estados representacionales de magnitud análoga» (*analogue magnitude states*) propuestos por Beck (2012).

⁷⁶ Pero entonces, ¿en qué sentido es que a diferencia de los pensamientos el contenido de las imágenes corresponde a una modalidad sensorial específica sin hacer referencia a los *qualia*? Todo parece indicar que en el sentido de que los contenidos representacionales de una determinada modalidad sensorial no pueden entrar en relación o composición con los de otra (v. g. las variaciones de color no se relacionan ni entran en composición con las variaciones de sonido).

⁷⁷ Cfr. Liz, p. 145.

algunos estados internos interpretados semánticamente, *i.e.* de sus propios estados internos *qua* estados representacionales.

Parto de un ejemplo para ilustrar la cuestión mencionada arriba. Un río puede variar continuamente respecto a alguno de sus estados físicos en función de los cambios de temperatura del medio, pero únicamente en términos de la misma magnitud que lo afecta —que en este caso es la temperatura— o de cualquier otra con la que guarde un vínculo en términos de causalidad física; en cambio, cualquier sistema cognitivo natural (biológico), frente a las variaciones de temperatura del medio no sólo sufre una variación en términos de su temperatura, sino que tales cambios producen una alteración de su comportamiento en función del modo en que interpreta dichos cambios en orden a su propia supervivencia. Casos como éste reflejan una cierta pauta teleológica asociada con la noción de función biológica, pues los cambios observados se deben presumiblemente no sólo a una variación en términos de magnitudes covariables sino a la interpretación de esos cambios con base en reglas propias y muchas veces exclusivas de cada especie, como expresa ordinariamente la noción informal de instinto.

Hechos como el mencionado arriba apuntan hacia una comprensión más amplia de lo que significa para un sistema cognitivo estar provisto de intencionalidad —*i.e.* tener la aptitud de comportarse en función del contenido semántico de sus propios estados representacionales— que la propuesta por los modelos clásicos de la mente. En este sentido la intencionalidad no queda circunscrita al pensamiento⁷⁸ sino que se extiende hasta aquellos estados representacionales cuyos contenidos comprenden información relacionada intrínsecamente con las propiedades sensibles de los objetos que representan, como es el caso de las imágenes entendidas como representaciones de naturaleza analógica. La posibilidad teórica de tal clase de contenidos intencionales deshabilita una de las principales premisas del paradigma simbólico ortodoxo, a saber:

⁷⁸ Cabe mencionar que de acuerdo con planteamientos como este, incluso las regularidades atribuidas a la dirección racional del comportamiento en función de la sistematicidad del pensamiento constituyen un caso especial de función biológica ordenada a la supervivencia de la especie.

que necesariamente el contenido semántico de toda representación mental es de naturaleza composicional y, por ende, conceptual.

Hasta este punto he delineado las bases teóricas sobre las cuales sostengo que es posible dar razón del estatus representacional de la imaginación mental *per se* con respecto a su estructura simbólica, contenido semántico y tipo de arquitectura funcional que hace posible su instanciación física, en conformidad plena con las bases teóricas de la psicología cognitiva. Sólo resta examinar la cuestión acerca de cómo es posible congeniar en un mismo sistema cognitivo –como parece ser el caso al menos de los seres humanos– las capacidades cognitivas relacionadas con el pensamiento con las capacidades cognitivas asociadas con el uso de la imaginación mental.

3.3.3 Modelo híbrido y modularidad de la mente

Dado que, en principio, nada impide que un mismo sistema cognitivo sea capaz de incorporar el poder de cómputo de una arquitectura funcional conexionista y el de una arquitectura funcional clásica, es perfectamente posible que la mente humana sea capaz de trabajar con base en representaciones mentales de naturaleza analógica (imaginación mental) y proposicional (lenguaje del pensamiento). La fundamentación teórica de semejante planteamiento implica el desarrollo de un modelo cognitivo basado en el concepto de arquitectura mental híbrida. Una de las primeras tareas que impone la adopción de un modelo híbrido de la mente es la de explicar cómo es posible la integración sistemática de ambas arquitecturas funcionales en un solo sistema cognitivo, de modo tal que las capacidades cognitivas que cada una ellas sustenta no entren en conflicto mutuo sino que sean capaces de coordinar adecuadamente sus funciones sin confundirse o solaparse. Sostengo que para llevar a cabo dicha tarea es indispensable asumir un enfoque modular de la mente.

En sus líneas generales, la teoría modular de la mente propuesta por Fodor propone que el funcionamiento de los sistemas cognitivos (las mentes) depende de sus capacidades de procesamiento *modular* y *no-modular*. Los módulos cognitivos consisten en mecanismos altamente especializados en el procesamiento de información perteneciente a un dominio cognitivo muy específico (*e.g.* la percepción del color, el análisis de la figura, el reconocimiento de rostros, el análisis gramatical del *habla*); no tienen acceso a la información procesada por otros módulos ni pueden ser influenciados (alterados) por el sistema de procesamiento central –condición denominada «encapsulación informacional»– y, por ende, no son susceptibles de control voluntario sino que se activan automáticamente ante la presencia de los estímulos correspondientes. En cambio, el sistema de procesamiento central «es la morada de las actitudes proposicionales normales, los estados que participan en el razonamiento y la inferencia y la solución de problemas intelectuales y prácticos»⁷⁹. Esto implica que la mente central tiene acceso a todo tipo de información almacenada en el sistema de creencias de los sistemas cognitivos naturales (biológicos u orgánicos)⁸⁰. Lo cual significa que las funciones de procesamiento central son de naturaleza *no modular* o de «dominio general» (*domain-general*).

De acuerdo con lo anterior, el lenguaje del pensamiento es el vehículo representacional sobre el cual descansan las funciones de procesamiento central de un sistema cognitivo, mientras que la imaginación mental necesariamente tiene que encontrarse realizada en alguna especie de módulos cognitivos (al menos uno por cada modalidad sensorial). El problema es que tal y como han sido definidas las imágenes mentales no existe impedimento alguno para que puedan verse influenciadas por el pensamiento⁸¹, lo cual contraviene la definición estricta de módulo cognitivo. El hecho de que la información codificada por las imágenes mentales no se encuentre totalmente «encapsulada» como sí

⁷⁹ Crane 2008, p. 242.

⁸⁰ Este sistema constituye una especie de teoría general acerca del mundo.

⁸¹ Nada menos esta es la idea que subyace al uso ampliamente extendido del nombre «imágenes del pensamiento» para designar la clase especial de imágenes mentales por la que se interesan las investigaciones empíricas contemporáneas sobre imaginación mental.

es el caso de la información perceptual procesada por los módulos cognitivos asociados directamente con la percepción sensorial del mundo, no obstante que ellas —a diferencia del lenguaje del pensamiento— constituyen representaciones de modalidad específica, conlleva la necesidad de postular la existencia de una especie de módulos mentales «cognitivamente permeables».

Denomino «permeabilidad cognitiva» a la condición en que se encuentran las imágenes mentales —como formas especiales de representación mental— de poder recibir la influencia del pensamiento (el sistema de creencias y la capacidad inferencial) no obstante que mantienen un estrecho vínculo de origen con la información encapsulada que es procesada en los módulos cognitivos asociados con la percepción sensorial y las habilidades motoras. Por esta misma condición es que también ofrecen cierta «resistencia cognitiva». Esto último significa que las imágenes mentales pueden verse alteradas o sujetas a procesos transformativos guiados por el pensamiento sólo hasta cierto punto, a saber, tanto como se lo permitan sus propias restricciones representacionales derivadas de las propiedades de su propia estructura y contenido representacional.

Existen claros indicios experimentales acerca de que en la corteza cerebral el procesamiento de la información sensorial para la integración de los perceptos no sólo fluye de la «periferia hacia el centro» (*bottom-up*), es decir, de las zonas (o módulos) corticales encargadas del procesamiento primario de dicha información a zonas (o módulos) corticales encargados de su procesamiento secundario o de orden superior, sino que también fluye en sentido inverso, es decir, de «centro a periferia» (*top-down*). Pues bien, diversos autores —entre los que se encuentra Farah (1996)— asocian las funciones de la imaginería mental con esta última clase de procesamiento. Es plausible, por tanto, que los módulos permeables propuestos como la sede de la imaginería mental se encuentren realizados en aquellas zonas corticales donde confluye en ambos sentidos el procesamiento de la información relacionada con perceptos. Claro que esto por sí mismo no basta, sino que hace falta indicar como sería posible la intercomunicación entre ambas

dimensiones cognitivas en términos funcionales y simbólicos. Esto último implica la tarea de definir una función simbólica que haga posible trasladar de forma sistemática información codificada analógicamente a un formato proposicional y viceversa.

Con respecto a lo anterior, finalmente, me limito a indicar que el concepto de «representación de producto tensorial» (*tensor product representation*) desarrollado por Smolensky (1990, 1991) para explicar cómo es posible dar cuenta de la composicionalidad del pensamiento en términos conexionistas y el concepto de composicionalidad no-concatenativa o meramente funcional propuesto por Van Gelder (1990) para explicar en qué sentido cabe considerar que las representaciones conexionistas sí exhiben una clase de composicionalidad diferente a la que corresponde a las representaciones proposicionales –denominada composicionalidad concatenativa–, constituyen una buena base teórica desde la cual emprender dicha tarea.

CONCLUSIÓN

El debate contemporáneo sobre la imaginería mental constituye un problema central para la psicología cognitiva debido a que cualquier toma de posición con respecto a la naturaleza y valor cognitivo de esta forma de representación mental comporta un pronunciamiento acerca de las propiedades representacionales y funcionales básicas de la mente humana. En el contexto del debate en cuestión, uno de los principales problemas que plantea todo intento de esclarecer la naturaleza de la imaginería mental considerada como una clase especial de representación mental es el concerniente a la definición teórica del concepto de imagen mental en términos estrictamente simbólicos y funcionales que no aludan subrepticamente a las propiedades fenoménicas de la experiencia de imágenes o se presten a confundir las propiedades simbólicas de esta clase de representación con las que corresponden propiamente a las imágenes pictóricas o a los perceptos. Precisamente, los adversarios más radicales de la hipótesis en pro de la imaginería mental suelen argüir que sus defensores parten de un concepto de imagen mental defectuoso e inconsistente —*i.e.* no acorde con las bases teóricas de la psicología y de la ciencia cognitiva— debido a que descansa enteramente en una noción intuitiva o preteórica fuertemente arraigada en la experiencia de imágenes y la metáfora pictórica o perceptual.

A lo largo de este trabajo expuse y sometí a discusión algunas razones de orden teórico y empírico por las cuales considero que dos de las propuestas más representativas del frente en pro de la especificidad representacional y realidad psicológica de las imágenes mentales —a saber, la teoría de la codificación dual de Paivio y la teoría del doble formato representacional de Kosslyn—, no obstante sus aciertos, adolecen de la claridad, precisión y consistencia necesarias para hacer frente satisfactoriamente a las objeciones planteadas por sus adversarios —entre los que destacan Pylyhsyn— en conformidad plena con las bases teóricas de la psicología cognitiva.

Entre las razones teóricas que aduje se encuentran, por una parte, el hecho de que si bien es cierto tanto Paivio como Kosslyn reconocen que la definición del concepto de imagen mental no debe descansar sobre la experiencia de imágenes ni sobre una interpretación literal de la metáfora pictórica o perceptual, en ausencia de una clara especificación de las propiedades del vehículo representacional común a las imágenes mentales independientemente de su modalidad sensorial y de su contenido particular –i.e. independientemente de que representen propiedades espaciales, colores, texturas, aromas, etc.–, el valor instrumental que otorgan a los reportes introspectivos acerca de la experiencia que acompaña a las imágenes y el uso frecuente que hacen de un lenguaje figurado alusivo a la metáfora pictórica o perceptual actúan más bien como señuelos, en el sentido de que suelen desviar la atención de lo que realmente importa en términos estrictamente cognitivos.

Por otra parte, traje a consideración las dificultades teóricas que comporta la propuesta analogista de Paivio con respecto a la explicación del origen y naturaleza de la sintaxis con base en la imaginería mental así como sus límites respecto a la definición que propone de la imaginería casi exclusivamente en términos del fuerte isomorfismo que esta clase de representaciones mantienen con la percepción del mundo. Además critiqué el carácter restrictivo de la definición que Kosslyn ofrece de la imaginería mental con base exclusivamente en la consideración de las imágenes de modalidad visual, además de los problemas inherentes a su concepto de espacio funcional, del cual se sirve para especificar las propiedades estructurales o simbólicas de esta forma de representación mental.

En relación con la dimensión empírica de la discusión, tras el análisis de los parámetros experimentales a los cuales se ajustan las principales líneas de investigación experimental que han reportado hallazgos interpretados en favor de la imaginería y la consideración crítica de una de las principales explicaciones alternativas con base en la hipótesis del conocimiento tácito propuesta por Pylyshyn, concluí que hasta no conseguir elaborar una

teoría adecuada acerca de las propiedades representacionales y funcionales de la imaginería en términos estrictamente simbólicos (estructurales o formales) que especifique a su vez cómo sería posible la implementación de semejante sistema representacional con base en un modelo computacional alternativo al clásico, no se podrá apreciar en su justa dimensión el alcance probatorio o al menos heurístico de los hallazgos experimentales comúnmente aducidos a favor de la hipótesis de la imaginería mental. Como me he esforzado por mostrar en este trabajo, precisamente en esto último es que radica uno de los principales problemas que enfrentan propuestas teóricas como las de Paivio y Kosslyn. En efecto, en ellas persiste un cierto grado de reserva o incompreensión respecto a la importancia que tienen los modelos computacionales de la mente en el terreno de la psicología y de la ciencia cognitiva, debido en gran medida a que no explotan el recurso a los modelos conexionistas de la mente como una alternativa viable a los modelos clásicos en que se fundan las propuestas de sus principales adversarios, aunque ambos muestran su simpatía o afinidad por dichos modelos.

Con base en todas estas consideraciones me propuse explorar la posibilidad de una fundamentación conexionista de la imaginería considerada como una clase de representación mental de naturaleza analógica y, por ende, no proposicional. A este respecto aporté algunas razones preliminares en defensa de que los estados representacionales de un sistema conexionista de tipo PDP, es decir, las denominadas representaciones distribuidas, son estructuralmente aptas para codificar información directamente procedente del entorno. Lo cual hace que dichos estados sean especialmente aptos para representar sus objetos de manera analógica, en la medida en que son estructuralmente capaces de guardar un alto grado de isomorfismo con respecto a la estructura de los objetos o eventos representados por ellos e incluso pueden codificar información de carácter continuo. A este respecto, concluí que el contenido representacional que suele atribuirse a las imágenes mentales encuentra en las propiedades estructurales de las representaciones distribuidas un vehículo apropiado para su correspondiente codificación, cuya implementación física es perfectamente posible en

un sistema cognitivo dotado de una arquitectura conexionista y, además, de un modo que admite perfectamente una descripción formal distinta a la que corresponde a las representaciones proposicionales.

Finalmente, argumenté en favor de que para efecto de articular de manera consistente una teoría general de la cognición que a lado de las capacidades inferenciales vinculadas con el pensamiento y el ejercicio del lenguaje reconozca un estatuto genuinamente representacional a la imaginería mental *per se*, es indispensable integrar los modelos clásicos y conexionistas de la mente en un modelo basado en el concepto de arquitectura mental híbrida y la teoría modular de la mente. Esto conlleva la necesidad de situar el debate acerca de la imaginería en un marco más amplio que incluya la consideración de la controversia en torno a la validez cognitiva de los modelos conexionistas de la mente y la posibilidad de los modelos híbridos. Todo lo cual apenas constituye un esbozo de las líneas básicas de un proyecto teórico y experimental que propongo denominar «teoría de la codificación dual fuerte».

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, J. R. (1978). Arguments concerning representations for mental imagery. *Psychological Review*, 85 (4), 249-277.

BECK, J. (2012). The Generality Constraint and the Structure of Thought. *Mind* 121 (483), 563-600.

BERMÚDEZ, J. L. (2010). *Cognitive Science. An introduction to the Science of the Mind*. United Kingdom: Cambridge University Press.

BINDER, J. R., WESTBURY, C. F., MCKIERNAN, K. A., POSSING, E. T. Y MEDLER, D. A. (2005). Distinct brain systems for processing concrete and abstract concepts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17 (6), 905-917.

BLEASDALE, F. A. (1987). Concreteness dependent associative priming: separate lexical organization for concrete and abstract words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 582-594.

BLOCK, N. (ED.) (1982). *Imagery*. E.E.U.U.: MIT press.

BODEN, M. A. (2006). *Mind as machine. A history of Cognitive Science*. Vol. 1. Gran Bretaña: Clarendon Press.

BORING, E. G. (2010) (3ª ed.). *Historia de la psicología experimental*. Mexico: Editorial Trillas. (Trad. Rubén Ardila). De la edición original en inglés *A history of experimental psychology*. New York, U.S.A.: Appleton-Century-Crofts.

BRADDON-MITCHELL, D. Y JACKSON, F. (2007) (2a ed.). *Philosophy of Mind and Cognition. An Introduction*. Reino Unido: Blackwell Publishing. ISBN: 1-4051-3323-6

CAMPBELL, K. (1987). *Cuerpo y mente*. México, D.F.: UNAM, IIF. (Trad. Susana Marín) de la edición original en inglés *Body and Mind* (1970). Reino Unido: The MacMillan Press.

CHALMERS, D. J. (1990). Why Fodor and Pylyshyn were wrong: the simplest refutation. *Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 340-347.

CHALMERS, D. J. (1999). *La mente consciente. En busca de una teoría fundamental*. Barcelona, España: Editorial Gedisa. (Trad. José A. Álvarez). De la edición original en inglés *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory* (1996).

COHEN, M. S., KOSSLYN, S. M., BREITER, H. C., DIGIROLAMO, G. J., THOMPSON, W. L., ANDERSON, A. K., BOOKHEIMER, S. Y., ROSEN, B. R. Y BELLIVEAU, J. W. (1996). Changes in cortical activity during mental rotation a mapping study using functional MRI. *Brain*, 119, 89-100.

CORBÍ, J. E. Y PRADES, J. L. (2007). El conexionismo y su impacto en la filosofía de la mente. En F. Broncano (ed.). *La mente humana*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, vol. 8. Madrid: Trotta. 151-174.

CRANE, T. (2008). *La mente mecánica. Introducción filosófica a mentes, máquinas y representación mental*. México: FCE. (Trad. Juan Almela). De la edición original en inglés *The mechanical mind. A philosophical introduction to Minds, Machines and Mental Representation* (1995)

DENIS, M. (1984). *Las imágenes mentales*. (Trad. Inés Marichalar). Madrid, España: Siglo Veintiuno. De la edición original en francés (1979) *Les images mentales*: Presses Universitaires de France.

EZQUERRO, J. (2007). Teorías de la arquitectura de lo mental. En F. Broncano (ed.). *La mente humana*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, vol. 8. Madrid: Trotta. 97-150.

FARAH, M. J. (1996). The neural bases of mental imagery. En M. S. Gazzaniga (ed.). *The cognitive neurosciences*. E.E.U.U.: MIT Press. pp. 963-975.

FIEBACH, CH. J. Y FRIEDERICI, A. D. (2003). Processing concrete words: fMRI evidence against a specific right-hemisphere involvement. *Neuropsychologia*, 42, 62-70.

FODOR, J. A. Y PYLYSHYN, Z. W. (1988). Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition* 28, 3-71.

FODOR, J. Y MCLAUGHLIN, B. P. (1990). Connectionism and the problem of systematicity: why Smolensky's solution doesn't work. *Cognition*, 35, 183-204.

GARDNER, H. (1987). *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. Barcelona, España: Paidós. (Trad. Leandro Wolfson). De la edición original en inglés *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution*. New York, U.S.A.: Basic Book.

GORMAN, A. M. (1961). Recognition memory for nouns as a function of abstractness and frequency. *Journal of Experimental Psychology*, 61 (1), 23-29.

GREENWOOD, J. D. (2011). *Historia de la psicología. Un enfoque conceptual*. México: McGraw Hill. (Trad. Enrique Palos Báez). De la edición original en inglés *A conceptual history of psychology* (2009). New York, U.S.A: McGraw Hill.

HAUGELAND, J. (1998). *Having thought. Essays in the Metaphysics of Mind*. U.S.A: Harvard University Press.

HOLCOMB, PH. J., KOUNIOS, J., ANDERSON, J. E., WEST, W. C. (1999). Dual-Coding, Context-Availability, and concreteness effects in sentence comprehension: An electrophysiological investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 25, 721-742.

JAMES, C. T. (1975). The role of semantic information in lexical decisions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 104 (2), 130-136.

JENKINS, J. R., NEALE, D. C. y DENO, S. L. (1967). Differential memory for picture and word stimuli. *Journal of Educational Psychology*, 58, (5), 303-307.

JESSEN, F., HEUN, R., ERB, M., GRANATH, D. O., KLOSE, U., PAPASSOTIROPOULOS, A. Y GRODD, W. (2000). The concreteness effect: evidence for dual coding and Context availability. *Brain and Language*, 74, 103-112.

JORGENSEN, C. C. Y KINTSCH, W. (1973). The role of imagery in the evaluation of sentences. *Cognitive Psychology*, 4, 110-116.

KIEHL, K. A., LIDDLE, P. F., SMITH, A. M., MENDREK, A., FORSTER, B. B. ROBERT Y HARE, D. (1999). Neural Pathways Involved in the Processing of Concrete and Abstract Words. *Human Brain Mapping*, 7, 225–233.

KLEE, H. Y EYSENCK, M.W. (1973). Comprehension of abstract and concrete sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 522-529.

KOSSLYN, S. M. (1973). Scanning visual images: some structural implications. *Perceptions & Psychophysics*, 14 (1), 90-94.

KOSSLYN, S. M. (1975). Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, 7, 341-370.

KOSSLYN, S. M. (1978). Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, 10, 356-389.

KOSSLYN, S. M. (1980). *Image and Mind*. U.S.A.: Cambridge, Massachusetts, U.S.A.: Harvard University Press.

KOSSLYN, S. M. (1981). The medium and the message in mental imagery: A theory. *Psychological Review*, 88 (1), 46-66.

KOSSLYN, S. M. (1985). Externalizing mental images: A computational neuropsychological approach. En P. A. Ligomenides y S. K. Chang (Eds.). *IEEE Workshop on Language for Automation: Cognitive aspects in information processing*. Los Angeles, CA: Computer Society Press. pp. 110-115.

KOSSLYN, S. M. (1995). Mental Imagery. En S. M. Kosslyn y D. N. Osherson. *Visual cognition. An invitation to cognitive science. Vol. 2*. E.E.U.U.: MIT press.

KOSSLYN, S. M. (1996). *Image and brain. The resolution of the imagery debate*. E.E.U.U.: MIT press.

KOSSLYN, S. M. (2001). Visual Consciousness. En P. G. Grossenbacher (Ed.). *Finding Consciousness in the Brain*. Filadelfia, U.S.A.: John Benjamin Publishing Company.

KOSSLYN, S. M. Y POMERANTZ, J. R. (1977). Imagery, propositions, and the form of internal representations. *Cognitive Psychology*, 9, pp. 52-76.

KOSSLYN, S. M. Y SCHWARTZ S. P. (1977). A simulation of visual imagery. *Cognitive Science*, 1, 265-295.

KOSSLYN, S. M. Y SCHWARTZ S. P. (1978). Visual Images as spatial representations in active memory. En E. M. Riseman y A. R. Hanson (eds.). *Computer vision systems*. New York: Academic Press.

KOSSLYN, S. M., BALL, T. M. Y REISER, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4 (1), 47-60.

KOSSLYN, S. M., DIGIROLAMO, G. J., THOMPSON, W. L. Y ALPERT, N. M. (1998). Mental rotation of objects versus hands: Neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*, 35, 151-161.

KOSSLYN, S. M., FARAH, M. J., HOLTZMAN, J. D. Y GAZZANIGA, M. S. (1985). A computational analysis of mental image generation: evidence from functional dissociations in split-brain patients. *Journal of experimental Psychology: General*, 114 (3), 318-341.

KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L. Y GANIS, G. (2006). *The case for mental imagery*. E.E.U.U.: Oxford University Press.

KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L., WRAGA, M. Y ALPERT, N. M. (2001). Imagining rotation by endogenous versus exogenous forces: distinct neural mechanisms. *NeuroReport*, 12 (11), 2519-2525.

KOUNIOS, J. Y HOLCOMB, PH. J. (1994). Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20 (4), 804-823.

KROLL, J. F. Y MERVES, J. S. (1986). Lexical access for concrete and abstract words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12 (1), 92-107.

KUTAS, M. Y HILLYARD, ST. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207 (11), 203-204.

KULVICKI, J. (2004). Isomorphism in information carrying systems. *Pacific Philosophical Quarterly*, 85, 380-395.

LINDE, J. (1983). Pictures and Words in Semantic Decisions. En J. C. Yuille (eds.). *Imagery, memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 117-129.

LIZ, M. (1995). La estructura de las representaciones mentales: una perspectiva integradora. *Análisis Filosófico*, 15 (12), 135-166.

MADIGAN, S. (1983). Picture Memory. En J. C. Yuille (eds.). *Imagery, memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 65-89.

MILLÁN JIMÉNEZ, A. (1993). *Mente, cerebro e inteligencia artificial*. España: Universidad de Murcia.

PAIVIO, A. (1963). Learning of adjective-noun paired associates as a function of adjective-noun word order and noun abstractness. *Canadian Journal of Psychology*, 17 (4), 370-379.

PAIVIO, A. (1965). Abstractness, imagery, and meaningfulness in paired-associate learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 32-38.

PAIVIO, A. (1966). Latency of verbal associations and imagery to noun stimuli as a function of abstractness and generality. *Canadian Journal of Psychology*, 20 (4), 378-387.

PAIVIO, A. (1968). A factor-analytic study of word attributes and verbal learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 7, 41-49.

PAIVIO, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *American Psychological Association*, 76 (3), 241-263.

PAIVIO, A. (1970). On the functional significance of imagery. *Psychological Bulletin*, 73 (6), 385-392.

PAIVIO, A. (1975). Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, 3 (6), 635-647.

PAIVIO, A. (1979). *Imagery and verbal processes*. New Jersey, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates.

PAIVIO, A. (1983). The empirical case for dual coding. En J. C. Yuille (eds.). *Imagery, Memory and Cognition. Essays in honor of Allan Paivio*. New Jersey, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 307-332.

PAIVIO, A. (1990). *Mental Representations. A Dual Coding Approach*. New York, U.S.A.: Oxford University Press. Publicado por primera vez en 1986. ISBN: 0-19-503936-X

PAIVIO, A. (1991). Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45 (3), 255-287.

PAIVIO, A. (2007). *Mind and Its Evolution. A Dual Coding Theoretical Approach*. New Jersey, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates.

PAIVIO, A. Y BEGG, I. (1971). Imagery and comprehension latencies as a function of sentence concreteness and structure. *Perception & Psychophysics*, 10 (6), 408-412.

PAIVIO, A. Y CSAPO, K. (1969). Concrete image and verbal memory codes. *Journal of Experimental Psychology*, 80 (2), 279-285.

PAIVIO, A. Y MADIGAN, S. A. (1968). Imagery and association value in paired-associate learning. *Journal of Experimental Psychology*, 76 (1), 35-39.

PAIVIO, A. Y YARMEY, A. D. (1966). Pictures versus words as stimuli and responses in paired-associate learning. *Psychonomic Science*, 5 (6), 235-236.

PAIVIO, A. Y YUILLE, J. C. (1967). Instructions and Word attributes in paired-associate learning. *Psychonomic Science*, 8, 65-66. Citado en PAIVIO, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *American Psychological Association*, 76 (3), 241-263.

PAIVIO, A. Y YUILLE, J. C. (1969). Changes in associative strategies and paired-associate learning over trials as a function of word imagery and type of learning set. *Journal of Experimental Psychology*, 79 (3), 458-463.

PAIVO, A., ROGERS, T. B., Y SMYTHE, P. C. (1968). Why are pictures easier to recall than words? *Psychon. Sci.*, 11 (4), 137-138.

PAIVIO, A., SMYTHE, P. C. Y YUILLE, J. C. (1968b). Imagery versus meaningfulness of nouns in paired-associate learning. *Canadian Journal of Psychology*, 22 (5), 427-441.

PAIVIO, A., YUILLE, J. C. Y MADIGAN, A. S. (1968). Concreteness, imagery, and meaningfulness values for 925 nouns. *Journal of Experimental Psychology: Monograph Supplement*, 76 (1) pt. 2, 1-25.

PAIVIO, A., YUILLE, J. C. Y ROGERS, T. B. (1969). Noun imagery and meaningfulness in free and serial recall. *Journal of Experimental Psychology*, 79 (3), 509-514.

PAIVIO, A., YUILLE, J. C. Y SMYTHE, P. C. (1966). Stimulus and response abstractness, imagery and meaningfulness, and reported mediators in paired-associate learning. *Canadian Journal of Psychology*, 20 (4), 362-377.

PALMER, S. E. (1978). Fundamental Aspects of Cognitive Representation. En E. Rosch y B. Lloyd (eds.). *Cognition and Categorization*. Lawrence Elbaum Associates. 259-303.

PETITOT, J. (1991). Why connectionism is such a good thing. A criticism of Fodor and Pylyshyn's criticism of Smolensky. *Philosophica*, 47, 49-79.

PYLYSHYN, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80 (1), 1-24.

PYLYSHYN, Z. W. (1978). Computational models and empirical constraints. *The Behavioral and Brain Sciences*, 1, 93-127.

PYLYSHYN, Z. W. (1979). The rate of "mental rotation" of images: A test of a holistic analogue hypothesis. *Memory & Cognition*, 7 (1), 19-28.

PYLYSHYN, Z. W. (1980). Computational and cognition: issues in the foundations of cognitive science. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, 111-169.

PYLYSHYN, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88 (1), 16-45.

PYLYSHYN, Z. W. (1988). *Computación y conocimiento. Hacia una fundamentación de la ciencia cognitiva*. Madrid, España: Editorial Debate (Trad. Rodolfo Fernández González). De la edición original en inglés: *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*. U.S.A.: MIT.

PYLYSHYN Z. W. (1995). Metaphorical imprecision and the "top-down" research strategy. En Andrew Ortony (ed.). *Metaphor and thought* (2a ed.). U.S.A.: Cambridge University Press. pp. 543-558.

PYLYSHYN, Z. W. (1998). What's in your mind? Tomado de internet <http://freedownload.is/pdf/pylyshyn-whats-in-your-mind-cog-sci-201-notes-1-whats-in-15625488.html> el 30 de mayo de 2012

PYLYSHYN, Z. W. (2002). Mental imagery. In search of a theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 157-238.

PYLYSHYN, Z. W. (2003). Return of the mental image: are there really pictures in the brain? *TRENDS in Cognitive Sciences*, 7 (3), 113-118.

RAJSBAUM, S. (coord.) (2009). *Conocimientos fundamentales de computación*. México: UNAM

RAMOS ARENAS, J. (2000). *Simbolismo vs conexionismo: la estructura de las representaciones*. En J. J. Botero, J. Ramos y A. Rosas (Compiladores). *Mentes reales. La ciencia cognitiva y la naturalización de la mente*. Santafé de Bogotá: Siglo del Hombre Editores. 155-179.

REISBERG, D., PEARSON, D. G. Y KOSSLYN, S. M. (2003). Intuitions and introspections about imagery: the role of imagery experience in shaping an investigator's theoretical views. *Applied Cognitive Psychology*, 17, 147-160.

SABSEVITZ, D. S., MEDLER, D. A., SEIDENBERG, M. Y BINDER, J. R. (2005). Modulation of the semantic system by word imageability. *NeuroImage*, 27, 188-200.

SANTAMARÍA, C. (2008). *Historia de la psicología. El nacimiento de una ciencia*. Barcelona, España: Ariel.

SCHWANENFLUGEL, P. J. (1991). Why are abstract concepts hard to understand? En Schwanenflugel, P. J. (ed.). *The Psychology of words meanings*. U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 223-250.

SCHWANENFLUGEL, P. J. Y SHOBEN, E. J. (1983). Differential context effects in the comprehension of abstract and concrete verbal materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9 (1), 82-102.

SCHWANENFLUGEL, P. J. Y STOWE, R. W. (1989). Context availability and the processing of abstract and concrete words in sentences. *Reading Research Quarterly*, 24 (1), 114-126.

SCHWANENFLUGEL, P. J., HARNISHFEGGER, K. K. Y STOWE, R. W. (1988). Context availability and lexical decisions for abstract and concrete words. *Journal of Memory and Language*, 27, 499-520.

SHEPARD, R. N. Y METZLER, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171 (3972), 701-703.

SMOLENSKY, P. (1987). The constituent structure of connectionist mental states: A reply to Fodor and Pylyshyn. *The Southern Journal of Philosophy*, 26, 137-161.

SMOLENSKY, P. (1988). On the proper treatment of connectionism. En Alvin I. Goldman (1993). *Readings in Philosophy and Cognitive Science*. E.E.U.U.: MIT, 769-799.

SMOLENSKY, P. (1990). Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems. *Artificial Intelligence*, 46, 159-216.

SMOLENSKY, P. (1991). Connectionism, Constituency, and the Language of Thought. En B. Loewer y G. Rey (eds.) *Meaning in Mind. Fodor and his critics*. Oxford, UK: Blackwell. pp. 201-227.

STERELNY, K. (1986). The imagery debate. *Philosophy of Science*, 53 (4), 560-583.

TYE, M. (1984). The debate about mental imagery. *The Journal of Philosophy*, 81 (11), 678-691.

TYE, M. (1991). *The imagery debate*. E.E.U.U.: MIT press.

VAN GELDER, T. (1990). Compositionality: A connectionist variation on a classical theme. *Cognitive Science*, 14, 355-384.

WEST, W. C. Y HOLCOMB, PH. J. (2000). Imaginal, semantic, and surface-level processing of concrete and abstract words: An electrophysiological investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12 (6), 1024-1037.

WHATMOUGH, CH., VERRET, L., FUNG, D. Y CHERTKOW, H. (2004). Common and contrasting areas of activation for abstract and concrete concepts: An H₅¹⁵O PET study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16 (7), 1211–1226.

WINNICK, W. A. Y KRESSEL, K. (1965). Tachistoscopic recognition thresholds, paired-associate learning, and free recall as a function of abstractness-concreteness and word frequency. *Journal of Experimental Psychology*, 70 (2), 163-168.

WISE, R. J. S., HOWARD, D., MUMMERY, C. J., FLETCHER, P., LEFF, A., BÜCHEL, C. Y SCOTT, S. K. (2000). Noun imageability and the temporal lobes. *Neuropsychologia*, 38, 985-994.

WRAGA, M., SHEPARD, J. M., CHURCH, J. A., INATI, S. Y KOSSLYN, S. M. (2005). Imagined rotations of self versus objects: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 43, 1351-1361.

YUILLE, J. C. Y PAIVIO, A. (1968). Imagery and verbal mediation instructions in paired associate learning. *Journal of Experimental Psychology*, 78 (3), 436-441.