

# Teorías de espacios de similaridad conceptual y el problema de la formación de conceptos\*

*José Vicente Hernández Conde*

## RESUMEN

El presente ensayo está dedicado al estudio de cómo puede explicarse la formación de los conceptos y, más concretamente, a las distintas respuestas que puede recibir esta cuestión desde el ámbito de las teorías de espacios de similaridad conceptual. Nuestro objetivo es plantear un modelo alternativo a los habitualmente considerados. Tal propuesta consiste en un modelo geométrico iterativo de tipo factorial-más-cluster, también enmarcado dentro de las teorías de espacios de similaridad conceptual, que responda de un modo natural a los principales problemas (de circularidad y del rasgo) existentes en este ámbito.

**PALABRAS CLAVE:** representación mental, formación de conceptos, similaridad, espacio conceptual, modelo geométrico, análisis factorial, análisis cluster

## ABSTRACT

This article is dedicated to the study of how to explain concept acquisition, and, in particular, the different responses that this question has received from the similarity space theory of concepts. Our aim is to propose an alternative model to those usually considered. The proposal consists of an iterative geometric model based on factor-plus-cluster analysis, framed within theories of conceptual similarity spaces, and able to respond in a natural way to the circularity problem and to the feature problem.

**KEYWORDS:** mental representation, concept acquisition, similarity, conceptual space, geometric model, factor analysis, cluster analysis

## INTRODUCCIÓN

Los conceptos juegan un papel básico en los procesos de categorización, inferencia, memoria, aprendizaje, toma de decisiones, resolución de problemas, etc., siendo una cuestión fundamental la de cómo se forman dichos conceptos. El objetivo del presente trabajo es plantear una propuesta alternativa a las habituales que, no sólo constituya una explicación a la formación de los conceptos, sino que además responda de un modo más natural (dada la naturaleza del modelo planteado) a algunos de los principales problemas existentes en este ámbito. Con tal propósito detallaremos en primer lugar en qué consisten esos problemas (a saber, el problema de circularidad y el problema del rasgo), el modo en que son abordados por dos teorías empiristas sobre la adquisición de conceptos, así como las dificultades (principalmente debidas a su falta de concreción) que ambas teorías presentan, y por las que entendemos que no constituyen soluciones adecuadas. Finalmente expondremos nuestra propia propuesta, enmarcada dentro de las teorías de espacios de similaridad conceptual (y, más concretamente, en torno a un modelo geométrico de tipo factorial-más-cluster), y explicaremos los motivos por los que consideramos que se trata de un mejor planteamiento, a saber: (1) porque sus respuestas

\* La investigación que condujo al desarrollo del presente trabajo fue financiada por una beca de la Universidad del País Vasco, y realizada en el marco del proyecto de investigación FFI2011-30074-C02-02 (Ministerio de Economía y Competitividad).

tanto al problema de circularidad como al problema del rasgo surgen de modo natural de las características del propio modelo de similaridad postulado; y (2) porque, en parte gracias a su mayor concreción, presenta importantes ventajas frente a otras teorías posibles sobre la formación de conceptos, no sólo en cuanto a su viabilidad ontogenética, sino también en lo que respecta a cómo dicho modelo integra en sí de modo natural la noción de idea innata, o a su propuesta para identificar los rasgos (subyacentes a los conceptos) sobre la base de una reducción dimensional previa.

Antes de comenzar conviene recordar que existen diferentes concepciones de lo que pueden ser los conceptos, a saber, representaciones mentales, habilidades o sentidos fregeanos (Margolis y Laurence 2011b: §1). Nosotros en el presente trabajo tomaremos como punto de partida la teoría representacional de la mente, es decir, asumiremos que los conceptos son entidades psicológicas pertenecientes al sistema representacional en que tiene lugar el pensamiento.

Bajo esta perspectiva, la cuestión *de dónde proceden los conceptos* tiene dos respuestas posibles, a saber<sup>1</sup>: (a) *empirista*, según la cual los conceptos surgen de la percepción; y (b) *nativista*, la cual sostiene que los conceptos son innatos<sup>2</sup>. Estas dos posturas (la segunda en su versión moderada) se diferencian también en la naturaleza de los mecanismos cognitivos que postulan como responsables del aprendizaje de los conceptos no innatos. Dichos mecanismos serían de dominio general (para la postura empirista) y de dominio específico (para el nativismo moderado). Nosotros en este trabajo abordaremos el problema de la adquisición y formación de los conceptos (o ideas<sup>3</sup>) generales desde la perspectiva empirista, atendiendo en todo caso a las cuestiones planteadas desde las líneas innatistas.

Sobre la base de estas premisas, dedicaremos la primera sección a presentar dos de los problemas fundamentales a los que se enfrenta toda teoría que pretenda proporcionar una explicación de cómo tiene lugar la adquisición de los conceptos. Y decimos que son problemas fundamentales porque son cuestiones que afectan a la propia fundamentación de los conceptos. En primer lugar presentaremos el llamado problema del rasgo, consistente en la implausibilidad (desde la perspectiva del desarrollo) de que los conceptos puedan ser el resultado de la composición de sus rasgos constituyentes, pues en muchos casos esos rasgos “constituyentes” de un concepto no son concebibles con anterioridad al propio concepto.

Después expondremos el problema de circularidad, el cual consiste en que si tanto los conceptos como los rasgos que los constituyen son adquiridos por medio del mismo proceso, entonces el proceso postulado resulta circular (o, dicho de otro modo, el proceso cae en un regreso al infinito cuando intenta explicar cómo se adquieren los rasgos constituyentes de cualquier concepto). Y dado que ambos problemas lo son de fundamentación, toda teoría sobre el origen de los conceptos que no los solventa adolecerá de un problema de base.

A continuación presentaremos en la segunda sección dos teorías que pretenden actuar como marco para la caracterización de los procesos de formación de conceptos (y cómo cada una de ellas permite responder, o no, a los problemas de circularidad y del rasgo).

---

<sup>1</sup> Estas dos son posturas extremas, en modo alguno incompatibles entre sí.

<sup>2</sup> Bien todos ellos, para el *nativismo radical* (Fodor 1975), bien un número significativo de tales conceptos, para el *nativismo moderado* (Margolis y Laurence 2011a). En este último caso los conceptos innatos serían primitivos y constituirían la base de todo concepto complejo.

<sup>3</sup> A lo largo del presente ensayo utilizaremos como equivalentes las nociones de *concepto general*, *idea general* y *representación general*.

La primera de ellas, propuesta por Laurence y Margolis, es un *marco de tipo neo-quineano* basado en tres componentes principales: (i) capacidad innata para discriminar propiedades muy específicas, (ii) ordenación de esas propiedades mediante una métrica de similaridad innata, y (iii) identificación de los conceptos por medio de un proceso de selección que delimite el espacio de similaridad (conformado por esas propiedades) en regiones asociadas a tales conceptos. Como veremos, el principal problema de esta propuesta es su falta de concreción, pues por un lado su distinción entre conceptos innatos y aprendidos es meramente teórica (quedando sin explicar cómo determina qué rasgos son innatos y cuáles no lo son), y por el otro no especifican cuál sería la naturaleza y articulación cognitiva de la métrica de similaridad innata y del proceso de selección que postulan como elementos fundamentales de su enfoque. Finalmente veremos que el planteamiento de Laurence y Margolis únicamente permite responder al problema de la circularidad, y lo hace recurriendo a la tesis innatista de que algunos conceptos hayan de ser innatos.

La segunda teoría, postulada por Weiskopf, está basada en la noción de *concepto observacional*, cuya formación tendría lugar mediante interfaces percepción-cognición que aceptasen como entrada contenido de tipo no-conceptual procedente de la experiencia (en esto se fundamenta su respuesta al problema de circularidad). Otra tesis de Weiskopf es la de que los conceptos siguen un ciclo de desarrollo, cuyas formas iniciales (o conceptos observacionales) carecerían de estructura (siendo así como responde al problema del rasgo), frente a las representaciones estructuradas propias de sus formas maduras (las cuales sí estarían constituidas por un cierto conjunto de rasgos). Ahora bien, este marco planteado por Weiskopf también adolece de importantes problemas, debidos de nuevo a la falta de concreción de su propuesta, que deja en el aire tanto la cuestión de cómo funcionarían los interfaces percepción-cognición, como la de cuál sería la naturaleza de los conceptos observacionales. El problema de no concretar estas dos cuestiones son las dificultades que surgen en ambas cuando se contraponen la tesis asumida por Weiskopf de que la información perceptual-sensorial de entrada es no-conceptual, con la reducción dimensional necesaria para que el procesamiento de dicha información sea algo factible.

En todo caso, y aún a pesar de las diferencias que presentan ambas teorías, las dos participan de un importante rasgo compartido, a saber, la asunción de que los conceptos se ubican en espacios de similaridad conceptual. Por esto, y también porque dicha asunción constituye uno de los pilares de mi propia propuesta, procederemos en la tercera sección a presentar la noción de similaridad, explicando qué es un espacio de similaridad conceptual, y cómo las teorías que pretenden dar cuenta de tales espacios caracterizan tanto la similaridad, como los objetos, rasgos y conceptos. A continuación detallaremos cuáles son las características de las dos concepciones (o teorías) principales al respecto, la primera de corte conexionista y la segunda de tipo geométrico, junto con algunas de las principales críticas recibidas por cada una de ellas. Tras ello realizaremos un breve repaso de las distintas aproximaciones que pueden seguirse a la hora de modelar tales espacios de similaridad, a saber: (a) modelos geométricos, (b) de rasgos, (c) basados en alineamientos, y (d) transformacionales.

Después expondremos las objeciones que más habitualmente suele recibir la noción de similaridad, tanto en cuanto a su capacidad para explicar la cognición en general, como en lo que respecta a su sensibilidad al contexto. Finalmente, terminaremos esta tercera sección con un resumen de los principales puntos fuertes y débiles de las teorías y modelos de similaridad presentados. Entre los primeros destacará su poco controvertida asunción naturalista básica (de que objetos similares tienden a comportarse de manera similar), su gran potencial explicativo, y su capacidad para integrar en una única propuesta concreta los principales elementos presentes en las discusiones sobre la naturaleza y formación de los conceptos. En lo referente a las cuestiones que todos esos mode-

los dejan sin resolver, destacaremos sobre el resto las siguientes: (i) qué son y cómo tiene lugar la adquisición de las dimensiones básicas; (ii) viabilidad ontogenética de los modelos de similaridad, la cual no es posible cuando la dirección del proceso es de juicios de similaridad a conceptos; (iii) necesidad de una propuesta que integre las virtudes de los distintos modelos presentados; (iv) desarrollo de una implementación concreta de los modelos postulados que vaya más allá de la mera teoría; y (v) detallada caracterización del contexto y de cómo tiene lugar su influencia sobre la cognición.

Para terminar, dedicaremos la cuarta y última sección de este trabajo a la presentación de nuestra propia visión, a saber, un modelo iterativo de tipo factorial-más-cluster. Dicha propuesta será la de un modelo geométrico de similaridad enmarcado dentro de las teorías de espacios de similaridad conceptual (por lo que compartirá todos los puntos fuertes que, por lo general, tienen dichas teorías y modelos), pero que además de responder de modo natural tanto al problema de circularidad como al problema del rasgo, no adolezca de algunos de los principales inconvenientes que sí tenían dichos modelos.

Con tal propósito, en primer lugar mostraremos que tanto el problema de la circularidad como el problema del rasgo pueden tener una misma solución compartida, sin tener que recurrir a respuestas específicas para cada uno (tal y como era el caso en los marcos planteados tanto por Laurence y Margolis como por Weiskopf). Nuestra intención será poner de manifiesto que, escogiendo un modelo de similaridad adecuado, es posible proporcionar una respuesta a ambos problemas que no requiera asumir tesis específicas, sino que surja de modo natural a partir de las características formales del propio modelo de similaridad postulado.

A continuación expondremos los detalles de nuestro modelo. Para ello, primero realizaremos un breve repaso teórico del propósito y características tanto del análisis factorial como del análisis cluster, inclinándonos en este último caso por un análisis cluster no jerárquico de tipo *k*-means. Luego presentaremos la estructura del modelo, el cual consistirá en un proceso que recorra de modo secuencial e iterativo las tres fases siguientes:

- (1) *Análisis factorial* de la información perceptual-sensorial para determinar las dimensiones o rasgos principales que subyacen a tales datos, lo que daría lugar a un espacio geométrico con una dimensionalidad mucho menor que la original.
- (2) *Análisis cluster* de los resultados producidos por el análisis factorial que, empleando como semillas representaciones de tipo innato o representaciones previas de los conceptos (según el caso), produciría como resultado una división del espacio de similaridad en regiones que se identificarán con los conceptos.
- (3) *Evaluación* de los rasgos y conceptos tentativos identificados, y confirmación o no de los mismos en función de cómo de satisfactorios sean en términos prácticos y cognitivos. Si en esta última etapa los resultados son confirmados, entonces el proceso iterativo termina, finalizando también si se alcanza algún criterio de parada “operativo”.

Tras ello mostraremos cómo la misma estructura de este modelo, en virtud de la cual rasgos y conceptos son adquiridos a un mismo tiempo (al ser el resultado de un único y monolítico proceso iterativo), podría permitir responder tanto al problema de circularidad como al problema del rasgo.

Para terminar, resumiremos brevemente las principales ventajas de nuestra propuesta frente a otros modelos más habitualmente empleados en el ámbito de las teorías de espacios conceptuales de similaridad (como, por ejemplo, el escalamiento multidimensional), tras lo cual efectuaremos un repaso de los principales elementos del modelo postulado que quedan pendientes de una mayor explicación, desarrollo, o tratamiento futuros.

# I. DOS PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN DE CONCEPTOS

## I.1. EL PROBLEMA DEL RASGO

Una de las más importantes dificultades a las que se enfrentan las teorías sobre el origen de los conceptos es el problema del rasgo. Tal problema consiste en la implausibilidad (desde un punto de vista del desarrollo) de que los conceptos se construyan a partir de rasgos (y las relaciones existentes entre éstos) claramente posteriores a dichos conceptos. De hecho, los siguientes serían dos casos donde algunos rasgos “constituyentes” de ciertos conceptos no son concebibles como anteriores, en términos de desarrollo, a sus respectivos conceptos (Rosch 1978: 42)<sup>4</sup>:

- (a) Ciertos rasgos atribuidos a los conceptos (por ejemplo el rasgo ASIENTO atribuido al concepto SILLA, o el rasgo ALA atribuido al concepto PÁJARO) carecen de significado con anterioridad al conocimiento del concepto en cuestión (o al conocimiento de uno de los objetos particulares englobados en dicho concepto).
- (b) En otras ocasiones algunos rasgos funcionales de un concepto (por ejemplo el rasgo SE COME SOBRE ELLA atribuido al concepto MESA) precisan, para su comprensión, del conocimiento de los seres humanos, de sus prácticas y del mundo real (sin lo cual podríamos entender, en este ejemplo, que los hombres comen *subidos sobre* la mesa).

Además, al evaluar las correlaciones (entre rasgos) que caracterizan a los conceptos, los rasgos considerados no pueden ser posteriores a los conceptos, pues los procesos encargados de la identificación de tales correlaciones precisan disponer (como información de partida) de algún tipo de representación de los rasgos en cuestión (Gauker 2007: 325).

En este caso, una posibilidad es considerar que el problema del rasgo es una de las dificultades propias de las teorías (descomposicionales) de los conceptos, que postulan que éstos tienen estructura interna. Otra alternativa es la defendida por Weiskopf, para quien este problema es más bien indicativo de que los conceptos no son fijos, sino que siguen un ciclo de desarrollo, siendo sus formas iniciales (conceptos observacionales carentes de estructura) distintas de sus formas maduras<sup>5</sup> (representaciones más estructuradas y complejas, con numerosos constituyentes y conexiones inferenciales)<sup>6</sup>.

## I.2. EL PROBLEMA DE CIRCULARIDAD

Si los conceptos no son innatos entonces deben tener un origen, y la explicación habitual dada por el empirismo a esta cuestión es que adquirimos dichos conceptos mediante la abstracción, la cual es para Locke (1690: II, xii, §1) el origen de todas las ideas generales. De hecho, en Locke pueden distinguirse dos teorías sobre la formación de concep-

---

<sup>4</sup> Estos dos primeros casos están íntimamente relacionados con la idea de *categoría básica* (Rosch *ib.*: 32), como aquella categoría preferida por los seres humanos en tareas de memoria y aprendizaje, y que por ello constituiría el nivel en el que tienen lugar los cortes en nuestras clasificaciones más básicas de los objetos (Rosch *et al.* 1976: 382). A la luz del problema del rasgo mi tesis será que dichos cortes no sólo determinan las categorías básicas, sino también (y en el mismo proceso) sus rasgos constituyentes.

<sup>5</sup> La existencia de ese ciclo de desarrollo explicaría por qué los bebés son capaces de identificar categorías perceptuales atendiendo a sus partes y configuración estructural (tal y como ponen de manifiesto los experimentos de mirada-preferencial desarrollados por Quinn y Eimas (1996)), aún a pesar de que no conceptualicen tales partes hasta más adelante (Mandler 2004: 509-11).

<sup>6</sup> Tal y como veremos en la segunda sección, la propuesta de Weiskopf responde (en parte) al problema del rasgo, cuando sostiene que las formas iniciales de los conceptos carecen de estructura.

tos, asociadas a los dos tipos de abstracción siguientes: (i) como *atención selectiva* a determinados rasgos (Mackie 1976) y (ii) como *substracción* de ciertos rasgos de los particulares percibidos (Dancy 1987; Gauker 2011)<sup>7</sup>. En ambos casos la abstracción para Locke conduce a la formación de ideas generales mediante la selección o abandono<sup>8</sup> de detalles específicos de los individuos percibidos, siendo también así como nos formaríamos las ideas complejas (a saber, observando individuos particulares, y determinando en qué se parecen (Locke *ib.*: III, iii, §7)).

Aceptemos, por el momento, que la adquisición de ideas generales tiene lugar por medio de procesos de abstracción que operan sobre determinadas entradas y producen como salida una representación general. En tal caso una cuestión fundamental es la de qué forma pueden tener las entradas de los procesos de abstracción (más allá de reconocer que su carácter ha de ser más específico que la salida producida).

### I.2.a. Opción I: *parte de las entradas son representaciones innatas*

Una alternativa es considerar que las entradas de tales procesos de abstracción son representaciones, existiendo en este caso las cuatro opciones siguientes en cuanto a cómo pueden ser los contenidos de esas representaciones (Laurence y Margolis 2012: 3-10), todas ellas problemáticas:

[a] *Representación de individuos y representación de rasgos*: las primeras representarían a los individuos como individuos (actuando como nombres o demostrativos), mientras que las segundas representarían rasgos destacados de los particulares percibidos. Así, una bola de nieve podría estar representada por ESO (representación de individuo), FRÍO, ESFÉRICO, BLANCO y SÓLIDO (representaciones de rasgos).

El problema de este enfoque es que presupone que los procesos de abstracción pueden tener como entrada representaciones generales. Sin embargo, dicho supuesto no es factible pues si la abstracción ha de explicar la adquisición de todo concepto general, y la entrada del proceso son conceptos generales, eso conduce a un modelo circular (que caería en un regreso al infinito al intentar explicar la adquisición de tales conceptos).

[b] *Representación de individuos*: con objeto de no caer en el anterior problema de circularidad cabe plantear que los objetos particulares están representados (al comienzo) solamente por representaciones de individuo, y no por representaciones generales de rasgos (las cuales tan sólo serían incorporadas tras el proceso de abstracción).

En este caso el problema estriba en que representado los particulares tan sólo por medio de representaciones de individuo (nombres o demostrativos) el proceso de abstracción no dispondría de información suficiente como para identificar lo que los particulares tienen en común. Para poder agrupar dos objetos blancos representados por ESTO y ESO es preciso disponer de una base sobre la que realizar dicha agrupación, para lo cual es necesario algún tipo de representación general del rasgo BLANCO (la cual es excluida de entrada en esta segunda aproximación).

---

<sup>7</sup> Sin embargo hay quienes (Gauker, por ejemplo) reconocen en Locke una tercera teoría de la abstracción, a saber, como *representación*, cuando la idea de una determinada cosa particular se convierte en representante de una clase de cosas semejantes a la primera.

<sup>8</sup> Aunque de aquí en adelante nuestra redacción esté amoldada a la primera teoría de la abstracción (como atención selectiva a ciertos rasgos), salvo indicación en contra esto no supondrá una preferencia por ella.

[c] *Tropos*: un tropo sería una propiedad particular, esto es, una instancia no-universal de una propiedad (en el sentido de que tal rasgo únicamente estaría presente en el particular del cual es una propiedad). En este enfoque las entradas del proceso de abstracción no serían representaciones generales, con lo que se evita el problema de circularidad de que adolecía la aproximación [a].

El problema de los tropos es que no permiten explicar cómo se agrupan los individuos, ni tampoco cómo su unión da lugar a los conceptos generales. Considérese, por ejemplo, el caso de dos objetos blancos, cuya blancura estaría representada por dos tropos distintos BLANCO<sub>1</sub> y BLANCO<sub>2</sub>. Ahora bien, siendo estas representaciones esencialmente individuales nos encontramos ante las mismas dificultades que en el enfoque [b], pues tampoco aquí disponemos de una base cognitiva sobre la que agrupar ambos objetos. Y sin dicha base cognitiva (tanto en este enfoque como en el anterior) se plantea la duda de qué motivo hay para considerar que representando conjuntamente esos dos objetos se pueda llegar a una representación (o concepto) general, y no a una representación meramente capaz de seleccionar esos dos objetos particulares.

Una posible respuesta a este problema sería considerar que los objetos son agrupados en base a la similaridad entre esos dos objetos. Aceptando este enfoque esa similaridad ha de estar representada por un tropo<sup>9</sup>, que será único para cada par de tropos (así, por ejemplo, la similaridad entre los tropos BLANCO<sub>1</sub> y BLANCO<sub>2</sub> estaría representada por el tropo SIMILAR<sub>1</sub>). Si ahora consideramos un tercer objeto blanco (cuya blancura estuviese representada por el tropo BLANCO<sub>3</sub>), al comparar la blancura de este tercer objeto con la de los otros dos tendríamos que recurrir a los tropos SIMILAR<sub>2</sub> (similaridad entre BLANCO<sub>1</sub> y BLANCO<sub>3</sub>) y SIMILAR<sub>3</sub> (similaridad entre BLANCO<sub>2</sub> y BLANCO<sub>3</sub>). Esto nos lleva directamente al regreso al infinito presente en el argumento del tercer hombre de Platón, puesto que para poder decir qué tienen en común las relaciones de similaridad SIMILAR<sub>1</sub>, SIMILAR<sub>2</sub> y SIMILAR<sub>3</sub> tendríamos que acudir a relaciones de similaridad de nivel superior, lo cual iterado conduce al antes referido regreso al infinito.

[d] *Generalidad sin representaciones discretas*: esta concepción es análoga a la primera en cuanto que considera que las entradas de los procesos de abstracción son representaciones de individuos y de rasgos, pero se diferencia de aquélla en que para ésta tales representaciones serían no-estructuradas. Por ejemplo, una bola de nieve tendría asociada una única representación sin estructura (del tipo ESO-FRÍO-ESFÉRICO-BLANCO-SÓLIDO), y no un conjunto de representaciones independientes asociadas a cada uno de sus rasgos.

Este enfoque tiene dos problemas principales. En primer lugar no es productivo, por no ser composicional, por lo que no puede explicar la productividad de la mente a la hora de representar un número indefinido de conceptos como combinaciones composicionales de rasgos. Pero su mayor problema es que no puede explicar nuestra capacidad para adquirir el concepto BLANCO a partir del concepto ESO-FRÍO-ESFÉRICO-BLANCO-SÓLIDO, ya que separar la propiedad de la blancura (en este último concepto) requiere de la capacidad previa para representar dicho rasgo, cayéndose de nuevo en circularidad.

La conclusión extraída por Laurence y Margolis es que, si se asume que la entrada de los procesos de abstracción son representaciones, dichos procesos de abstracción no

---

<sup>9</sup> Aquí no sirve un concepto general de similaridad por un doble motivo: (i) para explicar la adquisición de las representaciones generales, no se puede apelar a una representación general preexistente; y (ii) además, dos objetos cualesquiera son siempre similares en una infinidad de aspectos.

pueden explicar la adquisición de todos los conceptos (o representaciones) generales, pues: (i) o bien caen en un problema de circularidad (casos [a] y [d]); (ii) o bien, si intentan evitar dicha circularidad, no explican cómo se determina lo que los objetos particulares tienen en común (casos [b] y [c]). De lo que se trata (en último término) es de un problema de circularidad, que Laurence y Margolis salvan aceptando que la abstracción no puede explicar la adquisición de toda representación general. En consecuencia, algunas de esas representaciones tienen que estar disponibles al comienzo de los procesos de abstracción, lo que significaría que deben de ser innatas.

### I.2.b. Opción II: *parte de las entradas son contenido no-conceptual*

Otra alternativa sería admitir que la experiencia proporciona contenido no-conceptual, pues si se acepta el carácter no-conceptual de algunas de las representaciones que actúan como entrada de los procesos de abstracción puede evitarse el problema de circularidad en que, de otro modo, caería la formación de conceptos.

Roskies (2008: 637-8) defiende la tesis de que no es posible aprehender ningún concepto si todo contenido experiencial fuese conceptual, sobre la base del argumento siguiente:

- [1] Supóngase que todo contenido de la experiencia (como forma particular de representación) fuese conceptual.
- [2] Quien adquiere un concepto como ROJO lo hace a partir de experiencias visuales cuyos contenidos representan objetos rojos (llámense *experiencias R*).
- [3] Tener *experiencias R* es debido a que el sujeto se encuentra en un cierto estado (representacional) conceptual.
- [4] Tener esas *experiencias R* (debidas a estar en un estado conceptual) da lugar, o bien al desarrollo del concepto ROJO, o al desarrollo de otro(s) concepto(s).
- [5] Si tener *experiencias R* implicase el concepto ROJO, entonces el sujeto ya poseería de antemano ese concepto, lo que no explicaría cómo tal concepto se adquiere a partir de la experiencia.
- [6] Si tener *experiencias R* no implica el concepto ROJO, entonces la adquisición de dicho concepto a partir de *experiencias R* requiere que (en el proceso de adquisición) el contenido del concepto ROJO se construya (composicionalmente) a partir de otros conceptos del sujeto.
- [7] El concepto ROJO no se construye composicionalmente a partir de otros conceptos.
- [8] El concepto ROJO no puede ser aprendido.

Lo que para Roskies se sigue del argumento anterior es que, o bien se acepta la conclusión [8] y, no pudiendo aprenderse, el concepto ROJO es innato (tal y como sostenían Laurence y Margolis<sup>10</sup>); o bien se rechaza la premisa [1] con objeto de admitir la posibilidad de que los contenidos de la experiencia sean no-conceptuales (tesis defendida por Roskies<sup>11</sup>). Esto último permitiría que los sujetos se percaten del contenido de dicha experiencia sin que eso conduzca al desarrollo de un concepto (como, por ejemplo, ROJO), lo que posibilitaría que ese contenido experiencial jugase un papel en la adquisición del concepto sin tener que asumir la existencia previa del concepto cuya formación se pretende explicar.

---

<sup>10</sup> Roskies en este punto es más radical que Laurence y Margolis, pues considera que su argumento aplica, no sólo a algunos conceptos o representaciones (tal y como sostenían aquéllos), sino a todo concepto perceptual.

<sup>11</sup> Una tesis que, como veremos, mi propuesta no sólo comparte, sino que además también explica cómo tal contenido no-conceptual podría ser adquirido por medio del modelo factorial-más-cluster propuesto (bajo la forma de las dimensiones constituyentes más básicas de los hiperespacios conceptuales generados).

## II. DOS TEORÍAS SOBRE LA ADQUISICIÓN DE CONCEPTOS

### II.1. UN MARCO NEO-QUINEANO PARA LA ABSTRACCIÓN

En la sección anterior hemos visto que la circularidad es uno de los problemas a los que se enfrenta toda teoría sobre la formación de conceptos. Allí hemos visto también cómo Laurence y Margolis, partiendo de la asunción de que las entradas de los procesos de abstracción eran de tipo conceptual (esto es, representaciones o conceptos), concluían que, debido al citado problema de circularidad, la abstracción no podía explicar la formación de todo concepto general, por lo que algunos conceptos tendrían que ser innatos.

#### II.1.a. Componentes principales del marco

Con objeto de dar cuerpo a su propuesta Laurence y Margolis (*ib.*: 11-13) recurren a un marco de tipo neo-quineano que entienden permitiría explicar la adquisición de conceptos por medio de la abstracción sin caer en los problemas de circularidad propios de las concepciones tradicionales. Para ello toman de Quine (1969) los siguientes tres elementos principales:

- [I] *Discriminación innata de propiedades muy específicas*: tales propiedades constituirán una de las entradas del proceso de abstracción, estando constituida la otra entrada por ideas (o conceptos) generales aprehendidas.
- [II] *Métrica de similaridad innata*: que ordenaría las propiedades discriminadas en términos de su similaridad<sup>12</sup>, dando lugar a un espacio de similaridad cuyas dimensiones serían dichas propiedades (o cualidades) innatas.
- [III] *Proceso de selección*: mediante el cual los sujetos testean sus hipótesis sobre la base de su conducta pública (que proporcionaría feedback, positivo o negativo), y los principios del condicionamiento, lo que da lugar a una división en regiones de ese espacio de cualidades innatas.

#### II.1.b. Caracterización del proceso de abstracción

Desde el punto de vista de Laurence y Margolis un marco como el anterior da lugar a una caracterización de la noción de abstracción que (sin incurrir en circularidad) explicaría cómo se aprehenden las ideas generales a partir de la experiencia conceptual, lo cual queda resumido en los puntos siguientes:

- (i) La abstracción es un proceso de aprendizaje computacional-representacional.
- (ii) Sus entradas son representaciones muy específicas ubicadas en un espacio de propiedades (o cualidades) innatas, que constituirían las dimensiones de ese espacio.
- (iii) Esas propiedades están ordenadas por medio de una métrica de similaridad innata, y el conjunto de todas ellas conforma un espacio de similaridad (también innato).
- (iv) Dicho espacio de similaridad es dividido en regiones mediante un proceso de selección.
- (v) Las regiones resultantes de tal división se corresponderían con los conceptos (o ideas) generales aprehendidos.

---

<sup>12</sup> Aunque Laurence y Margolis rechazan el conductismo presente en Quine cuando éste interpreta tal métrica de modo comportamental, sí que aceptan su explicación de la similaridad (innata) en términos de procesos computacionales innatos que operan sobre representaciones específicas (también innatas).

## II.1.c. Consecuencias para la teoría de la mente

Bajo la perspectiva de Laurence y Margolis este marco neo-quineano tiene algunas importantes consecuencias para las teorías de la mente, entre las que destacan las siguientes:

- (a) *Compatibilidad con teorías empiristas y nativistas*: en primer lugar muestra que la abstracción resulta compatible tanto con teorías empiristas (los conceptos se aprenden a partir de la percepción) como nativistas (existen capacidades e ideas innatas a los sujetos). De hecho, la inclinación por uno u otro modelo sólo dependerá de cómo sean el espacio de similaridad y el proceso de selección postulados<sup>13</sup>.
- (b) *La abstracción puede explicar la adquisición tanto de conceptos complejos como primitivos*: por un lado el marco (i)-(v) permite explicar la adquisición de los conceptos complejos, cuya estructura seguiría los principios de la semántica composicional. Así, por ejemplo, el concepto complejo CÍRCULO AZUL estaría compuesto por los conceptos más simples CÍRCULO y AZUL (los cuales, si fuesen primitivos, se corresponderían con dos de las dimensiones del espacio de similaridad).

Ahora bien, el marco (i)-(v) también puede explicar la adquisición de nuevos conceptos primitivos (los cuales, para Laurence y Margolis, no tienen por qué ser innatos<sup>14</sup>), lo cual podría ocurrir del modo siguiente para el caso de los colores:

- Supóngase como entrada del proceso de abstracción un conjunto de representaciones de ciertos tonos específicos dentro de un espacio de similaridad.
- A continuación el proceso de selección, operando sobre esta entrada, demarcaría una región del espacio de similaridad, y generaría una nueva representación enlazada con las representaciones (de los tonos) que determinan la región demarcada. Por tal motivo, la activación de cualquier elemento en esa región provocaría la activación de la nueva representación de alto nivel.
- El contenido de esa nueva representación estaría causalmente determinado por las condiciones del entorno a las que responde (Dretske 1995), pues las representaciones internas de los tonos específicos mediarían entre la nueva representación y las condiciones externas.
- Las representaciones internas no determinarían directamente el contenido de la nueva representación, sino que contribuirían (indirectamente) al establecimiento de la conexión mente-mundo que constituye el contenido de dicha nueva representación. Laurence y Margolis dan el nombre de *mecanismo sustentador* a estas representaciones internas en su función mediadora entre el mundo (estímulos externos) y nuestra mente (nuevos conceptos).
- Por consiguiente, el resultado del proceso de abstracción para representaciones primitivas (tales como AZUL, CIRCULAR, LISO, etc.) no tendría su contenido determinado composicionalmente, sino por medio de la conexión mente-mundo establecida por los mecanismos sustentadores.

- (c) *La abstracción no es un rasgo específicamente humano*: pues concebida bajo ese marco los animales también pueden adquirir representaciones generales<sup>15</sup>. Esto es

---

<sup>13</sup> Así, si el proceso de selección es de dominio general y está sujeto a pocas o ninguna restricción innata, el modelo será *empirista*. Si por otro lado el proceso de selección es de dominio específico y está sujeto a un importante número de restricciones innatas, el modelo será entonces *nativista* (Margolis y Laurence 2011a: *ib.*).

<sup>14</sup> Frente a opiniones tales como las de Pinker (2007), para quien tanto las concepciones empiristas como las nativistas tendrían que aceptar el carácter innato de todo concepto primitivo.

así porque el *marco* (i)-(v) con que se han caracterizado los procesos de abstracción no constituye una capacidad (computacional) específica del hombre. Tal conclusión resulta por otro lado natural, pues si los animales no dispusieran de representaciones generales no podrían extraer inferencias, formarse expectativas, aprender de la experiencia, etc., encontrándose (por tal motivo) en un estado en el que no podrían sobrevivir mucho tiempo. Eso por no hablar de la amplia evidencia empírica a favor de la tesis de que los animales también se forman conceptos generales<sup>16</sup>, lo cual en todo caso no equivale (para Laurence y Margolis) a igualar las capacidades y sistemas cognitivos de los animales con los de los seres humanos.

#### II.1.d. Limitaciones de esta propuesta

Posiblemente uno de los principales puntos fuertes de la propuesta de Laurence y Margolis sea su carácter de marco, pues esto posibilita que en él puedan tener cabida distintas aproximaciones al problema de la formación de conceptos (en función de cómo cada enfoque conciba los espacios de similaridad conceptual subyacentes, qué modelo de similaridad se adopte, etc.). No obstante, dicha principal ventaja (a saber, que su propuesta lo sea de un marco) constituye al mismo tiempo su principal limitación.

Conforme acabamos de indicar, como marco su planteamiento es excelente, pues dispone de la versatilidad necesaria como para acoger una muy amplia diversidad de propuestas. El problema es que esa misma gran flexibilidad lo es a costa de una considerable falta de concreción, quedando en el aire (entre otras) todas las cuestiones siguientes:

- *Distinción entre conceptos innatos y aprendidos*: con objeto de responder al problema de circularidad Laurence y Margolis distinguían entre conceptos innatos y aprendidos (tal distinción fundamentaba el primero de los tres elementos principales de su marco, a saber, la capacidad de discriminación innata de ciertas propiedades muy específicas). El problema es que tal distinción es puramente teórica, pues en ningún momento indican cómo diferenciar un tipo de conceptos del otro. Por consiguiente, queda sin explicar la cuestión de *qué rasgos de los conceptos son innatos y cuáles no lo son*, un problema que en modo alguno resulta trivial para el tema que nos ocupa.

Con objeto de elucidar las dificultades que presenta la cuestión anterior, consideremos los dos modos en que ésta puede responderse:

- (A) *Todos los conceptos innatos son muy “próximos” a la percepción*: es decir, todas las dimensiones innatas son de tipo perceptual-sensorial (colores, formas, etc.). En este caso la dificultad estribaría en que el marco planteado por Laurence y Margolis no concreta el modo en que tendría lugar la formación de los conceptos complejos a partir de información puramente sensorial.
- (B) *Los conceptos innatos pueden serlo de propiedades de “alto” nivel*: esto es, admitir como innatos rasgos conceptuales tales como ALA, PICO, PATA, etc. (no necesariamente éstos, pero sí de este nivel). El problema en este caso estriba en que el marco propuesto tampoco explica cómo puede tener lugar la discriminación / identificación de dichos rasgos innatos sin tomar como punto de partida la existencia de rasgos o conceptos previos.

---

<sup>15</sup> En contra de lo sostenido, no sólo por Locke (*ib.*: II, xi, §10), sino también por filósofos contemporáneos tales como Davidson (1975), Dummett (1994) o McDowell (1994).

<sup>16</sup> Herrnstein, Loveland y Cable 1976; Porter y Neuringer 1984; Watanabe, Sakamoto y Waikta 1995; Lazareva, Freiburger y Wasserman 2004

- *Naturaleza y articulación cognitiva de la métrica de similaridad innata*: los componentes segundo y tercero de este marco son una métrica de similaridad innata (instanciada sobre un espacio de cualidades innatas), y un proceso de selección que dividiría ese espacio en regiones de similaridad. Ahora bien, aún a pesar del papel fundamental jugado por estos dos elementos, Laurence y Margolis no abordan la cuestión de cómo ninguno de ellos se articularía en nuestro sistema cognitivo (hasta el punto de dejar el último, a saber, el proceso de selección, en el tejado de la psicología experimental).

El hecho es que, no concretando cuál es la naturaleza y articulación cognitiva de estos dos componentes, el marco propuesto es tan versátil como poco explicativo, pues lo único que especifica es: (i) que hay ciertas dimensiones o rasgos básicos innatos cuya identificación y ubicación en un espacio de similaridad tiene lugar de modo innato; y (ii) que la delimitación de conceptos en ese espacio de similaridad tiene lugar mediante un proceso de selección encargado de ello. El problema es que Laurence y Margolis no demuestran la viabilidad cognitiva de ninguna de estas dos tesis, por lo que su aceptación (o no aceptación) queda sujeta al ámbito de las asunciones que se tengan al respecto.

Por todo lo anterior, la propuesta de Laurence y Margolis es un marco para la caracterización general de los procesos de formación de conceptos, pero queda muy lejos (por su falta de concreción) de constituir una explicación (y mucho menos una solución) al problema de cómo tales conceptos se adquieren.

## II.2. UN MARCO BASADO EN CONCEPTOS OBSERVACIONALES

Ahora bien, la anterior aceptación de la existencia de conceptos innatos no es el único modo en que puede afrontarse el problema de circularidad al que se enfrentan las teorías sobre la adquisición de conceptos. Otra posible respuesta es admitir el carácter no-conceptual de parte de las entradas a los procesos encargados de la formación de conceptos, es decir, aceptar que no todo el contenido de la experiencia es de tipo conceptual. Como veremos a continuación, ésta es la línea que sigue Weiskopf (2013) con su propuesta basada en conceptos observacionales, al admitir que la experiencia proporciona contenido no-conceptual (información perceptual-sensorial) como entrada de los interfaces percepción-cognición que conducen a la formación de conceptos observacionales. Sin embargo, el planteamiento de Weiskopf es más ambicioso que el de Laurence y Margolis, pues con él no sólo pretende dar respuesta al problema de circularidad, sino también al problema del rasgo. ¿Cómo? Postulando que los conceptos siguen un ciclo de desarrollo tal que sus formas iniciales (*conceptos observacionales*) carecen de estructura, razón por la cual el problema del rasgo se disuelve (pues careciendo los conceptos iniciales de rasgos no es preciso concebir éstos como anteriores a los conceptos).

Este enfoque, aún a pesar de las diferencias fundamentales que presenta con respecto a la concepción de Laurence y Margolis (en cuanto a cómo se enfrenta al problema de la circularidad, y a que también pretenda ser una respuesta al problema del rasgo), comparte una importante similitud con la concepción de éstos (a saber, que en ambos casos los conceptos se ubican en espacios de similaridad conceptual), tal y como veremos en las páginas siguientes.

### II.2.a. Interfaces percepción-cognición

Para elaborar su propuesta Weiskopf toma como punto de partida la asunción fodoriana de que en la mente pueden distinguirse los sistemas de entrada-salida (perceptuales-sensoriales) de los sistemas cognitivos centrales (de tipo conceptual). De ser así, y con independencia de que ambos tipos de sistemas estén en contacto directo o mediados por

sistemas intermedios de tipo no-conceptual (que preprocesen las entradas sensoriales antes de pasárselas a los sistemas centrales), existirá un interfaz entre los sistemas conceptuales y los sistemas de procesamiento no-conceptual. Bajo la perspectiva de Weiskopf es en dicho interfaz en donde tendría lugar la transición entre cómo percibimos y cómo concebimos el mundo<sup>17</sup>.

Tales interfaces pueden ser de los tres tipos siguientes:

- *Interfaces de paso*: cuando la información que entra y sale del interfaz, además de tener el mismo formato de representación<sup>18</sup>, es transmitida en su totalidad. Ésta era la concepción de Hume, para quien la relación entre la información perceptual y conceptual se reducía a un mero proceso de copia.
- *Filtros*: cuando la información de salida tiene el mismo formato que la información de entrada, pero no contiene a ésta en su totalidad. Esto se correspondería con los procesos de abstracción defendidos por Locke.
- *Traductores*: cuando ambas informaciones (de entrada y salida del interfaz) están codificadas de modos distintos. Ésta sería más bien la tesis de Fodor (2008).

La tesis de Weiskopf es que el interfaz localizado entre los sistemas perceptuales y la cognición central es capaz de producir salidas conceptuales en respuesta a entradas perceptuales. Aceptando esta asunción, los *conceptos observacionales* son (para Weiskopf) los conceptos activados (o disponibles) espontáneamente<sup>19</sup> cuando el sujeto se encuentra en un determinado estado perceptual. Por esta razón Weiskopf considera que los conceptos observacionales son los conceptos básicos de nuestros juicios perceptuales, conceptos (observacionales) con respecto a los que realiza las siguientes puntualizaciones:

- La activación de los conceptos observacionales depende de las condiciones de trasfondo (atención, memoria, objetivos, motivaciones, intereses, etc.). Por ello, las percepciones no dictan ni los juicios perceptuales que se siguen de ellas, ni cómo conceptualizamos lo percibido.
- La entrada perceptual no es condición necesaria para la activación de un concepto observacional, pues éstos también están disponibles para otros procesos cognitivos.
- Los conceptos observacionales están dirigidos a lo percibido, lo que refleja la fuerte asociación existente entre la percepción de un objeto y la formación de un juicio perceptual sobre dicho objeto.

En consecuencia, si atendemos a lo dicho en los párrafos anteriores resulta evidente que la aproximación planteada por Weiskopf está absolutamente en línea con la alternativa propuesta por Roskies. En ambos casos el interfaz percepción-cognición tiene como entrada información de tipo perceptual-sensorial (y por ello no-conceptual), a partir de la cual se formarían los conceptos (observacionales). Dicho de otro modo, Weiskopf admite que la experiencia proporciona contenido no-conceptual como entrada del interfaz percepción-cognición que da lugar a la formación de los conceptos observacionales<sup>20</sup>.

---

<sup>17</sup> La función de las representaciones conceptuales sería reducir la muy rica cantidad de información proporcionada por la percepción no-conceptual.

<sup>18</sup> Ésta sería la *tesis de los vehículos compartidos*, mayoritariamente aceptada por las teorías empiristas de los conceptos, y según la cual el pensamiento conceptual reutilizaría el vehículo representacional empleado por la percepción (Barsalou 1999; Prinz 2002).

<sup>19</sup> En virtud de la estructura del referido interfaz.

<sup>20</sup> Y, aunque Weiskopf no lo hace, este interfaz percepción-cognición podría identificarse con los procesos de abstracción asumidos en la propuesta de Laurence y Margolis (algo que resultará aún más patente

## II.2.b. Formación de conceptos observacionales

En opinión de Weiskopf el aprendizaje de estos conceptos observacionales sería un proceso en dos etapas, asociadas respectivamente a que la *percepción* conoce apariencias (esto es, cómo se muestran las cosas, rastreando y produciendo similaridades detectables entre tales apariencias), y a que los *conceptos* determinan lo que las cosas son (representándolas de modo autónomo a la percepción). Tales dos etapas serían las siguientes:

- [1] *Construcción de un analizador perceptual dedicado*, con objeto de detectar la similaridad perceptual. Tal analizador clasificaría a los objetos sobre la base de su apariencia (y así crearía una estructura en el espacio de similaridad<sup>21</sup>), lo que permitiría que los conceptos observacionales integraran aquellas islas de similaridad perceptual que encontrasen a su alrededor. Dicho analizador perceptual debería presentar las características siguientes: rapidez y precisión en contextos conocidos, consideración holista del entorno, procesamiento muy rápido de grandes cantidades de información, e influencia de la orientación del objeto con respecto a la acción habitual y con respecto a otros objetos.
- [2] *Construcción de un enlace* entre la salida del analizador perceptual y un símbolo del sistema conceptual, capaz de activarse ante la percepción, pero también de funcionar autónomamente en la cognición de alto nivel. Por ello, y aunque son los analizadores perceptuales los que permiten agrupar a los objetos percibidos en el espacio de similaridad (*percibir apariencias*), eso no es lo que dota al sujeto de la capacidad para pensar en dichos objetos. Esto último sólo es posible cuando se los asigna una representación conceptual, que es lo que *determina lo que las cosas son*.

Por todo ello, para Weiskopf la adquisición de conceptos conlleva un doble proceso:

- (a) Una *transformación funcional*, pues la percepción informa sobre apariencias, pero cuando desarrollamos un concepto observacional éste ha de ser separable de tales apariencias, dado que no se encuentra definido por ellas<sup>22</sup> (en la medida en que tal concepto depende de la senda de aprendizaje seguida por el sujeto [su biografía]).
- (b) Un *desplazamiento del contenido*, pues la generación de los conceptos observacionales es el paso de la representación de apariencias a conceptos que representan categorías. Esto distingue a los conceptos de la mera apariencia: los conceptos nos proporcionan una capacidad de representación y control del pensamiento (y la conducta) que va más allá de lo provisto por la percepción, razón por la cual es posible que una misma escena perceptual dé lugar a múltiples conceptualizaciones<sup>23</sup>.

Para terminar, el aprendizaje de tales conceptos observacionales sería un proceso heterogéneo, sensible al entorno y a la biografía del sujeto. El resultado de tal adquisición serían estructuras cognitivas perdurables y adaptativas que capacitarían al sujeto para desarrollar su acción práctica y cognitiva, gracias a que determinan (o identifican) el tipo de entrada perceptual que contribuyó a configurarlas. De este modo los conceptos ob-

---

cuando expongamos cómo Weiskopf considera que se forman los conceptos observacionales, y el papel que los analizadores perceptuales dedicados juegan en la adquisición de tales conceptos observacionales).

<sup>21</sup> Recordemos que para Laurence y Margolis esta misma noción de espacio de similaridad constituía uno de los tres pilares básico de su marco neo-quineano para explicar la adquisición de conceptos.

<sup>22</sup> Esto se encuentra respaldado por casos tales como la agnosia asociativa, indicativa de que las capacidades para identificar a los miembros de una categoría (esto es, identificar conceptos) y razonar sobre sus rasgos (esto es, describir apariencias) son parcialmente separables.

<sup>23</sup> Por ello Weiskopf considera que el contenido conceptual es trascendente a las apariencias del sistema perceptual, puesto que los conceptos observacionales siguen categorías que, además de tener una cierta apariencia, tienen una naturaleza trascendente a ésta.

servacionales permiten atender a los objetos como grupos unificados a los que merece la pena seguir el rastro, pues presentan comportamientos y/o propiedades interesantes. Esto último convierte a los conceptos observacionales en vehículos que dirigen nuestra atención y conducta intencional hacia determinadas categorías (a las que cuanto más se atiende más cosas se descubren de sus miembros).

### II.2.c. Virtudes y dificultades de este enfoque

La principal virtud de la concepción de Weiskopf es que se trata de una propuesta que intenta dar respuesta tanto al problema de la circularidad como al problema del rasgo:

[A] *Problema de circularidad*: Weiskopf postula la existencia de unos interfaces encargados de conectar los sistemas de entrada-salida con los sistemas cognitivos centrales y, por ello, capaces de transformar información perceptual-sensorial (de tipo no-conceptual) en conceptos observacionales. En consecuencia, si los primeros conceptos no se componen de rasgos conceptuales, sino que se forman a partir del contenido no-conceptual provisto por la experiencia, entonces desaparece el problema de circularidad (el cual únicamente surge cuando se asume que el origen de todos los conceptos ha de ser conceptual<sup>24</sup>).

[B] *Problema del rasgo*: por otro lado, cuando sostiene que los conceptos siguen un ciclo de desarrollo cuyas formas iniciales (conceptos observacionales) sin estructura son distintas a sus formas maduras (representaciones estructuradas), Weiskopf está respondiendo al problema del rasgo. Pues si los conceptos observacionales carecen de estructura (esto es, no están constituidos por rasgos), entonces no hay ningún rasgo que tenga que ser concebido como anterior a dichos conceptos, por lo que el problema del rasgo simplemente desaparece<sup>25</sup>.

Por otro lado, su mayor problema es el mismo del que adolecía la propuesta de Laurence y Margolis, a saber, su *falta de concreción*, en este caso con respecto a los dos elementos que constituyen la piedra angular de su respuesta a los dos problemas anteriores:

- *Interfaces percepción-cognición*: para Weiskopf estos interfaces producen salidas conceptuales a partir de entradas perceptuales. Sin embargo, su problema es que en ningún momento despeja algunas de las principales dudas que surgen con respecto a cuál podría ser el funcionamiento de tales interfaces.

Por un lado, Weiskopf atribuye a la percepción la capacidad de reconocer semejanzas, como facultad para detectar / producir similitudes entre apariencias articulada bajo la forma de analizadores perceptuales capaces de ubicar los objetos en un espacio de similitud perceptual. Sin embargo, Weiskopf no indica cuáles pueden ser las dimensiones (perceptuales) subyacentes a dicho espacio de similitud. Y, dado que el número potencial de tales dimensiones es muy grande, resulta difícil imaginar cómo es posible su procesamiento (a la hora de identificar similitudes en un espacio de tal dimensionalidad) sin una reducción previa del número de dimensiones consideradas. Ésta es una cuestión que Weiskopf no aborda, a pesar del carácter crítico que tiene para su enfoque puesto que:

- (i) O bien se argumenta a favor de una capacidad de procesamiento tal que permita el manejo de una dimensionalidad perceptual ingente.

---

<sup>24</sup> Esto es, cuando se asume que todas las entradas de los procesos (de abstracción, por ejemplo) que dan lugar a la formación de los conceptos tienen que ser contenido conceptual.

<sup>25</sup> De hecho, la tesis de Weiskopf sería más bien la contraria, a saber, los conceptos observacionales (como formas iniciales de los conceptos) son anteriores a los rasgos que luego conforman dichos mismos conceptos en su forma madura.

- (ii) O bien se acepta una reducción previa de la dimensionalidad, en cuyo caso surge la cuestión de por qué estas nuevas dimensiones (sobre las que operarían los procesos encargados de la identificación de similitudes) han de ser consideradas información perceptual-sensorial, en vez de información ya de tipo conceptual. Ahora bien, en este último caso los conceptos resultantes no serían del tipo atribuido por Weiskopf a sus conceptos observacionales.
- *Naturaleza de los conceptos observacionales*: Weiskopf sostiene que los conceptos observacionales carecen de estructura, y los describe como aquellos conceptos activados de modo espontáneo cuando el sujeto está en un cierto estado perceptual, distinguiéndose de la mera información perceptual en que pueden ser activados tanto por la percepción como por la cognición de alto nivel.

El problema es que esta definición de la noción de concepto observacional resulta excesivamente vaga por razones semejantes a las presentadas en el punto anterior. Por un lado, si los conceptos observacionales resultan del reconocimiento de semejanzas en un espacio de similitud, la dimensionalidad de éste ha de ser manejable (o bien, hay que proponer un modelo capaz de procesar dicha dimensionalidad). Pero, si ante lo que nos encontramos es más bien un espacio de dimensionalidad reducida, ¿por qué considerar que las dimensiones subyacentes al mismo son perceptuales y no conceptuales? Por todo ello, la misma noción de concepto observacional resulta problemática, puesto que su misma activación (en la que se basa la idea de concepto observacional) depende de la problemática asunción de que el espacio de similitud perceptual subyacente lo es de baja dimensionalidad. Y, no aclarando Weiskopf todas estas cuestiones, puede tenerse la impresión de que la aceptación de la tesis de que los conceptos observacionales carecen de estructura es, independientemente de su utilidad, un presupuesto particular (fruto de algún cierto tipo de convicción).

Sobre la base de todo lo anterior, considero que la propuesta de Weiskopf, basada en la construcción de analizadores perceptuales dedicados y del establecimiento de enlaces entre sus salidas y los símbolos de nuestro sistema conceptual, puede resultar satisfactoria como marco (tal y como ocurría con la de Laurence y Margolis)<sup>26</sup>, pero en modo alguno puede aceptarse como una explicación de cómo nos formamos los conceptos.

### III. TEORÍAS Y MODELOS SIMILARIDAD

Un rasgo compartido de las dos concepciones anteriores (tanto del marco neo-quineano planteado por Laurence y Margolis, como de la aproximación de Weiskopf basada en conceptos observacionales) es que en ambas se apela a la noción de similitud.

El término similitud (o semejanza) se utiliza para expresar la relación existente entre dos entidades cuando éstas no son ni idénticas, ni iguales, ni distintas, sino que tienen a un mismo tiempo algo igual y algo diferente (Ferrater Mora 1994: 636). A pesar del carácter aparentemente vago de esta descripción<sup>27</sup>, la similitud parece desempeñar un papel clave en las teorías del conocimiento y del comportamiento, pues sirve como principio organizador mediante el cual los sujetos clasifican los objetos, se forman los conceptos y realizan generalizaciones (Tversky 1977: 327). Por todo ello, la evaluación de la similitud es fundamental para la cognición, pues revela el mundo cuando lo concibe como un lugar lo suficientemente ordenado como para que objetos y eventos

---

<sup>26</sup> Ahora bien, tal carácter de marco constituye un problema mayor para Weiskopf que para Laurence y Margolis, pues la propuesta de aquél es demasiado general (e incluso vaga) donde no debería serlo.

<sup>27</sup> Uno de los propósitos de la presente sección será aclarar cómo tal relación puede determinarse.

similares tiendan a comportarse de modo parecido en sus aspectos más importantes (Goldstone y Son 2005: 13). Finalmente, la noción de similaridad resulta básica para aprender, conocer y pensar porque consideramos que mantenemos expectativas “razonables” cuando en circunstancias similares esperamos que causas similares provoquen efectos similares<sup>28</sup> (Quine 1969: 117, 133), razón por la cual también fundamenta predicciones, inferencias y categorizaciones<sup>29</sup>, siendo una fuente de información general<sup>30</sup>.

Por tanto, y a modo de resumen, el estudio de la similaridad es necesario para comprender las entidades mentales y los procesos que operan sobre ellas, y clarificar el papel jugado por tal similaridad (a caballo entre la percepción y las funciones cognitivas de alto nivel) en la formación de conceptos.

### III.1. TEORÍAS DE ESPACIOS DE SIMILARIDAD CONCEPTUAL

Tanto Laurence y Margolis como Weiskopf emplean la noción de espacios de similaridad, pero ninguno de ellos presenta una teoría al respecto, sino que parecen aceptar las ideas comunes existentes en el ámbito de las ciencias cognitivas. Por este motivo resulta conveniente repasar cuáles son las principales teorías de espacios de similaridad conceptual (TESC).

Un *espacio de similaridad* es un hiperespacio cuyas dimensiones representan distintos aspectos en los que los objetos pueden distinguirse, y las TESC sostienen que los conceptos son regiones de estos espacios que de alguna manera se instancian en el cerebro. Y aunque existen múltiples aproximaciones, todos los autores que recurren a las TESC para explicar la adquisición de conceptos comparten la tesis siguiente:

TESIS FUNDAMENTAL: la mente constituye un espacio representacional donde:

- (i) las *dimensiones* son los modos en que los objetos pueden diferir,
- (ii) los *puntos* representan los objetos,
- (iii) las *distancias* entre puntos mantienen una relación inversa con la similaridad entre los objetos, y
- (iv) las *regiones* de este espacio son los conceptos.

Por ello, un objeto pertenecerá a un concepto si y sólo si los valores que toma en cada una de las dimensiones del espacio de similaridad producen una  $n$ -tupla que cae en el interior de la región asociada a dicho concepto.

Dentro de las TESC pueden distinguirse dos concepciones principales, una conexionista y otra no-conexionista (de la mano de Churchland y Gärdenfors respectivamente):

- Enfoque conexionista: la idea clave de esta aproximación es que la mente puede concebirse como una gran red neuronal de tres niveles cuyas unidades ocultas representarían los valores de las dimensiones del espacio de similaridad mediante sus grados de activación (Churchland 1989). Tales unidades ocultas constituirían el segundo nivel de esa red neuronal, cuyos grados de activación permitirían la clasi-

---

<sup>28</sup> Lo cual se apoya en la asunción tácita de que al aumentar la similaridad entre dos ítems  $x$  e  $y$  aumenta la probabilidad de inferir correctamente que  $y$  presenta la propiedad  $F$  a partir del hecho de que  $x$  presente dicha propiedad  $F$  (Tenenbaum 1999).

<sup>29</sup> Por estos motivos no resulta extraño que tanto Laurence y Margolis como Weiskopf recurran a la similaridad para explicar la adquisición de las ideas (o conceptos) generales, como respuestas aprendidas a partir de patrones similares previamente observados (es decir, como transferencia de patrones viejos a patrones nuevos).

<sup>30</sup> En palabras de William James (1890: 459), “*this sense of sameness is the very keel and backbone of our thinking*”.

ficación de las entradas (primer nivel de la red) en categorías o conceptos (tercer nivel). Estas categorías o conceptos serían las regiones del espacio conceptual<sup>31</sup>.

Esta concepción ha sido criticada por no poder explicar la semejanza entre los conceptos mantenidos por distintas personas, al no poder estar seguros de que el significado adscrito a las unidades ocultas en el espacio de activación de un determinado sujeto coincida con los significados adscritos por el resto de sujetos (Fodor y Lepore 1992). Ahora bien, tal argumento<sup>32</sup> no constituye una crítica aceptable, sino un fenómeno general al que deben enfrentarse todas las teorías de espacios de similaridad conceptual<sup>33</sup>.

Otro problema de los modelos conexionistas es que en las redes neuronales con tres niveles la estructura de la capa oculta únicamente puede ser descubierta por un observador externo<sup>34</sup>, no siendo accesible ese nivel de representación para otros procesos, con las dificultades que esto conlleva para la cognición de alto nivel (Halford 2005: 535).

- Enfoque geométrico: Gärdenfors (2000) postula una TESC cuya implementación es no-conexionista. Su tesis básica es que los conceptos pueden ubicarse en un conjunto de dimensiones cualitativas, que serían sus propiedades sensoriales (como rasgos innatos de nuestro sistema cognitivo<sup>35</sup>) u otras dimensiones aprendidas. En este caso los conceptos se formarían a partir de la división del espacio de similaridad en regiones convexas (con las que identifica dichos conceptos), y que estarían constituidas por los conjuntos de puntos que representan los objetos que presentan propiedades sensoriales<sup>36</sup> determinantes de tales regiones.

En este caso Gauker (2007) critica a Gärdenfors (siguiendo a Fodor y Lepore) por entender que resulta poco plausible considerar que todos nuestros conceptos pueden reducirse definicionalmente a conceptos sensoriales. Ahora bien, para el caso

---

<sup>31</sup> Espacio conceptual que, en este primer enfoque (conexionista), se identifica con el espacio de activación de las unidades ocultas.

<sup>32</sup> A saber, que dado que las clasificaciones generadas por la red neuronal postulada son fruto del estado de partida y del entrenamiento experimentado (distintos para cada persona), los espacios de activación tendrán que ser diferentes y, por consiguiente, también deban serlo los conceptos resultantes.

<sup>33</sup> Pues todas las aproximaciones a la similaridad adolecen del problema de que no podemos estar seguros de que los significados adscritos internamente en los espacios de similaridad de un sujeto coincidan con los significados adscritos para otros sujetos distintos al primero.

Por ello, la aceptación de esta tesis no debe entenderse como una refutación de ninguna de dichas teorías, sino como un fenómeno natural que ha de ser explicado. Se trata, por consiguiente, de la cuestión de *cómo tienen que ser nuestros conceptos y la dinámica asociada a los mismos para que los seres humanos seamos capaces de coordinarnos en actividades conjuntas* (como, por ejemplo, la comunicación), teniendo en cuenta que en todas ellas el contexto resulta relevante. Desde mi punto de vista, la teoría de espacios de similaridad puede explicar esa omnipresente influencia del contexto, partiendo de la tesis de que la cognición no consta de conceptos (o categorías) literales, sino de meras coalescencias temporales de dimensiones de similaridad reunidas (mediadamente por el contexto) para crear estructuras de similaridad que resulten apropiadas como representaciones mentales para un determinado objetivo o tarea cognitiva (Thomas, Purser y Mareschal 2012: 595). Con ello, mi opinión es que el problema planteado por Fodor y Lepore es en realidad un pseudo-problema, puesto que los “mismos” conceptos varían en función del contexto (dado éste por el conjunto de creencias del sujeto, tanto de creencias sobre el mundo como de aquellas asociadas a su propio sistema conceptual). La cuestión no ha de ser tanto responder a la crítica de Fodor y Lepore, como sí explicar cómo es posible que los sujetos tengan éxito al coordinar sus tareas, dada la gran variabilidad existente entre sus sistemas conceptuales.

<sup>34</sup> El cual tendría que emplear para ello otras técnicas como, por ejemplo, el análisis cluster (Elman 1990).

<sup>35</sup> En este punto el diagnóstico de Gärdenfors coincide con el de Laurence y Margolis, al reconocer la necesidad de que existan ideas generales innatas (en el caso de Gärdenfors bajo la forma de propiedades sensoriales).

<sup>36</sup> En mi opinión éste es uno de los principales defectos de la concepción de Gärdenfors, a saber, el hecho de que su propuesta esté demasiado pegada a la fisiología (percepción o propiedades sensoriales). Sin embargo entiendo que éste no es un problema propio del enfoque geométrico, sino de la manera en que Gärdenfors lo interpreta.

de Gärdenfors tal crítica resulta muy débil, pues podría considerarse que su TESC se aplica primero a los conceptos que pueden definirse sensorialmente, los cuales (una vez aprendidos) permiten la adición de dimensiones no-perceptuales al espacio de similaridad<sup>37</sup>.

### III.2. MODELOS DE SIMILARIDAD

Antes de continuar resulta conveniente realizar un breve repaso de los principales modelos empleados para caracterizar la noción de similaridad. Goldstone y Son (2005) distinguen las siguientes cuatro aproximaciones principales:

[A] **Modelos geométricos**: el propósito de los modelos geométricos es representar las similaridades mediante proximidades espaciales<sup>38</sup>, siendo el escalamiento multidimensional (Shepard 1962a, 1962b; Togerson 1965) su caso paradigmático<sup>39</sup>. Este tipo de modelos representan las entidades como puntos de un espacio métrico organizado en dimensiones, construido a partir de juicios de similaridad (o disimilitud), matrices de confusión, coeficientes de correlación, etc., dando lugar a un modelo geométrico donde la similaridad entre dos objetos ( $A$  y  $B$ ) es inversa a la distancia<sup>40</sup>  $d$  entre ellos. Esta distancia se calcularía del modo siguiente<sup>41</sup>:

$$d(A, B) = \left( \sum_{i=1}^n |X_i^{[A]} - X_i^{[B]}|^r \right)^{1/r} \quad (*I)$$

En donde  $X_i^{[O]}$  representa el valor de la  $i$ -ésima dimensión para el objeto  $O$ .

El propósito del escalamiento multidimensional no es encajar la información de partida en un hiperespacio con menos dimensiones que el inicial minimizando la distorsión provocada por la reducción de dimensionalidad (como pretenden el análisis factorial y el de componentes principales). Su objetivo es otro, a saber: dado un conjunto de similaridades (o disimilitudes) observadas entre cada par (de  $n$ ) objetos, encontrar una representación de dichos objetos por medio de pocas dimensiones en donde las distancias entre cada par de objetos encajen lo más posible con las distancias originales<sup>42</sup>. La cuestión crucial en este caso es que la matriz de similaridades (o disimilitudes) constituye la entrada del modelo, motivo por el cual dicha matriz ha de estar disponible al inicio del proceso de análisis.

<sup>37</sup> Métodos para la producción de tales nuevas dimensiones (a partir de datos sensoriales aparentemente no-estructurados) serían, para Gärdenfors (*ib.*: 217), tanto el escalamiento multidimensional como los mapas de Kohonen (correspondiéndose estos últimos con un cierto tipo de red neuronal artificial).

<sup>38</sup> Estos modelos en cierto modo actualizan propuestas “clásicas” de que las sensaciones se pueden representar de modo geométrico como, por ejemplo, que los colores pueden ser representados sobre un círculo (para Newton) o sobre una variedad de Riemann (para Helmholtz y Schrödinger) (Shepard 1980: 390).

<sup>39</sup> E indicativo de ello es que tal escalamiento multidimensional es precisamente la técnica escogida por Gärdenfors (*ib.*: 21) para la identificación de las dimensiones de sus espacios conceptuales.

<sup>40</sup> De hecho, la expresión  $d(A, B)$  puede interpretarse tanto como la distancia entre los objetos  $A$  y  $B$  (o, alternativamente, entre los puntos que los representan), como la disimilitud existente entre ellos.

<sup>41</sup> Existiendo diversas medidas al respecto, siendo las más destacadas la distancia euclídea (para  $r = 2$ ) y la distancia city-block o Manhattan ( $r = 1$ ).

<sup>42</sup> Por ejemplo, si conociésemos los juicios de (di)similaridad entre todos los elementos de un conjunto formado por  $n$  objetos, esa información de partida equivaldría a un espacio constituido por  $n \cdot (n-1)/2$  dimensiones, aceptando la asunción de simetría (si no la aceptásemos el número de dimensiones sería el doble,  $n \cdot (n-1)$ ), cada una de las cuales tendría asociado un único valor, dado por el juicio de similaridad (o disimilitud) correspondiente. Ahora bien, si la realización de un escalamiento multidimensional sobre dichos datos condujese a una solución con  $m$  variables (en donde, por lo general,  $m$  es mucho menor que  $n$ ), dicha solución se correspondería con un hiperespacio formado por  $m$  dimensiones, cada una de las cuales tendría asociados  $n$  valores. Por consiguiente, un escalamiento dimensional como el anterior habría reducido la dimensionalidad (número de dimensiones) del hiperespacio en cuestión en un factor de  $n \cdot (n-1)/2m$ , y el número de datos asociados en un factor  $(n-1)/2m$  (pues el número de datos original era igual al de dimensiones, a saber,  $n \cdot (n-1)/2$ , mientras que el número de datos final es igual al de dimensiones multiplicado por el número de objetos, esto es,  $nm$ ).

La principal ventaja de los modelos geométricos es que dan lugar a espacios conceptuales con una dimensionalidad mucho menor que las descripciones perceptuales iniciales, algo muy útil en términos de codificación, memoria y procesamiento.

Sin embargo, el problema del modelo geométrico estándar es que se apoya en tres presupuestos (Shepard 1957: 333) con respecto a los que existen importantes evidencias empíricas en contra<sup>43</sup>:

- 1°. *Minimalidad*: todos los objetos son mínimamente disimilares a ellos mismos, y lo son todos ellos por igual. Este presupuesto se reduce a las dos expresiones siguientes (inmediatas a partir de la fórmula (\*<sup>I</sup>) para la similaridad):

$$\begin{aligned} \forall A \forall B (d(A, A) = d(B, B) = 0) & \quad (*^{\text{II}}) \\ \forall A \forall B \forall C (d(A, B) \geq d(C, C) = 0) & \quad (*^{\text{III}}) \end{aligned}$$

El problema es que algunos estudios basados en los tiempos de reacción en el reconocimiento de la similaridad entre dos ítems muestran que los sujetos identifican con mayor rapidez la similaridad entre dos ejemplares iguales de la letra **S** que la similaridad entre dos ejemplares iguales de la letra **W**, lo que apuntaría a una violación de (\*<sup>II</sup>). Aún peor, pues otros estudios muestran que la similaridad entre un ejemplar de la letra **C** y un ejemplar de la letra **O** es mayor que la similaridad entre dos ejemplares iguales de la letra **W** (Nickerson 1972, Podgorny y Garner 1979).

- 2°. *Simetría*: el orden de los objetos considerados no afecta a la (di)similaridad. Este segundo presupuesto equivale a la expresión siguiente:

$$\forall A \forall B (d(A, B) = d(B, A)) \quad (*^{\text{IV}})$$

En este caso también hay evidencias en contra de esta segunda asunción. Así, por ejemplo, Corea del Norte es considerada más similar a la China comunista, que lo que la China comunista lo es a Corea del Norte (Tversky 1977).

- 3°. *Triángulo de la desigualdad*: la disimilitud (o distancia) entre dos objetos *A* y *B* no puede ser mayor que la disimilitud entre *A* y un tercer punto *C* más la disimilitud entre *C* y *B* (o, geoméricamente, el camino más corto entre dos objetos es la recta que conecta los puntos que los representan), esto es:

$$\forall A \forall B \forall C (d(A, C) + d(C, B) \geq d(A, B)) \quad (*^{\text{V}})$$

Para esta tercera asunción el problema estriba en que hay estudios (Tversky y Gati 1982) cuyos autores consideran que demuestran que su aceptación no es compatible con la aditividad de segmentos.

La cuestión es que, aunque las evidencias en contra de la primera asunción (*minimalidad*) son cuestionables (pues en esos experimentos las discrepancias en los tiempos de respuesta podrían ser debidas, no al reconocimiento de similaridades, sino al mero procesamiento del estímulo sensorial de entrada<sup>44</sup>), y las objeciones en contra de la tercera (*triángulo de desigualdad*) también presentan dificultades<sup>45</sup>, no ocurre eso mismo para las evidencias en contra de la asunción de *simetría*.

[B] Modelos de rasgos: estos modelos surgen como alternativa a los problemas de los modelos geométricos, cuando Tversky (1977) propuso un *modelo de contraste* para caracterizar la similaridad. Este modelo operaría por medio de un proceso de “encaje” de rasgos basado en la diferente ponderación de los rasgos comunes y los

<sup>43</sup> Aunque las evidencias en contra de la primera asunción (Nickerson 1972, Podgorny y Garner 1979) son bastante cuestionables, no ocurre eso mismo para el caso de las objeciones en contra de las asunciones segunda (Tversky 1977) y tercera (Tversky y Gati 1982).

<sup>44</sup> En este caso dado por la forma de cada una de las letras consideradas (**C**, **O**, **S**, **W**, etc.).

<sup>45</sup> Objeciones en las que nosotros no entraremos en el presente trabajo.

rasgos distintivos, lo cual da lugar a la siguiente expresión para el cálculo de la similaridad  $S$  entre dos objetos  $A$  y  $B$ :

$$S(A, B) = \theta f(A \cap B) - a \cdot f(A - B) - b \cdot f(B - A) \quad (*VI)$$

En la expresión anterior el término  $(A \cap B)$  representa los rasgos que los objetos  $A$  y  $B$  tienen en común (o *rasgos comunes*), mientras que los términos  $(A - B)$  y  $(B - A)$  representan los *rasgos distintivos* (aquellos que tiene  $A$  pero no  $B$ , y que tiene  $B$  pero no  $A$ , respectivamente). Finalmente, las constantes  $\theta$ ,  $a$  y  $b$  son la ponderación de los rasgos comunes y distintivos, siendo habitual dar mayor peso a los rasgos comunes (coeficiente  $\theta$ ) que a los distintivos (coeficientes  $a$  y  $b$ ).

La ventaja de los modelos de rasgos es que permiten dar cuenta de la violación de la segunda asunción (*simetría*) de los modelos geométricos, pues predicen la existencia de similaridades asimétricas, ya que en la fórmula (\*VI) es posible tanto que los coeficientes sean distintos,  $a \neq b$ , como que lo sean los rasgos distintivos,  $f(A - B) \neq f(B - A)$ . Otros fenómenos que pueden explicar los modelos de rasgos son: (a) el carácter no especular entre juicios de similaridad y diferencia (dado que el término  $(A \cap B)$  puede recibir distintos pesos en los juicios de similaridad  $S$  y disimilitud  $D$ <sup>46</sup>); y (b) el que un estímulo  $E_1$  pueda ser más similar y también más diferente a un estímulo  $E_2$  que a otro estímulo  $E_3$ .

Las representaciones de las redes neuronales (enfoques conexionistas) suelen basarse en modelos de rasgos con distancias Hamming  $d_H(A, B) = (A - B) + (B - A)$  comunes, o normalizadas  $d_{HN}(A, B) = [(A - B) + (B - A)]/[f(A \cap B)]$ .

Sin embargo, y a pesar de sus evidentes diferencias, los modelos geométricos y de rasgos comparten una misma limitación, a saber, los dos caracterizan los objetos mediante representaciones relativamente poco estructuradas (esto es, como conjuntos de dimensiones o rasgos). Y esto supone un problema pues en ciertas ocasiones importa también la conjunción de determinados rasgos (e incluso su organización conforme a una cierta estructura<sup>47</sup>).

[C] Modelos basados en alineamientos: estos modelos surgen con objeto de superar las dificultades que presentaban los dos modelos anteriores a la hora de manejar descripciones estructuradas. La idea es comparar los objetos teniendo en cuenta cómo sus partes o elementos se corresponden (o alinean) unos con otros, no limitando la comparación al mero encaje de rasgos. Los rasgos alineados encajan en el sentido de que desempeñan papeles similares dentro de sus respectivas entidades, y su correcta alineación aumenta el peso de dichos rasgos en el cómputo de la similaridad existente entre las entidades determinadas por dichos rasgos.

Un ejemplo de este tipo de modelos de similaridad estructural es el modelo SIAM<sup>48</sup> de Goldstone (1994a). Este modelo es una red neuronal (aproximación conexionista) cuyos nodos representan hipótesis relativas a las correspondencias entre los constituyentes de dos ítems distintos. La activación de los nodos de la red neuronal está guiada por las dos directrices siguientes: (i) los nodos consistentes / alineados se excitarían mutuamente; y (ii) los nodos inconsistentes / desalineados se inhibirían los unos a los otros<sup>49</sup>.

<sup>46</sup> La expresión para el cálculo de la disimilitud es análoga a la antes presentada para el cálculo de la similaridad, a saber:  $D(A, B) = a' \cdot f'(A - B) + b' \cdot f'(B - A) - \theta' f'(A \cap B)$ .

<sup>47</sup> Así, por ejemplo, el rasgo VERDE compartido por un coche con las ruedas *verdes* y una furgoneta con el capó *verde* aumenta poco la similaridad, pues la parte del vehículo que presenta dicho atributo no se corresponde en uno y otro caso (Goldstone y Son *ib.*: 24), frente al caso en que ambos vehículos tuviesen ambos el capó (o ambos las ruedas) de color *verde*.

<sup>48</sup> Similaridad, activación interactiva y mapeo.

<sup>49</sup> No profundizaremos en los detalles de este modelo (basado en alineamientos) y el siguiente (basado en transformaciones), pues esos detalles no son de importancia para nada de lo que se indique en las páginas

Los procesos de búsqueda subyacentes a este modelo operan de modo tal que cuando un cierto rasgo (de un objeto *A*) es puesto en correspondencia con otro cierto rasgo (de otro objeto *B*) el modelo comienza a buscar otros objetos que sean consistentes con esa alineación (o correspondencia). Finalmente, las alineaciones identificadas aumentan la similaridad entre los objetos puestos en correspondencia.

La ventaja de los modelos basados en alineamientos es que permiten dar cuenta del carácter estructurado de muchas de nuestras representaciones. Esto a su vez proporciona una mejor explicación de la inducción basada en categorías que aquella provista por los modelos geométricos y de rasgos. Por todo ello, la consideración de este tipo de modelos resulta imprescindible para cualquier teoría que aspire a caracterizar de modo integral la formación de conceptos.

Para terminar, los modelos basados en alineamientos son, además, consistentes con las evidencias empíricas siguientes:

- Los rasgos alineados incrementan más la similaridad que los rasgos no alineados (Goldstone 1994a).
- La diferencia de influencia (sobre la similaridad) entre rasgos alineados y no alineados crece con el tiempo de procesamiento (Goldstone y Medin 1994).
- En determinados casos la inclusión de un rasgo pobremente alineado reduce la similaridad, pues tal inclusión dificulta el desarrollo de un alineamiento general adecuado (Goldstone 1996).

[D] Modelos transformacionales: estos modelos operan transformando unas representaciones en otras, siendo muchas las operaciones de transformación posibles (traslación, rotación, homotecia, torcimiento<sup>50</sup>, inversión, desplazamiento de fase, imagen especular, etc.). Esta concepción nace con Garner (1974), quien consideraba que los estímulos transformacionalmente equivalentes eran intersubstituibles.

En el caso de los modelos transformacionales la noción de distancia que se maneja no es geométrica, sino *transformacional*, esto es, la distancia es proporcional a las transformaciones necesarias para pasar de una representación a otra. Así, por ejemplo, si los ítems considerados fuesen secuencias de Xs y Os, y las operaciones de transformación posibles fuesen las siguientes:

- *Imagen especular*: XXXXXOO ↔ OOXXXXX
- *Desplazamiento de fase*: XXXXXOO ↔ XXXXOOX
- *Inversión*: XXXXXOO ↔ OOOOXX

Las secuencias XXXOXXXOXXXO y OOXOOOXOOOXO podrían igualarse por medio de una inversión y un desplazamiento de fase, por lo que la distancia transformacional existente entre ambos ítems sería igual a dos.

Y puesto que la similaridad se reduce conforme aumenta la distancia entre dos ítems, en el caso de los modelos transformacionales la similaridad disminuye al aumentar el número de transformaciones necesarias para pasar de una representación a otra. O, dicho de otro modo, dos objetos son tanto menos similares cuanto mayor sea la complejidad requerida para transformar la representación del uno en la del otro<sup>51</sup>. Esta concepción se apoya en la existencia de estudios psicológicos (Imai 1977) que muestran que aquellas secuencias de Xs y Os entre las que media un mayor número de transformaciones son juzgadas como menos similares que aquellas otras secuencias separadas por una distancia transformacional menor.

---

siguientes. En todo caso, en Hodgetts, Hahn y Chater (2009) podemos encontrar una pormenorizada y actual comparación de estos dos modelos.

<sup>50</sup> O, deformación topográfica.

<sup>51</sup> Sobre la base de la teoría de la complejidad de Kolmogorov.

De hecho, en cierto modo los modelos transformacionales son modelos de alineamiento, sólo que con correspondencias / alineamientos implícitos (en las transformaciones) en vez de explícitos (en los alineamientos estructurales). En todo caso, algunos fenómenos explicados transformacionalmente no se explican de modo estructural<sup>52</sup>, por lo que parece adecuado una combinación de ambos enfoques, en la que los modelos de alineamiento se ocupasen de la estructura interna de los ítems, y los modelos transformacionales de las transformaciones psicológicas que resulten plausibles.

### III.3. CRÍTICAS Y OBJECIONES

Sin embargo, ni la noción de similaridad, ni las teorías de espacios de similaridad están libres de críticas y objeciones, y entre ellas pueden destacarse las siguientes:

#### (A) SOBRE LA VERSATILIDAD DE LA SIMILARIDAD PARA EXPLICAR LA COGNICIÓN<sup>53</sup>:

Dos críticas principales se han planteado con respecto a la flexibilidad de la noción de similaridad (Goldstone 1994b; Goldstone y Son *ib.*):

- *No es lo suficientemente flexible como para explicar la cognición*: ciertos investigadores fundamentan la cognición en teorías (Murphy y Medin 1985) o reglas / estrategias (Smith y Sloman 1994; Sloman 1996) que irían más allá de la mera similaridad, con objeto de explicar las evidencias que apuntan a la aparente separación entre la similaridad y ciertos procesos cognitivos (como puede ser la categorización)<sup>54</sup>. Además, los juicios de categorías dependen (también) del conocimiento biológico, genético e histórico, frente a los de similaridad que dependen sobre todo del conocimiento visual.

Frente a esta objeción Goldstone y Son replican que la similaridad sí influye sobre la categorización, pues las personas tienen problemas para ignorar patrones similares aún cuando disponen de reglas de categorización absolutamente precisas<sup>55</sup> (Palmeri 1997). Además, recuerdan que hay evidencias de que la similaridad depende tanto del contexto como del observador, lo cual apuntaría a que es más sofisticada y flexible de lo que comúnmente se piensa, lo que la acercaría a la cognición de alto nivel.

- *Es demasiado flexible como para explicar la cognición*: ésta es la crítica escéptica de Goodman, para quien el carácter relativo de la similaridad la convierte en una noción *vaga*, salvo que se concrete cuál es el contexto del discurso (esto es, con respecto a qué dos cosas son similares). Ahora bien, si a la afirmación de que dos cosas son similares le añadimos la especificación de la propiedad que comparten, entonces la afirmación de similaridad se convierte en *superflua* (Goodman 1972: 444-5).

---

<sup>52</sup> Las explicaciones transformacionales se han aplicado sobre todo a estímulos perceptuales, mientras que la aplicación de las estructurales lo ha sido fundamentalmente a estímulos conceptuales.

<sup>53</sup> Lo que aquí se presenta es la respuesta de Goldstone y Son ante las críticas vertidas en contra de que la flexibilidad de la similaridad resulte adecuada (por insuficiente o excesiva) para explicar la cognición en su conjunto.

<sup>54</sup> Una de tales evidencias sería el ejemplo puesto por Murphy y Medin (*ib.*: 295), en el cual un hombre completamente vestido salta a una piscina. Dicho hombre podría ser categorizado como BORRACHO, pues disponemos de una teoría de la conducta de las personas ebrias que explica su comportamiento. Sin embargo, según Murphy y Medin es poco probable que la categoría BORRACHO contenga un rasgo específico del tipo “*salta completamente vestido a una piscina*”, por lo que la categorización no tiene lugar en virtud de la similaridad entre esta instancia particular y la categoría, sino debido a que disponemos de una teoría que explica su conducta.

<sup>55</sup> Lo que apunta a un cierto tipo de consideración “forzosa” de la similaridad.

En este caso Goldstone y Son consideran que hay buenas razones para rechazar la conclusión de Goodman (de que la similaridad es vaga o innecesaria):

- (i) No siempre podemos dar cuerpo a la cláusula “*con respecto a la propiedad X*” mediante una única propiedad, y en esos casos la evaluación de la similaridad parece natural y primitiva.
- (ii) Los adultos disponen de impresiones generales de similaridad sin atender a propiedades específicas.
- (iii) Estando determinada por muchas propiedades, la similaridad es poco sensible a cambios bruscos de contexto. Esto resulta consistente con el hecho de que la evaluación automática de similaridad cambie lentamente (presentando una considerable inercia), aún cuando dependa del contexto y la experiencia<sup>56</sup>.

(B) SOBRE LA POSIBILIDAD DE QUE LA SIMILARIDAD EXPLIQUE COMPUTACIONALMENTE LA SENSIBILIDAD AL CONTEXTO DE LA COGNICIÓN HUMANA:

Ésta constituye una crítica indirecta a la teoría de espacios de similaridad. Fodor (2000) sostiene que la cognición humana se caracteriza por su sensibilidad al contexto<sup>57</sup> y globalidad, pero es escéptico en cuanto a que tal sensibilidad pueda ser explicada por las actuales teorías computacionales de la mente (por entender que un sistema representacional con estructuras causales fijas no puede operar sensiblemente al contexto).

En este caso la respuesta de Thomas, Purser y Mareschal (2012) es que pueden implementarse sistemas computacionales simples que muestren que la estructura de similaridad de las representaciones del conocimiento puede cambiar con el contexto. Tal posibilidad sería un hecho tanto para redes neuronales simples como complejas:

- *REDES NEURONALES SIMPLES: el problema del hexágono:*

Considérese el caso de seis ítems representados por puntos en un espacio de dos dimensiones (que actuarán como entradas  $E_1$  y  $E_2$  de la red neuronal), y que tales puntos  $p_i$  estén distribuidos de modo tal que constituyan los vértices de un hexágono. Supóngase, además, que existen dos contextos ( $C_1$  y  $C_2$ ) y que la categorización (salida  $S$ ) de los puntos (o ítems) depende del contexto del modo mostrado en la Tabla 1.

Thomas, Purser y Mareschal (*ib.*: 600-3) demuestran que puede encontrarse una red neuronal con estructura fija que categorice los puntos  $p_i$  sensiblemente al contexto (esto es, una red neuronal cuya salida  $S$  mantenga una dependencia contextual con respecto a  $C_1$  y  $C_2$ ). Para este problema esa red neuronal es la mostrada en la Figura 1. En dicha figura los coeficientes que aparecen junto a las flechas son los pesos de interconexión (excitadores o inhibidores, en función de si son positivos o negativos), y los umbrales presentes en las unidades ocultas y finales son las funciones de activación de dichas unidades. Lo más significativo de esa configuración es que las dos unidades ocultas tie-

---

<sup>56</sup> Con ello las similaridades, en un primer momento (computacionalmente) costosas y estratégicas, se convierten en una segunda naturaleza, en el sentido de McDowell (1994), lo que supone la transformación de la similaridad en una capacidad cognitiva general, momento a partir del cual *percibimos* lo que al comienzo fue una similaridad *conceptual*. De aquí se derivaría nuestra impresión habitual de que la similaridad no nos confunde, debido a que está “diseñada” para evidenciar relaciones entre cosas que, habitualmente, funcionan de modo similar en el mundo (Goldstone y Son *ib.*).

<sup>57</sup> En todo caso, nadie duda de que las categorías representacionales humanas son sensibles al contexto. Esa dependencia ya fue señalada por William James (*ib.*: 333-4) cuando indicó que las categorías están dirigidas por objetivos y son específicas de contexto, y también por Wittgenstein (1953: §17) más adelante, y en términos similares. Por otro lado, los efectos de dicha dependencia contextual sobre el conocimiento semántico se encuentran bien establecidos (Barsalou 1993).

nen funciones de activación distintas en función del contexto ( $C_1$  o  $C_2$ ). Esto permite que la red produzca categorizaciones distintas dependiendo del contexto, el cual es concebido como una entrada más de la red<sup>58</sup>.

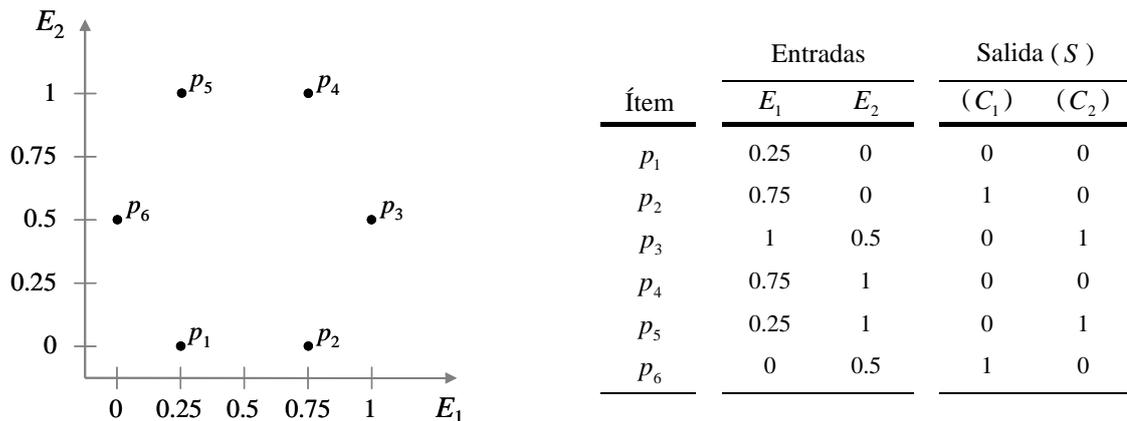


Tabla 1. Problema del hexágono: representación de entradas y mapeo de salidas en función del contexto

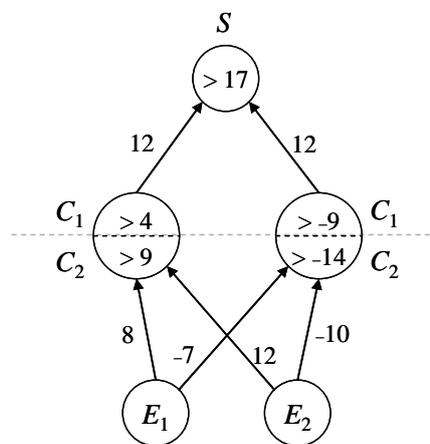


Figura 1. Red neuronal que resuelve el problema del hexágono

- **REDES NEURONALES COMPLEJAS:** ahora bien, la sensibilidad al contexto de las estructuras de similaridad no se limita al ámbito de las redes neuronales simples (como la asociada al problema del hexágono), pues la influencia del contexto también está presente en el caso de redes neuronales complejas. Ejemplos de ello son tanto el modelo para el desarrollo de conocimiento semántico de Rogers y McClelland (2004), como el modelo para el procesamiento de comparaciones metafóricas simples de Thomas y Mareschal (2001).

La conclusión de estos autores es que en todos los casos anteriores opera un mecanismo de modulación conceptual, y que una prueba de ello es el hecho de que redes *invariantes* al contexto generen representaciones internas *sensibles* a ese mismo contexto. En los casos anteriores la sensibilidad al contexto resultante de la dinámica de activación de las unidades ocultas se manifiesta como una propiedad emergente de la red neuronal.

<sup>58</sup> En todo caso, aquí queda en el aire la cuestión de qué es exactamente ese contexto (más allá de una entrada más del proceso), cómo puede caracterizarse, y cómo dicho contexto es seleccionado en unas determinadas circunstancias.

### III.4. LUCES Y SOMBRAS DE LAS TEORÍAS Y MODELOS DE SIMILARIDAD

En primer lugar, hay buenas razones a favor de la adopción de un modelo de similaridad conceptual, por lo que no resulta extraño que los dos marcos presentados en la sección II recurran a la noción de similaridad en su intento de dar cuenta de los procesos que conducen a la formación de los conceptos. Recapitulando brevemente los principales puntos fuertes de estas teorías, éstos serían los siguientes:

- *Gran potencial explicativo*: las teorías de espacios de similaridad conceptual constituyen un medio para explicar la adquisición de conceptos y producción de generalizaciones, la categorización de los objetos en esos conceptos generados y la realización de inferencias, entre otros fenómenos cognitivos.
- *Asunción naturalista básica*: la capacidad explicativa de las teorías de espacios de similaridad conceptual tiene lugar bajo la asunción de que los objetos y eventos similares se comportan de modo similar (en circunstancias semejantes). Ésta es una asunción naturalista básica, en el sentido de poco controvertida, que dispone de buenos motivos evolutivos para su aceptación. ¿Por qué? Porque si entidades similares no se comportasen de modo semejante (en contextos parecidos) sería difícil concebir no sólo cómo ninguna especie podría haber llegado a adquirir concepto alguno, sino incluso sobre qué base podrían operar los mismos procesos de selección natural.
- *Propuesta concreta e integradora*: además, y en lo que respecta a los enfoques geométricos, se trata de un planteamiento que integra de un modo coherente en una única teoría los principales elementos y problemas presentes en las discusiones relativas a la naturaleza y formación de los conceptos:
  - Proporciona un mismo marco (a saber, un espacio de similaridad) para la representación de objetos y conceptos, en el que además los rasgos (o dimensiones) quedan integradas de modo natural (esto es, como un elemento propio de dicho espacio de similaridad conceptual).
  - Explica cómo los conceptos pueden formarse a partir de los objetos (o eventos) particulares. También explica cómo puede tener lugar la formación de los conceptos a partir de la información perceptual-sensorial, esto aún cuando la cuestión de cuál es la naturaleza y origen de esas primeras dimensiones (perceptuales) continúe siendo problemática.
  - Clarifica cómo pueden tener lugar los fenómenos de similaridad, computando ésta en términos de distancias entre objetos (o conceptos).
  - Constituye una explicación tanto de los fenómenos de prototipicalidad (Rosch 1978) como de ejemplaridad (Smith y Medin 1999).
  - Explica cómo funcionaría la categorización de objetos bajo un determinado concepto, cuando la ubicación de los objetos queda dentro de la región asociada al concepto considerado.
  - Contiene elementos que facilitan la explicación de diversos procesos cognitivos: (a) *memoria* (en el sentido de almacenaje) la cual es más factible cuando se la concibe operando sobre espacios con dimensionalidad reducida como los producidos por los modelos geométricos de similaridad; (b) *aprendizaje*, como subdivisión (o composición) recurrente de regiones<sup>59</sup> del espacio de similaridad conceptual; (c) *inferencias*, tanto deductivas (cuando la representación de un cierto objeto o concepto está incluida en la región asociada a otro concepto<sup>60</sup>) como inductivas (que es lo que sucede en todos estos modelos de

---

<sup>59</sup> Lo que da lugar a la formación de nuevos conceptos, más (o menos) específicos que los existentes.

<sup>60</sup> Esto es, cuando el punto que representa al objeto (o la región asociada al concepto) está incluido dentro de la región asociada a ese otro concepto.

similaridad cuando se forma un nuevo concepto a partir de la información relativa a objetos particulares).

Sin embargo, a pesar de todas las importantes virtudes anteriores, las teorías y modelos de similaridad conceptual también se enfrentan a importantes retos, asociados en parte a cuestiones aún pendientes de resolver en las propuestas existentes, y en parte a dificultades o limitaciones asociadas a los propios modelos y teorías propuestos. Desde mi punto de vista los principales de tales retos serían los siguientes:

- *Sobre las dimensiones básicas*: hemos visto que la cuestión de las dimensiones básicas (o primeras, en términos de desarrollo) constituía un problema crucial para toda teoría que pretendiese dar una explicación de cómo tiene lugar la adquisición de los conceptos. De hecho, esta cuestión era la que subyacía tanto al problema de la circularidad como al problema del rasgo, a saber, cuáles son las dimensiones básicas, cuál es su naturaleza (innata o aprehendida), cómo se adquieren o se llega a disponer de ellas, y cómo pueden interactuar con la cognición de modo que fundamenten o constituyan sus conceptos. Ahora bien, esas dimensiones básicas ¿son propiedades sensoriales? ¿Cómo tiene lugar la conexión entre los sistemas de entrada-salida (percepción) y los sistemas de procesamiento central (cognición)? ¿Es posible que existan conceptos (como los observacionales de Weiskopf) basados tan sólo en información puramente sensorial (sin que ésta esté delimitada o separada en dimensiones)? ¿Pueden operar los procesos de identificación de similaridad sin una reducción previa de la dimensionalidad de la información perceptual? Todas estas cuestiones precisan de propuestas (y/o modelos) concretas que las respondan en uno u otro sentido.
- *Elección de un modelo geométrico ontogenéticamente viable*: acabamos de indicar que los modelos geométricos presentan la ventaja de proporcionar la reducción dimensional necesaria para un adecuado procesamiento de la ingente información perceptual generada por los sistemas sensoriales<sup>61</sup>. Ahora bien, cuando Goldstone y Son (*ib.*: 15-7) presentan los modelos geométricos se centran únicamente en el escalamiento multidimensional, al que consideran el caso paradigmático de tales modelos<sup>62</sup>. Recordemos que el escalamiento multidimensional, partía de una matriz de proximidades (obtenida a partir de juicios de similaridad o disimilitud) entre objetos, y que su objetivo era representar tales objetos en un espacio conceptual con un menor número de dimensiones, minimizando la distorsión originada por la reducción dimensional (Johnson y Wichern 1988: 707).

Sin embargo, ése constituye el camino erróneo para dar cuenta de cómo adquirimos los conceptos. ¿Por qué? Porque cuando los sujetos se sitúan ante el mundo la percepción no les proporciona juicios de similaridad o disimilaridad (esto es, la entrada de un escalamiento multidimensional), sino solamente información perceptual-sensorial, cuyo formato y estructura aún no hemos caracterizado. El escalamiento multidimensional puede ser útil para analizar los datos procedentes de estudios psicológicos sobre el modo en que los sujetos evalúan la semejanza de distintos objetos, cuando dichos sujetos (con sus categorías o conceptos ya formados) proporcionan dichos juicios de similaridad. De hecho, puede que éste sea el origen del erróneo intento<sup>63</sup> de aplicar dicha misma técnica al caso de la adquisi-

---

<sup>61</sup> Lo cual también resultaba muy conveniente para otros procesos cognitivos, tales como la memoria.

<sup>62</sup> En mi opinión esta insistencia en el escalamiento multidimensional como paradigma de los modelos geométricos se debe a que es la técnica por excelencia en la psicología experimental (en donde los datos de partida son juicios subjetivos de similaridad o disimilitud). El problema es que, como veremos, tal preferencia no se encuentra en modo alguno justificada cuando de lo que se trata es de proponer un modelo ontogenéticamente realista (esto es, posible desde el punto de vista del desarrollo del individuo).

<sup>63</sup> Error en el que también cae Gärdenfors (*ib.*: 21-4) cuando presenta el escalamiento multidimensional como el método principal para identificar las dimensiones subyacentes a sus espacios conceptuales.

ción de conceptos (por su habitual uso en el ámbito de las ciencias cognitivas). No obstante, los juicios de similitud entre conceptos no son algo dado, y los sujetos no disponen de ellos con anterioridad a la adquisición de sus conceptos asociados. Por ello, el escalamiento multidimensional en ningún caso puede modelar cómo nuestra mente llega a adquirir tales conceptos, pues éstos son anteriores (en términos de desarrollo) a los juicios de similitud<sup>64</sup>. En todo caso, tal y como veremos algo más adelante, el escalamiento multidimensional no es el único modelo geométrico existente, ni tampoco el más potente, versátil o interpretable.

- *Necesidad de una propuesta que reúna las virtudes de los diversos modelos de similitud*: en la presente sección han sido presentados distintos modelos de similitud, cada uno de los cuales tenía sus propios puntos fuertes y débiles. Los modelos geométricos constituían un marco sencillo y elegante para las teorías de espacios conceptuales, pero presentaban el problema de que existían evidencias empíricas que, aparentemente, violaban sus asunciones. Además, los modelos geométricos (al igual que los modelos de rasgos) no podían manejar descripciones estructuradas. Por otro lado, los modelos de alineamiento y transformacionales resultaban mucho más versátiles en cuanto al tratamiento e identificación de alineamientos estructurales y transformacionales, a costa de resultar injustificadamente más complejos para los problemas cognitivos más básicos. En resumen, ninguno de los modelos presentados era capaz de explicar todos los fenómenos cognitivos identificados por la psicología empírica. Por ello, parece conveniente buscar una única concepción (o modelo) unificada capaz de reunir las bondades de los distintos enfoques de un modo que resulte natural (en el sentido de no artificioso).

En principio, un posible modo en que podría enfocarse esta cuestión sería tomar como punto de partida el modelo geométrico, por su sencillez y elegancia en cuanto al modo en que integra los principales elementos de la teoría (dimensiones, objetos, conceptos, etc.) en los espacios de similitud conceptual. A continuación deberían explicarse las evidencias empíricas en contra de sus asunciones (sobre todo de la segunda), algo posible si se acepta que los contextos empleados en las evaluaciones de similitud son / están centrados (en un cierto ítem de aquellos entre los que se esté evaluando la similitud), en cuyo caso ni la simetría ni el triángulo de la desigualdad serían ya asunciones de los modelos geométricos así “modificados”. De hecho, si esas discrepancias pudiesen aclararse de este modo eso reduciría considerablemente la utilidad del modelo de rasgos, cuya principal ventaja sobre los modelos geométricos era precisamente su compatibilidad con las violaciones de la asunción de simetría<sup>65</sup>.

Finalmente, habría que determinar cómo un modelo geométrico puede dar cuenta de las evidencias empíricas a favor de similitudes estructurales o transformacionales. En el primer caso habrá que estudiar si un modelo geométrico puede incluir alineamientos estructurales de un modo que resulte natural al propio modelo (y, por consiguiente, sin que la atención a la similitud basada en alineamientos constituya una excepción a los procedimientos generales de búsqueda de similitudes). En el segundo caso habrá que estudiar hasta qué punto los fenómenos transformacionales son evidencia de genuinos y específicos procesos cognitivos o, en cambio, son fruto (i) bien de las características propias de los sistemas de procesamiento de los estímulos perceptuales<sup>66</sup>, (ii) bien de una reconstrucción (racional) de los procesos automáticos de identificación de las similitudes subyacentes.

---

<sup>64</sup> Por no mencionar el hecho de que el escalamiento multidimensional a lo único que lleva es a una identificación de las dimensiones que conforman el hiperespacio conceptual reducido, pero no a una delimitación de regiones en él (que serían las que, en último término, constituyen los conceptos).

<sup>65</sup> Lo cual tenía lugar a costa de su menor versatilidad, debido al carácter discreto, no continuo, de las dimensiones o rasgos considerados.

<sup>66</sup> Que de modo innato podrían ser capaces de realizar tales transformaciones.

- *Desarrollo de una implementación concreta*: una de las principales ventajas de los espacios de similaridad conceptual era que constituía una propuesta muy concreta capaz de integrar de manera natural los principales elementos presentes en las teorías de conceptos. Por ello, y dado que parece provechoso abordar el problema desde una perspectiva constructiva, una buena opción es tomar las teorías de espacios de similaridad como un marco desde el que enfrentar esta cuestión. La idea es desarrollar una implementación concreta de esta propuesta que vaya más allá de la mera teoría, y de la posterior acumulación de evidencias empíricas a su favor (basadas en estudios psicológicos), implementación sobre la cual se debería:
  - (a) Comprobar la viabilidad práctica tanto de los modelos teóricos presentados como de las propuestas orientadas a la integración de los mismos.
  - (b) Mostrar que dicha implementación permite explicar la cognición, en el sentido de que puede dar cuenta de procesos cognitivos tales como categorizaciones, inferencias, memoria, etc.
  - (c) Proporcionar una explicación empírica (y no sólo teórica) de las evidencias o fenómenos psicológicos identificados por la psicología experimental.
  - (d) Poner de manifiesto (en contra de la tesis de Goodman) que la similaridad no es ni vaga ni superflua, sobre la base de una implementación concreta de los modelos de similaridad.
- *Mayor caracterización de la influencia del contexto*: en la sección III.3 hemos presentado los ejemplos dados por Thomas, Purser y Mareschal (bajo la forma de implementaciones concretas) a favor de la tesis de que puede caracterizarse la influencia del contexto sobre nuestro sistema cognitivo mediante sistemas representacionales como los postulados por las TESC. No obstante, parece necesaria una mayor caracterización del contexto, que respondiese (y proporcionase modelos de implementación concretos) a todas las cuestiones siguientes: (a) si el contexto es una parte del sistema conceptual de los sujetos, es decir, si puede concebirse como un fenómeno emergente del sistema conceptual, y no como algo externo al mismo; (b) cómo dicho contexto es construido (o seleccionado) en cada caso, y cómo sus distintos elementos influyen sobre la cognición; y (c) cómo puede implementarse un contexto así caracterizado sobre modelos de tipo geométrico (frente a la implementación conexionista postulada por Thomas, Purser y Mareschal).

## IV. UN MODELO GEOMÉTRICO ITERATIVO

### IV.1. UNA SOLUCIÓN COMPARTIDA PARA DOS PROBLEMAS DISTINTOS

En la primera sección de este trabajo se han expuesto dos problemas que resultaban críticos para la cuestión de cómo adquirimos los conceptos (a saber, el problema de circularidad y el problema del rasgo), tras lo cual se han presentado dos marcos que intentaban dar respuesta a tales problemas, junto con las dificultades que cada uno de ellos tenía asociadas. No obstante, uno y otro planteamiento presentaban una importante diferencia: mientras que el *marco neo-quineano* que proponían Laurence y Margolis respondía tan sólo al problema de la circularidad (mediante el recurso a la aceptación de ideas innatas), los *conceptos observacionales* de Weiskopf constituían un intento de respuesta a ambas cuestiones (al problema de la circularidad sosteniendo que los conceptos observacionales se conforman a partir de contenido de tipo no-conceptual, y al problema del rasgo afirmando que esos conceptos observacionales carecían de estructura).

Es por ello que, en este sentido (esto es, en lo que respecta a estos dos problemas), el enfoque de Weiskopf resulta superior al de Laurence y Margolis. No obstante, su problema es (dejando de lado las dificultades anteriormente vistas en el apartado II.2.c) que

Weiskopf tiene que recurrir a dos tesis distintas, cada una destinada a la resolución de uno de esos dos problemas (a saber, [a] que los conceptos observacionales se forman a partir de contenido no-conceptual, y [b] que los conceptos observacionales son no-estructurados). Mi propósito en el presente apartado es mostrar que, escogiendo un modelo de similaridad adecuado, es posible proporcionar una respuesta a ambos problemas que no requiera de la asunción de tesis específicas, sino que surja de modo natural del modelo de similaridad postulado. Eso mostraría que ambos problemas pueden tener una misma solución compartida:

- *Problema del rasgo*: este problema consistía en que resultaba ontogenéticamente implausible que los conceptos se formasen a partir de sus rasgos constituyentes, puesto que muchos de los rasgos presentes en los conceptos no pueden concebirse como anteriores a los propios conceptos.

Una posible respuesta es asumir (como hace Weiskopf) que los primeros conceptos no tienen estructura. Ahora bien, otra alternativa es considerar que en los casos en que surge el problema del rasgo lo que está ocurriendo no es que los rasgos sean anteriores (en términos de desarrollo) a los conceptos de los que forman parte, sino que la adquisición de unos y otros (rasgos y conceptos) tiene lugar de modo simultáneo. O, dicho de otro modo, que la adquisición de los *rasgos* de esos conceptos y de los propios *conceptos* es el resultado de un mismo proceso cognitivo.

Así, por ejemplo, para el caso del concepto PÁJARO y del rasgo ALA no se trataría tanto de que uno sea anterior al otro o viceversa (esto es, de que [i] el concepto PÁJARO haya de ser anterior al rasgo ALA porque este rasgo no puede concebirse como anterior al concepto PÁJARO, o de que [ii] el rasgo ALA haya de ser anterior al concepto PÁJARO porque ese rasgo es un elemento constituyente de este concepto). Mi tesis es que el problema del rasgo desaparecería si ambos, rasgos y conceptos, se adquiriesen a un mismo tiempo, y que esto es una posibilidad real cuando los sistemas de representación conceptual se caracterizan por medio de un modelo geométrico iterativo de similaridad basado en la combinación de un análisis de tipo factorial con un análisis de tipo cluster<sup>67</sup>.

- *Problema de circularidad*: este problema no era otro que, fuera el que fuese el proceso por medio del cual adquirimos los conceptos (la abstracción, por ejemplo), no todos los rasgos generales que componen dichos conceptos pueden ser adquiridos mediante ese mismo proceso cognitivo.

En este caso entiendo que la dificultad tan sólo surge cuando se parte de la tesis de que rasgos y conceptos son el mismo tipo de entidades. Ahora bien, aunque rasgos y conceptos pertenecen a la misma categoría en un cierto sentido, en otro cierto sentido pertenecen a categorías muy distintas, tal y como aquí intentaré poner de manifiesto. Por un lado, cuando decimos que el *concepto* PÁJARO está formado por los *rasgos* ALA, PICO, PLUMAS y VUELA (por ejemplo), y luego hablamos de los *conceptos* ALA, PICO, PLUMAS y VOLAR (compuestos respectivamente por otros rasgos más básicos), entonces sí parece que en ambos casos estamos ante el mismo tipo de entidad. Sin embargo, cuando analizamos la cuestión bajo el prisma de un modelo de similaridad de tipo geométrico (como pudiera ser uno de tipo factorial-más-cluster) observamos que unos y otros desempeñan papeles muy distintos:

- Los *rasgos* (o, el *papel de rasgo*) son las dimensiones (los ejes o armazón) que constituyen el hiperespacio conceptual.

---

<sup>67</sup> En este caso cabe objetar que la adquisición simultánea de rasgos y conceptos tan sólo constituye una solución al problema del rasgo (y, por lo tanto, una ventaja frente a otros modelos) si realmente rasgos y conceptos se adquieren a la vez (y no éstos antes que aquéllos), con el problema de que por el momento no dispongo de evidencias o argumentos a favor de que, en efecto, eso ocurra del modo indicado.

- Los *conceptos* (o, el *papel de concepto*) son las regiones (o subespacios delimitados) de dicho hiperespacio conceptual.

Estos dos papeles tan sólo coincidirían si se aceptase que una región del hiperespacio conceptual también puede reducirse a uno de los ejes que configuran ese hiperespacio (aunque tal aceptación resulta, cuando menos, atípica).

Obviamente, la mayoría de las entidades conceptuales pueden desempeñar tanto el papel de concepto como el papel de rasgo. En el primer caso se corresponderán con regiones del espacio de similaridad, mientras que en el segundo con dimensiones de dicho espacio. No obstante, una misma entidad no podrá jugar a un mismo tiempo ambos papeles, esto es, si desempeña el papel de concepto no podrá desempeñar el papel de rasgo, y viceversa.

La cuestión es que una entidad conceptual tan sólo podrá actuar en el papel de rasgo si anteriormente ha sido definido (o formado) su papel como concepto<sup>68</sup>. Dicho en términos del modelo de similaridad propuesto, una entidad conceptual tan sólo podrá desempeñar el papel de dimensión en un hiperespacio conceptual si previamente ha sido definida como concepto de otro hiperespacio conceptual más básico (en el sentido de que los rasgos que constituyan sus dimensiones sean más básicos). Ahora bien, esto no conduce a un regreso al infinito en la búsqueda de hiperespacios cada vez primitivos, puesto que dicho proceso terminará en el momento en que las dimensiones constituyentes del hiperespacio considerado procedan de (o, tengan asociado) contenido de tipo perceptual-sensorial.

Finalmente, la identificación de los rasgos no-conceptuales (de tipo perceptual-sensorial) que constituyen las dimensiones que conforman los hiperespacios conceptuales más primitivos podría tener lugar por medio del mismo tipo de proceso cognitivo que lleva a la adquisición (simultánea) de conceptos y rasgos.

Por todo lo anterior, sostendré que una adecuada caracterización de los sistemas de representación conceptual (por medio de un modelo geométrico iterativo de tipo factorial-más-cluster) permite dar cuenta de estos dos problemas, y que esa explicación surge de modo natural a partir de las características formales del propio modelo.

## IV.2. MODELO GEOMÉTRICO DE TIPO FACTORIAL-MÁS-CLUSTER

En la sección III.4 indicamos que el escalamiento multidimensional no constituía un modelo geométrico adecuado si lo que pretendemos es que constituya la base de una explicación con respecto a cómo nos formamos los conceptos. La razón para tal rechazo era que se trataba de un modelo que iba de juicios de similaridad (o disimilitud) entre ítems a la representación de éstos en un hiperespacio con una dimensionalidad mucho menor que la asociada a los datos de partida, con el problema de que dichos juicios subjetivos de similaridad no son algo dado con anterioridad a los propios conceptos (y sus rasgos, o dimensiones, asociados)<sup>69</sup>.

No obstante, el escalamiento multidimensional es tan sólo una de las muchas técnicas de análisis disponibles a la hora de intentar caracterizar nuestros espacios de similaridad por medio de un modelo geométrico y no necesariamente la más potente, versátil o interpretable<sup>70</sup>. De hecho, mi tesis es que el análisis cluster es una técnica que, combinada

---

<sup>68</sup> Esto tan sólo ocurre para las entidades conceptuales, que no para aquellos rasgos no-conceptuales (de tipo perceptual-sensorial) que constituirían las dimensiones de los espacios conceptuales más primitivos.

<sup>69</sup> Distinto es que dichos valores de similaridad (o disimilitud) constituyan, bajo la forma de una matriz de distancias, un paso intermedio del proceso de análisis.

<sup>70</sup> Para un breve recorrido histórico de las principales técnicas o tipos de análisis que pueden ser candidatos a ocupar el lugar del escalamiento multidimensional consúltese Shepard (1980).

con análisis complementarios (de tipo factorial), da lugar a un modelo más adecuado que el escalamiento multidimensional para la *caracterización* de los procesos y capacidades cognitivas que conducen a la adquisición de los conceptos o ideas generales.

#### IV.2.a. Análisis cluster

El análisis cluster es un proceso por medio del cual los elementos de un conjunto de ítems son agrupados en conglomerados homogéneos entre sí (pero heterogéneos cuando cada grupo se compara con otros grupos identificados), por lo cual podríamos decir que estamos ante un método de clasificación (Milligan 2006: 999). Los análisis cluster son técnicas heurísticas empleadas para el estudio (exploratorio) de grandes cantidades de datos con muy alta dimensionalidad cuando no se conoce cuál es la estructura<sup>71</sup> de los datos de partida (Manton *et al.* 2005a: 305). El propósito de este tipo de análisis es reducir la dimensionalidad de los datos iniciales (con objeto de facilitar / aumentar la comprensión de la información de entrada), para lo cual se agrupan los ítems considerados en grupos de objetos más similares entre sí que con respecto a los objetos pertenecientes a otros grupos, siendo un paradigma bien establecido en el ámbito del aprendizaje no-supervisado (Michalski y Stepp 1983). Al igual que los otros modelos geométricos, el análisis cluster produce como resultado un hiperespacio conceptual que permite la representación en él de los datos de partida (en donde los objetos quedan representados por puntos, y los conceptos por regiones).

Los análisis cluster toman como información de partida un conjunto de  $p$  medidas (o variables) relativas a un conjunto formado por  $n$  objetos (ítems o individuos) particulares. Esa información puede representarse mediante una matriz  $\mathbf{X}$ , cuyas filas representan los objetos  $\mathbf{x}^i = (x_1^i, \dots, x_p^i)$ , y cuyas columnas representan las variables  $\mathbf{x}_j = (x_j^1, \dots, x_j^n)$  (esto es, los valores tomados por las  $p$  variables para cada uno de los  $n$  objetos):

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_1^1 & \cdots & x_p^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^n & \cdots & x_p^n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{x}^1 \\ \vdots \\ \mathbf{x}^n \end{pmatrix} = (\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_p)$$

Siendo un modelo geométrico de similaridad<sup>72</sup> el cálculo de las distancias tiene lugar del modo indicado en la sección III.2, pudiendo usarse los mismos tipos de distancias (euclídea, Manhattan, etc., para variables continuas; o Hamming para variables categóricas). Sin embargo, en el análisis cluster es preciso tener en cuenta, no sólo las distancias entre objetos particulares, sino también las distancias entre-grupos y las distancias intra-grupo:

- *Distancia intra-grupo* (dentro de un cluster): la cual se calcula como algún tipo de medida (suma, media, máximo o mínimo) sobre uno de los tres siguientes conjuntos de distancias: [a] todos los pares de puntos del cluster; [b] entre el centroide y todos los puntos del grupo; o [c] entre el medoide<sup>73</sup> y todos los puntos del grupo.
- *Distancia inter-grupo* (entre dos clusters): para cuyo cálculo existen varias aproximaciones: [a] distancia entre sus centroides o medoides; [b] distancia entre los dos objetos más próximos o lejanos de los grupos, esto es,  $d(c_1, c_2) = \min_{\mathbf{x}_i \in c_1, \mathbf{x}_j \in c_2} d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j)$

<sup>71</sup> Aquí estructura no debe entenderse en el sentido que tenía en los modelos basados en alineamientos (*vid.* sección III.2), sino como la estructura del espacio de similaridad subyacente (esto es, como las dimensiones que conforman o articulan dicho espacio).

<sup>72</sup> En contra de lo sostenido por Goldstone y Son (*ib.*: 22), quienes yerran al considerarlo un modelo de rasgos, puesto que el análisis cluster genera un modelo geométrico (donde las variables independientes son las dimensiones o rasgos de los conceptos identificados, dados éstos por la región asociada a cada cluster en el espacio de similaridad), y no un modelo de rasgos (donde los clusters se corresponderían con rasgos, tal y como sugieren Goldstone y Son).

<sup>73</sup> La noción de medoide es análoga a la de centroide (o punto cuya disimilitud con respecto a todos los objetos del cluster es mínima), con la diferencia de que el medoide ha de ser un objeto del cluster.

o  $d(c_1, c_2) = \max_{\mathbf{x}_i \in c_1, \mathbf{x}_j \in c_2} d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j)$ ; [c] distancia media entre todos los pares de objetos formados por los elementos de esos dos conglomerados.

Y dado que el objetivo del análisis cluster es clasificar los objetos en grupos homogéneos entre sí y heterogéneos en comparación con el resto, tal objetivo se identifica con la minimización de las distancias intra-grupo y la maximización de las distancias inter-grupo.

Sin embargo, debido a su carácter heurístico existe una amplia variedad de técnicas de análisis cluster (no siendo ninguna de ellas adecuada para todas las posibles aplicaciones), distinguiéndose por lo general las tres aproximaciones siguientes (Milligan *ib.*):

[A] Métodos jerárquicos: estos métodos intentan alcanzar el objetivo del análisis cluster (de identificar grupos que estén tan “lejos” de otros grupos como sea posible) siguiendo uno de los dos procedimientos siguientes (Leese 2005; Hubert 2006): (i) *algoritmo por acumulación*: el cual parte de  $n$  conglomerados iniciales (asociado cada uno a los  $n$  objetos considerados), y en cada paso los pares de clusters más próximos son combinados para formar un único conglomerado; y (ii) *algoritmo por división*: el cual parte de un único cluster que es dividido sucesivamente en cada paso (hasta llegar a grupos formados por un solo objeto)<sup>74</sup>.

En ambos casos los clusters jerárquicos dan lugar a una secuencia (o árbol) de particiones que puede representarse mediante un dendrograma, en donde la longitud de las líneas indica la distancia (disimilitud) entre clusters. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de dendrograma para el caso de la relación de parentesco<sup>75</sup>:

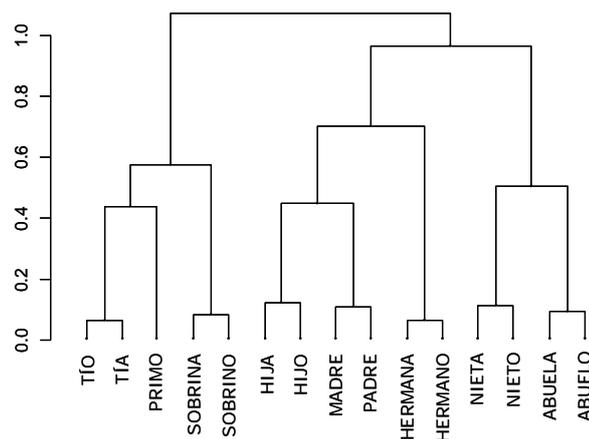


Figura 2. Ejemplo de dendrograma para la relación de parentesco

Los árboles de partición a que dan lugar este tipo de métodos producen grupos finales disjuntos, y grupos intermedios tales que contienen completamente a los subgrupos que están por debajo de ellos (y de ahí el nombre de *métodos jerárquicos*).

[B] Métodos no-jerárquicos (o *basados en particiones*): frente a los clusters jerárquicos, cuyo resultado era un árbol de particiones, los procedimientos no-jerárquicos únicamente producen un conjunto (no un árbol) de conglomerados no solapados (Milligan 2006). En este caso los algoritmos más extendidos son los llamados  $k$ -means que, asumiendo un cierto número  $k$  de grupos, comienzan con un conjunto de centros tentativos para dichos grupos, centros que se desplazan en cada paso de modo tal que se maximice la separación entre clusters (distancias inter-grupo) y se minimice la heterogeneidad de cada conglomerado (distancias intra-grupo).

<sup>74</sup> No obstante, los algoritmos por acumulación suelen ser más eficientes que los algoritmos por división.

<sup>75</sup> En este ejemplo los casos iniciales no son objetos particulares, sino conceptos (Milligan y Hirtle (2003: 168), tomado del trabajo de De Soete y Carroll (1996)).

Los algoritmos *k*-means tienen poca complejidad computacional, por lo que son bastante más eficientes que los métodos jerárquicos, motivo por el cual resultan muy convenientes para el análisis de muy grandes cantidades de datos. Ésta es la opción por la que nosotros nos inclinamos.

[C] Otras estrategias: ahora bien, además de las dos anteriores aproximaciones principales al análisis cluster, existen otras estrategias de clasificación alternativas, entre las que es posible destacar las siguientes:

- *Métodos con clusters solapados*, en donde los objetos pueden estar incluidos en más de un cluster al mismo tiempo, tal y como ocurre en los modelos de clustering aditivo (Shepard y Arabie 1979; Mirkin 1987).
- *Métodos de ordenación*, cuyo propósito no es dividir los objetos en particiones, sino proporcionar un nuevo espacio dimensional sobre el que representarlos<sup>76</sup>, siendo ése el caso tanto del escalamiento multidimensional no métrico (Shepard 1962a, 1962b; Kruskal 1964), como del análisis factorial (Jain y Dubes 1988).
- *Análisis cluster borroso*, donde la pertenencia de los objetos a los grupos es de tipo parcial, en el sentido de que no toma como únicos valores verdadero o falso (0 ó 1), sino un número real comprendido en el intervalo [0,1], existiendo múltiples algoritmos y enfoques al respecto (Manton *et al.* 2005b).

#### IV.2.b. Análisis factorial

El análisis factorial es una técnica que permite la extracción (o identificación) de rasgos por medio de la transformación del conjunto inicial de dimensiones (rasgos o variables) en un conjunto final cuyo número de dimensiones sea menor que el inicial, manteniendo tanta capacidad explicativa como resulte posible<sup>77</sup>. El propósito de tal reducción dimensional es eliminar tanta información redundante (o irrelevante) como sea posible, lo cual resulta muy conveniente por todos los motivos siguientes: (i) disminuye el volumen de datos de entrada, lo que reduce los requisitos, o capacidades, necesarios para su transmisión y procesamiento; (ii) proporciona un conjunto de rasgos relevantes, lo que incrementa la eficiencia de los clasificadores que operan sobre ellos; (iii) siendo dimensiones significativas, aumenta / posibilita la comprensión de los datos de entrada, y de las relaciones y estructuras presentes en ellos. Por todo ello son técnicas ampliamente utilizadas para la investigación de la estructura de la inteligencia (Sternberg 2005: 753).

Las técnicas de análisis factorial guardan una íntima con el análisis de componentes principales que nace con los trabajos de Pearson (1901) y Hotelling (1933), y aún no siendo el mismo método, sí presentan importantes semejanzas. El objetivo del análisis de componentes principales es transformar un conjunto de  $p$  dimensiones (o variables) iniciales  $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_p$  en un conjunto con igual número de dimensiones  $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_p$  finales (combinación lineal de las primeras), incorrelacionadas entre sí y ordenadas de modo decreciente en cuanto a su significancia<sup>78</sup> (Jolliffe 2005; Jeffers 2006). Las dimensiones finales  $\mathbf{y}_i$  reciben el nombre de *componentes principales*.

En cambio, el propósito del análisis factorial, surgido del trabajo de Spearman (1904)<sup>79</sup>, es representar un conjunto de dimensiones iniciales  $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_{p_i}$  por medio de un conjunto

---

<sup>76</sup> Tal y como hacía el escalamiento multidimensional.

<sup>77</sup> Es decir, maximizando la información (medida, por ejemplo, en términos de variabilidad) explicada por las dimensiones iniciales que continúa siendo explicada por las dimensiones finales.

<sup>78</sup> O capacidad para explicar la varianza de los datos de partida.

<sup>79</sup> Una presentación moderna del mismo la encontramos en Harman (1967).

con un menor número de dimensiones finales  $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_{p_f}$  (con  $p_f \ll p_i$ ), llamadas *factores*, que maximicen la variabilidad explicada de los datos (Pruzer 2005; Maxwell 2006). Este tipo de análisis factorial recibe el nombre de exploratorio<sup>80</sup>. En este caso existen distintos métodos de factorización (esto es, de procedimientos para identificar los factores), siendo el *análisis de componentes principales* el más utilizado<sup>81</sup>.

En ambos casos (esto es, tanto en el análisis de componentes principales pero, sobre todo, en el análisis factorial) el conjunto de dimensiones finales obtenidas puede, y suele, ser rotado con objeto de encontrar una mejor solución<sup>82</sup>.

#### IV.2.c. Un modelo iterativo de tipo factorial-más-cluster

Nuestra propuesta es combinar estos dos tipos de análisis en un único modelo geométrico que incorpore las ventajas de ambos, con objeto de alcanzar una mejor caracterización del hiperespacio conceptual postulado por las TESC. Tal propuesta de integración consiste en un modelo que recorra de modo secuencial e iterativo las tres etapas siguientes (hasta alcanzar una de las dos condiciones de término presentes en su último paso):

- (1) Análisis factorial: sobre los datos de tipo perceptual-sensorial, con objeto determinar qué dimensiones (o rasgos) principales subyacen a esos datos. Este primer análisis produciría como resultado un espacio geométrico con una dimensionalidad mucho menor que la asociada a las descripciones perceptuales de partida, con una disminución proporcional en el volumen de datos manejados. Dicha reducción dimensional lo será a costa de una pequeña pérdida de información (o variabilidad) contenida en los datos de partida, pero no explicada por las dimensiones finales (o factores) resultantes de este análisis.

La representación de los ítems de partida sobre este nuevo espacio dimensional (cuyas dimensiones o rasgos constituyentes serán los factores identificados) conformará la entrada del análisis cluster que tendrá lugar justo a continuación.

- (2) Análisis cluster (no-jerárquico de tipo  $k$ -means): sobre los resultados del anterior análisis factorial, con objeto de dividir el espacio de similaridad subyacente en regiones (no necesariamente convexas<sup>83</sup>) que identificaremos con conceptos.

Los análisis de tipo  $k$ -means partían de un conjunto de centroides tentativos que constituían los centros de los conglomerados con que comenzaba el proceso de análisis. En este caso nuestra tesis es que, dependiendo de cuál sea la etapa dentro del proceso de formación de conceptos en que el sujeto se encuentre, será distinta la entidad cognitiva que ocupe el lugar de tales centroides iniciales:

- Así, si la etapa en que se encuentra el sujeto no es la primera en el proceso de formación del concepto (esto es, si previamente ya disponía de un concepto al respecto), entonces la anterior representación de dicho concepto en el espacio de similaridad conceptual constituirá uno de los centroides iniciales.

---

<sup>80</sup> Frente al análisis factorial confirmatorio, cuyo propósito no es identificar los factores que subyacen al conjunto de datos de partida (tal y como ocurre en el caso del exploratorio), sino testear hipótesis sobre la relación que mantienen dichos datos con un cierto conjunto de factores dado de antemano.

<sup>81</sup> Otros métodos de factorización alternativos son el *análisis de factores canónicos* y el *análisis de factores comunes* (o principales).

<sup>82</sup> Lo que en este caso se corresponde con una solución tal que los coeficientes que relacionan los factores con las dimensiones iniciales sean lo más simples posible (esto es, bien muy próximos a cero, bien muy alejados de cero). Esto tiene un doble efecto sobre el modelo resultante: (a) un pequeño número de factores (los primeros) explican la mayor parte de la variabilidad de los datos iniciales; y (b) los factores resultantes son más fáciles de interpretar.

<sup>83</sup> En contra de la tesis de Gärdenfors (*ib.*: 70).

- En cambio, si el sujeto se encuentra en la primera etapa de adquisición de ese concepto habrá dos posibilidades: (i) que se trate de una idea innata cuya representación en un espacio de similaridad<sup>84</sup> forme parte de la herencia genética del sujeto, en cuyo caso esa representación ocuparía el lugar de un centroide inicial<sup>85</sup>; (ii) que no sea una idea innata, en cuyo caso el centroide inicial se ubicaría al azar.

Esto da lugar a una concepción de los conceptos según la cual éstos seguirían un ciclo de desarrollo en el que, partiendo o no (según cada caso concreto) de representaciones innatas de ellos (que actuarían como semillas iniciales en el proceso de análisis), dichos conceptos irían refinándose a lo largo de la vida del sujeto según éste fuese disponiendo de nueva información perceptual-sensorial al respecto.

Obviamente muchos detalles operativos de cómo se implementaría este análisis cluster han quedado en el aire: ¿Cómo tiene lugar la correspondencia entre dimensiones “heredadas” y las del actual espacio conceptual del sujeto (o, alternatively, las resultantes del análisis factorial)? ¿Cómo es el proceso que atribuye las representaciones innatas a los centroides iniciales? ¿Cuándo desistir y cuándo perseverar en los ensayos de una cierta idea innata como centroide tentativo?

(3) Evaluación de los rasgos y conceptos identificados: para terminar, tanto los rasgos subyacentes al espacio de similaridad, como los conceptos asociados a las regiones delimitadas deberán ser evaluados (o contrastados) para determinar cómo de satisfactorios son en términos prácticos y/o cognitivos:

- Si los resultados son aceptables, las dimensiones (o factores), hasta ahora tentativas, resultantes del análisis factorial serán confirmadas como rasgos (provisionalmente<sup>86</sup>) válidos / efectivos, y eso mismo ocurrirá con los conceptos resultantes del análisis cluster, terminado de este modo el proceso iterativo.
- Si en cambio los resultados no son satisfactorios, se abandonarán tanto las dimensiones tentativas como los conceptos identificados, retornando el proceso al inicio del paso (1) ó (2)<sup>87</sup>, hasta que se alcance una solución más satisfactoria, o se detenga el proceso una vez considerada toda alternativa posible.

#### IV.2.d. Ventajas del modelo propuesto

Por todo ello consideramos que el modelo que aquí proponemos no es un mero modelo (geométrico) de similaridad alternativo a otros existentes, con los que comparte el objetivo de identificar regiones formadas por objetos con propiedades homogéneas (que, en este ámbito, identificamos con los conceptos formados), pues presenta importantes ventajas sobre ellos, entre las que cabe destacar las siguientes:

- *Datos de partida*: frente al escalamiento multidimensional (que parte de juicios de similaridad o disimilaridad, no disponibles para el sujeto con anterioridad a la formación de los conceptos), la información de entrada en nuestro modelo son dimensiones (o rasgos) de tipo perceptual-sensorial o conceptual. Esto implica que

---

<sup>84</sup> No necesariamente el mismo espacio de similaridad que el mantenido por el sujeto en ese momento.

<sup>85</sup> Con esto no se está asumiendo que el sistema conceptual sea capaz de hacer corresponder correctamente las dimensiones del espacio conceptual del sujeto con las dimensiones propias de la representación heredada del concepto. El modo en que tal asignación tendría lugar es algo que en este trabajo queda como un problema abierto.

<sup>86</sup> Hasta que nueva información perceptual-sensorial esté disponible, lo que daría lugar a la repetición de todo este proceso para un nuevo refinamiento del espacio conceptual del sujeto (y, por consiguiente, tanto de sus rasgos como de sus conceptos).

<sup>87</sup> En función de a qué se deba el carácter no-satisfactorio de la solución alcanzada, y de cuál haya sido el camino seguido hasta entonces en el proceso de adquisición de conceptos.

en nuestro caso la dirección del análisis es ontogenéticamente posible (de información sensorial a conceptos), lo cual no era así en el escalamiento multidimensional (en donde se pasaba de juicios de similitud a conceptos).

- *Compatibilidad natural con modelos innatistas*: otra ventaja del enfoque propuesto es que resulta compatible con aproximaciones de corte innatista, permitiendo dar cuenta de ese innatismo de modo natural (bajo la forma de semillas que actuarían como centros de los grupos iniciales en un cluster no-jerárquico tipo *k-means*)<sup>88</sup>. En consecuencia, este modelo permite aceptar la existencia de conceptos innatos que actuarían, en ciertos casos, como punto de partida (ubicación de los centroides iniciales del análisis cluster) en los procesos cognitivos que conducirán a la formación de los conceptos efectivos para ese sujeto<sup>89</sup>.

En todo caso, el papel desempeñado por estas semillas está muy lejos de la noción que habitualmente se tiene de las ideas innatas. Eso es así porque, tal y como se ha indicado en la sección anterior (*vid.* nota 85) al aceptar la posibilidad de que podamos heredar ciertas representaciones (innatas) no estamos asumiendo que tales representaciones se encuentren siempre vinculadas a un espacio conceptual concreto (esto es, de dimensiones determinadas). Mi tesis es que heredamos las representaciones que actúan a modo de semillas (esto es, los valores susceptibles de ser asociados a un conjunto de dimensiones), no el espacio conceptual en el que tales semillas se sitúan (esto es, no las dimensiones que conforman ese espacio conceptual). En determinados casos podrá asumirse que se heredan también las dimensiones (cuando éstas sean muy próximas a la información perceptual-sensorial, tal y como ocurre en el caso de formas, colores, etc.), pero en otros casos esa aceptación resulta mucho más cuestionable (aún cuando se trate de conceptos muy básicos, como por ejemplo los asociados a los animales)<sup>90</sup>.

Y dado que se trata de una noción de idea innata mucho más débil que la habitual, resulta perfectamente compatible con concepciones más fuertes de la misma como, por ejemplo, la sostenida por Laurence y Margolis en respuesta al problema de la circularidad.

- *Desarrollo progresivo de los conceptos*: una tesis habitual es que los conceptos no son fijos a lo largo del desarrollo del sujeto, sino que sus formas iniciales son diferentes de sus formas maduras. Como hemos visto, el modelo propuesto puede dar cuenta de esta tesis, pues los conceptos por él modelados evolucionan desde unas semillas iniciales (cuya naturaleza en ciertos casos puede ser innata), hasta unas regiones finales determinadas por los centroides resultantes del proceso de análisis, los cuales a su vez jugarían el papel de semillas en subsiguientes procesos de refinamiento de ese mismo concepto<sup>91</sup>.
- *Identificación de dimensiones (o rasgos)*: a lo largo del presente trabajo hemos indicado que uno de los principales problemas de que adolecen todas las aproxima-

---

<sup>88</sup> Esto constituye una ventaja específica del análisis cluster frente al resto de modelos de similitud (de hecho, los análisis cluster/discriminante son las únicas técnicas multivariantes que hacen uso de semillas).

<sup>89</sup> Ésta sería tan sólo una de las formas que podrían adoptar las ideas innatas (a saber, como punto de partida innato en los modelos considerados). Otra posible concepción de tales ideas innatas, perfectamente compatible con la primera, sería como capacidades discriminadoras innatas de determinados estímulos sensoriales (colores, formas, líneas, continuidad, invarianza ante transformaciones, etc.)

<sup>90</sup> El hecho de que no heredemos el espacio conceptual en el que se sitúan las representaciones dota a los conceptos de la variabilidad necesaria para que puedan cambiar (de generación en generación) conforme lo hace el entorno en que los sujetos se desarrollan.

<sup>91</sup> Y, aunque en la presente exposición únicamente hemos considerado la posibilidad de que haya cambios en los conceptos, con ello no estamos excluyendo que en su ciclo de desarrollo también puedan producirse cambios en el tipo de representación (cuando, por ejemplo, entrase en juego una concepción tipo teoría de los conceptos).

ciones presentadas es el de no explicar cómo tiene lugar la identificación de los rasgos / dimensiones perceptuales subyacentes (identificación necesaria para dar el paso de lo perceptual a lo conceptual). En este caso el análisis factorial ofrece una posible solución a este problema, dada su capacidad para reducir la dimensionalidad de los datos sensoriales de entrada, e identificar los rasgos (o dimensiones) subyacentes a ellos. De este modo, la combinación de un análisis factorial previo con el análisis cluster libera a éste de las siguientes dos críticas realizadas por Gärdenfors (*ib.*: 126)<sup>92</sup>: (i) que sus dimensiones son proporcionadas por quien diseña el modelo, pues en este caso las dimensiones iniciales son los factores generados como resultado del análisis factorial; y (ii) que su interpretación resulta compleja, en tanto en cuanto la reducción dimensional producida por el análisis factorial haya dado lugar a un conjunto de factores más fácilmente interpretables.

Además, tal y como ya apuntamos en el apartado IV.1, se trata de un planteamiento que da respuesta a los dos problemas básicos a los que se enfrenta toda teoría sobre la formación de conceptos, a saber, el problema del rasgo y el problema de circularidad:

- *Problema del rasgo*: además es posible<sup>93</sup> que el modelo que proponemos no adolece del problema del rasgo porque en él la adquisición de rasgos y conceptos tiene lugar de modo simultáneo, en el sentido de que unos y otros resultan de un mismo proceso integrado: (i) primero se identifican un conjunto de rasgos tentativos; (ii) y a continuación se delimitan las regiones del espacio de similaridad que determinan los conceptos (también tentativos); (iii) pero ni los rasgos ni los conceptos pasan del status de ‘tentativo’ a ‘efectivo’ hasta que no son confirmados en la última etapa del proceso iterativo. Es por ello que decimos que si, en efecto, rasgos y conceptos son adquiridos a un mismo tiempo, como resultado de un proceso “monolítico” como el planteado, en tal caso problema del rasgo desaparece.
- *Problema de circularidad*: en cuanto al problema de circularidad, basta con lo indicado en la sección IV.1, pues nada de lo allí dicho dependía de los detalles específicos del modelo propuesto que se han expuesto en el presente apartado IV.2.

### IV.3. CUESTIONES PENDIENTES DE TRATAMIENTO FUTURO

Sin embargo, y aún y a pesar de las virtudes que entendemos presenta el anterior planteamiento, debemos indicar que éste no se encuentra por ahora en condiciones de proporcionar una explicación completa de muchos fenómenos cognitivos repasados en el presente ensayo. Es por ello que quedarían pendientes de un tratamiento futuro (a parte de muchos detalles operativos relativos a cómo se articularía el modelo propuesto), todas las cuestiones siguientes:

---

<sup>92</sup> Gärdenfors realiza otras críticas a los métodos cluster, las cuales considero resultan inadecuadas desde una perspectiva meramente técnica, puesto que:

– Ni los distintos criterios existentes para determinar cuáles son las fronteras de los conglomerados formados constituyen una potencial fuente de equivocidad, pues en último término todos ellos maximizan la homogeneidad intra-grupo, y minimizan la heterogeneidad inter-grupo.

– Ni la división del espacio de similaridad tiene lugar sin un criterio con respecto a la categorización correcta de los objetos, desde el momento en que las semillas pueden tener una componente innata y, en todo caso, los conceptos asociados a los conglomerados resultantes son luego confirmados a la luz de su utilidad para los intereses, objetivos y prácticas del sujeto.

– Ni las regiones definitorias de los conceptos en el espacio conceptual han de ser necesariamente convexas, siendo ésta una limitación innecesaria y problemática del enfoque de Gärdenfors. De hecho, las regiones producidas por un análisis cluster son no-convexas, y la combinación de un enfoque geométrico como éste con modelos que mantengan concepciones tipo-teoría de los conceptos daría lugar a regiones con formas aún más versátiles (pudiendo ser incluso discontinuas).

<sup>93</sup> Con la salvedad realizada en la nota 67.

- *Integración con los modelos basados en alineamientos y transformaciones*: los modelos de alineamiento y transformacionales compartían la tesis de que muchos objetos, situaciones y conceptos requieren para su adecuada interpretación geométrica de una importante cantidad de estructura. Esto se debe a que en muchos casos para caracterizar un concepto no basta con un conjunto de rasgos, sino que también es relevante cómo éstos se encuentran organizados. La tesis de estos dos modelos es que para dar cuenta de tal organización es necesario caracterizar las correspondencias explícitas (alineamientos) e implícitas (transformaciones) existentes entre los rasgos considerados.

Desde mi punto de vista<sup>94</sup>, esta tesis es esencialmente correcta, por lo que resulta conveniente encontrar un modo en que pueda caracterizarse dicha estructura. Por todo ello, quedará como cuestión pendiente de tratamiento futuro, (a) bien la identificación de un modo natural en que nuestra propuesta pueda integrar las virtudes de estas dos aproximaciones, (b) bien, en caso de que lo anterior no sea viable, la combinación / integración de dichos modelos (de alineamientos y transformacionales) con nuestro modelo de tipo factorial-más-cluster.

- *Caracterización completa y detallada del contexto*: finalmente, el contexto es otro de los problemas básicos a los que se enfrenta toda teoría de los conceptos y que en general no suele ser abordado con la profundidad que la importancia de la cuestión supone. En efecto, incluso en planteamientos tan concretos como los de Thomas, Purser y Mareschal (2012) la caracterización tanto del contexto como de su influencia sobre los procesos que conducen a la formación de los conceptos resulta en exceso sucinta (cuando no ausente), tal y como ya se indicó en la sección III.3.

Por ello, el segundo de los grandes temas pendientes de un mayor desarrollo futuro será el del contexto (el cual, como el lector se habrá percatado, ha sido dejado completamente de lado en la sección dedicada a la exposición de nuestra propuesta). De hecho, de entre las cuestiones relativas al contexto de las que aún debe dar cuenta el enfoque que proponemos destacan sobre el resto las siguientes:

- Explicar qué es exactamente el contexto, mediante una especificación concreta del mismo que vaya más allá de decir que es otra fuente de información dentro de los modelos planteados.
- Determinar (o especificar) cómo en cada ocasión concreta se activaría uno u otro contexto<sup>95</sup>, y cómo eso puede modelarse en los pasos asociados al análisis factorial y cluster. Aquí tendremos que considerar la posibilidad de que la influencia del contexto sobre el sistema conceptual sea de tipo holista.
- Mostrar empíricamente, con una implementación del modelo geométrico postulado, que en mi propuesta la estructura de similaridad del hiperespacio conceptual resultante también puede cambiar con el contexto (tal y como Thomas, Purser y Mareschal (*ib.*) mostraban para los modelos conexionistas<sup>96</sup>).
- Probar que por medio de contextos centrados es posible dar cuenta de la violación de las asunciones segunda y tercera de los modelos geométricos (a saber, las asunciones de simetría y del triángulo de la desigualdad).

---

<sup>94</sup> Y apoyándome en las razones y evidencias empíricas que se expusieron anteriormente (*vid.* sección III.2) al presentar estos dos modelos.

<sup>95</sup> O, más genéricamente, cómo se construiría ese contexto a partir de las circunstancias concretas en que en cada caso se encuentre el sujeto.

<sup>96</sup> Recordemos que el propósito de Thomas, Purser y Mareschal (*ib.*) era poner de manifiesto que la dependencia del contexto podía implementarse mediante sistemas computacionales que “modulasen” contextualmente los conceptos representados.

La respuesta a todas estas cuestiones constituirá el punto de partida desde el cual podrán intentarse explicar las evidencias empíricas existentes con respecto a la influencia del contexto sobre la categorización (Rosch 1978; Roth y Shoben 1983) y combinación de conceptos (Medin y Shoben 1988), o en fenómenos de tipicidad (Rosch 1975; Roth y Shoben *ib.*), por tan sólo mencionar algunos ejemplos.

## CONCLUSIONES

En las páginas anteriores hemos visto que las teorías de espacios conceptuales de similitud constituyen una potente herramienta a la hora de intentar explicar cómo tiene lugar la formación de los conceptos. No obstante, también hemos comprobado que es la falta de concreción el motivo por el que muchas teorías sobre la adquisición de conceptos (como las de Laurence y Margolis, y de Weiskopf), aún asumiendo dichos espacios de similitud conceptual, no pasan del nivel de marco, quedando muy lejos de constituir una explicación (y aún menos una solución) al problema de la formación de conceptos.

Dentro de las teorías de espacios conceptuales de similitud, los modelos geométricos constituían un instrumento muy versátil para la caracterización de dichos espacios (en algunos casos en combinación con modelos complementarios para la explicación de ciertos fenómenos cognitivos específicos). En este caso el problema era que el paradigma de modelo geométrico más común (a saber, el escalamiento multidimensional) no puede ser la base de una explicación ontogenéticamente admisible.

Por todo lo anterior nuestra tesis era que se precisa de una aproximación más concreta, que sirva como punto de partida y pueda evaluarse empíricamente en función de su capacidad para explicar los fenómenos cognitivos identificados en los estudios psicológicos. Nuestra propuesta ha consistido en un modelo geométrico alternativo, enmarcado dentro de las teorías de espacios de similitud conceptual, pero de tipo factorial-más-cluster. Allí hemos mostrado que dicho modelo era capaz de responder a algunos de los problemas fundamentales presentes en el ámbito de la adquisición de conceptos (como, por ejemplo, el problema de circularidad, y el del rasgo), y que tales respuestas surgían de modo natural cuando se tenían en cuenta las características específicas del modelo. Además, se trataba de un modelo concreto y ontogenéticamente viable, que presentaba importantes ventajas frente a otras teorías posibles como, por ejemplo, el modo en que la noción de idea innata era anticipada por el propio modelo (y desempeñaba un papel específico en él), o su propuesta para identificar los rasgos constituyentes de los conceptos sobre la base de una reducción dimensional previa.

Nuestra motivación a la hora de proponer ese modelo ha sido nuestra convicción, coincidiendo en ella con Goldstone y Son (*ib.*), de que es fundamental la búsqueda de los métodos generales que subyacen a dominios distintos, como variaciones paramétricas de un mismo modelo de similitud (siempre dependiente del contexto<sup>97</sup>). Con este enfoque, las diferencias existentes entre ámbitos distintos no serían indicativas de la incoherencia de la noción de similitud, sino que constituirían los elementos (evidenciales) necesarios para el desarrollo de una concepción unificada. Soy consciente (como lo son también esos autores) del reto que supone un proyecto de tal magnitud, pero considero que los esfuerzos requeridos están perfectamente justificados por la recompensa que supondría la identificación de tales métodos y principios generales.

---

<sup>97</sup> Aún cuando el tratamiento de éste no haya sido abordado en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARSALOU, L.W. (1993): "Flexibility, structure, and linguistic vagary in concepts", en A. Collins, S. Gathercole y M. Conway (eds.), *Theories of Memory*, Laurence Erlbaum Associates, London, pp. 29-101.
- BARSALOU, L.W. (1999): "Perceptual symbol systems", *Behavioral and Brain Sciences* 22, pp. 577-660.
- CHURCHLAND, P.M. (1989): "On the nature of theories: A neurocomputational perspective", en *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 14, pp. 59-101.
- DANCY, J. (1987): *Berkeley*, Blackwell Publishers, Oxford.
- DAVIDSON, D. (1975): "Thought and talk", en *Inquiries into Truth and Interpretation*, Oxford University Press, Oxford.
- DE SOETE, G.; CARROLL, J.D. (1996): "Tree and other network models for representing proximity data", en P. Arabie, L.J. Hubert y G. De Soete (eds.), *Clustering and Classification*, World Scientific Press, London, pp. 157-98.
- DRETSKE, F. (1995): *Naturalizing the Mind*, MIT Press, Cambridge MA.
- DUMMETT, M. (1994): *Origins of Analytical Philosophy*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- ELMAN, J.L. (1990): "Finding structure in time", *Cognitive Science* 14(2), pp. 179-211.
- FERRATER MORA, J. (1994): *Diccionario de filosofía*, Editorial Ariel, Barcelona.
- FODOR, J. (1975): *The Language of Thought*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- FODOR, J. (2000): *The Mind Doesn't Work That Way*, MIT Press, Cambridge MA.
- FODOR, J. (2008): *LOT2: The Language of Thought Revisited*, Oxford University Press, Oxford.
- FODOR, J.; LEPORE, E. (1992): *Holism: A Shopper's Guide*, Blackwell Publishing, Malden MA.
- GÄRDENFORS, P. (2000). *Conceptual Spaces: The Geometry of Thought*, MIT Press, Cambridge MA.
- GARNER, W.R. (1974): *The Processing of Information and Structure*, Wiley, New York.
- GAUKER, C. (2007): "A critique of the similarity space theory of concepts", *Mind & Language* 22(4), pp. 317-45.
- GAUKER, C. (2011): *An Essay on the Origin of Ideas*, Oxford University Press, Oxford.
- GOLDSTONE, R.L. (1994a): "Similarity, interactive activation, and mapping", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 20(1), pp. 3-28.
- GOLDSTONE, R.L. (1994b): "The role of similarity in categorization: providing a groundwork", *Cognition* 52(1), pp. 125-57.
- GOLDSTONE, R.L. (1996): "Alignment-based non-monotonicities in similarity", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 22(4), pp. 988-1001.
- GOLDSTONE, R.L.; MEDIN, D.L. (1994): "The time course of comparison", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 20(1), pp. 29-50.
- GOLDSTONE, R.L.; SON, J.Y. (2005): "Similarity", en K.J. Holyoak y R.G. Morrison (eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 13-36.
- GOODMAN, N. (1972): "Seven strictures on similarity", en *Problems and Projects*, Bobbs-Merrill, New York, pp. 437-46.
- HALFORD, G.S. (2005): "Development of thinking", en K.J. Holyoak y R.G. Morrison (eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 529-58.
- HARMAN, H.H. (1967): *Modern Factor Analysis*, University of Chicago Press, Chicago.
- HERNSTEIN, R.J.; LOVELAND, D.H.; CABLE, C. (1976): "Natural concepts in pigeons", *Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 2(4), pp. 285-302.
- HODGETTS, C.J.; HAHN, U.; CHATER, N. (2009): "Transformation and alignment in similarity", *Cognition* 113(1), pp. 62-79.

- HOTELLING, H. (1933): "Analysis of a complex of statistical variables into principal components", *Journal of Educational Psychology* 24(6-7), pp. 417-41, 498-520.
- HUBERT, L.J. (2006): "Hierarchical cluster analysis", en S. Kotz, N. Balakrishnan, C.B. Read y B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.), Vol. 5, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, pp. 3142-8.
- IMAI, S. (1977): "Pattern similarity and cognitive transformations", *Acta Psychologica* 41(8), pp. 433-46.
- JAIN, A.K.; DUBES, R. (1988): *Algorithms for Clustering Data*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ.
- JAMES, W. (1890): *The Principles of Psychology*, Dover, New York.
- JEFFERS, J.N.R. (2006): "Component analysis", en S. Kotz, N. Balakrishnan, C.B. Read y B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.), Vol. 2, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, pp. 1136-40.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. (1988): *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6<sup>th</sup> ed.) Prentice Hall, Upper Saddle River NJ, 2007.
- JOLLIFFE, I. (2005): "Principal component analysis", en B. Everitt y D. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, Vol. 3, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 1580-4.
- KRUSKAL, J.B. (1964): "Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis", *Psychometrika* 29(1), pp. 1-27.
- LAURENCE, S.; MARGOLIS, E. (2012): "Abstraction and the origin of general ideas", *Philosophers' Imprint* 12(19), pp. 1-22.
- LAZAREVA, O.F.; FREIBURGER, K.L.; WASSERMAN, E.A. (2004): "Pigeons concurrently categorize photographs at both basic and superordinate levels", *Psychonomic Bulletin & Review* 11 (6), pp. 1111-7.
- LEESE, M. (2005): "Hierarchical clustering", en B. Everitt y D. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, Vol. 2, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 799-805.
- LOCKE, J. (1690): *An Essay Concerning Human Understanding*, editado por P.H. Nidditch, Oxford University Press, Oxford, 1975.
- MACKIE, J.L. (1976): *Problems from Locke*, Oxford University Press, Oxford.
- MANDLER, J.M. (2004): "Thought before language", *Trends in Cognitive Sciences* 8(11), pp. 508-13.
- MANTON, K.G.; LOWRIMORE, G.; YASHIN, A.; KOVTUN, M. (2005a): "Cluster analysis: overview", en B. Everitt y D. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, Vol. 1, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 305-15.
- MANTON, K.G.; LOWRIMORE, G.; YASHIN, A.; KOVTUN, M. (2005b): "Fuzzy clustering", en B. Everitt y D. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, Vol. 1, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 305-15.
- MARGOLIS, E.; LAURENCE, S. (2011a): "Learning matters: the role of learning in concept acquisition", *Mind and Language* 26(5), pp. 507-39.
- MARGOLIS, E.; LAURENCE, S. (2011b): "Concepts", en E.N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2012 Edition)*, Stanford University, Stanford.
- MAXWELL, A.E. (2006): "Factor analysis", en S. Kotz, N. Balakrishnan, C.B. Read y B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.), Vol. 4, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, pp. 2204-10.
- MCDOWELL, J. (1994): *Mind and World*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- MEDIN, D.L.; SHOBEN, E.J. (1988): "Context and structure in conceptual combination", *Cognitive Psychology* 20(2), pp. 158-90.
- MICHALSKI, R.S.; STEPP, R. (1983): "Learning from observation: conceptual clustering", en R.S. Michalski, J. Carbonell y T. Mitchell (eds.), *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*, Tioga Publishing, Palo Alto CA.
- MILLIGAN, G.W. (2006): "Cluster analysis", en S. Kotz, N. Balakrishnan, C.B. Read y B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.), Vol. 2, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, pp. 999-1004.

- MILLIGAN, G.W.; HIRTLE, S.C. (2003): "Clustering and classification methods", en I.B. Weiner (ed.), *Handbook of Psychology*, Vol. 2, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, pp. 165-86.
- MIRKIN, B.G. (1987): "Additive clustering and qualitative factor analysis methods for similarity matrices", *Journal of Classification* 4(1), pp. 7-31.
- MURPHY, G.L.; MEDIN, D.L. (1985): "The role of theories in conceptual coherence", *Psychological Review* 92(3), pp. 289-316.
- NICKERSON, R.S. (1972): "Binary classification reaction time: A review of some studies of human information-processing capabilities", *Psychonomic Monograph Supplements* 4(6), pp. 275-315.
- PALMERI, T.J. (1997): "Exemplar similarity and the development of automaticity", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 23(2), pp. 324-54.
- PEARSON, K. (1901): "On lines and planes of closest fit to systems of points in space", *Philosophical Magazine* 2(6), pp. 559-72.
- PINKER, S. (2007): *The Stuff of Thought: Language as a Window into Human Nature*, Allen Lane, New York.
- PODGORNY, P.; GARNER, W.R. (1979): "Reaction time as a measure of inter-intraobject visual similarity: Letters of the alphabet", *Perception and Psychophysics* 26, pp. 37-52.
- PORTER, D.; NEURINGER, A. (1984): "Music discrimination by pigeons", *Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 10(2), pp. 139-48.
- PRINZ, J. (2002): *Furnishing the Mind*, MIT Press, Cambridge MA.
- PRUZER, R. (2005): "Factor analysis: exploratory", en B. Everitt y D. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*, Vol. 2, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 606-17.
- QUINE, W.V.O. (1969): "Natural kinds", en *Ontological Relativity and Other Essays*, Columbia University Press, New York, pp. 114-38.
- QUINN, P.C.; EIMAS, P.D. (1996): "Perceptual cues that permit categorical differentiation of animal species by infants", *Journal of Experimental Child Psychology* 63, pp. 189-211.
- ROGERS, T.T.; MCCLELLAND, J.L. (2004): *Semantic Cognition*, MIT Press, Cambridge MA.
- ROSCH, E. (1975): "Cognitive representations of semantic categories", *Journal of Experimental Psychology: General* 104(3), pp. 192-233.
- ROSCH, E. (1978): "Principles of categorization", en E. Rosch y B. Lloyd (eds.), *Cognition and Categorization*, Erlbaum Associates, Hillsdale, pp. 27-48.
- ROSCH, E.; MERVIS, C.B.; GRAY, W.; JOHNSON, D.M.; BOYES-BRAEM, P. (1976): "Basic objects in natural categories", *Cognitive Psychology* 8(3), pp. 382-439.
- ROSKIES, A.L. (2008): "A new argument for nonconceptual content", *Philosophy and Phenomenological Research* 76(3), pp. 633-59.
- ROTH, E.M.; SHOBEN, E.J. (1983): "The effect of context on the structure of categories", *Cognitive Psychology* 15(3), pp. 346-78.
- SHEPARD, R.N. (1957): "Stimulus and response generalization: a stochastic model relating generalization to distance in psychological space", *Psychometrika* 22(4), pp. 325-45.
- SHEPARD, R.N. (1962a): "The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. Part I", *Psychometrika* 27(2), pp. 125-40.
- SHEPARD, R.N. (1962b): "The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. Part II", *Psychometrika* 27(3), pp. 219-46.
- SHEPARD, R.N. (1980): "Multidimensional scaling, tree-fitting, and clustering", *Science, New Series* 210(4468), pp. 390-8.
- SHEPARD, R.N.; ARABIE, P. (1979): "Additive clustering: representation of similarities as combinations of discrete overlapping properties", *Psychological Review* 86(2), pp. 87-123.
- SLOMAN, S.A. (1996): "The empirical case for two systems of reasoning", *Psychological Bulletin* 119(1), pp. 3-22.
- SMITH, E.; MEDIN, D. (1999): "The exemplar view", en E. Margolis y S. Laurence (eds.), *Concepts: Core Readings*, MIT Press, Cambridge MA, pp. 207-21.

- SMITH, E.E.; SLOMAN, S.A. (1994): "Similarity- versus rule-based categorization", *Memory and Cognition* 22(4), pp. 377-86.
- SPEARMAN, C. (1904): "«General intelligence», objectively determined and measured", *The American Journal of Psychology* 15(2), pp. 201-92.
- STERNBERG, R.J. (2005): "Intelligence", en K.J. Holyoak y R.G. Morrison (eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 751-73.
- TENENBAUM, J.B. (1999): "Bayesian modeling of human concept learning", en M.S. Kearns, S.A. Solla y D.A. Cohn (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 11*, pp. 59-68.
- THOMAS, M.S.C.; MARESCHAL, D. (2001): "Metaphor as categorisation: a connectionist implementation", *Metaphor and Symbol* 16(1-2), pp. 5-27.
- THOMAS, M.S.C.; PURSER, H.R.M.; MARESCHAL, D. (2012): "Is the mystery of thought demystified by context-dependent categorisation", *Mind & Language* 27(5), pp. 595-618.
- TOGERSON, W.S. (1965): "Multidimensional scaling of similarity", *Psychometrika* 30(4), pp. 379-93.
- TVERSKY, A. (1977): "Features of similarity", *Psychological Review* 84(4), pp. 327-52.
- TVERSKY, A.; GATI, I. (1982): "Similarity, separability, and the triangle inequality", *Psychological Review* 89(2), pp. 123-54.
- WATANABE, S.; SAKAMOTO, J.; WAKITA, M. (1995): "Pigeons' discrimination of paintings by Monet and Picasso", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 63(2), pp. 165-74.
- WEISKOPF, D.A. (2013): "Observational concepts", en E. Margolis y S. Laurence (eds.), *Concepts: New Directions*, MIT Press, Cambridge MA.
- WITTGENSTEIN, L. (1953): *Investigaciones filosóficas*, Crítica, Barcelona, 1988.