

01083
252

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA
Y LETRAS**

**MODULARIDAD DE LA
MENTE Y CONTENIDO
PERCEPTUAL**

DOCTOR EN FILOSOFIA

Juan Manuel Anchondo Adalid

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1170992 1999



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

MODULARIDAD DE LA MENTE Y CONTENIDO PERCEPTUAL

RESUMEN

La tesis trata de la 'Modularidad de la Mente' de Jerry A. Fodor. Sostiene que la propuesta de Fodor no es plausible sobre bases empíricas. Además, se dice que la sugerencia de Fodor de que cuando menos algunos procesos computacionales perceptuales deberían ser modulares frente a ciertas creencias no se puede sostener si es que los modelos computacionales de la mente han de tener fuerza explicativa (como la tienen) en temas relacionados con la operación y la estructura de la mente. La teoría de Fodor es impresionante y motivadora. Una de sus principales afirmaciones es que la mente se compone de dos partes: una modular, la otra no modular. La primera incluye más o menos a los sistemas perceptuales; la segunda toma en cuenta facultades como la de hacer inferencias de una a otra creencia. Esta configuración de la mente se funda en cierta clase de autonomía computacional (encapsulamiento informacional) que permita una distinción entre los componentes mencionados. El argumento del autor es como sigue: Primero, se considera plausible que la propuesta modularista fodoriana es empírica y se apoya en principios computacionales estrictos. Ello sugiere (como Fodor afirma) que la propuesta fodoriana se debe valorar sobre el terreno empírico; específicamente con respecto a la teoría psicológica. Segundo, se argumenta que la modularidad fodoriana tiene dos interpretaciones: una que considera una modularidad fuerte; la otra, una modularidad débil y selectiva. Tercero, se afirma que la modularidad fuerte no es compatible, por un lado, con una de las teorías psicológicas modernas más aceptadas sobre la visión humana; a saber la teoría de David Marr. Tampoco es compatible, por el otro lado, con la evidencia empírica de que algunos (muchos, de hecho) aspectos de la percepción visual son no modulares. De modo que llegamos a la modularidad débil. Sin embargo, la modularidad débil es demasiado débil; no deja espacio para la distinción percepción/creencia como debiera. De todos modos, se sugiere que lo que hace falta (se requiere) es tomar en cuenta la intencionalidad ('aboutness') en las teorías computacionales de la visión. La modularidad de Fodor se mantiene en niveles formales algorítmicos de descripción, lo que prueba ser de fatales consecuencias. Un manejo más incluyente debe incorporar, cuando menos, algunas de las propiedades intencionales de las representaciones; es decir, cuando menos algunas propiedades de los contenidos de la percepción visual. Todo esto no carece de motivaciones. Es fundamental que contemos con una vía plausible para enfrentar el llamado "problema de la objetividad perceptual", de modo que se puedan rescatar las intuiciones sobre la distinción observar/creer, por ejemplo. Además, deberíamos ser capaces de explicar, sobre bases más claras y plausibles, la manera en que los diferentes componentes de la mente se relacionan entre sí, tanto como la realización de varios procesos mentales en una agenda de investigación computacional completa. Podemos tener acceso a una noción más refinada de modularidad de la mente si hacemos lugar a propiedades adicionales para los modelos computacionales. Sea.

MODULARITY OF MIND AND PERCEPTUAL CONTENT

ABSTRACT

This thesis is about Jerry A. Fodor's modularity of mind. It is claimed that Fodor's proposal is not plausible on empirical grounds. Moreover, his suggestion that at least some perceptual computational processes should be modular in face of some beliefs is not tenable if computational models of mind are to have explanatory power (as they do) on issues about the workings and structure of our mind. Fodor's theory is impressive and motivating. One of Fodor's main tenets is that our mind is composed of two parts: one modular, the other non-modular. The first comprises more or less the perceptual systems; the second one considers faculties such as our ability to make belief-to-belief inferences. This configuration of the mind is founded on certain class of computational autonomy (informational encapsulation) which brings about a distinction between such parts. The author's argument runs as follows: First, has it plausible that Fodor's modularity proposal is empirical and finally based on strict computational principles. This suggests (as Fodor himself maintains) that his proposal should be tested on empirical grounds; specifically on how psychological theory turns out. Second, it is argued that Fodor's modularity has two lectures: one that puts forward a strong thesis; the other, weak and selective. Third, it makes a point in that strong modularity is not compatible, on one side, with one of the most acclaimed modern psychological theories of human vision: namely David Marr's. Also not compatible, on the other side, with empirical evidence that some (in fact, many) aspects of visual perception are indeed not modular. So weak modularity ensues. But weak modularity is too weak; it leaves no space to perception/belief distinction as it should. Anyhow, it is suggested that what is missing (needed) is a proper account of intentionality (aboutness) within computational theories of vision. Fodor's modularity keeps itself onto formal algorithmic levels of description, which proves fatal. A more comprehensive treatment shall include, at least, some glimpse of intentional properties of representations; that is, at least some properties of the contents of visual perception. All these is not lacking of motivation. Fundamental is that one should have a plausible way to confront what is here named "the problem of objectivity of perception", so that one can save our best intuitions on the seeing/believing distinction, for example. Also, one should be able to explain, in a more clear and plausible basis, the way distinct components of our mind relate to each other plus the realization of several mental processes on a full computational research agenda. One may have access to a more finely couched notion of modularity of mind if we account for some further features of computational models. So be it.

⊗ Resumen.

La tesis trata de la 'Modularidad de la Mente' de Jerry A. Fodor. Sostiene que la propuesta de Fodor no es plausible sobre bases empíricas. Además, se dice que la sugerencia de Fodor de que cuando menos algunos procesos computacionales perceptuales deberían ser modulares frente a ciertas creencias no se puede sostener si es que los modelos computacionales de la mente han de tener fuerza explicativa (como la tienen) en temas relacionados con la operación y la estructura de la mente. La teoría de Fodor es impresionante y motivadora. Una de sus principales afirmaciones es que la mente se compone de dos partes: una modular, la otra no modular. La primera incluye más o menos a los sistemas perceptuales; la segunda toma en cuenta facultades como la de hacer inferencias de una a otra creencia. Esta configuración de la mente se funda en cierta clase de autonomía computacional (encapsulamiento informacional) que permita una distinción entre los componentes mencionados. Mi argumento se desarrolla en cuatro partes y una sugerencia. En la primera parte se considera que la propuesta modularista fodoriana es empírica y se apoya en principios computacionales específicos. Ello sugiere (como Fodor afirma) que la propuesta fodoriana se debe valorar sobre el terreno empírico; específicamente con respecto a la teoría psicológica. En la segunda parte se argumenta que la modularidad fodoriana tiene dos interpretaciones: una que considera una modularidad fuerte; la otra, una modularidad débil y selectiva. En la tercera, por un lado se afirma que la modularidad fuerte no es compatible con una de las teorías psicológicas modernas más aceptadas sobre la visión humana; a saber la teoría de David Marr. Tampoco es compatible, por el otro lado, con la evidencia empírica de que algunos (muchos, de hecho) aspectos de la percepción visual son no modulares. De modo que llegamos a la modularidad débil. Sin embargo (cuarta parte) esta clase de modularidad es demasiado débil; no deja espacio para la distinción percepción/creencia como debiera. De todos modos, se sugiere que lo que hace falta (se requiere) es tomar en cuenta la intencionalidad ('aboutness') en las teorías computacionales de la visión. La modularidad de Fodor se mantiene en niveles formales algorítmicos de descripción, lo que prueba ser de fatales consecuencias. Un manejo más incluyente debe incorporar, cuando menos, algunas de las propiedades intencionales de las representaciones; es decir, cuando menos algunas propiedades de los contenidos de la percepción visual. Todo esto no carece de motivaciones. Es fundamental que contemos con una vía plausible para enfrentar el llamado "problema de la objetividad perceptual", de modo que se puedan rescatar las intuiciones

☒ Introducción.

1. *Un problema de la percepción.*

John Searle dice que el problema tradicional de la percepción ha sido cómo se relaciona el sujeto con el mundo¹. Este problema puede abordarse desde el punto de vista de la relación entre cómo se nos presentan las cosas en la percepción y cómo son esas cosas. Usualmente decimos que tenemos acceso al mundo, o a las cosas del mundo, a través de los sentidos, y muy particularmente a través del sentido de la vista. Un sujeto puede hablar de que supo que había un caballo en la caballeriza porque lo vió. De manera semejante, un biólogo puede decir que en el museo de Coyoacán hay un ejemplar disecado del linaje *panthera tigris* porque lo vió en cierta ocasión. En circunstancias normales no dudamos de lo que observamos. Un especialista puede decir que el Popocatepetl está en erupción primaria una vez que ha ejecutado las observaciones rutinarias del caso.

Sin embargo, en ocasiones las cosas se nos presentan de manera distinta a cómo realmente son. Consideremos dos casos que ejemplifican esta situación: el caso de las ilusiones (visuales) y el caso de las alucinaciones (visuales). Un ejemplo de ilusión óptica: Cierta sujeto, Poro, se encuentra durante una noche cualquiera en el vestíbulo del museo de Coyoacán, el salón está iluminado con lámparas de sodio que emiten una luz amarillenta. Poro observa el tigre disecado pero la pelambre se le presenta de color blanco cuando en realidad es de color amarillo. Poro no se da cuenta de la clase de iluminación que hay, piensa que es normal, y llega a la creencia de que se trata de un ejemplar siberiano² (de color blanco) cuando en realidad fue arrancado de la provincia de Bengala en la India. En otra ocasión, bajo la luz del día, Poro se asoma al vestíbulo del museo y observa que el ejemplar disecado es de color amarillo, común y corriente para su tierra (Poro es nativo de la India). A la luz de sodio la piel del tigre se le presenta de color blanco, a la luz natural del sol se le presenta amarilla.

¹ Searle, John R. (1983), cap. 2., p.37.

² En realidad no todos los tigres siberianos son blancos, pero podemos suponer que los blancos casi seguro son siberianos o son albinos y a Poro no le parece que sea albino.

Otro ejemplo de ilusión óptica es el de las líneas centrales de las flechas de Muller-Lyer (ver figura No.1) en donde el sujeto tiene al frente de su campo visual dos líneas de igual longitud y sin embargo se le presentan como si fueran de distinta longitud, una más corta que la otra³. El sujeto no sabe que una es más corta que la otra, de suerte que cuando se le pregunta si son o no de igual tamaño, la respuesta es por la negativa, aunque son iguales.

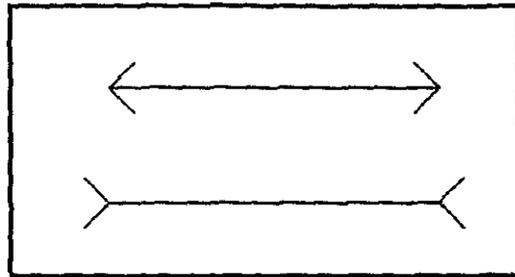


Figura 1. Flechas de Muller-Lyer

Tenemos también el caso de las alucinaciones. Consideremos que Poro se ha trasladado a la selva chiapaneca donde lleva a cabo una investigación relacionada con felinos. Poro ha contraído el paludismo y se encuentra en una crisis febril con episodios de alucinación. En sus alucinaciones tiene la experiencia perceptual⁴ de un tigre flotando en el aire, aunque en realidad no hay nada frente a él, está oscuro y tiene los ojos cerrados.

Considero la percepción, sea visual, auditiva, etc., como una capacidad mental con la que accedemos al mundo. Esta capacidad se ejercita con (o realiza en) los respectivos sistemas perceptuales. Cuando Poro observa el tigre en condiciones normales tiene acceso, consciente o inconsciente, a una parte del mundo: el tigre disecado y las demás cosas que entran en su campo visual al momento de observar. Cuando hablo de *experiencia perceptual*, como la experiencia visual del tigre disecado en Poro, me refiero a cierto carácter de su percepción, al cómo se le presenta el

³ El caso en que a la distancia una columna de sección hexagonal, por ejemplo, se percibe visualmente como si fuera de sección circular se puede considerar como un caso de ilusión, como cuando parece (sin serlo) que un árbol es más alto que otro debido a que se encuentra situado más cercano al sujeto. A ciertas distancias mayores y para escenarios relativamente fijos, cuando no se modifica el ángulo visual bajo el que el sujeto percibe las cosas, la profundidad relativa entre las cosas se desvanece y parecen situarse en un mismo plano. A veces percibimos las cosas de manera diferente a como son y a veces no percibimos ciertas características de las cosas porque están mal iluminadas o porque están fuera de alcance en cuanto a la capacidad de resolución del sistema visual normal, o por otras razones.

⁴ Cuando hablo de percepción me refiero, salvo aclaración, a la percepción visual.

mundo al sujeto al momento de observar. A Poro, en ese momento, el mundo se le presenta como que hay un tigre (o algo) en el vestibulo del museo. Cuando Poro tiene una alucinación de tigre, cuando tiene una ilusión de tigre siberiano o cuando percibe verídicamente al tigre de bengala disecado, su experiencia visual puede tener el mismo carácter en los tres casos, el mundo se le presenta de la misma manera, indistinguible para el sujeto, a pesar de que son casos diferentes. En el caso de alucinación no hay nada frente al sujeto, nada que pueda decirse que éste observa, mientras que en el caso de ilusión sí hay algo frente a él aunque su experiencia visual de ese algo no es verídica; el sujeto percibe las líneas centrales de las flechas como que son de distinto tamaño cuando en realidad son iguales⁵. En el caso de ‘percepción verídica’ el verbo ‘percibir’ supone el éxito de la acción indicada, describe una relación actual y adecuada entre el sujeto y algo que está frente a él en su campo visual. En el caso de alucinación no hay nada frente al sujeto, nada que pueda decirse que éste observa, mientras que en el caso de ilusión sí hay algo frente a él aunque su experiencia visual de ese algo no es verídica; el sujeto percibe las líneas como que son de distinto tamaño cuando en realidad son iguales.

Desde el punto de vista del sujeto, de Poro en el ejemplo, puede no haber diferencia entre un caso de percepción (verídica) del tigre amarillo, un caso de ilusión óptica tigre que le parece de color blanco, y un caso de alucinación de tigre en Chiapas: le parece que hay un tigre igual al del museo, pero no hay nada frente a él. Poro tiene la misma clase de experiencia perceptual en los tres casos y, sin embargo, puede no distinguir que está en una situación de percepción verídica, de ilusión o de alucinación⁶. En los casos de ilusión o alucinación, las cosas (el tigre) se le presentan de manera distinta a como realmente son. ¿Podemos decir que Poro tiene acceso al mundo, o la misma clase de acceso, en los tres casos?

2. El problema de la objetividad perceptual.

Es posible que algunas ilusiones (o alucinaciones) sean producidas por otros estados mentales del sujeto. Supongamos que los tigres chiapanecos de Poro son producto de su imaginación en

⁵ Se puede pensar que cuando las condiciones de observación no son óptimas se trata de ‘engaño’ visual, pero considero que estos casos están incluidos en el de ilusión óptica, sólo que la ilusión es causada por una desviación de la normalidad u optimalidad (luz blanca por ejemplo) en cuanto a la longitud de onda de la luz reflejada por la cosa observada.

⁶ A los casos de percepción verídica en ocasiones los voy a llamar simplemente percepción. ‘Percibir’ es un verbo de éxito y no se aplica en casos de ilusión y de alucinación.

determinadas circunstancias (como cuando ha sido sometido a cantidades anormales de cierto neurotransmisor). Las ilusiones o las alucinaciones de Poro pueden ser producto, en parte, de otros estados mentales, como temores, deseos, expectativas, creencias religiosas, etc. Es posible que las creencias determinen (en parte) las experiencias perceptuales de los sujetos. Cuando tiene ciertos estados mentales como creencias, temores, expectativas, etc., un objeto se le puede presentar de cierta manera; cuando tiene o adquiere otros estados mentales (creencias, temores, expectativas) el objeto se le puede presentar de manera diferente.

Un supuesto ejemplo de esta clase de cambio de apreciación visual nos lo ofrece Searle⁷ con una figura como la que se muestra a continuación. Esta figura, supuestamente y dependiendo de las creencias que se tengan en uno u otro momento, puede observarse como las letras 'TOOT', como una mesa con dos globos debajo, como el numeral 1001 coronado con una línea encima, como un puente con dos tubos por debajo, como los ojos de una persona tocada con un sombrero del que penden dos tiras en los extremos, etc.

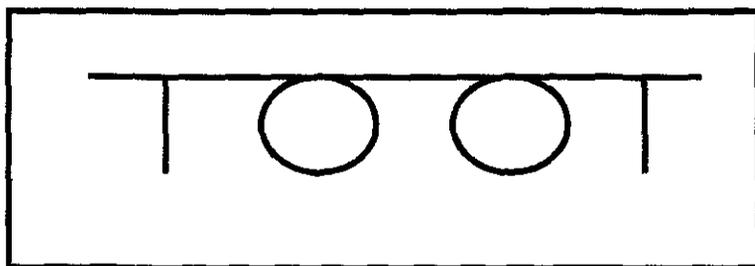


Figura 2

Esto parece sugerir que las creencias y otros estados mentales pueden influir en las experiencias visuales. En alguna medida lo que Poro ve puede estar influenciado por lo que cree; por sus teorías sobre las cosas físicas del mundo, por ejemplo. Al respecto podemos hacernos una pregunta:

(a) ¿Cómo podemos conocer al mundo por medio de la percepción si (es el caso que) nuestras creencias están involucradas de alguna manera en nuestras percepciones?

La pregunta tiene que ver con la adquisición de información veraz de las cosas físicas del mundo a través de, por ejemplo, el sentido de la vista⁸. Las creencias que nos formamos sobre la situación y

⁷ John R. Searle (1983), pp.53-54.

⁸ El problema del acceso a, o la cognoscibilidad de, las cosas del mundo puede plantearse de otras maneras en donde no se involucra la clase de participación de las creencias mencionada en el texto. Por ejemplo, el caso de un cerebro en

la figura de las cosas del mundo pueden ser falsas. En un caso extremo, muchas si no es que todas, las creencias de origen visual de Poro pueden ser falsas. A esta clase de pregunta le llamaré *el problema de la objetividad de la percepción*, específicamente de la percepción visual, como una de las maneras de presentar la relación de las personas con el mundo físico. En los párrafos que siguen mencionaré algunas de las respuestas que se han ofrecido en la historia reciente de la investigación filosófica. Este viaje relámpago tiene el propósito de ubicar la teoría modularista fodoriana (de Jerry A. Fodor) de la mente dentro de la discusión sobre la objetividad perceptual y la naturaleza de la percepción.

En primer lugar tocaré la teoría de los datos sensorios porque creo que es una buena manera de presentar el problema y los aspectos centrales que están relacionados con las diversas respuestas ofrecidas en la literatura especializada de fin de siglo. Después hago mención de otras propuestas como la causalista y la disyuntivista para ubicar en ese contexto a la respuesta representacional que se obtiene de la tesis de la modularidad de la mente de Fodor. Me interesa en particular la propuesta modularista representacional. Mencionaré aquí de manera muy breve la tesis fodoriana y más adelante desarrollaré los puntos que considero centrales para mi discusión.

3. Algunas vías de solución del problema.

3.1 La propuesta de los datos sensorios.⁹

Son varias las propuestas teóricas desde las que se puede intentar abordar el problema de la objetividad perceptual. Una de ellas habla de ciertas entidades mentales denominadas *datos sensorios* (DS), la teoría de Frank Jackson¹⁰ por ejemplo. La motivación de esta propuesta surge de la consideración de los casos de ilusión y alucinación visual. Supongamos que un sujeto, Poro, se encuentra en una situación en la que se le presenta una alucinación visual. Poro tiene una experiencia visual como de un caballo café a unos cuantos metros frente a él. Claro que no existe tal caballo y en realidad no tiene nada en frente. Poro tiene una experiencia visual de algo, pero como

'vasija' que recibe información falsa.

⁹ Me interesan las teorías computacionales de la percepción y no tanto la teoría de datos sensorios o la disyuntivista. Estas últimas las considero con el objeto de aclarar lo que he llamado el problema de la objetividad con relación a la teoría modularista fodoriana.

¹⁰ Frank Jackson, (1977).

no hay nada frente a él, el teórico-DS sugiere que lo que el sujeto ve debe ser algo mental y no-físico: los datos sensorios. Sugiere, además, que las propiedades de su experiencia visual son las que al sujeto (a Poro) le parece que tiene. A Poro le parece que el caballo tiene cuatro patas, que es de cierto color café, que tiene un aspecto feroz, etc.

Como la clase de experiencia visual que tiene cuando se encuentra en un estado alucinatorio es indistinguible, para el sujeto, de la que tiene cuando es una percepción visual normal (cuando efectivamente hay un caballo café enfrente) o cuando es una ilusión, el teórico concluye que en los tres casos el objeto inmediato que se presenta a la conciencia de Poro es de la misma clase, un dato sensorio (DS). Los datos sensorios son objetos esencialmente mentales y están determinados por aquello de lo que el sujeto es consciente, las propiedades fenoménicas.

El problema de la objetividad perceptual requiere una explicación de la clase de relación que se da entre un sujeto como Poro y las experiencias visuales que tiene cuando son verídicas. Como los DS son esencialmente mentales, la clase de relación que el teórico sugiere no involucra necesariamente a los objetos físicos de sentido común. Poro es capaz de tener el mismo estado mental cuando observa verídicamente a su caballo café en la caballeriza que cuando tiene una alucinación o ilusión de su caballo, de modo que no parece jugar un papel esencial el que cierto objeto físico (el caballo en el caso de Poro) se encuentre presente.

Como las propiedades de las experiencias visuales de Poro se pueden describir completamente sin recurrir al entorno físico, es posible que sean determinadas (completamente) por sus estados mentales, como sus creencias, deseos, temores o expectativas. En la propuesta DS no tenemos acceso directo al mundo físico, de manera que es muy difícil decir cómo podemos conocer las cosas del mundo por medio de los datos sensorios.

3.1.1 Cómo entiende la objetividad un teórico de los datos sensorios.

Si no tenemos acceso directo a las cosas del mundo físico mediante la percepción y lo que observamos en realidad son ciertas entidades mentales, cuando Poro está frente al tigre bajo condiciones de luz natural y con todo lo que se necesita para tener una visión normal, en realidad lo que está percibiendo es alguna cosa pero no al tigre. Los datos sensorios no tienen propiedades

como las que se le atribuyen a los objetos físicos¹¹. Sin embargo, lo que la pregunta busca aclarar es la manera en que podemos conocer precisamente las propiedades físicas de las cosas. Si tampoco tenemos acceso directo a las propiedades de los objetos físicos, no está claro cómo podemos alguna vez siquiera decir que tenemos acceso al mundo. Las explicaciones de este tipo ofrecen un caso extremo para el problema de la objetividad perceptual tal y como lo he planteado: las experiencias perceptuales de Poro, y de nosotros también, pueden estar completamente determinadas por sus estados mentales sin intervención del mundo físico.

3.2 Cómo entiende la objetividad un teórico causalista.

Otra propuesta desde la que se puede abordar el problema de la objetividad perceptual dice que nuestras percepciones se construyen mediante la sola intervención del objeto físico que se encuentra frente al sujeto y que desencadena causalmente los procesos neurológicos que dan lugar a una experiencia perceptual. A esta clase de propuesta, como la que sostiene H. P. Grice¹², la voy a llamar la explicación *causal* de la objetividad perceptual. Una versión causalista, a diferencia de la teoría DS, puede decir que la experiencia visual de Poro en el vestíbulo del museo está causada íntegramente por el tigre disecado que está frente a él sin la participación de otros estados mentales. La luz del sol ilumina la piel del tigre disecado y se refleja hacia las retinas de Poro. Las retinas son estimuladas por esa luz y desencadenan un proceso que termina en la experiencia visual del tigre. El teórico causalista dice que Poro llega a conocer el mundo mediante la observación puesto que las cosas del mundo son la causa de sus percepciones. Si Poro observa el tigre en el museo debe ser necesario que el tigre esté causalmente involucrado en su experiencia visual. Cuando Poro tiene la alucinación de un tigre en la selva chiapaneca no se cumplen la condición de causalidad y por ende no se puede decir que esté observando uno.

Sin embargo, existen razones para dudar que las cosas del mundo sean la única causa de las experiencias perceptuales (visuales) de Poro, sin la intervención de estados mentales que no están relacionados de la misma forma con la causa externa. El problema de la objetividad inquiriere sobre la participación de, por ejemplo, las creencias de Poro en la percepción visual del tigre o las flechas de Muller Lyer. Supongamos que a Poro se le presenta el dibujo de esta clase de flechas en un pizarrón.

¹¹ El tigre disecado tiene dos metro y medio de largo, por ejemplo, pero el dato sensorio del tigre (una entidad mental) no tiene esa propiedad.

¹² Grice sostiene una teoría causal de los datos sensorios; H.P. Grice (1967), pp. 85-112.

No hay duda de que las rayas trazadas en el pizarrón son responsables causales de su experiencia visual. Sin embargo no podemos hablar de que tal experiencia visual de las flechas sea verídica puesto que la ilusión persiste; una de las líneas centrales de las flechas parece más larga que la otra aunque las dos son de igual longitud. La sola condición de causalidad no basta para distinguir un caso de ilusión de un caso de percepción verídica.

Supongamos que, cuando Poro se encuentra perdido y palúdico en la selva chiapaneca, sin saberlo, ha llegado un grupo de científicos con servicios médicos y psicológicos muy elaborados, con todos los medios de experimentación como para producir alucinaciones visuales. Poro se encuentra anestesiado en una hamaca y tiene aplicado un casco a la cabeza con ciertos instrumentos que en un momento dado le producirán la alucinación de un caballo café frente a él. La particularidad de los instrumentos alucinógenos es que producen experiencias visuales de los objetos que coloquen frente a cierta clase de cámaras. En ese momento el objeto que se encuentra frente a las cámaras es un caballo café. De suerte que la condición de causalidad se satisface en el sentido de que es el caballo café que se captura en la cámara y se procesa en el equipo alucinógeno de los científicos el que produce la alucinación de Poro.

Sin embargo por hipótesis se trata de una alucinación, no estamos frente a un caso de percepción visual normal, aunque sea el caballo el que causa la experiencia de Poro mediante el equipo alucinógeno¹³. Los datos capturados por la cámara se guardan en un archivo electrónico y se emplean para causarle, de alguna manera compleja, la experiencia visual alucinante del caballo, aunque tenga los ojos cerrados.

Esta clase de ejemplos indican que la relación causal entre el objeto perceptual y la experiencia visual correspondiente en algunos casos no es suficiente para distinguir percepción verídica de ilusión o alucinación, y esta distinción es crucial para iniciar una respuesta a las preguntas de la objetividad perceptual.

Es claro, por otro lado, que no resulta sencillo decir cómo es Bucéfalo (el caballo de Poro) a partir de cómo se le presenta la experiencia visual, sin que participe (el caballo) en alguna relación causal

¹³ En este caso la experiencia visual alucinatoria de Poro satisface sus condiciones de corrección, de la misma forma que una experiencia visual verídica. Su experiencia alucinante es como que hay un caballo café frente a él y hay un caballo café frente a él.

con la visión. De alguna manera parece intuitivo que debe participar en la causación de su experiencia. Lo que estos casos de alucinación mediante cadenas causales muestra es que no es suficiente la presencia de un objeto físico determinado en un lugar y tiempo determinado que sea responsable causal de que Poro vea ese caballo café o ese par de flechas, pero no sugiere que la relación causal sea innecesaria. Cuando Poro tiene sus alucinaciones como de tigres voladores, cuando no tiene ningún casco experimental instalado en el cráneo sino que simplemente delira y en su cabeza salen a relucir sus recuerdos y temores de infancia, podemos presumir que la relación que se da, entre sus experiencias visuales alucinatorias y sus recuerdos, es una relación que está involucrada en una explicación causal de la clase que ofrecen los científicos modernos de la psicología.

3.3 La propuesta disyuntivista.

Conforme a la propuesta *disyuntivista* de P. Snowdon¹⁴, lo que nos muestra el caso de la explicación causal es que estamos tratando con estados completamente distintos cuando hablamos de experiencias perceptuales verídicas por un lado, y experiencias ilusorias o experiencias alucinatorias, por otro. Se tienen experiencias verídicas cuando el objeto perceptual correcto está involucrado causalmente y de la manera adecuada. Se tiene una alucinación, por ejemplo, cuando el llamado objeto perceptual es un conjunto de datos mnémicos, datos archivados en la memoria visual de Poro, de manera que el objeto físico no interviene en la causación de su experiencia visual. Podemos decir que se tiene un caso de ilusión visual cuando la experiencia perceptual resultante de fijar la vista sobre el objeto físico no concuerda en aspectos relevantes (como la figura del objeto) con el estado de cosas que le da lugar. Esto se puede ocasionar cuando las condiciones de observación no son las normales; por ejemplo, cuando la iluminación falla, cuando se presentan alteraciones en las trayectorias normales de la luz, etc.

Para el teórico disyuntivista los casos de alucinación y de ilusión en donde aparece el tigre sugieren que se trata de experiencias visuales distintas aunque a Poro le parezca que son indistinguibles. El disyuntivista sugiere que los enunciados ‘a Poro *le parece* que hay un tigre de Bengala en frente’ se hacen verdaderos mediante una disyunción de estados de cosas. Un estado en donde hay un objeto frente a Poro, casos de percepción. Otro estado donde es como si hubiera un objeto de la clase

¹⁴ Snowdon, Paul. (1990), pp.121-150.

adecuada (tigre) frente a Poro, casos de alucinación. En el primer caso Poro tiene relación con un objeto físico mientras que en el segundo caso Poro tiene cierta clase de experiencia sin relación con un objeto físico. Son las cosas físicas del mundo, como el tigre en el museo, las que Poro percibe directamente cuando se encuentra bajo condiciones adecuadas, y solamente en este caso puede decir correctamente y saber que hay un tigre enfrente. Cuando no se encuentra en condiciones adecuadas no hay acceso al mundo.

Una dificultad radica en que no parece haber manera de distinguir, desde la perspectiva del sujeto, cuando se trata de uno u otro caso¹⁵. A Poro le sigue pareciendo que tiene la misma experiencia visual cuando está frente al tigre en condiciones normales y cuando está alucinando en la selva. Desde el ángulo de Poro existe un continuo entre percepción verídica e ilusión o alucinación que no queda claro en la propuesta disyuntivista.

La motivación del problema de la objetividad perceptual radica en la similitud, aparente para el sujeto que percibe, entre las experiencias perceptuales (verídicas, ilusorias y alucinatorias). Sin embargo, la propuesta disyuntivista afirma que son experiencias de diferente clase pero no nos dice por qué dichas experiencias parecen iguales. A pesar de que los casos de percepción verídica están delimitados en términos de la participación causal adecuada del objeto perceptual, existe la posibilidad de que Poro no tenga manera de distinguir estos casos de los alucinatorios. Puede estar alucinando sin darse cuenta y considerar que lo que se le presenta como experiencia visual es verdadero, sin serlo.¹⁶

3.4 La propuesta intencional¹⁷.

La motivación de la idea de que los estados visuales son *intencionales* es que tienen un papel funcional causal similar al de otros estados mentales a los que tradicionalmente se les atribuye *contenido* intencional (aboutness), como las creencias. Se supone una analogía entre percepción y creencia. Ambos estados mentales (sus contenidos) *son acerca de o representan* algo, tienen

¹⁵ Aun cuando la solución al problema de la objetividad perceptual no depende de que al sujeto le parezcan indistinguibles las experiencias visuales alucinatoria, ilusoria y verídica. Se trata simplemente de la motivación del problema.

¹⁶ Lo que a mí me interesa es una teoría intencional representacional de la percepción, y no tanto las teorías disyuntivista o de datos sensorios, por lo que no abundaré más en esos temas.

¹⁷ Entre los intencionalistas de la percepción se pueden contar a John Searle y a Tim Crane.

propiedades causales y pueden *estar equivocados*. Poro puede tener la experiencia visual de un caballo café aunque no haya ningún caballo café dentro de su campo visual. También puede creer que el tigre del vestíbulo es siberiano (de color blanco) cuando en realidad es de bengala (de color amarillo).

Usualmente las experiencias visuales nos entregan información que concierne al entorno en el que nos hallamos y con esa información formamos creencias perceptuales fundadas en la experiencia perceptual del momento. Podemos decir que Poro cree que esa cosa que está observando en el museo es un tigre. Una manera de entender que la creencia de Poro está relacionada con su experiencia visual del tigre la tenemos cuando se atribuye el mismo contenido a los dos estados mentales: ambas son acerca de o representan al tigre. El contenido de la creencia se obtiene a partir de o está causalmente relacionado con el contenido de la percepción.

La percepción de Poro (su contenido) es acerca del tigre; su creencia (el contenido de la creencia) también es acerca del tigre; ambos estados mentales son acerca de algo del mundo físico. La experiencia visual de Poro representa al mundo como siendo de cierta manera: como habiendo un tigre de bengala en el vestíbulo. Cuando el mundo corresponde con el contenido de la percepción de Poro se dice que su experiencia visual es verídica (el tigre disecado efectivamente es amarillo y es de bengala). En los casos en que no hay tal correspondencia, la experiencia visual de Poro será ilusoria o alucinatoria. Se recurre a las cosas y propiedades del mundo físico para decir si una experiencia es o no verídica.

Mientras que la propuesta de los SD sugiere la existencia de entidades mentales independientes de las cosas del mundo físico, la propuesta representacional sugiere que las cosas y las propiedades físicas se capturan directamente con el auxilio de las representaciones. Poro no tiene experiencias visuales de las representaciones sino de las cosas físicas representadas, Poro no ve a las representaciones visuales. Estas son el medio que el sistema visual de Poro emplea para construir la experiencia visual del tigre. Además, en el caso de los datos sensorios, el sujeto tiene acceso consciente a todas las propiedades de los datos sensorios que se le presentan; en un caso TRP (teoría representacional de la percepción) como el de D. Marr, no es necesario suponer que Poro tiene acceso a todas esas propiedades. El sistema visual de Poro captura en las retinas y procesa una gran cantidad de información. Por ejemplo, cuando observa al tigre, en sus retinas se reciben impulsos

luminosos provenientes de los mosaicos del piso, de la base en la que descansan las patas del animal, de la decoración, de los muros, de los techos, etc. Sin embargo, la experiencia visual de Poro es solamente del tigre y de algunos detalles adicionales, no de todos. En el modelo representacional se permite que una parte de la información recibida y procesada pase desapercibida para el sujeto.

El modelo intencional nos aclara, supuestamente, cómo puede ser correcto y cómo afirmar lo que observamos. Una experiencia visual es verídica cuando el mundo corresponde con el contenido de la percepción, y es falsa (ilusoria o alucinatoria) cuando no hay tal correspondencia. Aunque a Poro sigue pareciéndole la misma experiencia visual. Hacen falta condiciones adicionales para poder responder a la pregunta de la objetividad perceptual, cosa que supuestamente se logra con la propuesta modularista intencional de la percepción, como se verá más adelante. El modelo intencional sostiene, entre otras cosas, que (el contenido de) los estados y procesos mentales tiene relevancia causal con respecto a otros estados o procesos mentales y con respecto a la conducta de las personas; y que las relaciones causales pueden expresarse mediante leyes generales que toleran contrafácticos.

3.4.1 La propuesta modularista de Fodor: mente integrada por dos (sub) sistemas, uno modular (percepción), otro no-modular.

Dentro de las teorías intencionales se cuentan los modelos computacionales de la mente, como el de Jerry A. Fodor, que consideran que los procesos mentales son secuencias causales de símbolos o representaciones que se procesan conforme a reglas¹⁸. En especial, la propuesta fodoriana sostiene que la mente es *un sistema computacional*; un todo integrado por dos partes o subsistemas computacionales: una parte o *subsistema modular* y otra parte o *subsistema central* no modular. En este esquema se considera que la percepción es modular y que otras capacidades mentales, como la de tener creencias de cualquier tipo, son no-modulares¹⁹.

El modelo fodoriano de la mente sugiere que la percepción (modular) es suficientemente ajena a las creencias como para responder al problema de la objetividad perceptual. Dicho de otra manera, el flujo de información entre el sub-sistema central y el sub-sistema perceptual está limitado de manera

¹⁸ Hay teorías intencionales computacionales, como la de J.A.Fodor, y teorías intencionales no computacionales, como la de John Searle (1983), Op.Cit.

¹⁹ En una aproximación inicial considero que un sistema computacional es un sistema manipulador de símbolos o representaciones. Un sistema modular es un sistema computacionalmente aislado de otros sistemas. Las nociones de

tal que las creencias del sujeto perceptor no participan (o participan muy poco) en la percepción. Estas restricciones al flujo de información son lo que constituye la modularidad, de manera que la respuesta fodoriana a la pregunta ¿Cómo podemos conocer al mundo por medio de la percepción si nuestras creencias están involucradas de alguna manera en nuestras percepciones? es que las creencias no están involucradas, de manera relevante, en la observación normal.

Pero hay una dificultad en esta propuesta. Por un lado, la restricción al flujo de información central (del subsistema central) debe estar amparada y ser compatible con la evidencia empírica, específicamente de la psicología. Sin embargo, como veremos, la evidencia no apoya esa clase de restricción. Por otro lado, la principal afirmación de la tesis modularista fodoriana es que la mente está separada en dos partes, de modo que un escrutinio de la propuesta debe salvar esa sugerencia. Pero a medida que nos adentramos en el proceso visual nos damos cuenta de que tal distinción modular-central se desvanece. Nos damos cuenta de ello por que, al parecer, el sub-sistema visual no puede funcionar sin esa clase de información. Al final ya no se puede hablar, por ejemplo, de un sub-sistema visual autónomo, o independiente, en el sentido relevante.

Hay que mencionar que no estamos tratando con un pensador de poca monta. J.A. Fodor es un filósofo contemporáneo que se considera muy importante y con gran influencia en el desarrollo teórico y los debates modernos relacionados con la filosofía de la psicología. Se ha dicho, por ejemplo, que es “el filósofo de la psicología más importante de su generación”²⁰. Su propuesta teórica sobre la modularidad de la mente ha dado origen, según otro autor²¹, a gran parte de la discusión sobre la estructura de la mente en las llamadas “ciencias cognitivas” (que incluyen una “filosofía cognitiva”), de suerte que un buen número de investigadores se ha dado a la tarea de averiguar, entre otras cosas, cuáles de los subsistemas mentales son modulares y los grados o aspectos en que lo son, en su caso. Como suele suceder ante las propuestas teóricas importantes, algunos autores han encontrado razones para abundar y apoyar la propuesta modularista fodoriana mientras que otros creen tener buenos argumentos para criticar y aun desechar esa hipótesis.

La hipótesis modularista propuso una agenda de trabajo que intentaba, entre otras cosas, dar salida a ciertas preguntas como ¿cuáles son las características esenciales de los procesos modulares y de las

'sistema computacional' y 'modularidad' se explican adelante con mayor detalle.

²⁰ “Even in the eyes of many of his critics, Fodor is widely regarded as the most important philosopher of psychology of his generation.” Loewer, Barry and Rey, Georges, en Loewer, B. & Rey, G. eds. (1991), pág. xi.

salidas (outputs) que entregan al sistema central? ¿qué tan útiles son esas características como para distinguir con precisión las facultades mentales?

Por otro lado, la hipótesis modularista fodoriana señaló ciertas limitaciones para la investigación sobre la mente²². Una de las limitaciones era que la investigación debía ser multidisciplinaria, con la participación, entre otras, de las neurociencias y las ciencias cognitivas (como la psicología cognitiva), la lingüística, etc. Otra limitación era que, de ser correcta la hipótesis fodoriana sobre la estructura de la mente, sólo se puede avanzar en la investigación de las capacidades modulares pero no en las facultades llamadas “centrales”. Es decir, no hay grandes esperanzas de progreso en temas como, por ejemplo, la atención-conciencia, la memoria, el razonamiento inductivo, la planeación y la solución de problemas.

De manera más específica, la agenda de trabajo que surgió de la propuesta modularista fodoriana se propuso, entre otras cosas, averiguar la plausibilidad de ciertas implicaciones. Por ejemplo, (de ser cierta la propuesta) la implicación de que exista una diferencia sustancial, importante, entre la teoría de los procesos modulares y la teoría de los procesos centrales. Se podía esperar que las primeras (las teorías de procesos modulares) sí, pero las segundas no, fueran descripciones de mecanismos y procesos computacionales realizados en sustratos físicos bien determinados (arquitecturas rígidas) y con funcionamiento autónomo. Por ejemplo, un proceso/mecanismo computacional modular de una capacidad perceptual como la visión se esperaría encontrarlo estrictamente localizado en ciertas partes físicas del cerebro, partes bien delimitadas dentro del conjunto de la arquitectura neuronal general. Además, era de esperarse que los procesos centrales sí fueran susceptibles de introspección, pero no lo fueran los procesos modulares (al ser modulares estarían “encapsulados”, no habría acceso desde los procesos de conciencia). Se esperaba, también, que una teoría de los procesos centrales fuera bastante difícil (o imposible) de obtener puesto que, como cualquier parte de un proceso racional (no-modular) es *ipso facto* un proceso no-encapsulado, cualquier porción de información podría ser relevante para el proceso investigado. Se requeriría tomar en cuenta toda la información existente en un (sub)sistema central cualquiera en un momento determinado. Aspecto que condenaría prácticamente al fracaso a los intentos de obtener, por ejemplo, teorías de inteligencia artificial en propósito general.

²¹ Garfield, J.L. en S. Guttenplan. (1994) pp.441-448.

Además, la hipótesis modularista fodoriana se ha valorado como ejemplo y modelo de trabajo teórico sobre la mente. Según J.L.Garfield:

De hecho, podemos decir con justicia que la hipótesis de modularidad funciona como paradigma... en la ciencia cognitiva contemporánea. Es decir, funciona como modelo para otras hipótesis, a menudo más específicas; define y genera problemas de investigación, y determina (o cuando menos sugiere) estrategias y metodologías específicas de investigación.²³

Supone que la diversidad de enfoques (neurocientíficos, psicológicos, filosóficos, lingüistas, etc.), la multiplicidad de aspectos (metodológicos, estructurales, conceptuales), los niveles y dimensiones en que se ha discutido esta hipótesis, junto con la excelencia de las aportaciones de los teóricos participantes y los fundamentos conceptuales a que se ha recurrido, son indicadores del gran aprecio en que se tiene la propuesta fodoriana.

El debate sobre la hipótesis modularista se puede bosquejar en los casos siguientes. Entre los críticos hay quien sostiene que, conforme a las evidencias empíricas, los procesos visuales se muestran influenciados por representaciones pertenecientes a procesos cognitivos centrales no-modulares²⁴. También se dice que, a partir del hecho de que podamos aprender a leer símbolos, de que los ciegos puedan aprender a leer braille, los sordos puedan aprender a comunicarse en lenguaje de señas y cosas por el estilo, se sugiere que el lenguaje (algo que la hipótesis fodoriana considera modular en gran parte) no puede ser modular²⁵. Otro autor afirma que los modelos que describen la adquisición de destrezas, los sistemas de producción y modelos conexionistas, indican que el lenguaje es parte de una capacidad general que se torna especial (muestra características modulares) mediante el aprendizaje y la repetición controlada²⁶. Se afirma, además, que las propiedades atribuidas a los sistemas modulares también las muestran los procesos supuestamente centrales²⁷. Por otro lado y

²² Garfield, Jay L. (1989), pp.12-18.

²³ "In fact, one can say with justice that the modularity hypothesis functions as a paradigm... within contemporary cognitive science. That is, it functions as a model for other, often more specific, hypotheses; it defines and generates research problems, and it determines (or at least suggests) specific research strategies and methodologies." Garfield, J. L. (1989), p.17

²⁴ Arbib, M.A (1989).

²⁵ Arbib, M.A. & Hanson, A.R., eds. (1987); Stillings, N. (1989).

²⁶ McClelland (1988) pp.429-39

²⁷ Marslen-Wilson, W. & Tyler, L.K. (1989).

como es de esperarse, no todos los investigadores a quienes ha llamado la atención la propuesta fodoriana son críticos; también tiene sus defensores y partidarios²⁸.

Pienso que la hipótesis modularista fodoriana no es plausible y que es importante señalarlo por varias razones²⁹. En primer lugar, una parte del trabajo de investigación teórica consiste en la revisión crítica de las teorías o hipótesis que se presentan en la palestra del conocimiento humano. En segundo lugar, la propuesta fodoriana (de ser correcta) nos presenta un panorama lleno de obstáculos que pueden inducir al pesimismo. Por ejemplo, que no podamos formular teorías válidas sobre los procesos centrales y tengamos que contentarnos con algunas de las facultades mentales nada más. Pero la psicología humana es mucho más que percepción ¿cómo justificar seriamente el trabajo en otras áreas mientras los obstáculos teóricos no se hayan superado?

En tercer lugar, considero que el modelo computacional de la mente puede ofrecer un campo más fértil para la investigación de lo que pudiera suponerse a primera vista. Tal parece que la propuesta fodoriana no aprovecha plenamente las posibilidades de análisis en un esquema computacional puesto que se limita a una de las tres áreas o niveles de investigación (se limita al nivel algorítmico, como veremos más adelante). El poder real del esquema mencionado reside en la explotación de los tres niveles: el físico, el algorítmico y el intencional. La propuesta fodoriana puede dar lugar a la ilusión de que el sólo análisis algorítmico (o físico, en su caso) puede bastar para defender una hipótesis computacional sobre la estructura y el funcionamiento de la mente. En cuarto lugar, es importante criticar y corregir esta clase de propuesta modularista para allanar el camino de la investigación sobre la posibilidad y manera de conocer las cosas del mundo a través de nuestras percepciones (acercarnos al problema de la objetividad perceptual mencionado párrafos arriba). Tal vez valga la pena sumarse a los críticos en el esfuerzo de mostrar por qué fracasa la hipótesis fodoriana. Claro, sin renunciar a una teoría modularista que explique por qué en algunos casos sí y en otros no los procesos perceptuales parecen estar influenciados por nuestras creencias y conocimientos generales. Esto como un proyecto de trabajo futuro.

Espero mostrar que la propuesta fodoriana de la mente no es plausible y, por ende, no puede ofrecernos un panorama interesante con respecto al problema de la objetividad perceptual. Para ello

²⁸ Entre otros: Forster, K. (1980), pp. 210-215. Tanenhaus, M.K., Dell, G.S. & Carlson, G. (1989). Karmiloff-Smith, A. (1990), pp. 57-83. Pylyshyn, Z. (1998), Bennett, L.J. (1990).

²⁹ En los párrafos siguientes ofrezco algunas razones para ocuparme o discutir la tesis fodoriana, no se trata de

recorro a una teoría de la percepción, la teoría de la visión de Marr, considerada como de lo mejor que se tiene hasta ahora. El asunto es que las afirmaciones de la teoría de Marr no parecen compatibles con el supuesto modularista (el encapsulamiento informacional) de la visión en varios sentidos. No pueden ser correctas las dos teorías y dada la gran aceptación que tiene la teoría de Marr entre los filósofos y en otras comunidades de investigación, las apuestas están a su favor. Como la superioridad de una teoría sobre la otra no es cosa de análisis conceptual sino de resultados de las averiguaciones científicas, y como estos resultados favorecen al modelo teórico de la psicología, parece razonable inclinar la balanza de éste lado (claro, hasta que no se muestre lo contrario).

3.5 Mi sugerencia.

Mi sugerencia será que se tome muy en serio la idea de que las teorías computacionales tienen varios niveles descriptivos interrelacionados. Como ya lo mencioné arriba, se tiene un nivel 'sintáctico' que corresponde a los programas computacionales; un nivel físico que corresponde al sustrato físico (el hardware) en el que se realizan los programas computacionales; y un nivel 'intencional' que da cuenta de las propiedades representacionales de los programas³⁰. De manera que una propuesta computacional de la modularidad puede (en realidad requiere) incluir una descripción intencional. Tal vez las propiedades intencionales de los procesos o los símbolos que se manipulan en un sistema computacional puedan explicar los aspectos modulares (modularidad no-fodoriana) que se le quieren atribuir a la mente. Por ejemplo, si el sub-sistema visual tiene la propiedad intencional NC y el sub-sistema de creencias tiene la propiedad intencional C, distinta de NC e incompatible con ella, podemos entender que cierta información relevante del sub-sistema de creencias no intervenga en los procesos visuales. Por otro lado, como veremos más adelante, el sistema visual (conforme a la descripción psicológica computacional de Marr) tiene cierta estructura y parece posible distinguir el sub-sistema modular visual del sub-sistema central en términos de ciertas diferencias en las estructuras. Por ejemplo, que el sub-sistema central no se puede considerar estrictamente, en cierta construcción teórica, como compuesta de partes, mientras que el sub-sistema visual sí

objeciones a su tesis. Las objeciones las presento en los capítulos siguientes.

³⁰ Una manera intuitiva de considerar los tres niveles la podemos apreciar en esta hoja de papel: el primer nivel lo constituyen las marcas de tinta sobre el papel, el segundo nivel lo constituyen las letras o signos, y el tercer nivel lo

En el primer capítulo presento una noción de computación que surge del trabajo de Alan Matheson Turing. Con ello pretendo establecer un marco de referencia para discutir la pertinencia computacional de la hipótesis modularista de la mente fodoriana y la manera en que parece ser (in)compatible con una teoría (computacional) importante de la percepción visual, la de D. Marr. En el segundo capítulo reviso los aspectos centrales de la teoría modular de la mente de Jerry A. Fodor, su noción general de modularidad y las condiciones esenciales que propone³¹. Me interesa poner en duda la condición de encapsulamiento informacional de la modularidad fodoriana puesto que es la que determina la supuesta autonomía computacional de los subsistemas modulares. La condición de encapsulamiento se revisa frente a las afirmaciones de la teoría computacional de la visión, de David Marr, en el tercer capítulo. Hago una descripción de los principales puntos del proceso visual y resalto las características cruciales para mi discusión. Luego, analizo el modularismo fodoriano y la clase de autonomía computacional que presupone; menciono la motivación central de la propuesta fodoriana y la clase de encapsulamiento informacional que requiere. Finalmente, en el capítulo cuatro sugiero un par de modificaciones a la noción de modularidad que pueden resultar en una distinción más clara y plausible de la separación entre un sub-sistema central y un sub-sistema modular o perceptual. Propongo una versión modularista que supere los problemas de la modularidad fodoriana. Básicamente se trata de una hipótesis que rechaza el encapsulamiento informacional en los términos fodorianos y sugiere, en cambio, un recurso a las características intencionales de las teorías computacionales. Este modularismo liberal propone una distinción entre el sub-sistema visual y el sub-sistema central en términos de características de las descripciones computacionales³².

constituyen los contenidos de los signos.

³¹ Fodor ha cambiado su posición con respecto a su teoría del contenido, pero no parece haber cambiado su noción de modularidad de la mente. “[In] *The Modularity of Mind* [1983]... I wanted to argue there (and will likewise argue here [1990]) that... *Modularity* offers several kinds of arguments to what is, really, a main thesis of the book: Although perception is smart like cognition... it is nevertheless dumb like reflexes in that it is typically encapsulated.” Fodor, J.A. (1990), pp.195 y 199.

³² Aclaro que la noción de modularidad que sugiero es distinta de la que propone Gabriel Segal (1994). Una diferencia fundamental es que la propuesta de Segal no considera un sistema central.

I. ☒ La noción de computación.

Antes de entrar en la concepción fodoriana de la modularidad de la mente conviene ofrecer un panorama general de lo que son los sistemas computacionales. Una buena aproximación a la noción de computación como manipulación de símbolos conforme a reglas la podemos encontrar en su antecesor histórico, la idea de máquina de Turing. El procesamiento de símbolos tiene la particularidad de que no recurre esencialmente más que a su forma física y se ejecuta en estructuras físicas, aunque hay cierta independencia entre las computaciones y el sustrato físico que las ejecuta. Otro aspecto del procesamiento de símbolos es que los sistemas computacionales son conjuntos de operaciones que se descomponen o analizan en operaciones y estructuras de símbolos cada vez menos complejos. Esta clase de modelos computacionales permite una explicación de los procesos mentales cuando se consideran como manipulaciones de símbolos realizados en estructuras físicas bajo reglas determinadas. Un aspecto importante de las explicaciones computacionales es que deben hacerse a tres niveles: un nivel físico, un nivel algorítmico o de programa, y un nivel intencional o representacional. Con estas ideas podemos considerar a los sistemas computacionales como entidades que se describen tanto a nivel de manipulación de símbolos como a nivel de propiedades intencionales de los símbolos, sin abandonar el nivel físico básico en el que se realizan. Hacia el final del capítulo mencionaré una clase de modelo que se ha considerado como rival de los esquemas computacionales: el conexionismo. Esta clase de modelos puede ser compatible con el computacional.

1.1 Las máquinas de Turing.

Pensemos en una máquina de escribir común y corriente que tiene una cabeza que golpea una cinta y que imprime caracteres determinados. La cabeza impresora se desplaza en dos direcciones, hacia la derecha o hacia la izquierda de la cinta. Podemos concebir una *Máquina de Turing* (MT³³) como una máquina de escribir idealizada en donde la cabeza impresora es magnética y ejecuta, además, las operaciones de registro ('lectura') y borrado de caracteres. La cinta en que se ejecutan estas operaciones puede ser magnética y tener una longitud teóricamente infinita; la cinta se encuentra

³³ Para la descripción informal del modelo teórico de las máquinas de Turing voy a seguir el artículo de Hopcroft, J.E.

dividida en cuadros en los cuales se puede grabar una sola impresión a la vez. Los movimientos de la cabeza magnética obedecen a las instrucciones que se encuentran grabadas en la cinta en forma de marcas físicas y se ejecutan de manera discreta; es decir, de cuadro en cuadro. De modo que las operaciones de registro, grabado y borrado, se ejecutan de manera discreta también.

Los caracteres o marcas físicas que se registran ('leen'), graban o borran se pueden considerar como *símbolos* determinados que se toman de un archivo finito. A los símbolos que se manipulan en una MT usualmente se les asocia un 'contenido'³⁴ o 'significado' o se dice que 'representan' algo. De aquí es de donde proviene la gran aceptación y utilidad de esta clase de instrumentos. La representación que se le puede asociar a un símbolo depende del tipo de tarea que se realice; se le pueden asociar números, palabras y otras cosas. Pero siempre que los procesos computacionales estén determinados por las reglas conocidas de coherencia matemática y simbólica las representaciones (los significados) asignadas a los símbolos se conservarán. Es decir, la operación conforme a reglas garantiza la conservación de la representación (el significado) de los símbolos que se manipulan.

Los símbolos que son registrados ('leídos') por la MT se consideran las *entradas* (inputs); los que se graban y se encuentran en la cinta después de que la operación se ha detenido se consideran las *salidas* (outputs). Las *reglas* de operación se expresan también mediante símbolos grabados en la cinta. Las operaciones de la MT están determinadas por la entrada, el símbolo que está frente a la cabeza magnética, y el *estado* de la máquina en ese momento. La máquina sólo puede tener un número finito de estados, los que se pueden considerar como maneras de operar o como estructuras internas de la máquina en momentos determinados. Vale la pena que nos detengamos un poco para aclarar la noción de estado de máquina.

Las MT se pueden considerar como máquinas de estado finito (número finito de estados), que pasan de un estado a otro de manera discreta. Los estados de máquina deben estar bien definidos. Deben ser lo suficientemente distintos entre sí como para que no haya ni la más remota posibilidad de confundir un estado con otro. Así, una distinción entre estados que evita cualquier confusión la tenemos en los apagadores de luz comunes y corrientes. Los estados en que puede encontrarse el sistema de iluminación de un salón de clases, digamos, son dos únicamente: encendido, apagado; y

no hay confusión si pensamos que definitivamente deben estar en 'on' o en 'off', no hay posiciones intermedias.

Un ejemplo de máquina de estado discreto lo podemos tener en las máquinas vendedoras de refrescos³⁵. Sea una máquina de dos estados que recibe dos clases de monedas (el 'input'), digamos n y d ; y ofrece un refresco enlatado (el 'output'). El refresco se obtiene a cambio de dos monedas tipo n o una moneda tipo d . Esta máquina se puede describir conforme al estado interno de la máquina que se describe con la posición de sus engranes, circuitos y poleas, etc. Los estados internos de la máquina pueden ser únicamente: q' o q'' . Las señales de entrada o inputs pueden ser únicamente: n o d . Un estado interno de la máquina está determinado, en cualquier momento, por el último estado anterior y por la señal de entrada conforme a la siguiente *matriz de transición*³⁶:

Ultimo estado

<i>Entrada</i>	q'	q''
n	(-) q''	(+) q'
d	(+) q'	(+) (n) q'

Salidas: (-), (+), (n)

Figura 3 Matriz de Transición de una MT.

Cuando la máquina recibe una entrada n y se encuentra en el estado q' , la salida es (-) no ofrece nada, y pasa al estado q'' ; si en lugar de la entrada n recibe una entrada d (cuando se encuentra en el estado q'), la salida es (+), ofrece un refresco enlatado, y se queda en el mismo estado q' . Cuando la máquina se encuentra en el estado q'' y recibe una entrada n , la salida es (+), deja caer una lata, y pasa al estado q' ; si lo que recibe es una moneda d (y está en el estado q''), su salida es: (+) y n , y

³⁴ Contenido en el sentido de que los símbolos son acerca de otra cosa (aboutness).

³⁵ Este ejemplo es una modificación del que ofrece Alan M. Turing (1950), pp. 433-60.

pasa al estado q' (suelta una lata de refresco junto con una moneda n y cambia de estado). Cualquier máquina de estado discreto se puede describir mediante una matriz de transición (o matriz de estado) de esta clase, siempre y cuando el número de estados sea finito.

Una MT tiene un número finito de estados, entradas y salidas, y se describe completamente mediante una matriz de transición. La matriz de transición se puede tomar como la especificación de dos *funciones*:

- (a) una función que *mapea* entradas y estados con salidas, como el mapeo $\{(n,d,q',q'')\}$ a $\{(+,-,n)\}$; y,
- (b) otra función que mapea entradas y estados con estados, como el mapeo $\{(n,d,q',q'')\}$ a $\{(q',q'')\}$.

Estas dos funciones especifican un conjunto de condicionales, uno para cada pareja entrada-estado, entrada-salida, estado-salida, estado-estado. Las funciones se pueden considerar de la forma condicional siguiente: si la MT está en el estado q' y recibe la entrada d , entonces producirá la salida (+) y pasará al estado q'' .

La matriz de transición especifica el conjunto de condicionales determinados por las dos funciones, de suerte que aquellos sistemas que tengan el conjunto {entradas, salidas, estados} que se especifican en una matriz de transición serán descripciones de esa matriz. La máquina vendedora de refrescos enlatados que se encuentra en la cafetería es un sistema que especifica la matriz de transición de la figura No. 3 *La matriz de transición especifica un conjunto de condicionales que se pueden considerar como las 'reglas' o 'el programa' del sistema.*

Una característica importante de las MT y de las operaciones o procesos computacionales es que son neutrales a la interpretación (representación, significado o contenido) de los símbolos que manipula. En los procesos computacionales únicamente se considera la forma de los símbolos. Cuando se dice que una computadora (o una mente) es una máquina procesadora de símbolos se debe entender que los cambios de estado están controlados por las propiedades físicas o materiales de los símbolos. Las propiedades físicas pueden ser tales como el valor de orientación magnética, la carga eléctrica, el

³⁶ Putnam, H. (1980) las llama "matrices de transición" aunque también se conocen como matrices de estado.

peso, la forma-figura de los símbolos, etc. En los sistemas computacionales los procesos se consideran como relaciones causales entre símbolos merced a sus propiedades formales (físicas). Otras propiedades de los símbolos, como las intencionales, no participan.

Para ilustrar esta característica de neutralidad intencional veamos un ejemplo de máquina sumadora³⁷. Una MT que suma dos números cualquiera y luego se detiene, con un archivo de caracteres que se limita a dos símbolos: '0' y '1'. Un número cualquiera se representa como una serie de símbolos '1' grabados en la cinta. Así, un número M se puede representar como una serie de M símbolos '1' y un símbolo '0' al final. El número tres sería: (1110), en algún código binario.

Supongamos que se quiere sumar el número M con el número N. En la cinta de la máquina pueden estar registrados M unos seguidos de un cero y N unos. El cero indica la terminación de un número y el comienzo del otro o la terminación de una serie de instrucciones y el comienzo de otra. Una MT que suma dos números y se detiene deberá contar con una matriz de instrucciones que haga que la MT finalmente imprima una serie de caracteres que representen a la suma de M y N. Es decir, imprime una serie de M-más-N unos, en este ejemplo. La suma del número cinco con el tres deberá tener ocho unos y un cero, en la cinta, en la posición adecuada (011111110) para cuando se detenga la máquina.

Al inicio los dos números se encuentran como dos series de unos separados por un cero: (111101110), serie que representa al número cinco seguido del número tres. Si consideramos que cada carácter está en un cuadro de la cinta, la suma se puede ejecutar moviendo la serie de unos del número M una posición hacia la derecha, de manera que el cero no separe a las dos series y la serie resultante se interprete como la suma de M y N, por ejemplo: (011111110). La MT puede hacer esto mediante una serie de operaciones (mover la cabeza magnética, grabar, borrar, registrar) con tres estados internos.

En el estado Q1 la cabeza magnética revisa la cinta, cuadro por cuadro, hasta que llega al uno que se encuentra al principio de la serie del lado izquierdo. Luego borra el uno y graba un cero en su lugar, pasa el estado Q2 y pasa al cuadro inmediato de la derecha, continúa ahora moviéndose hacia la derecha de la cinta. En el estado Q2, cuando se encuentra un uno, pasa al siguiente cuadro a la

³⁷ Tomado de Hopcroft, J.E. (1984), p.72.

derecha, sin borrar ni grabar, hasta que llega al último uno de la serie M y encuentra un cero, pasa luego al estado siguiente. En el estado Q3, cuando la cabeza magnética encuentra un cero, lo borra, graba un '1' y se detiene. De esta forma la serie resultante de unos se considera que representa la suma de los dos números iniciales M-más-N. Estos ejemplos nos ilustran de manera sencilla la operación de máquinas tipo MT en términos de reglas que relacionan estados de máquina, entradas y salidas.

En el ejemplo de la sumadora consideramos la serie '1110' como que representa un cierto número: el tres; y a la serie '111110', como que representa otro número: el cinco. Pero pudimos haberle atribuido casi cualquier otro número (mil ciento diez a '1110'), o haberle atribuido algún valor, como: 'verdadero', o 'a favor', o muchas otras cosas. La operación de la máquina es insensible a lo que los símbolos representen (es insensible al significado que se le atribuya). A este respecto podemos considerar que en cuanto al mecanismo que ejecuta las operaciones de registro ("lectura"), grabado, borrado, mover la cabeza magnética, etc., a nivel de los componentes mecánicos más simples, *procesadores primitivos* digamos, lo único que cuenta para los procesos es la *forma física* de los caracteres y no lo que representen. Podemos hablar de *procesadores primitivos*³⁸ en el sentido de que su operación se explica mediante una teoría básica como la mecánica, o la electrónica en el caso de las computadoras electrónicas.

1.2 La relación entre computación y sustrato físico.

Vimos que las matrices de transición de las MT establecen relaciones entre las entradas, las salidas y los estados de una máquina computacional, relaciones que se dan sin especificar la construcción de la máquina y en virtud de la forma de los caracteres o símbolos del sistema. Lo único que se requiere para describir las computaciones es que los estados de máquina obedezcan ciertas relaciones con las entradas, las salidas y otros estados internos. Las relaciones establecidas se pueden considerar como una especificación abstracta de la matriz de transición del caso. Por ejemplo, las relaciones entre las entradas, salidas y estados de la máquina vendedora de refrescos constituyen una abstracción de la matriz de la figura No.3

Supongamos que contamos con la matriz de la figura pero que no contamos con la máquina

³⁸ Ver a Block, N. (1990), pp.137-70.

vendedora de refrescos. En este caso podemos decir que no contamos con un sistema que *realice* la matriz de transición. En el momento en que se construye la máquina y se pone a funcionar (en la cafetería) decimos que esa máquina particular (y cualquier otra que tenga las mismas funciones) es una *realización*³⁹ de la MT abstracta determinada por la matriz de transición de la figura No.3

Por otro lado, es posible tener una MT hecha de varias clases de materiales físicos (o combinaciones de éstos). Por ejemplo, una MT construída de circuitos electrónicos, arreglos de engranes y poleas, circuitos de rayos laser, neuronas, etc. Cualquiera que sea el sustrato físico que realiza a una MT es posible que todas y cada una de las construcciones tengan las mismas propiedades computacionales. Existen muchas máquinas vendedoras de refrescos que realizan la matriz de la figura 3 y muchas computadoras que realizan una matriz compleja que corresponde al sistema operativo 'Windows', por ejemplo. A esta característica se le conoce como *multirrealizabilidad* de los procesos computacionales.

La descripción de un proceso computacional o unas propiedades computacionales no requieren de la especificación de una constitución física determinada, sean transistores, diodos o neuronas. Ahora, puesto que los estados computacionales se pueden determinar completamente en términos de entradas, salidas y otros estados internos (además de las operaciones elementales de una MT), cada uno de los estados computacionales de una MT se define por el papel que juega en la operación de toda la MT; es decir, cada estado interno se define por la relación que guarda con otros estados, con las entradas y con las salidas del sistema computacional al que pertenece. Relaciones que se establecen en virtud de la forma de los símbolos que se manipulan.

La explicación del funcionamiento de una MT puede prescindir de la descripción de la constitución física particular del mecanismo en que se encuentra realizada. Además, dada la sencillez de los mecanismos, es factible su construcción; en principio, se pueden construir máquinas que realicen las computaciones establecidas en las matrices de transición. Esta clase de explicación nos permite entender por qué las MT hacen lo que hacen y nos ofrece una condición suficiente (la matriz de relaciones o de transiciones) para la realización física de los estados y procesos computacionales, por más abstractos que sean. La realizabilidad física de los estados y procesos computacionales nos garantiza que, en el fondo, las relaciones que determinan a tales estados y procesos son relaciones

³⁹ Block, N. (1980), pp.173-4.

causales en el sentido fuerte de causalidad mecánica o física.

Es conveniente disolver cualquier impresión que se pueda tener de que un estado o proceso computacional es idéntico a un estado físico, en el sentido de que los primeros son reducibles a los segundos. Una MT se puede construir a partir de casi cualquier material, de suerte que ante cualquier estado físico que se proponga como sustrato que realice o implante a una MT que ejecuta una computación o proceso computacional determinado, siempre será posible proponer otra MT' posible que satisfaga esa misma computación o proceso computacional pero que no tenga el mismo estado físico. Como los estados computacionales se determinan en términos de sus relaciones con otros estados computacionales y con las entradas/salidas de un sistema, un estado computacional determinado se puede definir como algo e causado por una cierta entrada c , que causa otro estado interno x que a su vez causa una determinada salida s . La cosa e que tiene ese papel causal en ese sistema computacional puede ser un estado de una cierta clase física en una MT y puede ser un estado de otra clase física en la otra MT'.

De cualquier manera, la cosa e que tiene ese papel causal no es idéntica a una cosa física; lo que los estados computacionales tienen en común y en virtud de lo cual se caracterizan como estados computacionales es un determinado papel causal y no una propiedad física determinada. Lo que hace que una operación computacional sea una suma no es la estructura física de la MT que la ejecuta sino la relación causal que la operación guarda con las entradas (los números tres y cinco, en notación binaria, por ejemplo), con otros estados internos o computaciones, y con las salidas. De aquí que se diga que los estados computacionales no son idénticos a estados físicos, como identidad tipo o de clase. Sin embargo, los estados computacionales son físicos en el sentido de que todo sistema que da lugar o tiene un estado computacional es un objeto físico, hay identidad de instancias o ejemplares.

1.3 Los sistemas computacionales son composicionales.

Los procesos computacionales se consideran como programas o concatenaciones causales de estados de máquina. También se consideran como sistemas compuestos por estados o etapas (subprogramas, rutinas y subrutinas, algoritmos, etc.) que se caracterizan por ciertas propiedades y cierta organización. Los programas son secuencias de mecanismos que hacen operaciones que se ejecutan

sobre estructuras de símbolos (como los '0' y los '1' del ejemplo de la sumadora). Cada mecanismo funciona bajo una organización particular a la operación que ejecuta, de manera que tales operaciones y tal organización es lo que determina las propiedades del mecanismo. Así, cualquier mecanismo que esté organizado de tal y tal manera realizará tal y tal (la misma) función en el sentido de que, con las mismas entradas se obtendrán las mismas salidas.

Un programa se puede considerar como un sistema que tiene la composición C_1, C_2, \dots, C_n (los subprogramas, rutinas, subrutinas, etc.), organizados de manera O , de modo que muestra las propiedades p_1, p_2, \dots, p_n (cada subprograma tiene una función determinada). El programa así descrito tendrá, digamos, la propiedad P o realizará la función P , distinta a las demás p_i . Esta es una construcción que denominaremos *composicional* en el sentido de que las propiedades de un sistema computacional se determinan a partir de las propiedades de sus componentes.

Por otro lado, los programas computacionales postulan estados que no se consideran relacionados de manera incidental ni como simples correlaciones sino como partes de relaciones causales auténticas. En un proceso computacional no se considera que la salida (output) o un estado intermedio sea mero correlato de la entrada (input) o el estado antecesor. Las matrices de transición pueden ser deterministas (proponen que dada una entrada determinada, necesariamente se produce la salida o el estado que la matriz señala) o pueden ser probabilistas (dada una entrada determinada, existe un valor que establece la posibilidad de que ocurra la salida, o el estado intermedio, indicada en la matriz) pero la relación se encuentra determinada por enunciados nomológicos que dan cuenta de todos los valores probabilistas asociados a todos los estados y salidas posibles.

En las matrices de transición no hace falta proponer entradas, estados ni salidas que no sean parte del programa o que no participen en las transformaciones. Además, al postularse estados distintos en una cadena que se describe mediante una matriz de transición resulta que siempre es posible distinguir las antecedencias y las consecuencias. Cuando se postulan programas se suelen distinguir todas las partes de un programa (en términos de subprogramas y símbolos) y todos los valores de las variables, constantes, resultados, etc. *Nada queda indeterminado.*

Los símbolos que se consideran en los programas tienen propiedades formales o sintácticas determinadas sin ningún género de ambigüedad. Los mecanismos tienen perfectamente

especificadas sus propiedades operativas (p.e., “cuando en el cuadro de la cinta se encuentra una marca '1', mueve la cinta un lugar a la derecha”). Las operaciones que se ejecutan sobre los símbolos se determinan de manera que no es posible que una entrada determinada, en una subrutina cualquiera, sea idéntica a la salida de esa subrutina; no tiene ningún caso postular una operación que no haga nada. *No hay subrutinas ociosas.*

Además, cuando se definen subrutinas como integrantes de un programa no es posible que la salida del programa, el resultado, sea indistinguible de la salida de alguno de sus componentes (subrutinas). En caso contrario no habría necesidad de postular un programa integrado por componentes, cada uno de los cuales resuelve en parte un problema computacional determinado, si uno de los componentes ya resuelve el problema; el componente o subprograma del caso bastaría, y no se justificarían los demás componentes del programa. Por otro lado, las operaciones de las subrutinas de un programa determinadas en términos de sus entradas y sus salidas, no dependen del programa en que están integradas. Una subrutina que eleve a la segunda potencia la entrada que recibe, seguirá elevando a la segunda potencia cualquier entrada independientemente del lugar que ocupe en el programa completo o en otro programa. El mecanismo que realiza esa operación particular debe poder seguir haciéndola de igual manera en cualquier sitio de la secuencia del programa.

Tenemos, pues, que los procesos computacionales son secuencias causales estrictamente organizadas de cambios de estado, que parte de las entradas (inputs) y termina en las salidas (output). Cualquier operación que se postule debe estar especificada como una secuencia causal aunque es posible que varias secuencias se realicen simultáneamente o que se ejecuten en estructuras relativamente separadas del conjunto (los subprogramas y subrutinas) que entregan sus resultados a la corriente principal de la concatenación causal. No se admiten entradas (inputs) ociosas ni procesos vanos. Los estados, los procesos, las entradas y las salidas se pueden caracterizar en términos de propiedades y de reglas de operación que rigen los cambios. Las reglas de operación se pueden considerar como enunciados computacionales y deben ser (como es lo usual, a menos que haya errores o fallas internas en los programas) verdaderas y de forma básicamente general, p.e. “toda entrada de la clase R_i sometido al algoritmo (o subprograma) Q se transforma en una salida de la clase R_{i+1} ” Todo esto queda especificado de manera implícita en un programa computacional.

Los enunciados que describen los procesos y los estados posibles son enunciados de aplicación general que dan cuenta de las entradas, salidas, estados intermedios y transformaciones que sufren los símbolos en un programa determinado. La descripción de un proceso computacional, ya sea en forma de enunciados en un lenguaje computacional o en diagramas de flujo, se puede considerar como un conjunto de enunciados *descriptivos*. Los enunciados de reglas de operación se pueden considerar, además, como enunciados *nómicos*⁴⁰, de manera que los programas computacionales se pueden considerar como un conjunto organizado de enunciados descriptivos y nómicos.

1.4 Tres niveles de explicación.

La noción de computación pone a trabajar tres niveles de descripción de los sistemas computacionales. Un nivel físico, un nivel de programa y un nivel representacional. El *primer* nivel, el físico, está constituido por cosas como los circuitos electrónicos de una computadora o las neuronas de un cerebro. Este nivel (de 'hardware') es importante puesto que los programas requieren de una base en la cual ejecutarse o realizarse; un proceso computacional no se puede ejecutar si no existe un sustrato físico que lo implemente. No se tendrá una descripción completa de un sistema computacional determinado sin mencionar el sustrato físico particular en el que se realizan los programas ('software'). El *segundo* nivel de descripción, el de los programas (o algoritmos), consiste en descripciones formales de un determinado proceso o conjunto de procesos. Una parte considerable de las teorías computacionales se ocupan de la descripción matemática de los procesos que se consideran constitutivos del modelo explicativo general, descripción que se ajusta a los requerimientos de los programas computacionales. El *tercer* nivel de descripción, el intencional o representacional, tiene que ver con aquello a que los símbolos refieren y con el problema general (y al detalle) que se analiza, sea una suma, un sistema de ecuaciones o la ejecución de tareas de sistemas complejos. A este nivel es al que podemos decir si un sistema computacional determinado ejecuta una clase de operación y no otra, por ejemplo, una operación de adición y no una de elevación a potencias.

Supongamos que se logra describir un proceso mental M en términos de símbolos, reglas de operación y mecanismos manipuladores de símbolos (un modelo computacional de M). El modelo que resulte debe contar con una descripción de nivel general que dé cuenta de la manera en que se

⁴⁰ Esto debido a que dentro del sistema computacional las instrucciones describen transformaciones o transiciones de

relacionan las entradas y las salidas de los diversos programas y algoritmos, la manera en que las operaciones ejecutadas se ajustan a las reglas del sistema, y la manera en que el sistema conjunto lleva al cabo los procesos que se están analizando. Tal descripción es la que se debe tener en el nivel intencional, es lo que se denomina una teoría computacional del proceso M. Este nivel descriptivo es el que le da sentido, además, al nivel de programa (segundo nivel) y permite saber si ofrece una solución adecuada al sistema que se analiza⁴¹.

1.5 El modelo computacional de la mente.

Se puede suponer que la percepción y otros estados mentales intencionales o representacionales se identifican mediante propiedades causales que median los contactos con el mundo externo a través de las relaciones que guardan con entradas (estímulos) y salidas (conductas). Por ejemplo, la percepción visual de Poro de que hay un animal grande, de cuatro patas y cuello largo que pasta en el potrero, se puede caracterizar por varios hechos: (a) el hecho de que, *caeteris paribus*, la percepción es causada por cierta clase de estímulos ópticos, como haces de luz de intensidades diversas (entradas); (b) por el hecho de que (*caeteris paribus* también) causa ciertos estados mentales en el sujeto (la creencia de Poro de que hay un caballo en el potrero); y (c) por el hecho de causar (*caeteris paribus*) cierta conducta por parte del sujeto percipiente (la acción de sacar su cámara fotográfica y enfocarla, o ponerse las espuelas). Las relaciones entre estados representacionales, como los que se atribuyen a los procesos mentales, se puede describir en términos de computaciones. Los procesos y estados mentales que se quieran explicar computacionalmente se tendrán que expresar en términos de entradas, salidas, estados internos, matrices de estados, reglas de transición, etc.

Algunos estados mentales no se manifiestan a través de conducta externa, no interactúan con el mundo físico exterior al sistema mental. En términos computacionales, un sistema manipulador de símbolos puede tener (de hecho los tienen) varios estados internos y algunas de sus operaciones pueden consistir en el paso de un estado interno a otro sin producir nada externo (sin tener salidas externas) ni recibir nada del exterior (sin tener entradas externas). En el ejemplo de la sumadora todos los cambios de posición de la cabeza magnética, todas las operaciones, hasta antes de entrar al

estado que pueden considerarse como leyes internas.

⁴¹ La idea de los tres niveles de descripción se encuentra desarrollada en el trabajo de D. Marr (1982), con un resumen en las pp. 19-27

tercer estado, son relaciones de estados internos que no reciben entradas ni producen salidas al exterior. El proceso mental de Poro en el que pasa de una creencia de que hay un animal en el potrero al deseo de calzarse las espuelas, por ejemplo, es un proceso que no tiene salida al exterior. Esta clase de proceso, exclusivamente interno, tiene también una estructura causal.

Un modelo computacional de la mente reconoce la existencia de tres grupos de relaciones causales entre estados mentales: relación (estímulo) entrada-estado mental, relación estado mental-estado mental, y relación estado mental-salida (conducta)⁴². Los procesos mentales se pueden describir como operaciones sintácticas que se realizan en estructuras de símbolos. Como, además, las propiedades a que se recurre en las reglas de la lógica son propiedades sintácticas, podemos considerar que por lo menos algunas de las reglas de los procesos mentales hagan referencia a propiedades sintácticas. Tenemos bases para una psicología computacional o funcionalista desde el punto de vista de los procesos computacionales entendidos en términos de la noción de computación.

De manera que cuando formulamos una hipótesis psicológica en términos de computaciones podemos esperar que se logre una explicación de los procesos y estados mentales que la hipótesis psicológica postula; explicación que nos permita entender esos procesos y estados sin necesidad de mencionar al sustrato físico que los realiza ni los significados de los símbolos que manipula, procesos que se pueden describir en términos funcionales-causales (o en términos de inferencias, en su caso) que pueden o no tener relaciones con el exterior.

1.6 Una explicación alterna al modelo computacional: el conexionismo.

Los modelos computacionales de la mente no son los únicos que se han propuesto para dar cuenta de los procesos y estados mentales. Uno de los modelos rivales es el llamado *conexionismo*, también conocido como modelo de redes neuronales o sistemas de procesamiento paralelo. Esta vez la explicación recurre al (busca imitar el) sustrato físico más común que sirve de asiento a las actividades mentales: el cerebro o sistema nervioso. La propuesta conexionista sugiere una relación muy estrecha entre los sistemas sinápticos neuronales y los procesos mentales. Algo así como averiguar cómo se dan las conexiones sinápticas para inferir de aquí cómo pueden ser los procesos

⁴² Ver a Pylyshyn, Z.W. (1984).

del pensamiento o de la percepción.

La propuesta conexionista en ocasiones⁴³ afirma que los modelos computacionales que se fundamentan en la manipulación formal de símbolos conforme a reglas claramente especificadas no permite la explicación de ciertas capacidades mentales. Uno de los ejemplos que presentan es la comparación de estructuras (pattern matching) complejas, como la que sugiere Marr en el proceso de construcción de representaciones en las etapas intermedias y finales de la visión. Este proceso requiere, supuestamente, "una enorme cantidad de reglas y datos" que son difíciles o imposibles de programar en los sistemas computacionales tradicionales. De modo que, de ser este el caso, el proceso de reconocimiento perceptual sugerido en las teorías computacionales simbólicas no se podría especificar ni implementar en un sistema tradicional. Sin embargo, según el teórico conexionista, esta clase de capacidades, como la comparación de estructuras, se pueden manejar con éxito en las '*redes de procesamiento paralelo distribuido*' (PDP) puesto que surgen de manera natural en esta clase de sistema.

El conexionismo considera que el cerebro está organizado como un sistema de procesamiento paralelo masivo con estructura de red (network) configurada por nodos y arcos que los unen. Los nodos de la red son las neuronas y los arcos que establecen las interconexiones son los axones de las neuronas. Varios nodos (o neuronas) pueden estar conectados físicamente en forma de anillo (loop). Estos anillos son cadenas de arcos y nodos que cierran un circuito que parte de una neurona, pasa por muchas más, y regresa a la neurona del principio. Los arcos que conectan a los nodos de una red tienen valores asignados o potenciales de activación, de manera que cuando una neurona o un grupo de neuronas se dispara, transmite activaciones a las neuronas inmediatas, éstas a las siguientes hasta que las activaciones se dispersan en cascada abarcando quizá toda la red.

La interacción de los nodos y los patrones de activación de las redes se considera que simulan los patrones de disparos neuronales en los sistemas nerviosos y, a su vez, logran simular los procesos mentales. Las redes conexionistas consideran una realización física inmediata de los procesos

⁴³ Esto es, las propuestas que rechazan la idea de representaciones en las redes conexionistas. Ver a Boden, M. (1990),

mentales, una relación estrecha entre mente y cerebro. En la literatura especializada se mencionan varias clases de actividad mental que se pueden simular en las redes conexionistas, desde percepciones sensoriales hasta procesos supuestamente similares al razonamiento. Algunos especialistas mencionan, específicamente, a las tareas de reconocimiento y categorización de secuencias de estímulos externos (que provienen del exterior de la red)⁴⁴. Por ejemplo, supongamos que un conjunto de señales o estímulos ópticos son característicos de una frase escrita o un triángulo dibujado en una hoja de papel. Las señales de luz conforman una secuencia de estímulos que se reciben como entradas en una red neuronal artificial. La tarea de la red es el reconocimiento de la secuencia característica.

Aunque la mayoría de las explicaciones de la operación de las redes neuronales no considera ninguna clase de representación interna ni manipulaciones de símbolos⁴⁵, existen otras maneras de presentar las tareas de reconocimiento en las redes mediante la consideración de que algunos patrones de activación se pueden tomar como representaciones. Para entender cómo es que una red neuronal logra agrupar una secuencia de estímulos como un triángulo y no como un perro o una bicicleta consideremos lo que pasa luego de que una neurona o grupo de neuronas recibe tales estímulos. Se supone que cuando un anillo neuronal (loop) recibe activaciones de manera repetida a partir de los estímulos del triángulo, ese anillo se refuerza. El reforzamiento de los anillos neuronales consiste más o menos en lo siguiente. Cuando se dispara una neurona de entrada (input) conectada con otra neurona receptora, causa la excitación de la receptora. La repetición de las excitaciones da lugar a un incremento en la sensibilidad de una o ambas de las neuronas participantes. Ese incremento en la sensibilidad aumenta la eficiencia estimuladora de la neurona de entrada. En un momento determinado la conexión entre las dos (o más) neuronas se hace tan fuerte que siguen disparándose en ausencia del estímulo externo.

De esta manera se crean secuencias de excitaciones (excitaciones e inhibiciones en una descripción más amplia) consideradas como “representaciones” internas del estímulo que reforzó a las neuronas del caso. Como estas “representaciones” están determinadas por las conexiones sinápticas de ciertos

pp.5-19.

⁴⁴ Ver, por ejemplo, a Milner, P.M. (1993), pp.104-109.

⁴⁵ De manera que no son sistemas computacionales puesto que no se consideran estructuras de símbolos ni operaciones

grupos de neuronas, se supone que se fundamentan en aspectos físicos concretos. Las secuencias de estímulos se logran representar internamente en la red, y como una secuencia característica de estímulos corresponde a la figura del triángulo, se supone que esa secuencia de activación, en cierto anillo de neuronas, representa la figura que le dio origen. Las representaciones se conforman por secuencias fijadas (los teóricos conexionistas les dicen secuencias ‘aprendidas’) por reforzamientos neuronales y las salidas (outputs) de los anillos reforzados son consideradas como representaciones del triángulo ante el cerebro en el que se desarrolló el proceso. Las salidas “representan” lo que los ojos observan.

Una de las principales objeciones al conexionismo es que, hasta ahora, no han logrado explicar procesos mentales importantes. Si suponemos que muchos de estos procesos se caracterizan de manera esencial por tener propiedades como la sistematicidad, la productividad y la coherencia representacional, un modelo de los procesos mentales necesita dar cuenta de esas propiedades. En términos muy gruesos, la sistematicidad de los procesos mentales considera, por ejemplo, que para cualquier enunciado de un lenguaje, existen expresiones que se relacionan de manera sistemática con ese enunciado y que también son expresiones de ese lenguaje. Por ejemplo, el enunciado ‘José ama a María’ se relaciona con otras expresiones como ‘María ama a José’. La productividad de los procesos mentales considera que no hay límite superior al número de enunciados correctos que se pueden construir a partir de un conjunto de términos básicos (o compuestos). La coherencia representacional considera como mínimo que cuando una serie de símbolos tiene un significado asociado, sea de manera individual o en conjunto, cualquier procesamiento o manipulación a la que se someta, debe permitir que los símbolos conserven el significado original.

Sin embargo, el conexionismo no ha logrado ofrecer una teoría satisfactoria de la sistematicidad ni de la coherencia representacional. Hasta ahora, las explicaciones exitosas que se han ofrecido se han apoyado en características ajenas a la propuesta conexionista (no se han logrado explicaciones que no presupongan una teoría de manipulación causal de símbolos que respete las propiedades representacionales)⁴⁶. De cualquier manera, los modelos conexionistas de los procesos mentales se

con símbolos.

⁴⁶ McLaughlin, B.P. (1993), pp. 163-190. Fodor, J.A. & Pylyshyn, Z.W. (1988), pp.3-71.

pueden incorporar a las explicaciones computacionales como modelos de implementación⁴⁷; dicha incorporación permite salvar el problema de la supuesta imposibilidad de programar "una infinidad (enorme cantidad) de reglas y datos". Algunos teóricos, conexionistas y computacionalistas, aceptan modelos híbridos que consideran que no hay incompatibilidades sino que se complementan los dos modelos; el conexionismo puede ofrecer una explicación de la manera en que los sistemas computacionales se realizan físicamente⁴⁸. Es decir, explica el primer nivel de descripción de un sistema computacional, como vimos en la sección 1.4

⁴⁷ Tanenhaus, M.K., Dell, G.S. & Carlson, G. (1989), pp.83-85.

⁴⁸ Bechtel, W. (1994).

II. ☒ La mente fodoriana.

En este capítulo expongo las sugerencias básicas de la tesis fodoriana de la mente y preparo el camino para su análisis. Además, aclaro el papel de la noción de *módulo* dentro del esquema fodoriano y señalo la manera en que esta estructura de la mente tiene que ver con el problema de la objetividad perceptual. Estas aclaraciones permitirán resaltar la importancia que tiene otra noción importante, el 'encapsulamiento informacional' (en el esquema fodoriano) y la manera en que hace surgir una modularidad fuerte. Luego, para ubicar la crítica al modelo fodoriano de la mente hago dos cosas: primero, menciono algunas características de la clase de argumentación que se emplea para apoyar esta modularidad, especialmente el papel de la teoría psicológica moderna como evidencia para la propuesta; segundo, aclaro la clase de restricciones que imponen los (algunos) modelos computacionales. La condición fodoriana de encapsulamiento informacional se debe complementar con restricciones sobre el procesamiento y flujo de información en los sistemas computacionales, estas restricciones son la subdeterminación y la secuencialidad de los procesos.

2.1 *Las (algunas) propuestas modularistas*⁴⁹.

La noción de modularidad es más o menos común a varias disciplinas teóricas y al lenguaje común y corriente. En el área de la neurología, por ejemplo, se habla de módulos cerebrales cuando se describen ciertos conjuntos de neuronas a los que se atribuyen funciones motoras, de control, sensibilidad, psicológicas (como visión, oído, habla, etc.). Se suele subdividir la corteza cerebral en zonas que a menudo se denominan módulos cerebrales o corticales. Una idea semejante a la de módulo se aplica cuando se describe el cuerpo humano como un organismo integrado por diversos sistemas, como el sistema esquelético, el cardiovascular, el linfático, el endócrino, etc. Se consideran como partes componentes de una estructura mayor, que se encuentran interrelacionadas y que dependen las unas de las otras. En la teoría general de los sistemas se suele hablar de sistemas, componentes, subcomponentes, partes, subpartes, elementos y variables con los que se

⁴⁹ Aclaro que entre las propuestas que menciono no considero los módulos mentales de Noam Chomsky. Los que él propone tienen propiedades intencionales pero no son computacionales; tampoco propone una distinción frente a un sistema central del cual estén aislados parcialmente. Ver a Segal, G. (1994) pp.1-4.

define una cosa, sea una ciudad, una región económica, un problema o una empresa transnacional. En la física y en la química se consideran conjuntos de materia con propiedades determinadas. En las ciencias de la computación se denominan módulos a las partes en que se integra un proceso o programa. El término sistema y el término módulo se aplican en variadas circunstancias de la vida común, como cuando se habla de aparatos musicales y las partes que corresponden a bocinas, tocacintas, discos compactos, tornamesa, radio, etc.

En muchos de los casos se supone que la partición de un sistema en subsistemas o módulos facilita la explicación de una cosa o fenómeno de la naturaleza. La partición de un sistema de gobierno (como el soviético, que era bastante complejo) permite, supuestamente, la mejor comprensión de sus funciones, de la asignación de recursos escasos, la distribución de órdenes, la valoración de sus fortalezas (y debilidades) y de las vías factibles para enfrentar los riesgos actuales o futuros. El recurso a la noción de modularidad en las descripciones mentales busca explicar ciertas facultades psicológicas mediante ciertas cosas bien delimitadas que pueden ser funcionales o físicas (o ambas).

Lo que las variaciones en esta noción de modularidad parecen tener en común es que intentan distinguir una cosa de otra u otras mediante propiedades o funciones; cosas que pueden intercambiar algo o estar interrelacionadas de alguna manera y esos intercambios o interrelaciones sirven para su delimitación. Supuestamente, una vez que podemos delimitar una cosa como la responsable de cierto fenómeno, podemos entender el fenómeno sin necesidad de prestar atención a muchas otras cosas vinculadas con él. La distinción del sistema de gobierno de un país del suprasistema del mundo (incluyendo el sistema climatológico, el geológico, el animal, etc.) permite entender algunos detalles de lo que es tal gobierno. Llamemos *modularidad en general* (o *modularidad-g*, para abreviar) a esta noción.

La idea de modularidad de la mente puede considerar que las capacidades psicológicas se explican en términos de componentes, mecanismos o sub-sistemas distintos de la mente. Componentes como el oído, la visión, el sentir, el pensar, etc. De suerte que una propuesta modularista puede sugerir que *la mente es un sistema computacional* y que, como tal, está constituido por una serie interconectada de partes que se determinan por sus entradas y salidas de información. Esta es la modularidad computacional (a la que llamaré *modularidad-c*) y sugiere que los módulos son conjuntos de operaciones computacionales que llevan al cabo cierta tarea y producen ciertos

resultados (outputs) a partir de una serie especificada de datos de entrada (inputs). Un sistema completo se analiza en los diversos, y finitos, módulos que lo integran. Por ejemplo, un sistema completo con capacidades psicológicas explicadas mediante seis módulos interconectados: un módulo visual, un módulo auditivo, un módulo del tacto, un módulo olfativo, un módulo gustativo y un módulo de los deseos. Cada uno de estos módulos se distinguiría de los demás en términos de las entradas y las salidas. La información que entra o sale del módulo auditivo es diferente de la que entra o sale del módulo olfativo, y así sucesivamente. Esta clase de estructura modular puede tener varios niveles; el módulo olfativo, digamos, puede estar integrado por varios módulos menores, cada uno de los cuales ejecuta una tarea específica diferente.

Además de una computacional, podemos hablar de una modularidad intencional (*modularidad-i*)⁵⁰ cuando el sub-sistema se describe en términos intencionales. En este caso se supone que hay un conjunto determinado de procesos y estados psicológicos que dan cuenta de una facultad, como la visión. Estos procesos y estados se consideran intencionales en el sentido de que pueden ser interpretados, se les puede asignar un contenido.

También podemos hablar de una *modularidad-n*, neuronal, cuando la descripción es neurológica. La explicación de una facultad, como la visión, puede recurrir a módulos neuronales sin necesidad de que sean considerados como procesos computacionales ni que se describan intencionalmente. La restricción física impone barreras en el origen de la información. Si no existen conexiones neuronales entre el módulo visual y el módulo auditivo difícilmente habrá intercambio de información entre los dos. Por lo menos, no se puede recibir información de una fuente que no esté físicamente conectada. Sin embargo, una descripción en términos de propiedades neurológicas (conexiones de neuronas, sinapsis, diferencias de potencial, neurotransmisores, bloqueadores, etc.) es compatible con módulos computacionales e intencionales. De hecho, es posible que la explicación sea enriquecida cuando se recurre a los tres aspectos⁵¹: el computacional, el intencional y el neuronal. Un sistema cerebral (conjunto de neuronas interconectadas) puede implementar un proceso computacional, y un proceso computacional tiene una descripción factible en términos intencionales⁵².

⁵⁰ Más adelante introduciré (a modo de sugerencia y como proyecto de trabajo) otra noción de modularidad intencional.

⁵¹ Ver capítulo I, sección 1.5

⁵² De hecho, todo módulo computacional es un módulo intencional, pero no al revés. Puede haber sistemas intencionales

2.2 La modularidad fodoriana.

La modularidad que propone J. A. Fodor⁵³ le agrega varias restricciones a la modularidad computacional. Algunas de tales restricciones tienen que ver con las entradas, otras restricciones tienen que ver con las salidas y otras más con aspectos físicos de los módulos. Además de esta clase de restricciones la propuesta fodoriana tiene una diferencia crucial con los módulos computacionales: considera que la mente está integrada por varios sub-sistemas distintos; el sub-sistema perceptual y el sub-sistema central.

En *The Modularity of Mind*⁵⁴ Fodor propone la hipótesis de que la mente, entendida como un conjunto de facultades que involucran la transmisión y el procesamiento de información, es una entidad compuesta de dos partes: los módulos ('input systems'), y el sub-sistema central. Esta propuesta sugiere que el sistema de las facultades mentales de los seres humanos, por ejemplo, está integrado por sistemas interrelacionados entre sí, y con el mundo, de manera funcional. Los módulos se relacionan con el mundo (a través de transductores) y con el sub-sistema central; éste se relaciona con los módulos y con el mundo. La función que se le atribuye a los módulos es la de abastecer información al sub-sistema central⁵⁵, el cual consiste en o contiene a las creencias y otras actitudes proposicionales, por ejemplo. En el caso de la ilusión Muller-Lyer (figura No.1) la creencia de que las líneas centrales y paralelas de las flechas son del mismo tamaño es información que pertenece al sub-sistema central y no a otro sub-sistema⁵⁶.

que no sean computacionales, como es el caso de la intencionalidad que sugiere John Searle.

⁵³ La noción de modularidad fodoriana es diferente en aspectos importantes de otras nociones de modularidad. A la modularidad fodoriana la llamaré, en ocasiones, *modularidad-f*.

⁵⁴ Fodor, J.A. (1983).

⁵⁵ "So, then, we are to have a... functional taxonomy of psychological processes; a taxonomy which distinguishes... input systems, and central processors, with the flow of input information becoming accessible to these mechanisms in about that order... Input systems function to get information into the central processors; specifically, they mediate between transducer outputs and central cognitive mechanisms..." (J. Fodor, 1983, pp. 41-42)

⁵⁶ En contraste, la noción de módulo computacional no requiere que una parte de la mente sea un sub-sistema de creencias; bien puede la mente estar compuesta de puros módulos con entradas y salidas específicas

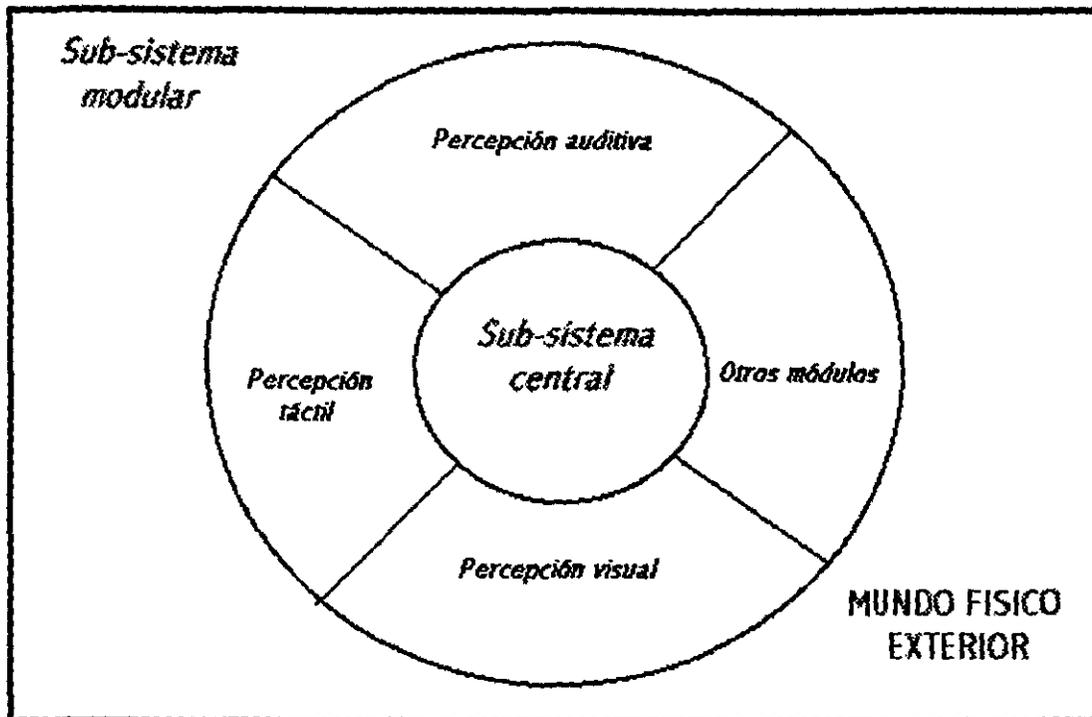


Figura 4 La Mente Fodoriana

La modularidad fodoriana de la mente puede plantearse desde una analogía con sistemas computacionales. El sub-sistema central⁵⁷ se puede considerar como una Máquina Turing (MT). Pero como esta clase de computadoras está aislada del exterior, para que la analogía sea completa hacen falta ciertos mecanismos que lo abastezcan de información del mundo. Alguien o, mejor dicho, algo tiene que hacer esa intermediación. Por ejemplo, es claro que las personas no están aisladas de su entorno. Poro se desplaza por las calles de la ciudad, aborda los camiones y taxis, salta los charcos de agua, huye de los perros, visita museos. La mente de Poro está vinculada de muchas maneras con el mundo, de manera que debe contar con un sub-sistema capaz de enlazarlo con él. Los módulos tienen esa tarea esencial⁵⁸.

⁵⁷ Fodor, j.a., Op.Cit. (1983) p. 39.

⁵⁸ Los transductores los considero como una parte de los módulos perceptuales y tienen la función de convertir los impulsos físicos (ondas luminosas, por ejemplo, en el caso de la visión) en impulsos neuronales. Los módulos, en cambio, realizan procesos computacionales: procesamiento de símbolos.

Tanto el sub-sistema modular como el procesador (sub-sistema) central manipulan símbolos puesto que son computacionales. Sin embargo la clase de manipulación simbólica que caracteriza a los primeros es distinta del segundo. La diferencia en la clase de funciones computacionales que ejecutan los módulos y el procesador central está en la base de la hipótesis modular⁵⁹. La tarea de Fodor es hacer plausible esa diferencia, en lo que denomina 'presentación' de información 'sobre el mundo' a la clase de computaciones que ejecutan los módulos, y 'valoración (confirmación)' de esa información a la del sub-sistema central. La diferencia entre la función típica del sub-sistema central y la función típica del sub-sistema modular reside en la forma de acceso a la información de que dispone la mente para la ejecución de tales funciones. Mientras que la valoración se lleva a cabo con el auxilio en principio de toda la información disponible, la presentación de información se ejecuta con grandes limitaciones de datos, como veremos más adelante.

El recurso a la analogía computacional compromete⁶⁰ con la manera en que las MT se caracterizan, y un aspecto importante de esta clase de máquinas es que sus funciones se especifican en términos de entradas (inputs), salidas (outputs) y reglas de operación (el programa), como se dijo en el capítulo anterior (I). Una vez que hayamos considerado que las funciones de los dos sub-sistemas, el modular y el central, son diferentes, estaremos considerando también que tales diferencias se caracterizan en términos de entradas, salidas y reglas de operación diferentes. Este es el recurso que se utiliza para distinguir el (sub)sistema modular del (sub)sistema central.

Como las funciones se caracterizan en términos de las entradas y las salidas, dos sub-sistemas que tengan las mismas entradas y las mismas salidas serán funcionalmente equivalentes. Aunque puede haber algo en común entre dos sub-sistemas distintos enlazados por un proceso más general (pertenecientes a un sub-sistema determinado que los incluye): las salidas de uno pueden ser entradas del otro. Además, puesto que se ha planteado que la función del sub-sistema modular es entregar información al sub-sistema central, sabemos que las entradas del segundo deben incluir a las salidas del primero.

La distinción entre los sub-sistemas mencionados (lo que distingue las computaciones de cada uno) se apoya en restricciones al acceso de información en la medida en que las entradas y salidas

⁵⁹ "I am supposing that input systems offer central processes [information] about the world, such [information] being responsive to the current, local distribution of proximal stimulations. The evaluation of these [information] in light of what one knows is one of the things that central processes are for..." (Fodor (1983), p. 94, nt.31)

involucran información. Decir que las entradas al sub-sistema modular deben ser distintas de las entradas al sub-sistema central equivale a decir que la información a que tienen acceso los módulos es distinta de la información a que tiene acceso el procesador central. Esta restricción diferencial al acceso de información se refiere básicamente, en la hipótesis modular fodoriana, al origen de la información. Por ejemplo, un módulo no tiene acceso a la información (a cierta clase de información) del sub-sistema central ni a la de otros módulos. La diferencia en cuanto a la accesibilidad de la información es esencial en la distinción sub-sistema modular-sub-sistema central y, por ende, es esencial en la modularidad fodoriana.

La distinción consiste básica pero no únicamente en las restricciones al origen de la información que procesan los sub-sistemas. Fodor menciona nueve características específicas de los módulos y dos características específicas del procesador central. De las características distintivas de los módulos, cuatro de ellas son restricciones al tipo de información, dos son restricciones a las entradas y las otras dos lo son a las salidas. Las otras cinco limitaciones las considero estructurales, neurológicas o físicas. Las características específicas del procesador central se refieren también a la accesibilidad de información. Mi discusión se va a centrar en el aspecto computacional, es decir en las restricciones de información, y no tanto en el aspecto estructural-neurológico, aunque lo mencionaré más adelante para apoyar la discusión.

2.2.1 La modularidad fuerte.

La hipótesis modular fodoriana propone una estructura en la que se distingue un sub-sistema central de otro sub-sistema modular. La distinción radica en la clase de computaciones que ejecuta cada uno. Además, las computaciones se deben poder caracterizar mediante descripciones de entradas y salidas de los sub-sistemas. Hay dos clases de entradas y dos clases de salidas en la propuesta modularista fodoriana⁶¹. Las entradas de los módulos tienen las propiedades de ser (a) *específicas a un dominio* y (b) *encapsuladas informacionalmente*. Las salidas tienen las propiedades de ser (c) *superficiales* ('shallow') y (d) *restringidas*.

⁶⁰ El compromiso es para las propuestas teóricas que aceptan ser computacionales.

⁶¹ Fodor, J.A. (1983), pp. 47-52 (especificidad de dominio), pp. 64-86 (encapsulamiento), pp. 86-97 (salidas superficiales), pp. 55-60 (salidas limitadas o acceso limitado, ver notas siguientes).

Los procesos del sub-sistema modular fodoriano tienen una función distintiva, la presentación de información ante el sub-sistema central. El sub-sistema central, por su parte, tiene la función distintiva de confirmar la información recibida. Estas funciones diferentes requieren entradas diferentes; para que las funciones puedan considerarse como distintas hace falta que los procesos (subprocesos) de cada sub-sistema se ejecuten bajo ciertas condiciones. Las condiciones funcionales para la presentación de información son (a), (b), (c), y (d)

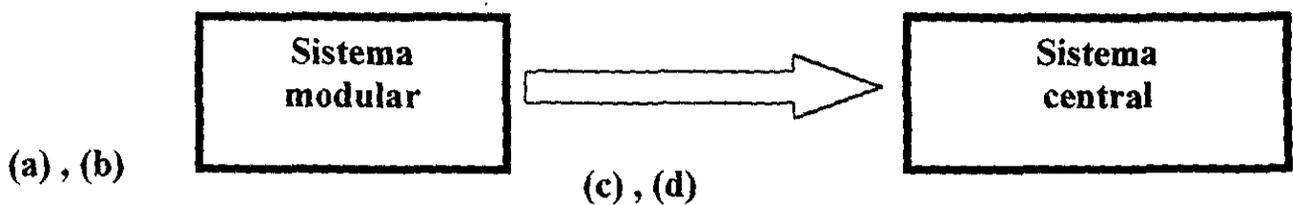


Figura No. 5 Relación entre módulos y subsistema central

La condición (a), especificidad de dominio, requiere ciertas limitaciones a las entradas en términos de la especialización operativa de cada subproceso; el módulo visual sólo acepta longitudes de onda determinadas, por ejemplo. La condición (b), encapsulamiento, impide la retroalimentación de información desde otros sub-sistemas, especialmente la del sub-sistema central. La condición (c), salidas superficiales, habla de que tales salidas, sin embargo, no son productos terminados. En el caso del módulo visual las salidas del módulo son superficiales porque no se considera que correspondan con lo que intuitivamente aceptamos como experiencia visual. Esta propiedad se deriva de dos posturas irreconciliables. Primera, se admite que el reconocimiento visual de objetos involucra conceptos⁶²; pero, segunda, está prohibida la participación de conceptos dentro del módulo visual (esa es la condición de encapsulamiento). De modo que la única manera en que se hacen compatibles estas dos posturas con el proceso visual es que la salida del módulo sea inacabada.

Esta manera de argumentar la volveremos a encontrar en varias partes y consiste, más o menos, en extraer del conjunto de cosas que se consideran modulares a todas aquellas etapas o procesos que

⁶² "... we can imagine that the final stage of visual... analysis involves accessing a 'form-concept' dictionary..." Fodor, J. (1983), p. 96, nt. 34.

parezcan requerir información del sub-sistema central (como son los conceptos), para meterlas en el conjunto de cosas que se consideran no-modulares o del sub-sistema central. En el caso de la condición (c) lo que se extrae de la 'bolsa' modular es la última etapa del proceso visual, movimiento que no parece afectar mucho al sub-sistema visual, bien puede tratarse de un proceso más corto de lo que a primera vista nos parece. Pero esta clase de extirpación puede ser peligrosa cuando se practica en otras partes del sub-sistema, como veremos más adelante.

Volviendo a las condiciones de modularidad, la (d), salidas restringidas⁶³, establece que sólo están permitidas las salidas que hayan pasado por todo el proceso correspondiente; por ejemplo, el proceso visual completo, cualquiera que éste sea. El proceso del caso puede tener diversas etapas, pero sólo la última es la que constituye la salida del módulo. En el caso del módulo visual, por ejemplo, no se permite que una representación intermedia abandone el módulo, sólo se permite que salga una vez que sufrió todas las transformaciones que el proceso tiene que ejecutar. Estas son propiedades que deben satisfacer los subprocesos para que se consideren computacionalmente modulares en el esquema fodoriano. La matriz de transición de un módulo fodoriano establece, por un lado, la clase de información que está permitida como entrada (la que proviene de abajo, o que es específica al dominio del módulo) y la clase de información que no está permitida (la que proviene de otros módulos o del sub-sistema central).

Esas condiciones establecen restricciones a la clase de entradas y salidas de los procesos modulares. Las restricciones a las entradas son de dos tipos: primero, se relaciona con la clase de estimulaciones proximales que se aceptan en el proceso modular. Cada módulo acepta únicamente cierta clase de entradas, digamos que el sub-sistema visual sólo acepta entradas del área visual; solamente entradas auditivas en el sub-sistema del oído, etc. (condición de especificidad de dominio). Segundo, el encapsulamiento precisa que entre las entradas permitidas no se encuentra información del sub-sistema central ni de los demás procesos modulares. Pudiera ser que el sub-sistema central se las arreglara para construir estimulaciones muy parecidas a las que el sub-sistema visual recibe del mundo (a través de los transductores, digamos, las retinas de los ojos). El encapsulamiento asegura que estas cosas no sucedan. El sub-sistema central no tiene influencia sobre la operación del sub-sistema modular ni tiene acceso al mundo más que a través de los

⁶³ J. A. Fodor denomina "limited access" a esta propiedad, pero el término 'acceso' se presta a confusiones y lo he cambiado por el término 'salida'.

módulos. Si algún subproceso tiene influencia central, no está encapsulado y no se puede considerar como parte de un módulo.

Además de que la influencia central determina el no encapsulamiento y por ende identifica a un proceso como no modular, la propuesta fodoriana no precisa qué tan acabada debe ser una salida (output) para calificar como salida modular. Siempre que un resultado sea menos acabado que una experiencia visual, digamos, se puede tomar como salida de un subproceso modular, una vez que satisface las demás condiciones. Si nos limitamos a los subprocesos que tiene salidas menos acabadas, que no sean filtraciones y cuyas entradas ingresen únicamente por abajo (que sean específicas al módulo), un subproceso será modular siempre que no reciba información central ni de otros módulos. En el esquema fodoriano, no es posible que se reciba información de otro lado puesto que sólo se cuenta con dos sub-sistemas el modular y el central. Podemos pensar que, de esa manera, la distinción entre un subproceso modular y un subproceso central estará determinada por la no penetración de información central o de algún módulo ajeno. El encapsulamiento se considera como una propiedad básica para la modularidad fodoriana: "El encapsulamiento informacional de los sistemas input es, o así lo argumentaré, la esencia de su modularidad"⁶⁴.

Es decir, un subproceso será modular siempre que esté informacionalmente encapsulado, y estará encapsulado siempre que no reciba información del sub-sistema central ni de otros módulos. Esta clase de encapsulamiento la llamaré encapsulamiento fuerte y a la propuesta de modularidad correspondiente la voy a llamar *modularidad fuerte*. La especificación de la información que no debe entrar a un módulo es importante en la especificación de la matriz de transición del módulo; sin ella la matriz no quedará completa, en el esquema fodoriano. Como veremos más adelante, el punto está en que la propuesta de encapsulamiento fuerte no parece plausible; los procesos factiblemente modulares, como la visión, reciben información ajena (extra modular).

Aclaro que la distinción entre el sub-sistema modular y el central consiste básicamente pero no únicamente en las restricciones de la información que procesan, puesto que la estrategia fodoriana considera, además de las cuatro mencionadas, otras cinco propiedades modulares. Las propiedades que condicionan las entradas y salidas de los módulos se pueden tomar como fundamentales desde el punto de vista computacional. Las demás las tomo como no funcionales en el sentido de que

⁶⁴ "The informational encapsulation of the input systems is, or so I shall argue, the essence of their modularity." Fodor

refuerzan las condiciones de modularidad pero no las determinan. En todo caso, mi comentario se centra en el aspecto funcional computacional. Las propiedades que considero como no funcionales o dependientes del encapsulamiento son: (e) arquitectura neuronal fija, asociada con los módulos, (f) patrones de falla característicos, (g) ontogenia característica, (h) rapidez de operación, y finalmente (i) operación mandatoria⁶⁵.

Un proceso mental puede estar ligado a estructuras neuronales fijas -condición (e), sobre todo cuando se trata de personas adultas o mayores de edad, como la zona de Broca en el lóbulo frontal izquierdo⁶⁶. Esta propiedad no la considero funcional porque está claramente ligado con la arquitectura física particular de un sistema computacional y vimos que el nivel físico es distinto del nivel algorítmico (sección 1.5 del capítulo I). Por otro lado, no la considero esencial para la modularidad fodoriana puesto que se puede derivar del encapsulamiento -propiedad (b). Si el sistema visual, por ejemplo, está encapsulado, se puede esperar que tenga una estructura neuronal fija -propiedad (e). Pero si no está encapsulado no podrá tener esa propiedad. Además, si el sistema visual estuviese neuronalmente limitado a ciertas áreas de la corteza cerebral y no tuviese conexiones físicas que admitieran información de otras partes, con salvedad de las retinas, *ipso facto* estaría encapsulado. Pero este encapsulamiento no sería interesante, sin contar con que es falso. Existe evidencia de que la corteza visual está interconectada con muchas partes del cerebro⁶⁷.

Los patrones de falla característicos -condición (f), como en los casos de ciertas afasias y agnosias, lo considero una propiedad ligada con la (e) y como no específica de los módulos. En cualquier caso no voy a ocuparme de ella puesto que considero que no es esencial para la modularidad, como sí lo es el encapsulamiento informacional. La misma consideración hago para la condición (g), ontogenia característica. Esta propiedad considera que, por ejemplo, los mecanismos neurológicos que determinan la operación del sistema visual se desarrollan conforme a ciertos patrones característicos. En el caso de la adquisición de las capacidades lingüísticas (adquisición del

(1983) p.71

⁶⁵ Fodor (1983) pp. 98-99 (arquitectura neuronal fija); pp. 99-100 (patrones de falla característicos); pp. 100-101 (ontogenia característica); pp. 61-64 (rapidez de operación); pp. 52-55 (operación mandatoria).

⁶⁶ Se ha visto que el cerebro infantil es extremadamente plástico, de suerte que a un niño se le puede extirpar (en ciertas circunstancias patológicas extremas) uno de los dos hemisferios cerebrales y el hemisferio restante recobra las capacidades supuestamente localizadas en la parte faltante. Esta plasticidad no tiene las mismas características en los cerebros adultos. Ver a Gazzaniga, M. S. (1996).

⁶⁷ Más aún, las neuronas (casi todas) tienen la capacidad de formar nuevas conexiones sinápticas, de manera que a pesar de que dos neuronas, o grupos de neuronas, no estuviesen conectadas en un momento determinado, nada obliga a que no puedan hacerlo en otro momento.

lenguaje) se supone que se sigue un patrón que inicia, digamos, con la adquisición de la capacidad para distinguir y emitir fonemas, se sigue con la adquisición de la capacidad para asociar cosas a los fonemas (asignación de significados a ciertos grupos de fonemas) cuando se perciben acústicamente, y se continúa con el dominio del habla. La adquisición de esta clase de capacidades lingüísticas va asociada con el desarrollo de estructuras neurológicas específicas. La propiedad "ontogenia característica" supone que el desarrollo de las facultades psicológicas (junto con el desarrollo previo o concomitante de las estructuras neurológicas correspondientes) siguen un patrón, desde su inicio hasta su terminación, que es característico de los sistemas modulares y no de los sistemas centrales. Esto es bastante discutible pero mi comentario es, más bien, que en todo caso resulta más básico el encapsulamiento.

La propuesta fodoriana considera, también, que un proceso computacional modular es extremadamente veloz en sus operaciones (propiedad h). El reconocimiento de objetos visuales se puede hacer en menos de 250 milisegundos. Esta tampoco la considero una propiedad funcional, ni siquiera como interesante para la modularidad, puesto que puede haber procesos centrales tanto o más veloces que los más veloces de los procesos considerados, en una primera instancia, como modulares. Con algo de práctica ¿qué tan rápido se multiplica 2×2 ? ¿podemos siquiera suponer que la operación mental de multiplicar 2×2 se distingue con claridad del resultado 4 cuando la ejecutamos?

La propiedad (i) se puede apreciar si pensamos que Poro no puede dejar de ver al caballo una vez que está frente a él con los ojos abiertos, iluminación adecuada y en condiciones normales. No la considero interesante para modularidad puesto que los procesos computacionales, una vez recibida una entrada (input) la procesan automáticamente, es decir, obligatoriamente; no pueden dejar de hacerlo a menos que se rompa el equipo o se corte la energía (o la vida del sujeto percipiente). Pero tanto el sub-sistema modular como el central desarrollan procesos computacionales que son automáticos⁶⁸.

2.2.2 El sub-sistema central y sus propiedades características.

⁶⁸ La diferencia que existe entre un proceso modular y un proceso central con respecto a esta propiedad puede ser, quizá, sólo una diferencia de grado.

En contraposición a las propiedades de los módulos la propuesta fodoriana de la mente presenta ciertas propiedades como características y esenciales del sub-sistema central. El sub-sistema central lo distingue del sub-sistema modular en dos vertientes. Primera, la carencia de propiedades funcionales (especificidad de dominio, encapsulamiento, salidas superficiales, salidas restringidas) y estructurales (arquitectura neuronal fija, patrones de falla característicos, ontogenia característica, rapidez de operación, y operación mandatoria). Segunda, las propiedades esenciales del sub-sistema central son la *isotropía* y el *quinismo*, propiedades que involucran en principio a toda la información que posee el sujeto⁶⁹.

La estrategia fodoriana para la introducción de las propiedades de isotropía y quinismo consiste básicamente en una analogía entre ciertas características de la práctica científica moderna y lo que deben ser las propiedades de un sub-sistema central. Si una de las funciones básicas del sub-sistema central es la confirmación de información perceptual bien puede ser que tal función sea similar a la que se verifica en el quehacer científico. Bajo el supuesto de que los sub-sistemas centrales son no encapsulados, por un lado, y que son isotrópicos y quinianos, por el otro, podremos aceptar quizás que son funcionalmente distintos de los sub-sistemas modulares.

Supongamos que Poro, sediento y acalorado, camina frente a una nevería de Coyoacán. Todo parece indicar que apaciguará su malestar con una buena dosis de helado de limón. Poro se detiene, mira con ansiedad a la nevería, se mete las manos a los bolsillos en busca de algunas monedas y en lugar de dirigirse a la señorita que toma los pedidos de nieves, se despachá con un vulgar refresco enlatado que toma de una máquina despachadora de color rojo. Una de las explicaciones de la conducta de Poro ante los helados nos indica que tomó una decisión ante la evidencia de su escasa economía en una ciudad hostil (nadie le hubiera convidado un helado). Decir que optó por el refresco equivale a decir que prefirió el refresco ante la valoración que hizo entre tener el helado y tener el refresco dadas las posibilidades de satisfacer una u otra cosa cuando su bolsillo no daba para más. De alguna manera las preferencias (expectativas, temores, deseos, creencias, etc.) de Poro entraron en la explicación de su conducta.

El encapsulamiento informacional sugiere la plausibilidad de que las preferencias de Poro (información que reside de alguna manera en el sub-sistema central) hayan entrado en juego

⁶⁹ Más adelante se aclaran estas nociones.

después de la integración de sus percepciones y que lo hayan hecho en un proceso distinto del perceptual. Un proceso ejecutado en un sub-sistema específico que da cuenta de la participación del acervo de preferencias de Poro. De cualquier manera, se supone que la conducta de Poro está determinada en parte por las preferencias que tiene, y tales preferencias habrán de considerarse. Sin embargo, en el modelo fodoriano de la mente, la participación de las preferencias de Poro no puede darse en el sub-sistema modular durante la integración de las percepciones; solamente lo puede hacer en la parte final cuando entregan sus resultados al sub-sistema central. El sub-sistema central de Poro utiliza la información que aportan los módulos con acceso a más de una clase de información perceptual; por ejemplo, puede recibir información visual, auditiva, olfativa y demás.

Los módulos entregan información sobre el mundo, información que requiere una valoración para que se constituyan en creencias perceptuales (i.e., creencias causadas de manera inmediata por las experiencias perceptuales) mediante el proceso de valoración y selección de información que se ejecuta en el sub-sistema central. Esta valoración puede recurrir, en principio, a toda la información de Poro, incluyendo sus preferencias. Podemos pensar que el proceso que selecciona la mejor o más adecuada representación visual es una fijación de creencias perceptuales. De manera simultánea se presentan representaciones de varios módulos (visión, oído, etc.), junto con información de la memoria, y se lleva al cabo una selección de la mejor información sobre cómo debe ser el mundo o la parte del mundo que se le presenta a Poro. Este proceso se ejecuta en un sub-sistema que no es específico a dominio.

La estrategia de la analogía entre ciertas características de la práctica científica y las supuestas propiedades del sub-sistema central considera que los enunciados de la ciencia en que se reconocen las creencias sobre los fenómenos naturales han pasado por un arduo proceso de proyección y confirmación de hipótesis que es característico de esa tarea, del quehacer científico. Este proceso se puede considerar como uno de fijación de creencias de cierta clase. Si suponemos que el sub-sistema central, en el esquema de la mente que hemos venido considerando, tiene la función característica de la fijación de creencias mediante la proyección y confirmación de información (o hipótesis en la terminología especializada), podemos recurrir a los procesos de proyección y confirmación o inferencia que se hacen en el campo científico, para obtener alguna idea de cómo es que los sub-sistemas psicológicos computacionales pueden hacer inferencias sobre los objetos de su entorno.

*Isotropía en la confirmación científica*⁷⁰.

En la mineralogía se dice que un cristal es isotrópico cuando la luz que refleja, al ser iluminado por un haz dirigido, tiene la misma velocidad en todas las direcciones de reflexión. Tal vez la educación debería ser *isotrópica* en el sentido de que debe tocar, idealmente, todas las direcciones del conocimiento humano. Por lo menos tenemos ejemplos en donde un descubrimiento en uno de los campos del conocimiento, digamos las matemáticas, tiene repercusiones considerables en otros campos, como en la física⁷¹. La economía empezó a considerarse con más seriedad cuando incorporó en su acervo teórico a las matemáticas, aunque haya caído en el desprestigio merced al abuso al que se ha sometido en la praxis política. La descripción del movimiento de los electrones en un cable conductor se ha utilizado en los modelos de simulación de llegadas de clientes a ciertos comercios en una ciudad relativamente grande. El flujo hidráulico en tuberías es una explicación que se considera similar a la del flujo de vehículos en calles y carreteras con elevado tránsito.

La isotropía en la confirmación científica considera que, en principio, todo lo que el científico (la comunidad científica, ultimadamente) sabe es relevante para determinar cuáles otras creencias debe aceptar en su acervo teórico. La isotropía puede tomarse como una práctica general y justificada en el quehacer científico. Esto se explica, entre otras cosas, debido a que se acepta cierta naturaleza causal interconectada del mundo y a que se ignoran muchas (o la mayoría) de tales conexiones. La confirmación de hipótesis nos permite postular mecanismos y relaciones causales. De manera que la propiedad de isotropía se considera como un auxiliar en la confirmación de hipótesis⁷².

⁷⁰ Incluyo aquí tres apartados sobre las propiedades esenciales del subsistema central para tener una idea completa de su propuesta de mente fodoriana, aunque mi discusión se concentra en el subsistema modular. De manera que me limitaré a presentar algunas ideas generales sin entrar en mayores comentarios.

⁷¹ Es sabido que Newton desarrolló una parte considerable del instrumental matemático de su época para poder hacer las demostraciones que sus descubrimientos en la teoría física de los cuerpos masivos requerían.

⁷² Cuando alguien niega que la confirmación tenga la propiedad de ser isotrópica, lo que está aceptando es, tal vez, que las controversias científicas se resuelvan del modo en que se pretendían resolver en la edad media, cuando, por ejemplo, la disputa sobre el centro del universo. Los partidarios del geocentrismo argumentaban que nada que no fuera estrictamente astronómico (sin considerar qué es lo que consideraban como astronómico en esa época) podía contar como evidencia en la disputa relacionada con el centro del universo. Los copernicanos no tenían derecho, se diría, a confirmar o rechazar su teoría mediante la información telescópica (por ejemplo la observación de las lunas de Júpiter o las fases de Venus por parte de Galileo) porque no era información relevante. Lo único relevante era lo que se consideraba entonces como "estrictamente astronómico" (o "estrictamente filosófico" según los prejuicios del oponente), pero las observaciones telescópicas de las lunas de Júpiter o las fases de Venus no se consideraban tal vez como algo astronómico, solamente debían emplearse los datos de los movimientos de los astros, los planetas. Sin embargo, no sólo resultó que una teoría se impuso a la otra sino que, además, una concepción del quehacer científico cedió el puesto a la otra. No parece que haya manera de evitar las transferencias de información de un campo o dominio del conocimiento a otro, aun cuando en ocasiones se consideren poco o nada relevantes.

Quinismo en la confirmación científica.

La confirmación de hipótesis científicas requiere usualmente de una valoración de las diversas alternativas que compiten para ser aceptadas. Cuando el sub-sistema modular (perceptual visual) de Poro presenta una representación consistente en un determinado conjunto de figuras, contornos, formas geométricas, etc., determinado por información relacionada con un tigre, esta representación se somete a un proceso. Supongamos que cuando Poro se introduce al museo de Coyoacán, en lugar de escuchar una campanilla que anuncia la llegada de un visitante, se oye algo así como un rugido de jaguar. Poro se detiene con la boca abierta y se enfrenta visualmente con el objeto que le produce la representación que se compone de figura, contornos, etc. Supongamos además que en el acervo de recuerdos de Poro se encuentran tres representaciones que se pueden ajustar a la que está recibiendo: una es de un tigre disecado y medio apolillado, otra es de un tigre cebado de la zona de Bengala, y la otra es de un holograma. La representación que está recibiendo visualmente puede confirmarse como cualquiera de las tres alternativas y, para seleccionar una de ellas, le hace falta un valor de confirmación.

El quinismo sostiene que el grado de confirmación de una hipótesis depende, o es sensible a, todo el sub-sistema de creencias del sujeto, de tal suerte que cada una de las hipótesis aceptadas contribuye de alguna manera a configurar la situación de todo el corpus de creencias científicas. El valor de confirmación de una hipótesis dependerá de la manera en que se relaciona con todo el corpus. Dos propuestas teóricas que sean equivalentes en todas sus predicciones pueden sin embargo ser distintas en su valor de confirmación, dependiendo del mayor o menor grado de equilibrio, digamos, que guarden con el corpus.

Un ejemplo de esta práctica científica lo tenemos en el caso de la introducción de un principio nuevo o una precisión a un principio (una hipótesis nueva). Antes del advenimiento de la teoría einsteniana se aceptaba que la *energía cinética*, digamos de una partícula subatómica, era igual a un medio de la masa por la velocidad al cuadrado. Esta ley se relaciona con todos aquellos enunciados de la física que tienen que ver con la energía. De modo que cuando Einstein presenta un concepto más preciso de la energía cinética, que se puede expresar como una serie de potencias⁷³, todo el

⁷³ En la nueva concepción de la energía cinética se incorporó la célebre fórmula $E = mC^2$ en una serie matemática: ' $e = m + 1/2 m v^2 + 3/8 m v^4 + \dots$ ', donde la velocidad de la luz se considera como la unidad.

conjunto de enunciados científicos que incluían de alguna manera la noción de energía cinética hubo de ser revisado. Además, cualquier enunciado que se desarrolle y que incluya el concepto de energía deberá considerar la noción revisada de energía. Todo esto supone que ante la aceptación de una hipótesis científica (un concepto nuevo o revisado, como en el ejemplo) debe revisarse el corpus completo de enunciados relevantes puesto que no se pueden considerar de manera aislada. El grado de aceptación que se le atribuye, entre otras cosas, será sensible a todo el sub-sistema de creencias.

Isotropía y quinismo del sub-sistema central.

La analogía entre la confirmación científica de hipótesis y la confirmación de información perceptual en el sub-sistema central habla de que los procesos de valoración (de hipótesis), en el quehacer de los científicos, son isotrópicos y quinianos en el sentido expuesto. Además, se considera que los procesos centrales de fijación de creencias perceptuales son típicamente confirmaciones de información. Por último, si los procesos centrales son análogos a la práctica confirmatoria en ciencias tendremos razones para suponer que los procesos centrales son, también, isotrópicos y quinianos.

La propuesta de isotropía en el proceso de confirmación del sub-sistema central equivale a que en este proceso se reciban dos clases de entradas (inputs): una que proviene del sub-sistema modular, por ejemplo una representación del sub-sistema visual que ha sido sometida a las transformaciones propias de un sub-sistema encapsulado, específico a dominio, etc., y otra clase de entradas que consiste básicamente en la información que el propio sub-sistema central abastece para la confirmación. Esta segunda clase de entradas al proceso central proviene de todos los sub-sistemas que lo constituyen además de la información que converge en el sub-sistema central proveniente de los demás sub-sistemas modulares (e.d., el oído, el olfato, etc.). Por ejemplo, la hipótesis de que es un tigre vivo y hambriento el conjunto de figura, contornos, forma geométrica compuesta, etc. que da origen a la representación visual de Poro cuando entra en el museo, se acepta o rechaza con el recurso de información auditiva, olfativa, de su acervo de recuerdos sobre los tigres de bengala y demás.

La propuesta de quinismo en el proceso de confirmación perceptual equivale a que la información visual que entrega el modular de Poro recibe, en el sub-sistema central, un cierto valor de

confirmación frente a otras hipótesis alternas. El valor de confirmación que reciben depende de la influencia que tengan sobre todos los sub-sistemas, o áreas de información disponibles, que concurren en el sub-sistema central de Poro y constituyen su corpus cognitivo. Supongamos que el corpus cognitivo de Poro presenta las tres alternativas de que hablábamos en el ejemplo (un tigre disecado, un tigre cebado con carne humana, y un holograma de un tigre de bengala en las mazmorras del zoológico de Chapultepec). Cada una de estas alternativas, de ser aceptada, produciría un cambio de estado en el corpus cognitivo de Poro. Cada posible cambio de estado asigna un valor de confirmación a sus correspondientes alternativas. La alternativa que se acepte será la que tenga un valor de confirmación más alto. La posesión de estas dos propiedades isotropía y quinismo, es lo que supuestamente permite que Poro tenga las capacidades de decisión, solución de problemas, conocimiento y demás⁷⁴.

2.3 Modularidad y objetividad perceptual.

Una motivación central para la propuesta de una arquitectura bipartita de la mente en la que un componente fundamental es modular, distinto del central, reside en el problema de la objetividad perceptual. En por lo menos un sentido es conveniente que las teorías de la percepción consideren que, por ejemplo, la observación sea independiente de nuestras creencias; este sentido es que si aceptamos que lo que una persona observa o percibe se encuentra determinado de modo importante por lo que esa persona cree (desea, espera, piensa) tendremos entonces razones para decir que es posible que diferentes personas con distintas creencias realicen observaciones diferentes ante los mismos estímulos.

Supongamos que Poro se encuentra en el vestíbulo del museo de Coyoacán frente a un ejemplar bengalés de tigre disecado. Poro es, entre otras cosas, un biólogo de cierto renombre en su tierra y conoce tanto de los tigres de bengala como el que más (en su tierra), de suerte que con sólo una ojeada puede decir muchas cosas sobre un ejemplar determinado. Sabe por ejemplo que el número, espesor, disposición y arreglo de las rayas de la piel son características que permiten distinguir un

⁷⁴ "On the other hand, there are true higher cognitive faculties... 'thought' and 'problem solving' are surely among the names in the game, and here *Modularity's* line is that these are everything that perception is not: slow, deep, global rather than local, largely under voluntary...control, typically associated with diffuse neurological structures, neither bottom-to-top nor top-to-bottom in their modes of processing, but characterized by computations in which information flows every which way". Fodor, J. A. (1990), p.202.

tigre de otro, aunque sean hermanos⁷⁵. Por mera coincidencia, al mismo tiempo que Poro, entró al museo un niño que nada sabía de tigres ni de gatos, digamos Alejandro, y se detuvo a mirar la zalea de tigre. Si lo que se percibe depende de lo que se cree, entonces lo que Poro observa puede ser distinto de lo que Alejandro observa aun cuando los dos se encuentren en la misma situación observacional.

Se puede decir que un cambio de creencia conduce a una experiencia visual diferente pero los cambios de creencia tienen que ver, más bien, con cambios de la situación observacional. Poro y Alejandro pueden no estar en la misma situación observacional, en cierto sentido. Esto se puede apreciar con el ejemplo de algunas percepciones visuales que aparecen o desaparecen cuando se modifica la situación observacional. Consideremos un cuadro en el que, a primera vista, se muestran varias líneas y varios colores mezclados sin ningún orden aparente. Sin embargo, (se nos informa que) mirando de cierta manera, en cierto ángulo y enfocando a cierta parte del cuadro podemos observar una figura animal, digamos un delfín, que no percibimos a menos que hagamos el ejercicio indicado. Este es un caso en donde un cambio de creencias conduce a un cambio en la percepción, aunque las creencias involucradas no son acerca del objeto percibido; no son acerca del delfín, sino acerca de dónde y cómo enfocar la vista. Esta situación es común en casos de camuflaje. Pero estas creencias no son relevantes en el problema de la objetividad perceptual.

En el ejemplo de Poro y Alejandro, la propuesta fodoriana puede aceptar esta clase de cambios en la situación observacional siempre que consideremos que es posible (no es imposible) que dos personas estén en una misma situación observacional. Pero (la propuesta fodoriana) sugiere que no se tienen percepciones distintas como resultado de diferencias en ciertas creencias sobre la cosa exterior percibida, puesto que tales creencias no intervienen en la construcción de las percepciones. Este resultado es el que intenta la tesis modularista fodoriana con la sugerencia de que las creencias relevantes en realidad no afectan las experiencias visuales, como (supuestamente) en la ilusión de Muller-Lyer: la creencia de que las líneas centrales de las flechas son del mismo tamaño no afecta la percepción visual (ilusoria) de que son de tamaño distinto.

Si lo contrario fuese el caso, si la creencia relevante (que son distintas las líneas centrales de las flechas) participara en la percepción de las flechas, supuestamente la ilusión desaparecería en el

⁷⁵ Supongamos que en este caso Poro reconoce al tigre como uno llamado Manuelito en su tierra.

momento que Poro se enterase que son distintas. La observación estaría más o menos sujeta a las veleidades de las creencias de los sujetos perceptuales. En este supuesto, si Poro cree que las líneas centrales de las flechas son del mismo tamaño pero Alejandro cree otra cosa (que las líneas son de tamaño distinto) podríamos esperar que las percepciones visuales de los dos sujetos fueran distintas. Poro las observaría como que son iguales pero Alejandro las observaría como que son de distinto tamaño.

Supongamos ahora que las creencias de nuestros dos amigos se modifican en el sentido de que Poro llega a la creencia de que las líneas centrales de las flechas son de tamaño distinto (alguien le ha dicho que las mediciones fueron mal hechas y que en realidad la flecha de arriba tiene veinte centímetros de largo pero la flecha de abajo tiene dieciocho centímetros, o algo parecido) y Alejandro pasa a creer que son del mismo tamaño (alguien toma las flechas, les quita las puntas de los extremos, pone las varas una junto a la otra y en la mano de Alejandro, luego invierte el proceso). Sus percepciones se ajustarían, ahora, a sus nuevas creencias.

En la vida cotidiana, a menudo resolvemos ciertas disputas con la evidencia que nos ofrece la percepción, en particular la visual. Supongamos que hay una varilla de unos dos metros de largo, rígida, recta y en posición vertical sobre la superficie de un muro liso, bien iluminado y de color blanco uniforme. Además, una persona normal se coloca a doscientos pasos del muro (y la varilla), y la percibe visualmente como una línea recta sobre el muro. Supongamos también que otra persona normal se coloca en la misma situación observacional que la anterior pero que, por alguna razón, en lugar de percibir visualmente una línea recta, percibe una línea ondulada. Si surgiera una disputa sobre la figura de la línea percibida (¿es recta o es ondulada?) qué sentido tendría recurrir, como comúnmente hacemos, al tribunal de la percepción visual cuando nuestras observaciones están determinadas por nuestras creencias. Podríamos llamar a una tercera persona normal para que resolviera nuestras dudas, pero antes de tomar su testimonio ocular tendríamos que averiguar sobre el estado de sus creencias. En situación extrema⁷⁶, dos personas podrían tener la misma percepción visual solamente cuando sus creencias (acerca del objeto observado, cuando menos) fueran las mismas.

⁷⁶ Considerando que las percepciones pueden estar determinadas completa o abrumadoramente por nuestras creencias.

El enfoque fodoriano se construye a partir de la analogía computacional y sugiere el recurso de los módulos para explicar, entre otras cosas, la relación informacional que un organismo percipiente tiene con el medio que lo rodea, como una relación distinta a la que guarda con sus otros estados mentales (como las creencias). Las restricciones que mencioné en la sección anterior (2.2) sobre el acceso de información, específicamente de entrada, son de dos tipos: especificidad de dominio y *encapsulamiento informacional*. Podemos pensar, por ejemplo, que la facultad visual tiene un dominio determinado, distinto al dominio de la facultad auditiva; no es lo mismo que Poro observe pastar a su caballo que lo oiga relinchar. Por otro lado, puede haber facultades que no se consideren dominio-específicas, como las que se atribuyen al sub-sistema central, facultades que se consideran multi-dominio. En el sub-sistema central no tendría sentido hablar de módulos porque, supuestamente, no habría algo específico que proponer.

La visión se puede considerar como una facultad modular puesto que opera sobre cierta clase de información, por ejemplo, sobre la que es conducida mediante impulsos electromagnéticos de cierta longitud de onda (el espectro visible). El módulo visual se considera intencional en el sentido de que sus procesos siguen reglas, entre otras cosas. Pero lo que lo define como un módulo no es que realice procesos intencionales sino que tales procesos estén limitados en cuanto a la clases de entradas y salidas que tolera. Las entradas deben pertenecer al dominio del espectro visible puesto que tal es el dominio en el que opera la facultad del caso. La otra restricción en cuanto a la clase de entradas (inputs) que están permitidos en los módulos se conoce como *encapsulamiento*. El encapsulamiento se puede considerar como una condición negativa porque indica qué clase de información no está permitida como entrada de un módulo. Cierta clase de información que, estando disponible en el sub-sistema, no lo está para el proceso visual (el módulo visual), cierta clase de información no entra al módulo visual, aunque esté a la mano.

El ejemplo más socorrido para ilustrar el encapsulamiento y la modularidad fodoriana es el de la ilusión de Muller-Lyer donde el sujeto que observa las líneas centrales de las flechas sabe que tienen la misma longitud, puesto que las ha medido, pero no puede dejar de percibir las como si fueran una más larga que la otra. La propuesta fodoriana sugiere que la experiencia visual de dos líneas de distinto tamaño está encapsulada con respecto a la creencia de que son iguales. La creencia está disponible para el sub-sistema central pero no lo está para el sub-sistema modular de

la visión. Se trata de un aislamiento relativo de los procesos computacionales del módulo visual con respecto a cierta información, un aislamiento computacional.

La propuesta teórica de la modularidad fodoriana incluye de manera esencial al encapsulamiento y explica, supuestamente, la objetividad perceptual. Aunque Poro tenga el enorme deseo de que el tigre del museo sea real y no una maqueta mal montada, su experiencia visual se lo presenta como un tigre disecado y exánime. Sus deseos y otros estados mentales típicos del sub-sistema central no intervienen en este caso para modificar su experiencia visual del tigre.

2.4 La plausibilidad de las propuestas modularistas.

Me concentraré ahora en la noción de encapsulamiento informacional bajo la propuesta de que es una noción importante, fundamental, para la hipótesis modularista fodoriana. El encapsulamiento prohíbe o restringe la clase de entradas que puede recibir un módulo, específicamente la información que proviene del sub-sistema central y de otros módulos. La estrategia fodoriana⁷⁷ menciona una serie de datos y resultados experimentales de la psicología que supuestamente apoyan la propuesta de encapsulamiento informacional. Su estrategia argumental es empírica:

... la modularidad es una tesis empírica, de modo que el resultado depende mucho de los datos psicológicos⁷⁸.

y en otro lado, dice:

... Intentaré decir cómo se espera que sean los datos si la versión de la modularidad es correcta [de los sistemas de entrada]; sostendré que, en la medida que cualesquiera hechos se conocen, en general parecen ser compatibles con tales expectativas⁷⁹.

El apoyo a su propuesta lo toma, básicamente, de las teorías psicológicas. Podemos considerar que la estrategia empírica busca mostrar la mayor o menor *plausibilidad*⁸⁰ de una propuesta o hipótesis

⁷⁷ Fodor, J. A. Op. Cit. (1983), pp.64 a 86.

⁷⁸ "...modularity is an empirical thesis, so how it comes out depends largely on what the psychological data prove to be." Fodor, J. A. (1990) p.255.

⁷⁹ "...I'll be trying to say what you might expect the data to look like if the modularity story is true [of input systems]; and I'll claim that, insofar as any facts are known, they seem to be generally compatible with such expectations " Fodor, J. A. (1983) p.46.

⁸⁰ Putnam, Hilary. (1980), pp- 226-230.

teórica. Esta clase de estrategia se emplea cuando se considera que una discusión no se puede abordar conceptualmente, como parece ser el caso de las (algunas) teorías computacionales de la mente. El que una hipótesis teórica (o una teoría) se considere plausible no quiere decir que sea verdadera, ni que sea falsa una menos plausible. La plausibilidad otorga reconocimiento para que una hipótesis sea tomada en cuenta.

La propuesta de modularidad fodoriana afirma, por un lado, que ciertos procesos mentales están encapsulados informacionalmente y, por otro lado, que esa característica es compatible con las afirmaciones de la teoría psicológica. La plausibilidad de esta hipótesis depende, en forma importante, de lo que diga la teoría psicológica al respecto. En caso de que los datos de la psicología sean compatibles con la hipótesis del encapsulamiento, podemos otorgarle alguna plausibilidad. En caso contrario, podemos sospechar que tal vez no merezca mucha atención en las investigaciones sobre las facultades mentales.

La plausibilidad de la modularidad fodoriana, que considera como fundamental la propuesta de encapsulamiento informacional, se puede apreciar mediante la comparación de algunas afirmaciones que hace frente a lo que ciertas teorías psicológicas sostienen en determinados aspectos del origen y el sentido del flujo de información en los procesos psicológicos. La parte central del apoyo fodoriano al encapsulamiento informacional sostiene, por ejemplo, que la operación de los sub-sistemas modulares no se ven afectados por la *retroalimentación*⁸¹ de información del sub-sistema central.

La estrategia fodoriana se encamina a ofrecer razones para 'dudar' que los procesos modulares sean no encapsulados en relación, específicamente, de la información del sub-sistema central. Una de tales razones la encuentra en la persistencia de ciertas ilusiones ópticas, como es el caso de la ilusión de Muller-Lyer donde el sujeto que observa las líneas centrales sabe que tienen la misma longitud, pero no puede dejar de percibir las como si fueran de tamaño distinto⁸².

⁸¹ Retroalimentación en el sentido de que, supuestamente, las creencias (información del sistema central) y las expectativas de un sujeto (información del sistema central también) tienen efectos que se pueden describir como una entrada 'de arriba-hacia-abajo' ('top-down') de información, desde los niveles superiores (desde el sistema central) hacia los inferiores (hacia las computaciones iniciales o intermedias de los módulos).

⁸² El caso de la ilusión del pato-conejo se menciona en el capítulo IV sección 4.1.4(d)

El encapsulamiento informacional se considera como una restricción a la información que el proceso visual, por ejemplo, puede utilizar para la confirmación de información sobre los objetos observados⁸³. El módulo visual presenta una figura como posibilidad que debe ser confirmada. Por ejemplo, presenta una figura compleja causada por un caballo pastando en el potrero. Como esa figura puede atribuirse de varias maneras (un caballo, un perro, una sombra, etc.) el contenido final se considera como posible-hipotético. El sub-sistema central, en la estrategia fodoriana, recibe esa figura y echa mano de toda la información disponible para decidir cuál debe ser la creencia perceptual (por ejemplo, que es un caballo) correspondiente. Una parte del proceso se lleva al cabo en condiciones de restricción de información, en el proceso modular, sin acceso a la información del sub-sistema central.

2.5 Subdeterminación.

Los sistemas computacionales operan bajo condiciones de *subdeterminación* cuando las salidas de un proceso se construyen con menor información de la requerida. Por ejemplo, supongamos que un proceso recibe como entrada la representación R_n y produce como salida la representación R_{n+1} . La subdeterminación se presenta cuando R_{n+1} involucra más información que R_n . En el caso del sub-sistema visual, la tarea de los transductores (las retinas) es convertir cierta información luminosa en información que puede ser computada (i.e., en una representación que puede ser procesada computacionalmente). Los transductores reciben toda la luz reflejada proveniente de los objetos que están frente a los ojos del sujeto. La representación generada por los transductores contiene mucha información, más de la que somos conscientes en una experiencia visual. Esta representación subdetermina la salida del sistema visual, que debe ser al menos cercana a (o la misma que) la experiencia visual.

En la estrategia fodoriana la falta de información es una característica de los módulos y es otra manera de presentar el encapsulamiento informacional. La subdeterminación perceptual se considera como un elemento importante y, junto con el encapsulamiento, explica la modularidad fodoriana. El aspecto que llama la atención es que se está considerando que los resultados de la operación de los módulos se obtiene a pesar de que no cuentan con toda la información necesaria. Por eso es que el proceso es inferencial en sentido de presentación y confirmación de información⁸⁴.

⁸³ Fodor, J.A., Op.Cit., (1983), página 69.

⁸⁴ "Here is another terminology for framing these issues...Since, in the general case 

La representación R_{n+1} es una mera posibilidad-hipótesis, entre varias otras, que recibió el valor de confirmación adecuado, pero la información faltante nunca se abasteció. R_{n+1} se construye a pesar de la falta de información. Esto es así debido al encapsulamiento de los módulos; no reciben la información faltante puesto que es información del sub-sistema central. Sin embargo, un proceso subdeterminado puede plantearse de otra manera. Por ejemplo, puede plantearse que el proceso visual está subdeterminado respecto de la información proveniente de las retinas (los transductores) pero no respecto a la información proveniente de otras fuentes. Es concebible que la información faltante sea abastecida por una fuente distinta de los transductores. Esta posibilidad se puede aclarar con el auxilio de la teoría psicológica de la visión, por ejemplo.

La modularidad fodoriana sostiene que el encapsulamiento (fuerte) prohíbe que la información faltante sea del sub-sistema central, de otro modo no habría ilusión Muller-Lyer. Supongamos que la opción permitida es que la tarea visual se realice dentro del módulo y que la confirmación de posibilidades-hipótesis se haga sin recurrir a toda la información disponible al sujeto: la información faltante se toma del mismo módulo visual. No se toma del sub-sistema central (ni de otros módulos) porque el encapsulamiento lo impide. No se toma de los transductores porque hemos aceptado la subdeterminación. De manera que, la única forma de hacer compatible el encapsulamiento con la subdeterminación es con el supuesto de que todo el proceso visual se ejecuta dentro del módulo correspondiente, que *la experiencia visual tal y como la concebimos ordinariamente se construye en el módulo* y no involucra al sub-sistema central más que como destino final de la información.

2.6 El encapsulamiento y la condición computacional.

Tenemos que la modularidad (fuerte) fodoriana se determina en virtud de cuatro propiedades funcionales que especifican limitaciones a las entradas y las salidas de los supuestos módulos: especificidad en dominio (a), encapsulamiento informacional (b), salidas superficiales (c), y salidas restringidas (d). Pero, la limitación que es determinante para una modularidad fodoriana que haga lugar a una separación clara entre el sub-sistema central y el sub-sistema modular es el

perceptual analyses, we can think of the solution of such problems [for example, the problem of determining to what a cluster of visual stimuli belongs] as involving processes of nondemonstrative inference. In particular, we can think of each input system as a computational mechanism which projects and confirms a certain class of hypotheses on the basis of a certain body of data" (Fodor, 1983, p.68) "...perceptual categories are not, in general, *definable* in terms of transducer outputs" (Fodor, 1983, nt.22, p. 134).

encapsulamiento. Un supuesto sub-sistema modular que satisfaga las tres limitaciones pero no cumpla con el encapsulamiento no permite la distinción sub-sistema-modular (M) / sub-sistema-central (C). Esto debe quedar claro después de lo mencionado en la sección anterior. De modo que es necesario que un sub-sistema modular satisfaga la condición de encapsulamiento para permitir la distinción M/C. Llamaremos a ésta la *condición de encapsulamiento*. Por otro lado, es muy posible que los procesos perceptuales estén subdeterminados con respecto a la información que reciben de los transductores⁸⁵. Esta característica establece una limitación adicional a los módulos fodorianos en el sentido de que la información faltante (o *información adicional*, para nuestros propósitos actuales) no es de los transductores. A esta limitación le llamaremos *condición de subdeterminación*.

El encapsulamiento es una barrera computacional que impide que a un módulo-f (fodoriano) entre información del sub-sistema central o de otros módulos. Por otro lado, los módulos-f se describen como procesos mentales supuestamente encapsulados y algunos de ellos (como en la ilusión Muller-Lyre) están subdeterminados de suerte que la información adicional se obtiene del mismo módulo, conforme a la estrategia fodoriana. Si todo el proceso visual se ejecuta dentro del módulo correspondiente y no involucra al sub-sistema central más que como destino final de la información ¿cómo debemos entender la información faltante? La estrategia fodoriana tiene que decir que pertenece a una memoria local al módulo visual.

Ahora podemos agregar una condición adicional para los sub-sistemas modulares si estamos de acuerdo con los aspectos señalados en el capítulo I con respecto a la naturaleza de los procesos computacionales. Supongamos que existe un proceso computacional que ejecuta la tarea P y que se compone de las subrutinas $C1, C2, \dots, Cn$, organizadas de la manera O , que tiene como entradas al conjunto de representaciones o símbolos E y como salidas al conjunto S . Vimos que, por un lado, las matrices de transición son tales que nada (entradas, salidas, reglas, cambios de estado) queda indeterminado y que, por otro lado, las operaciones que se determinan sobre los símbolos hacen que no haya porciones o componentes de los programas computacionales que sean ociosos. Estos procesos se consideran como cadenas o secuencias causales $C1, C2, \dots, Cn$ estrictamente organizadas que parten de las entradas E y terminan en las salidas S , de manera que la información (o los símbolos) que no está especificada como salida de alguno de los componentes de los procesos

⁸⁵ La subdeterminación de los procesos perceptuales, al menos el visual, se acepta por varios autores. Ver 

(no existe ninguno s elemento de S que no esté especificado) y tampoco se cuenta entre las entradas E , no puede asignarse al proceso global. A esta la vamos a llamar la *condición de concatenación*.

La condición de concatenación es una limitación característica de los sub-sistemas computacionales completos. Un sistema computacional que no satisface esta limitación simplemente no funciona, en el sentido de que no produce resultados (outputs) o si los produce no son de la clase requerida para resolver el problema computacional del caso. Hay otra manera de presentar la condición de concatenación en los sistemas computacionales (específicamente para el visual) conforme a la teoría de Marr⁸⁶, mediante las restricciones computacionales que Segal denomina *explicación abajo-arriba* (bottom-up account) y *motivación arriba-abajo* (top-down motivation).

[Bottom-up account] If a representation is attributed to the system, it must be shown exactly how the representation is arrived at, by a sequence of inferences, from the gray array. Each attribution of a representation requires a bottom-up account, an account of how the representation was constructed... [Top-down motivation] What is represented at a given stage is tightly constrained by what is exploited at the next stage... each attribution of a representation requires a top-down motivation⁸⁷

La teoría de Marr describe la manera en que el sub-sistema visual construye 'inferencialmente' representaciones tridimensionales de los objetos físicos externos a partir de la información de la imagen captada en las retinas de los ojos. Se considera que el proceso hace mapeos de representaciones a representaciones en etapas sucesivas del proceso computacional. A esta clase de proceso se le considera inferencial y cada inferencia que se hace recurre a entradas (inputs) que se toman de las etapas anteriores y produce salidas (outputs). Por ejemplo, la inferencia de una representación B (por ejemplo, el bosquejo 2.5D de Marr, como veremos en el capítulo III) se hace a partir de una representación A, que es la entrada requerida (por ejemplo, el bosquejo primal BP de la teoría de Marr). La teoría establece que *cada representación y cada proceso inferencial deben describirse con precisión*. Además, debe mostrarse sin lugar a dudas que el proceso (el programa o algoritmo) produce los resultados postulados a partir de las entradas especificadas mediante las inferencias señaladas. Esta limitación es la que Segal denomina *explicación abajo-arriba* (bottom-up account). Por otro lado, la llamada *motivación arriba-abajo* (top-down motivation), sostiene que la clase de proceso computacional que se hace en una etapa cualquiera determina (limita) la

(1992).

⁸⁶ Marr, David. (1982).

información que se debe representar en la etapa anterior. Hay que señalar que la descripción precisa de los procesos inferenciales, conforme a la teoría de Marr, establece la necesidad de la información adicional y, además, que esa información no se produce en ninguna de las etapas del proceso: es información externa al proceso. Esto debe quedar muy claro.

La condición de encapsulamiento establece restricciones a las entradas, específicamente a la inclusión de información del sub-sistema central. En otro términos, dentro del número finito de entradas a un módulo-f, no se debe encontrar ninguna entrada procedente del sub-sistema central. Esta característica del encapsulamiento se conserva a nivel de cualquier subprograma o subrutina; ningún componente del módulo-f o del proceso computacional puede tener entradas procedentes del sub-sistema central. Sin embargo, la información adicional puede ser necesaria para el proceso y debe ser distinguible de otras entradas internas antecedentes en un proceso subdeterminado, conforme a la condición de concatenación. En este caso, la información adicional no puede provenir del mismo proceso encapsulado porque las entradas no pueden ser iguales a las salidas de una subrutina; las salidas de cada componente o la salida del programa encapsulado son todas diferentes. En caso de que la información adicional provenga de un componente del módulo-f, debe ser distinta de todas las salidas intermedias o finales del proceso, y debe, además, estar claramente identificado el componente o subrutina que lo produce. Estas son características de los procesos computacionales. Armados con estas condiciones computacionales junto con la condición de encapsulamiento, podemos indagar (en el siguiente capítulo) la plausibilidad de la modularidad fodoriana.

⁸⁷ Segal, G. (1989), pp.193-197.

III. ☒. La evidencia empírica.

En la primera mitad de este capítulo presentaré algunas razones que resultan poco favorables para la plausibilidad de la tesis de la modularidad fodoriana del sub-sistema visual. Las razones a que me refiero están consideradas en la teoría psicológica de la visión. En primer lugar ofrezco un panorama general de la teoría de Marr con énfasis en los aspectos computacionales mencionados antes, en particular el aspecto de la subdeterminación y la llamada información adicional. Hago énfasis en la importancia de esta información en la solución del llamado problema fundamental de la visión: la obtención de información del mundo a partir de imágenes. De ser correcta la teoría psicológica aludida, tendremos elementos para suponer que el proceso visual no es encapsulado en los términos fodorianos. Sin embargo, la estrategia de la modularidad fodoriana tiene una variación a su tesis original en el sentido de permitir cierta penetración en los procesos perceptuales sin que ello obligue, supuestamente, al abandono del encapsulamiento. En la segunda mitad del capítulo ofreceré algunos comentarios a la tesis revisada del encapsulamiento o, como le llamo, encapsulamiento selectivo. Estos comentarios indican que, dentro del modelo explicativo de la visión que he considerado, tal variación a la tesis original del encapsulamiento es menos plausible aún. El encapsulamiento selectivo no es compatible con la motivación central de la hipótesis modularista fodoriana (la objetividad perceptual).

3.1 *La modularidad fodoriana y la evidencia empírica.*

Vimos que para darle plausibilidad a su propuesta modular, la propuesta fodoriana sostiene que los datos empíricos son, o se espera que sean, compatibles con el encapsulamiento informacional⁸⁸. La explicación fodoriana modularista de la experiencia visual de la figura Muller-Lyer supuestamente nos ofrece un caso específico en el cual esa compatibilidad puede mostrarse. La información adicional involucrada en la ilusión M-L debe provenir de una memoria local al módulo visual. Como la propuesta modular es compatible con los datos de la teoría psicológica, podemos pensar que dicha teoría nos aclare las características importantes de la información de esta memoria local.

⁸⁸ Fodor, J.A., (1983), p. 46.

Tomaré en cuenta una teoría de la mente (de la visión) que ha sido aceptada ampliamente por los filósofos: la de David Marr⁸⁹.

Tyler Burge, por ejemplo, dice:

Quiero ilustrar y desarrollar estos puntos con la consideración en alguna medida de una teoría de la visión [la de David Marr]. Seleccione este ejemplo primeramente debido a que es una teoría muy avanzada e impresionante, y admite ser tratada con alguna profundidad. Su enfoque de procesamiento de información congenia con el trabajo preponderante en psicología cognitiva. Algunos de sus aspectos intencionales son bien conocidos - además en ocasiones están conceptual y matemáticamente muy adelantados respecto de sus aspectos formales (o sintácticos) y psicológicos. De modo que la teoría ofrece un ejemplo de teoría mentalista con logros sólidos para su crédito.⁹⁰

Otros consideran que la teoría de Marr es rigurosa,

La teoría de Marr se cita... debido a que se considera ampliamente como una explicación exitosa, rigurosa de un proceso cognitivo de gran escala (si no es que la explicación exitosa)⁹¹.

y que el enfoque seguido en esa clase de trabajo teórico ha tenido amplia aceptación,

[El esquema de Marr] ofrece una de las explicaciones más integradas a la fecha sobre cómo el sistema visual obtiene a partir de estructura en la imagen, estructura en el mundo. Los detalles de la teoría de Marr no son necesariamente correctos... pero la clase de enfoque que se ejemplifica en la teoría de Marr casi seguramente es el más exitoso de los enfoques recientes de la visión⁹².

La teoría de Marr nos permite valorar la plausibilidad de la hipótesis del encapsulamiento informacional dentro de la analogía computacional que hemos venido manejando; específicamente

⁸⁹ Marr, David. (1982).

⁹⁰ "I want to illustrate and develop these points by considering at some length a theory of vision [David Marr]. I choose this example primarily because it is a very advanced and impressive theory, and admits to being treated in some depth. Its information-processing approach is congenial with mainstream work in cognitive psychology. Some of its intentional aspects are well understood -and indeed are sometimes conceptually and mathematically far ahead of its formal (or syntactical) and physiological aspects. Thus the theory provides an example of a mentalistic theory with solid achievements to its credit." Burge. 1986. pág. 25.

⁹¹ "Marr's theory is cited... because it is widely seen as a successful, rigorous account of a large scale cognitive/perceptual process (if not as the successful such account)". Gilman, Daniel. 1994, p.454.

"(Marr's framework) provides one of the most integrated accounts to date of how the visual system gets from structure the image to structure in the world. The details of Marr's theory are not necessarily correct... but the kind of approach exemplified by Marr's theory almost certainly is the most successful of recent approaches to vision." Bruce, Vicki and

nos ofrece una descripción teórica detallada del proceso visual como un proceso computacional en los términos expuestos en el capítulo I. Además, nos ofrece un panorama interesante de la explicación de los procesos mentales considerados como procesamiento de información. La propuesta modularista fodoriana habla de una arquitectura computacional bipartita de la mente en la que los módulos (encapsulados) tienen un papel esencial. La justificación de su propuesta descansa en modo importante en la plausibilidad del encapsulamiento de los módulos; en la manera en que ciertos procesos mentales, como la visión, hacen lo que hacen.

3.2 El proceso visual computacional de Marr.

En la teoría de Marr se considera que la visión humana es un proceso en el que se descubren o infieren las cosas del mundo a partir de imágenes.

...la visión es el proceso de descubrir a partir de imágenes lo que está presente en el mundo, y dónde está.⁹³

Este proceso se inicia con una representación que consiste en valores de intensidad de luz captados por las retinas. Los valores de intensidad (I) se capturan en el plano bidimensional de los fotorreceptores visuales. Las intensidades de luz se transforman en impulsos eléctricos neuronales que conservan la forma del arreglo de estímulos recibidos en las retinas. Los valores I se pueden considerar expresados en un código adecuado a los procesamientos computacionales. Este es el punto de arranque del proceso visual. Los valores de intensidad son variables y se puede considerar que representan (como variable I) niveles de color gris⁹⁴. El valor de color gris más bajo corresponde al blanco y el más alto corresponde al negro, con toda una gama de grises intermedios⁹⁵. Esta forma representacional de valores de intensidades luminosas se procesa para recuperar información del objeto visible (en sentido más estricto, la información es de la superficie del objeto). La información que se recobra es fundamentalmente la distancia del objeto al sujeto percipiente, la orientación del objeto y sus propiedades geométricas. A partir de las propiedades de

Green, Patrick R. 1990, p.21

⁹³ "...vision is the process of discovering from images what is present in the world, and where it is." Marr, 1982, p.3.

⁹⁴ Es oportuno mencionar que la teoría de Marr habla de figuras y no de colores, aunque se mencione el 'color gris'. Esto (y otras cosas) hace que la teoría de Marr esté inacabada, pero no afecta la discusión. Mi interés en la teoría reside (en este trabajo) en su empleo para indagar la plausibilidad de la tesis modularista fodoriana frente a una psicología de la visión que goza de gran aceptación en el medio filosófico, entre otros.

⁹⁵ La teoría de Marr deja fuera la explicación de la percepción de los colores.

las intensidades iniciales, I, luego de varias etapas se obtienen las representaciones tridimensionales de las figuras observadas.

El proceso visual se ejecuta en tres grandes etapas⁹⁶, al final de cada una de las cuales se obtiene una representación mediante un proceso inferencial algorítmico (computacional). La primera etapa consiste en la construcción de una imagen que representa las estructuras de los estímulos retinianos y de la superficie distante observada, imagen que en la teoría de Marr se conoce como *bosquejo primal* (BP). Esta representación es retinocéntrica en el sentido de que se construye sin tomar en cuenta las variaciones que pudieran surgir de distintos ángulos de visión o distintas posiciones del objeto percibido con respecto al sujeto. Estas variaciones se toman en cuenta en la segunda etapa del proceso, donde se construye una representación más compleja llamada *bosquejo dos y medio* (B2.5-D) centrada en el sujeto percipiente. El estar centrada en el sujeto permite, por ejemplo, que se determinen distancias comparativas entre el objeto observado y el sujeto, cosa que no se hace a nivel de la representación de la etapa precedente. En la última etapa, la tercera, del proceso se ejecuta la construcción de una representación llamada *modelo tridimensional* (M3-D) centrada en el objeto, en donde se han eliminado las variaciones que pudieran deberse a los distintos ángulos de vista y distintas posiciones del sujeto, cosas que son importantes para el reconocimiento de los objetos observados. De otra manera, cada posición visual diferente entre un mismo objeto percibido y el sujeto se tomaría como un objeto diferente.

En las dos primeras etapas o procesos se obtienen, a partir de las diferencias de intensidad luminosa I, las propiedades bidimensionales y la forma geométrica de los cambios de intensidad. Las intensidades luminosas son causadas por diversos factores y el proceso debe ser capaz de diferenciar las causas para poder obtener la estructura de la imagen. Los factores que la teoría de Marr sugiere como causas de los cambios de intensidad son, fundamentalmente: (a) la geometría de la imagen, (b) los valores de las intensidades de luz que se reflejan bajo distintas condiciones de iluminación y de observación, o reflectancias, (c) la cantidad de luz o iluminación, y (d) el ángulo de observación en que se sitúa el sujeto respecto del objeto percibido.

El proceso consiste en tomar partes elementales, juntarlas mediante cierto orden y formar las representaciones BP y 2.5D. Estas dos representaciones (el BP y el B2.5D) están integradas por

⁹⁶ Ver a Gabriel Segal (1982).

componentes elementales de varios tipos, entre los cuales se encuentran *segmentos orientados de bordes* ('edges'), *puntos de discontinuidad* en la orientación de los segmentos, *barras* o parejas de bordes paralelos y *motas* ('blobs'). En la construcción de los componentes elementales se toman en cuenta el tamaño (longitud y espesor), la orientación, la posición relativa y el brillo de los estímulos luminosos que constituyen a la imagen I. Es un proceso computacional complejo que distingue las causas de la imagen retiniana original mediante dos procesos. Uno en que se representan las propiedades que corresponden con la estructura bidimensional (y sus variaciones) de la imagen. En el otro proceso se representan las características geométricas. El resultado del primer proceso es el bosquejo primal (BP) y el resultado del segundo es el bosquejo dos y medio (el B2.5D).

Una de las funciones de los elementos de la imagen es que hacen explícitas ciertas propiedades de la imagen. Los elementos similares (p.e., los segmentos orientados) se agrupan conforme a los valores de los cambios de intensidad y como resultado de este proceso de agrupamiento se obtiene un bosquejo primal (BP). Luego, a este BP se le adicionan las propiedades de la geometría que se va formando con los elementos agrupados. De manera que, finalmente, se logra recuperar la información de la estructura geométrica de la superficie del objeto observado.

El paso de la estructura de la imagen, I, al bosquejo primal, BP, se ejecuta en tres partes que consisten en, primero, la identificación de los cambios de intensidad en la imagen (cambios llamados *cruzamiento cero*, "zero crossings" o ZC); segundo, la construcción de un BP inicial; tercero, la obtención del BP completo. Por ejemplo, la construcción de una raya (línea recta) a partir de los estímulos retinales se hace mediante una serie de selecciones-agrupamientos-discriminaciones, recursivos. Una vez identificados los cambios de intensidad (los ZC) que dan lugar a los elementos (segmentos orientados, etc.), se hace un agrupamiento de varios segmentos que tienen la misma orientación este-oeste. El primer segmento tiene una terminación (donde ya no hay estímulo) en su extremo occidental y el último segmento tiene una terminación en su extremo oriental. Estas terminaciones marcan el principio y el fin de la serie de segmentos. Figura 6.



El proceso, a ese nivel, selecciona los componentes semejantes de esta imagen y los agrupa para formar partes geométricas (líneas, en este caso), de manera que se pueda construir una estructura geométrica de la imagen (una línea recta en este caso, figura 7) mediante la cuantificación de sus propiedades -como tamaño, orientación local, intensidad luminosa y distancia entre componentes similares- y la ubicación de las discontinuidades.



Figura 7.

El resultado de la primera parte es el bosquejo primal. En la segunda parte, a partir de este bosquejo primal, se obtiene el bosquejo dos y medio B2.5D correspondiente a la raya. Esta representación recupera la información de profundidad, orientación y discontinuidades pero de manera global y desde un ángulo centrado en el sujeto, puesto que la información que entregan estos procesos dependen de cuantificaciones de profundidad, orientación, etc.; medidas que son relativas al sujeto (en contraste con el BP que es relativo a la imagen retiniana). Por ejemplo, la profundidad o la distancia relativa de un objeto respecto del observador. Además, todas las medidas son bidimensionales puesto que la información que entregan tales procesos refiere a las superficies visibles, que son bidimensionales.

Se van identificando los componentes geométricos (líneas, curvas, ángulos, etc.) contiguos y se van formando figuras cada vez más complejas. El proceso parte de los elementos hacia los compuestos. La información que se recupera es la *figura*, la *orientación relativa* y las *reflectancias* de las superficies observadas sin importar que se trate de un caballo, un escritorio, un tigre o un árbol. El *reconocimiento* de la imagen como de un caballo y no de un tigre (ni de un escritorio ni de un árbol

ni de un perro), por ejemplo, no se hace en estos procesos, sino hasta el final, en la tercera etapa. Cuando Poro observa el caballo en el potrero, la información que su sub-sistema perceptual utiliza para la integración visual es la profundidad, la orientación, etc., en las diversas partes o puntos de la imagen. El sub-sistema visual de Poro identifica la orientación de las superficies visibles (la piel del caballo) a diversas profundidades respecto de sus ojos, diversas distancias relativas. Unas partes, digamos la cabeza del caballo, estarán más cercanas al sujeto que otras, digamos la cola del caballo. Estas distancias y orientaciones relativas se cuantifican sin importar que las superficies visibles sean de un caballo en el potrero, de un tigre disecado o de cualquier otra cosa (un árbol, un escritorio).

Uno de los aspectos importantes del paso del bosquejo dos y medio (B2.5D) al modelo tridimensional (M3-D) es el cambio del ángulo de visión. Es necesario que la figura observada se pueda describir en términos de la propia figura y no en términos de la posición respecto del sujeto. De manera que para el reconocimiento se recurre a un sistema de coordenadas centrado en el objeto, a los elementos componentes de la imagen y a la estructura u organización de los componentes en la descripción visual. Este cambio de ángulo para el reconocimiento del objeto es una tarea principal del proceso que produce la representación tridimensional M3-D.

A partir de la fijación del sistema de coordenadas de la imagen, se deben fijar los ejes de sus componentes dentro de las coordenadas generales del objeto. A partir de los ejes de los componentes de la imagen se determinan las partes constitutivas del objeto y queda lista una representación para su reconocimiento. Dicho reconocimiento se logra, en la teoría de Marr⁹⁷, mediante la asociación de una imagen M3-D con una colección de *modelos 3-D* almacenados en el sub-sistema visual del sujeto. La asociación de una representación almacenada con una representación producida se hace con el recurso de indicadores, en una secuencia que va de lo general a lo específico.

⁹⁷ Ver la pág. 314 y anteriores, y la figura 5.8 en Marr (1982). Hay aquí un par de aclaraciones que conviene hacer: primera, es distinta la representación 3D de los llamados *modelos 3D*. La representación 3D es el producto final del proceso visual en el esquema de Marr, pero se obtiene con la intervención de cierta información interna al sistema visual, información denominada *modelos 3D*, mediante un proceso de comparaciones sucesivas, de complejidad creciente, entre los *modelos* y las representaciones tridimensionales que se están procesando. Estos *modelos* internos se consideran innatos (representaciones de clases de cosas del mundo físico) y entran en juego en el proceso visual en la última etapa. La segunda aclaración tiene que ver con ciertas diferencias importantes entre las representaciones 3D y la *información adicional* o *supuestos innatos*. La *información adicional* también se considera innata pero entra en juego en casi todas las etapas del proceso. Esta información es restrictiva sobre la manera como las cosas del mundo se organizan y se distribuyen en el espacio, y participa en varias etapas del proceso, desde los

3.3 La subdeterminación o pobreza del estímulo en el proceso visual.

Un aspecto que resalta es que el proceso visual completo se ejecuta mediante una serie de etapas o procesos de complejidad creciente en los que las representaciones o imágenes iniciales se someten a esos procesos (como símbolos que son manipulados por el sistema) de manera secuencial. La información que se utiliza en la construcción de la imagen inicial parece ser, exclusivamente, la que se captura en forma de cruzamientos cero (ZC) que responden a los cambios de intensidad detectados por los fotorreceptores. Los elementos visuales (segmentos orientados, puntos de discontinuidad, etc.) constituyen un conjunto reducido a partir del que se construyen las imágenes BP. Estos elementos o primitivos se pueden considerar que conforman un dominio muy especializado de procesamiento que está determinado por los mecanismos de cada una de las etapas de la integración visual, mecanismos que las teorías psicológicas de la visión, como la de Marr, especifican en términos de ecuaciones diferenciales y transformadas; es decir, en forma matemática⁹⁸.

Pero la información que se recoge en los fotorreceptores y que se traduce en los cambios de intensidad no es suficiente para dar cuenta de los resultados de varios procesos del sub-sistema visual. Las soluciones a varios problemas de procesamiento de información se encuentran subdeterminados por la información que se captura en los estímulos que conforman la imagen inicial. Esto es lo que se conoce como *pobreza del estímulo*⁹⁹. La única manera de lograr el procesamiento visual es con el recurso de información adicional que tiene que ver con algunas características del entorno del sujeto que observa. Este punto se puede ilustrar con una descripción un poco más detallada de una parte de uno de los procesos, por ejemplo, la derivación del bosquejo B2.5D a partir del bosquejo primal. Veamos.

Uno de los aspectos importantes en la construcción de la estructura tridimensional se tiene en la determinación de la profundidad relativa (respecto del sujeto que observa), la llamada *estereopsis*. La profundidad relativa se calcula durante el proceso que construye el bosquejo B2.5D a partir del BP. Una de las maneras en que se puede llegar a estructuras tridimensionales es mediante el cálculo de la profundidad de las superficies observadas con respecto al sujeto. La profundidad de la nariz del caballo, la de las orejas y demás con relación a (los ojos de) Poro, por ejemplo. La estereopsis es

⁹⁸ De suerte que, en principio, se pueden representar en una máquina Turing

⁹⁹ Ver la parte correspondiente a la subdeterminación

uno de los procesos de nivel quizá más básico en el que se combinan dos imágenes retinianas, una proveniente de cada uno de los dos ojos. El resultado es la construcción de una imagen que captura la profundidad. Las dos imágenes presentan una ligera discrepancia que se aprovecha para el cálculo. Sin embargo, para poder hacer ese cálculo conforme a la teoría de la visión, hace falta resolver un problema, el llamado *problema de la correspondencia* entre las propiedades que se capturan en uno y otro ojo.

Los dos ojos construyen imágenes retinianas un poco distintas; la diferencia en la posición de los objetos en las imágenes de los dos ojos se llama *disparidad* visual. Esa diferencia relativa se debe a la diferencia en las distancias entre el objeto observado y el plano de las retinas del sujeto que observa. El proceso visual toma en cuenta la disparidad, la mide digamos, para estimar las distancias relativas sujeto-objeto. Podemos darnos una idea de la disparidad si hacemos un pequeño ejercicio. Cuando estamos, por ejemplo, sentados en el escritorio y tenemos a la vista un lapicero a una distancia moderada de nuestros ojos, si extendemos el brazo y tratamos de observar nuestro dedo pulgar apuntando hacia arriba cerrando un ojo y luego el otro (el lapicero debe quedar más lejos que el dedo), podemos darnos cuenta de que el dedo pulgar parece cambiar de posición con relación al lapicero. La disparidad tiene que ver con la discrepancia angular de la ubicación de la imagen del dedo en las dos retinas. Esa discrepancia se emplea para determinar la distancia del ojo al dedo puesto que tiene que ver con la distancia física entre el dedo y cualquiera de los dos ojos.

Pero la percepción de la profundidad no depende del reconocimiento del dedo ni del lapicero; no depende del reconocimiento de formas. Este hecho se ha fundamentado con experimentos psicofísicos y neuropsicológicos¹⁰⁰. En caso de que la profundidad visual sea independiente del reconocimiento de la figura, la correspondencia entre las imágenes, o partes de las imágenes, de los dos ojos pueden tener muchas posibilidades y sólo unas cuantas de tales posibilidades son correctas. Sin embargo, no hay nada en la imagen misma que permita identificar cuales partes de las imágenes son las que corresponden en los dos ojos; no hay manera de resolver el problema de la correspondencia a partir tan sólo de la información contenida en la imagen.

De cualquier manera, el proceso es capaz de resolver el problema de la correspondencia, lo que se toma como un recurso a información adicional, no contenida en la imagen misma. Existen varias

¹⁰⁰ Marr (1982), páginas 111 y siguientes; Vicki Bruce and Patrick R. Green (1990)

propuestas de algoritmos para la solución del problema de la correspondencia. Uno de ellos (el de Marr & Poggio¹⁰¹) sugiere que el proceso está condicionado por ciertos principios generales acerca del mundo, principios que de alguna manera se encuentran almacenados en el sistema visual de los sujetos: las condiciones de 'unicidad', de 'compatibilidad' y de 'continuidad'. Por ejemplo, la restricción de continuidad establece, entre otras cosas, que normalmente las superficies de los objetos externos son uniformes (smooth) y que las discontinuidades en las superficies se presentan en los bordes de los objetos. Estas condiciones se aplican en el algoritmo de Marr & Poggio para resolver el problema de la correspondencia. El algoritmo de Marr & Poggio ha sido superado por otras propuestas de cálculo, pero hasta ahora todas ellas aceptan que los procesos están limitados por ciertos supuestos (información que no se encuentra en la imagen) acerca del mundo.

3.4 La información adicional de Marr y el encapsulamiento fodoriano.

La subdeterminación de algunos procesos impediría la obtención de experiencias visuales tal y como las describen las teorías psicológicas, a no ser por la participación de la información adicional. Pero esta información adicional no se encuentra en la imagen inicial I. En el ejemplo del cálculo de la profundidad relativa al sujeto observador la separación, en cuanto a profundidad, entre el dedo pulgar y el lapicero conduce a que las dos imágenes (la del pulgar y la del lapicero) tengan distinta posición en la retina de cada ojo y para determinar la distancia es necesario resolver el problema de la correspondencia entre las imágenes. Para resolver el problema de la correspondencia entre la imagen del pulgar en el ojo izquierdo y la imagen del pulgar en el ojo derecho (y las imágenes del lapicero también) el proceso visual debe ser capaz de identificar, sin lugar a dudas, cada parte y cada punto de la imagen izquierda con las partes y puntos correspondientes de la derecha. Además deberá medir las disparidades.

El problema está en que no existe en las imágenes ninguna información que permita establecer dicha correspondencia entre las partes y puntos de una imagen con los de la otra imagen. La teoría de la visión propone que la correspondencia ('matching') se logra con el recurso de tres supuestos: (i) cada una de las retinas da lugar a imágenes similares de los mismos objetos externos observados; (ii) cada punto de la superficie del objeto observado tiene una ubicación única en el objeto; (iii) los objetos físicos están cohesionados, el mundo está compuesto de objetos separados y las superficies de éstos son parejas ('smooth'). Esta es la información adicional que se requiere para que el

¹⁰¹ Marr (1982) loc. cit



visual calcule la distancia relativa del sujeto a las cosas que observa, pero esta información no se obtiene de las imágenes I; no proviene de abajo. La información adicional, conforme a la teoría de la visión, está relacionada con el mundo externo. El proceso visual que va de la imagen I a la imagen M3-D es secuencial (de abajo hacia arriba) con la salvedad de la información adicional que no se obtiene de la imagen y tampoco de las etapas más avanzadas del proceso; no es recirculante.

Las salidas de cada proceso -desde I hasta M3-D, siguen una secuencia ascendente que no tienen salidas hacia abajo, por ejemplo no hay salidas del proceso B2.5D hacia el proceso BP. De manera que la información adicional no puede ser de la imagen inicial y tampoco de los procesos posteriores¹⁰². Esto está en conformidad con la condición de subdeterminación mencionada en la sección anterior y, junto con las condiciones de concatenación y de encapsulamiento, señaladas en el capítulo II, debería ser compatible con la existencia de una memoria local al sub-sistema perceptual modular que almacena información acerca del mundo (la información adicional que se emplea en algoritmos como el de Marr&Poggio) y que no posee las características típicas del sub-sistema central.

La información adicional tiene un lugar fundamental en la teoría de la percepción y en la plausibilidad de la tesis modular fodoriana de la mente. Marr establece las características importantes del proceso visual. En primer lugar, el sub-sistema visual opera para resolver un problema fundamental: la obtención de información (propiedades) del mundo, de las cosas del entorno del sujeto que percibe, a partir de las características formales de las imágenes (representaciones) retinianas del mundo.

Nuestra meta general es comprender la visión completamente, es decir, comprender cómo [las] descripciones del mundo pueden ser obtenidas eficiente y confiablemente a partir de imágenes de él [del mundo]¹⁰³.

Para que el sub-sistema visual pueda representar correctamente las propiedades de las cosas del mundo, el proceso perceptual debe ser capaz de extraer esas propiedades a partir de las imágenes retinianas. Sin embargo, como vimos, la subdeterminación perceptual considera que la información

¹⁰² No puede ser de procesos posteriores por la forma secuencial del proceso - la información adicional que se utiliza en el proceso B2.5D se incorpora para determinar medidas de profundidad de suerte que en el proceso siguiente, el M3-D, dicha información ya está incluida.

¹⁰³ "Our overall goal is to understand vision completely, that is, to understand how ~~down~~ efficiently and reliably be obtained from images of it."

que se tiene en las representaciones visuales, como en el Bosquejo Primal (BP) o en el Bosquejo Dos y medio (2.5-D), no es suficiente para que estas representaciones recuperen las propiedades de los objetos del mundo que dan origen a las imágenes retinianas. Por ejemplo, supongamos que Poro tiene en frente un caballo¹⁰⁴. El problema que debe resolver el sub-sistema visual de Poro es el de extraer, a partir de la imagen del objeto en sus retinas, ciertas propiedades de la cosa (del caballo) que tiene enfrente. Las propiedades, como figura alargada con extremidades y una prolongación que remata en una cosa irregular y con orejas, se deben extraer de la imagen que Poro tiene en las retinas de sus dos ojos. Pero la condición de subdeterminación nos indica que esas propiedades no se pueden obtener, todas, de la imagen retiniana en los ojos de Poro; una parte de la información que se deriva en esas propiedades se toma de alguna parte del sub-sistema visual de Poro.

3.4.1 La teoría de Marr y la modularidad fodoriana.

La subdeterminación perceptual nos enfrenta con un problema que se origina en la falta de correspondencia uno-a-uno entre el mundo y la experiencia o imagen visual que el sujeto percipiente se forma cuando observa. El problema que resuelve el sistema visual, conforme a la teoría de Marr, es la obtención confiable y eficiente de información del mundo a partir de imágenes retinianas de las cosas del mundo y su arreglo espacial. La información requerida por el sistema visual para la solución del problema no se encuentra, toda, en las imágenes que recibe (input). La información faltante se encuentra en lo que Marr denomina 'información adicional'. De modo que el problema fundamental del sistema visual no se puede resolver sin el concurso o participación de tal información adicional. Como vimos en el capítulo II, el encapsulamiento (fuerte) fodoriano establece una limitación a los procesos modulares. No se hacen con información del sub-sistema central ni de otros módulos. Por otro lado, las salidas del proceso modular que corresponde a la visión están subdeterminadas con respecto a la información de las entradas. Sin embargo, los módulos perceptuales cumplen puntualmente su tarea de entregar representaciones de las cosas del mundo. A pesar de que no cuenta con toda la información requerida (debido a la subdeterminación) el sub-sistema visual de Poro le permite observar al tigre. Es decir, en el modelo fodoriano las experiencias visuales no recurren a información adicional; las salidas del módulo correspondiente se

¹⁰⁴ Consideramos que Poro es una persona normal, que su aparato visual es normal, y que las condiciones de

construyen de manera distinta a como indica la teoría de Marr. Fodor dice que esa manera es la inferencia no demostrativa o la proyección-confirmación de hipótesis¹⁰⁵.

Si aceptamos la teoría de Marr aceptaremos también que el modelo fodoriano de la percepción visual no recurre a la información adicional. Pero el problema fundamental de la visión no se resuelve sin ella. En otras palabras, un módulo visual del modelo fodoriano no resuelve este problema. En todo caso se trata de una tarea propia del sub-sistema central. La información adicional refiere a la manera en que el mundo está estructurado¹⁰⁶. Son condiciones que el sub-sistema visual del sujeto tiene que asumir o suponer sobre el mundo para poder ejecutar su función, para lograr una interpretación de las imágenes recibidas.

"Otro aspecto interesante de todos estos procesos [la estereopsis] es que... involucran supuestos ligeramente diferentes sobre el mundo si es que han de trabajar satisfactoriamente. Como hemos visto, en cada caso la estructura de la superficie se encuentra estrictamente subdeterminada en la sola información de las imágenes, y el secreto para la formulación precisa de los procesos radica en el descubrimiento de precisamente qué información adicional puede suponerse con seguridad acerca del mundo que ofrezca restricciones suficientemente poderosas para que el proceso se ejecute..."¹⁰⁷

En el caso mencionado más arriba del proceso conocido como estereopsis, los supuestos que el sistema tiene que hacer para lograr resolver el problema perceptual que la teoría postula involucran el cálculo de la 'disparidad' entre las imágenes de los dos ojos. Se supone, por ejemplo, que un punto cualquiera de la superficie de la cosa que Poro observa (el caballo en el potrero) tiene una ubicación única. Además, se supone que el mundo está compuesto de cosas diferentes que ocupan un lugar en el espacio y en el tiempo, y que las cosas del mundo están constituidas de manera tal que cuando se presentan variaciones importantes en la continuidad de las superficies que reflejan la luz, ello se debe a que se trata de cosas diferentes.

iluminación, el ángulo de vista y otras condiciones observacionales importantes, están dadas de modo favorable.

¹⁰⁵ Ver nota 84 en la sección 2.5 anterior.

¹⁰⁶ Algunos autores incluso la mencionan como 'conocimiento', por ejemplo: "Such inferences are possible only if some *additional* knowledge is brought to bear on the process of interpreting the pattern of intensity in the retinal image." Bruce, Vicki and Green, Patrick R. (1990) p.20.

¹⁰⁷ "Another interesting aspect of all these processes [stereopsis] is that..they all involve slightly different assumptions about the world in order to work satisfactorily. As we have seen, in each case the surface structure is strictly underdetermined from the information in images alone, and the secret of formulating the processes accurately lies in discovering precisely what additional information can safely be assumed about the world that provides powerful enough

[Para el cálculo de la disparidad] Lo que necesitamos es alguna información adicional que nos ayude a decidir cuáles correspondencias son correctas mediante su limitación de alguna manera... Las limitaciones que necesitamos son las siguientes, y parecen decepcionantemente simples; (1) Un punto dado en una superficie física tiene una posición única en el espacio en cualquier momento; y (2) la materia es cohesiva, está separada en objetos, y las superficies de los objetos generalmente son parejas en el sentido de que las variaciones de superficie debidas a fracturas, u otras diferencias agudas que se pueden atribuir a cambios en la distancia del observador, son pequeñas comparadas con la distancia total desde el observador.¹⁰⁸

Los supuestos sobre las cosas del mundo que rigen al sub-sistema visual sirven para que se tenga una correspondencia única entre la imagen del ojo derecho y la del izquierdo de Poro. Marr las menciona como condiciones de apareo (matching): la de compatibilidad, la de unicidad y la de continuidad. Estas condiciones se basan en supuestos acerca de cómo es el mundo y cómo son las cosas que un sujeto normal puede encontrarse en su entorno. Información requerida en el proceso de la estereopsis y para la solución del problema fundamental de la visión humana. Una de las características de esta clase de información es que representa al mundo de una manera tal que si el entorno del sujeto no coincide con los supuestos de la información adicional, los resultados del proceso no son confiables (son ilusorios o erróneos). En el caso en que el entorno de Poro no esté constituido por objetos físicos cohesivos, separados, cuyas superficies son parejas, el cálculo de la disparidad será equivocado y el sub-sistema visual de Poro no podrá distinguir adecuadamente las distancias que lo separan de los objetos del mundo, y en consecuencia no podrá distinguir al caballo de las demás cosas que haya en el potrero. Es posible que esta clase de información sea vital para el sujeto de suerte que tal vez no sobreviva mucho tiempo en un entorno en el que la información sea muy diferente de la manera en que son las cosas del mundo (si en lugar de un caballo se trata de un tigre de bengala).

3.4.2 La información adicional está involucrada en varias etapas del proceso visual.

constraints for the process to run..." Marr, 1982, p.265-266.

¹⁰⁸ "[To calculate disparity] What we need is some additional information to help us decide which matchings are correct by constraining them in some way.. [The] constraints that we need are the following, and they look deceptively simple: (1) A given point on a physical surface has a unique position in space at any one time; and (2) matter is cohesive, it is separated into objects, and the surfaces of objects are generally smooth in the sense that the surface variation due to roughness cracks, or other sharp differences that can be attributed to changes in distance from the viewer, are small compared with the overall distance from the viewer." Marr, 1982, p.113.

Se puede pensar que un módulo visual fodoriano resuelve el problema fundamental de la visión. La teoría de Marr sugiere que el problema se resuelve en tres etapas (BP, 2.5D y 3D). El modelo fodoriano puede aceptar que la última etapa es la que plantea un problema puesto que al no recurrir a la información adicional, sólo el modelo 3D quedaría subdeterminado. Lo cual no es un verdadero problema, puede decir el teórico fodoriano, puesto que esa parte del proceso no pertenece al módulo visual sino al sub-sistema central donde la subdeterminación no es problemática¹⁰⁹. Sin embargo, la subdeterminación (o su equivalente, el recurso de información adicional) no se presenta únicamente en la construcción del modelo 3D; también se presenta en otras partes del proceso visual, en casi todas. Conforme a la teoría de Marr, el proceso visual recurre a información adicional en varias partes del proceso. Por ejemplo, en la segunda etapa (la B2.5D, conforme al proceso de estereopsis) y también en la etapa inicial, en la integración de los cruzamientos cero (los ZC) que participan en la construcción del bosquejo primal (BP).¹¹⁰

Un teórico fodoriano podría responder que la modularidad-f no plantea la subdeterminación en la forma mencionada en la sección (3.4.1). Es decir, en el modelo fodoriano el sub-sistema visual de Poro cuenta con toda la información requerida y construye representaciones adecuadas de los objetos que tiene al alcance de su campo visual. Podría decir que las representaciones 3D son parte del módulo visual y no del sub-sistema central. Sin embargo, esta posibilidad contradice el esquema modularista fodoriano. No apoya dos propiedades características: las salidas superficiales y el encapsulamiento. El primer caso parece evidente. El caso del encapsulamiento se tiene si aceptamos que el proceso visual requiere información adicional y no puede ser información retiniana (sub-sistema transductor) ni de etapas más avanzadas del módulo debido a la limitación de concatenación¹¹¹. Tampoco puede ser de otros módulos, como el auditivo, el olfativo, etc., dada la naturaleza especializada de la información y la secuencialidad de los procesos (suponiendo que sean similares al visual). La única opción es que sea información del sub-sistema central puesto que en el modelo modularista fodoriano de la mente no hay más que dos sub-sistemas: el modular y el central.

¹⁰⁹ Además, el que la construcción del modelo 3D pertenezca al sistema central es consistente con la propiedad modular de salidas superficiales, ver sección 2.4 del capítulo II.

¹¹⁰ Ver a Marr (1982), pp. 54-60 y p.70; ver también a V. Bruce and P. R. Green (1990), pp.22-24 y p. 27. Así como en la imagen I no existe información que permita resolver el problema de la correspondencia para el cálculo de la profundidad de los objetos observados con respecto al sujeto que observa (está subdeterminado), así también no existe información en la imagen que permita resolver un problema similar al de correspondencia entre canales independientes que dan lugar a los cruzamientos cero (ZC).

¹¹¹ Ver sección 2.8, capítulo II.

3.5 La modularidad fodoriana neuronal.

El teórico fodoriano puede sugerir una modularidad neuronal. Puede decir que la descripción bipartita de la mente (junto con las condiciones de concatenación, encapsulamiento y subdeterminación) no obliga a que la información adicional sea de la clase que maneja el sub-sistema central puesto que es posible que se encuentre representada de otra manera en el sub-sistema visual sin violar las condiciones de encapsulamiento, subdeterminación y concatenación, dentro del esquema bipartita de la modularidad fodoriana. Una manera en que la información adicional puede pertenecer al propio sub-sistema visual es que se encuentre registrada o representada en el sustrato físico del sub-sistema visual computacional¹¹². Es decir, que la información adicional tenga una 'topología fija' en las neuronas del cerebro. De esta manera, cuando se desarrolla o ejecuta el proceso visual que resulta en la experiencia visual del caballo en el cerebro de Poro, al mismo tiempo, se dispone de toda la información que hace falta; tanto la que supuestamente se encuentra realizada en las neuronas del sujeto como la que se encuentra en las imágenes retinianas de sus ojos. Es decir, la 'información adicional' se pone a disposición del proceso visual sin necesidad de suponer que es información característica del sistema central ni de otros sub-sistemas del cerebro. En otros términos, cuando se corre el programa computacional de la visión, la información adicional se toma de una memoria local que está físicamente realizada en los circuitos neuronales (en el propio hardware) del sub-sistema visual y no en los circuitos del sub-sistema central. Llamemos a esto la *modularidad fodoriana neuronal* en vista de que las limitaciones que permiten hablar de modularidad están determinadas por la estructura física neuronal.

Esta idea supone que el sub-sistema visual está físicamente realizado en un conjunto de neuronas o estructuras neuronales (físicamente) separados de la estructura neuronal del sub-sistema central. Por un lado están las neuronas visuales y por otro lado están las neuronas centrales. Ambos conjuntos están interconectados, como lo requiere el esquema bipartita fodoriano, pero la conexión debe estar

¹¹² La información adicional no puede estar registrada o representada en los algoritmos del programa computacional del proceso visual, lo que sería la única otra posibilidad de registro. No puede estarlo debido a que la condición de concatenación indica que todo proceso, incluyendo la información que se emplea, debe estar claramente especificado, sin ambigüedades; y el proceso visual que describe la teoría de Marr no menciona esta clase de información dentro del mismo proceso visual. Por eso es que se le llama información adicional y resulta de la condición de subdeterminación. Marr sugiere que la información adicional es innata, lo que es compatible con que se encuentre realizada o representada de manera física o neuronal en alguna parte del cerebro.

limitada. El intercambio de información entre el sub-sistema visual y el sub-sistema central debe ser en un solo sentido. La experiencia visual del caballo en el potrero que se construye en el sub-sistema visual de Poro se alimenta a su sub-sistema central por vía de una conexión unidireccional: la conexión sub-sistema-visual-a-sub-sistema-central. No existe una conexión recirculante sub-sistema-central-a-sub-sistema-visual de Poro. De esta manera se garantiza que la información del sub-sistema central no participa en el proceso visual. Como la información adicional que requiere la teoría psicológica de Marr es necesaria para que Poro tenga la experiencia visual del caballo en el potrero, y Poro efectivamente tiene esa experiencia visual, la única posibilidad es que esa información (la adicional) pertenezca al propio sub-sistema visual (que tenga una topología fija) puesto que no se tiene el acceso relevante al sub-sistema central. No puede haber acceso al sub-sistema central puesto que no existe una conexión física neuronal desde-el-sub-sistema-central-hasta-el-sub-sistema-visual¹¹³.

Esta idea tiene varias dificultades. Una de ellas es que la evidencia empírica no apoya la propuesta de que (todos) los sistemas psicológicos tengan correlatos neurológicos fijos¹¹⁴. Tampoco apoya, por ende, que existan canales neuronales o sinápticos fijos unidireccionales que vayan exclusivamente desde un sub-sistema central hasta un sub-sistema visual. En el caso de la visión, por ejemplo, se tienen varias estructuras distribuidas en diversas partes del cerebro, de manera que se considera que el proceso visual se ejecuta (en caso de ser computacional) de forma neurológicamente fraccionada; por ejemplo, una parte del proceso se lleva al cabo en la corteza cerebral parietal izquierda, otra parte del proceso se ejecuta en la sección inferior de la corteza occipital izquierda, etc. Además, se considera que por lo menos algunas partes de los procesos psicológicos se pueden realizar en un mismo *locus* de neuronas¹¹⁵; cuando menos los sistemas computacionales suelen construirse de esa manera. Esto está en conformidad con la modularidad computacional pero no con la modularidad fodoriana neuronal. Como no se puede postular un sitio neuronal fijo permanente (una *topología* fija) para los procesos computacionales de la visión, tampoco para los procesos del sub-sistema central, en caso de señalar un conjunto de neuronas (o microchips) como el sitio permanente en el que se encuentra registrada la información adicional, no habría modo de distinguir si tal sitio pertenece (en un momento dado) al sub-sistema visual o al sub-

¹¹³ Recordemos que en un esquema computacional se requiere un sustrato físico que realice al sistema computacional. Cf. capítulos I y II.

¹¹⁴ Las fuentes bibliográficas que sugieren la plasticidad dinámica de las funciones psicológicas es abundante. Ver por ejemplo a Caplan, D. (1987). y Arbib, M.A. (1986), pp.240 y sigs.

¹¹⁵ Ver "The Sense of Sight", en National Geographic, (1992), pp.8-12.

sistema central. No parece plausible caracterizar a la información adicional en una topología fija, en términos neuronales específicos, a pesar de que deba estar realizada neuronalmente, como lo deben estar todos los datos y sistemas computacionales.

3.6 La forma en que se representa la información adicional.

La estrategia modularista fodoriana podría aceptar que la información adicional que emplea el sub-sistema visual para integrar las experiencias está físicamente realizada en un sitio impreciso de la topografía cerebral, y con ello acepta que no se puede sostener la modularidad desde el punto de vista neurológico exclusivamente. Sin embargo, puede decir que mientras no se haga plausible que la información adicional es de la misma naturaleza que las creencias se debe aceptar su tesis de la modularidad. La estrategia puede sugerir que la información adicional se encuentra representada implícitamente en el sub-sistema visual, pero que tal forma de representación descarta la posibilidad de que se trate de información de naturaleza semejante a las creencias. Es decir, si la información adicional está representada implícitamente, sin importar en cuál sitio neurológico, no puede ser creencia a menos que pueda ser representada en algún momento de manera explícita.

Los sistemas computacionales se consideran como entidades manipuladoras de símbolos que operan conforme a reglas. Estos sistemas tienen dos componentes. Un componente es una o más bases de datos que almacenan o representan la información relacionada con las reglas de operación, con las representaciones o símbolos que manipula y, también, con la información adicional (los supuestos innatos sobre la estructura del mundo) que se emplea para hacer posible la experiencia visual. El segundo componente de los sistemas computacionales es un mecanismo que recupera (extrae) y emplea la información del caso.

La teoría computacional de la visión propone la existencia de diversas bases de datos o estructuras de información, como las reglas de operación, que se representan de manera explícita en las descripciones formales de los procesos computacionales. Sin embargo, la estrategia puede sugerir que no es obligatorio que la información que se emplea en los procesos computacionales esté representada de manera explícita, en forma de enunciados o proposiciones por ejemplo. Es posible que alguna información esté representada implícitamente en el sustrato físico del sistema (en el hardware) o de alguna otra manera, como en las redes conexionistas que suponen que la información se representa en los potenciales de los nodos de las redes neuronales. Pero la

información implícita difícilmente puede tomarse como creencias en la estrategia fodoriana puesto que considera que las creencias son actitudes proposicionales en el sentido de relaciones de cierto tipo (relaciones o actitudes de creencia) entre el sujeto y una o más proposiciones. Si la información adicional está representada implícitamente, no podrá ser de la naturaleza requerida para las creencias.

Un ejemplo nos puede aclarar la idea. Las neuronas del cerebro operan conforme a cambios de potencial eléctrico derivados de la transmisión y acumulación de cargas en los epitelios de las células. Las conexiones neuronales habitualmente se explican o modelan con el recurso de sistemas de ecuaciones diferenciales que representan los cambios de potencial que dan lugar a los disparos sinápticos. Esta clase de explicaciones es formal y es perfectamente compatible con las descripciones computacionales de los procesos cerebrales. Las reglas de operación de los sistemas computacionales neuronales se pueden representar en forma de ecuaciones. Para que estas reglas se consideren como representaciones explícitas de ciertas operaciones neuronales hace falta que dichas ecuaciones estén, digamos, escritas en alguna parte del cerebro. Pero es claro que el cerebro no tiene escrito ningún sistema de ecuaciones ni de nada. La información adicional puede encontrarse en una situación similar a la de las ecuaciones que describen las interacciones de las neuronas, pueden estar implícitas en el funcionamiento del sub-sistema visual o en las interacciones neuronales. De manera que así como no se puede decir que los sistemas de ecuaciones diferenciales que describen las operaciones cerebrales sean creencias o que tengan una naturaleza similar a las creencias, la información adicional que se emplea en la integración visual tampoco puede considerarse como creencias.

Sin embargo, la idea de la representación implícita de la información adicional tiene sus problemas también. El primero y más serio es que el mismo razonamiento se puede aplicar para cualquier clase de información que se describa computacionalmente o como sistema de redes neuronales. Si la información adicional se encuentra representada implícitamente en las redes neuronales, es posible que algunas creencias también lo estén. Sin embargo, la sugerencia de representación implícita establece que nada que esté representado implícitamente, en el sentido mencionado, puede considerarse como de naturaleza semejante a las creencias. La información característica del sub-sistema central tiene una descripción computacional y tiene un sustrato neurológico actuante. Esa información, en algún momento (por ejemplo cuando no se está utilizando) se encuentra de seguro

representada implícitamente en alguna base de datos en forma de registros eléctricos o electromagnéticos en el cerebro. Sólo que una parte de la información característica del sub-sistema central se considera, en la estrategia fodoriana, como creencias. De modo que esta información tampoco se podría considerar como de naturaleza similar a las creencias si se acepta la idea de la representación implícita.

El otro problema es que en una descripción computacional de un proceso se considera que participan de manera esencial cuando menos dos niveles de explicación¹¹⁶. Un nivel es el algorítmico que se refiere a los programas y rutinas computacionales. Las operaciones del sistema que se describe cuentan con una presentación formal (matemática, digamos) que se expresa en términos de operaciones computacionales. El otro nivel de explicación es el de los fierros (el hardware). Todo proceso computacional¹¹⁷ se realiza finalmente en un sistema físico, como los sistemas de transistores o los circuitos integrados. Cuando se trata de explicar o describir de manera completa un sistema particular, como puede ser el sub-sistema visual, la descripción debe mencionar el 'hardware' particular que realiza o implementa al sistema. De modo que tal descripción considera que la información que se utiliza en el desarrollo de los procesos computacionales, incluyendo a las reglas de operación, a los datos de entrada (inputs), a los resultados del proceso (outputs) y a las matrices de transición, valga la redundancia, se encuentra representada en alguna base de datos. Las bases de datos contienen dicha información a manera de registros físicos (eléctricos o electromagnéticos), pero no en forma de enunciados o proposiciones. Son colecciones de unos y ceros o de signos positivos y negativos, generalmente.

Sin embargo, en las descripciones computacionales se considera que la información que se manipula se hace explícita o se puede hacer explícita en cualquier momento o etapa del proceso. De manera que, si se tienen las rutinas adecuadas, la información se puede representar de muchas formas, incluyendo la forma de enunciados o de proposiciones. El punto de la representación implícita o explícita es irrelevante en las descripciones computacionales puesto que se puede pasar de una a otra en cualquier momento sin que se alteren los resultados del proceso. Esto sugiere que la información puede estar representada de forma implícita en el sistema computacional visual en alguna base de datos, pero que se representa de forma explícita (como enunciados o proposiciones matemáticas y aún gramaticales) cuando el programa se ejecuta o cuando se considera relevante.

¹¹⁶ Ver sección 1.5 del capítulo I.

3.7 Otra clase de evidencia empírica vs. la modularidad fodoriana.

La tesis de la modularidad (fuerte) fodoriana es empírica y en la literatura especializada existen varios comentarios que la ponen en duda o la modifican. Para Searle la experiencia visual no es posible sin el recurso de ciertas habilidades relacionadas con el dominio del lenguaje¹¹⁸. Una figura puede tomarse visualmente de maneras diversas a pesar de que el estímulo sea el mismo puesto que, dice, intervienen varias habilidades cognoscitivas relacionadas con el lenguaje. Según Searle, la figura No.2 (sección 2 de la introducción) puede verse como varias cosas distintas: una palabra 'TOOT', una mesa con dos globos debajo, el numeral 1001 con una línea por encima, un puente con dos tubos, etc. De acuerdo con esta versión, la percepción involucra de alguna manera información del sistema central, como son creencias y deseos. Existe una manera de apreciar esta clase de involucramiento que, sin embargo, parece compatible con la tesis fodoriana, en el capítulo siguiente se ampliará este aspecto.

Por otro lado, W. Marslen-Wilson y L.K. Tyler sostienen que la tesis de la modularidad fodoriana no permite una delimitación clara entre los procesos centrales (como la fijación de creencias) y los procesos supuestamente modulares¹¹⁹. Otro autor (M.A. Arbib) afirma que los módulos fodorianos son demasiado incluyentes o grandes, y describe un modelo computacional que recurre a información central, tal como el conocimiento de la manera en que los objetos visuales se relacionan con información de las esquinas (edges) de las imágenes. Este autor afirma que muchas de las figuras que se presentan en el mundo físico no ofrecen información visual suficientemente buena como para obtener los bosquejos 2.5D, por ejemplo; hace falta información que involucra creencias (conocimientos). Por ejemplo, en la primera fase del proceso visual de la teoría de Marr, la segmentación (de una imagen) se revisa con el auxilio de hipótesis sobre la existencia de una imagen típica de casa. Esta revisión involucra partes fundamentales, como las orillas ('edges'), que no fueron detectadas en una "primera pasada" del proceso. De modo que, en una reelaboración de la representación correspondiente (una segunda pasada) con el auxilio de la información de la imagen

¹¹⁷ Procesos computacionales naturalistas, como el del sistema visual humano actual.

¹¹⁸ "The Intentionality of visual perception is tied up in all sorts of complicated ways with other forms of Intentionality such as beliefs and expectation." Searle, J.R. (1983), pp.53-54.

¹¹⁹ "Our argument here... is that those processes that map onto discourse representations and that also participate in the fixation of perceptual belief in fact share many of the special properties... diagnostic of modular input systems... the modularity hypothesis gives the wrong kind of account of the organization of the language-processing system... its boundaries do not neatly coincide" W. Marslen-Wilson & L. K. Tyler, (1989),p.37.

típica se busca evidencia de una orilla no detectada antes. Supuestamente la orilla que se pasó por alto en el primer intento se encuentra efectivamente presente en el objeto exterior observado pero es en la reelaboración cuando se detecta. Un aspecto interesante del ejemplo es que de no ser por el auxilio de cierta información (la hipótesis de la imagen típica de una casa) muchas de las orillas determinadas en el proceso serían falsas¹²⁰.

Estos casos parecen mostrar que la modularidad fodoriana fuerte no se sostiene ante la evidencia psicológica científica¹²¹. Sin embargo, un teórico fodoriano puede responder que la influencia de información que no se encuentra en las representaciones iniciales se tolera y explica por la modularidad fodoriana. Esta clase de respuesta considera que el flujo de información desde arriba ('top-down') no es libre ni total ni arbitrario sino que se encuentra restringido con precisión por la modularidad¹²². Estos comentarios sugieren, cuando menos, que cierta modularidad se sostiene cuando se tolera cierta clase de recirculación o de información del sub-sistema central: una modularidad fodoriana débil o encapsulamiento selectivo, como veremos a continuación.

3.8 La modularidad débil y el encapsulamiento selectivo.

La teoría psicológica de la visión nos sugiere que en los procesos perceptuales participa, de manera esencial, cierta clase de información característica del sub-sistema central y que tal participación es más o menos general a varias etapas de los procesos. Esto quiere decir que una hipótesis que sostenga que tales procesos sean encapsulados en el sentido de que la información del sub-sistema central (o de otros módulos) no tiene ningún acceso al sub-sistema modular es poco plausible. Si los procesos perceptuales están penetrados de esta manera, no pueden ser encapsulados en sentido estricto, y si no pueden ser encapsulados, la tesis de la modularidad fuerte no parece sostenerse. Sin embargo, la estrategia modularista fodoriana puede sugerir que no es obligatorio desechar la tesis del encapsulamiento sólo porque alguna información central participe en la solución del problema fundamental de la percepción visual, conforme a la teoría psicológica aceptada. El encapsulamiento se puede sostener aún en esas circunstancias cuando consideramos una modularidad o, digamos, un

¹²⁰ Arbib, M.A. (1989), p.333-364.

¹²¹ Otros ejemplos que sugieren el involucramiento de información central en los procesos visuales, ver en Vaina, Lucia M (1990), pp. 61, 62, 68, 79.

¹²² Ver a N. Stillings (1989), pp.383-400. "Fodor is willing to argue that certain kinds of associative interactions among concepts or schemas are consistent with modularity" (p.392). "...aspects of object identification seem likely to be *weakly modular or penetrated by central cognitive processes*. Shape memory, for example, might show the same kind of sensitivity to strategy and general knowledge that is found for memory in general". (p.395). El subrayado es mío.

encapsulamiento selectivo. Este es un encapsulamiento débil que refiere a modularidad débil, en contraste con un encapsulamiento fuerte (modularidad fuerte) que no admite ninguna clase de penetración de información típica del sub-sistema central.

La estrategia de la modularidad débil indica que la evidencia empírica no es definitiva en el apoyo a la tesis del *encapsulamiento fuerte*, en el que ninguna clase de información central se admite en los procesos modulares, pero tampoco es completamente contraria a cierto encapsulamiento más moderado. Para que la penetración de información central sea evidencia contra el encapsulamiento hace falta, supuestamente, que toda la información central pueda participar en los procesos perceptuales.

... hace falta no sólo la premisa de que la percepción [emplea información típica del sistema central], sino también la premisa de que [la respuesta al problema de la percepción] tiene acceso a TODA (o, de cualquier modo, arbitrariamente mucha de) la información de soporte a disposición del sujeto que percibe. Las implasticidades perceptuales... hacen altamente implausible, sin embargo, que esta segunda premisa sea verdadera¹²³.

Vimos (secciones 3.4 a 3.6) que la teoría psicológica apoya la propuesta de que la información del sub-sistema central, conforme al modelo fodoriano de la mente, participa de manera importante en la construcción de las experiencias visuales, como la experiencia de un caballo en el potrero y la experiencia de la alucinación de un tigre. Las alucinaciones y las ilusiones visuales se construyen, tanto como la percepción visual verídica, con la intervención de información adicional. De modo que una ilusión como la de Muller-Lyer también involucra esta clase de información.

Sin embargo, en el caso de las ilusiones visuales es claro que cierta información que se considera característica del sub-sistema central (en el modelo fodoriano) no participa en la construcción de la experiencia visual. Si bien la experiencia visual indica que las líneas centrales de las flechas son de distinto tamaño, la evidencia indica también que esa experiencia no se modifica cuando nos damos

¹²³ "... you need not only the premise that perception [uses information typical of the central system], but also the premise that [the answer to the problem of perception] has access to ALL (or, anyhow, arbitrarily much) of the background information at the perceiver's disposal. Perceptual implasticities... make it highly implausible, however, that this second premise is true." Fodor, 1990, p. 243. Las im-plasticidades perceptuales a las que se refiere Fodor son, por ejemplo, los casos de ilusiones visuales que no se corrigen ante información de otra clase, como la ilusión de Muller-Lyer. Según Fodor esta evidencia (las implasticidades) hace implausible que los sistemas modulares, como el visual, tengan acceso a toda la información disponible para el sujeto percipiente. Considera que al menos cierta información (la creencia de que son iguales las flechas, por ejemplo) no penetra al módulo visual. El subrayado aparece en el original.

cuenta, y creemos, que son del mismo tamaño. Las ilusiones visuales en general no dejan de serlo porque sepamos que son ilusiones.

Esto no sugiere ni implica un encapsulamiento fuerte. Es de otro tipo puesto que, a pesar de que la información adicional sea indispensable para lograr obtener (perceptualmente) información del mundo, cierta clase de información (ciertas creencias) no participa en la integración visual¹²⁴

Es perfectamente posible... estar de acuerdo... en que hay un sentido importante en el que la observación es una clase de inferencia, pero también [es posible] estar de acuerdo... en que hay, en la percepción, un aislamiento radical de cómo se aprecian las cosas de mucho de lo que uno cree.¹²⁵

Se propone un encapsulamiento selectivo que consiste en que cierta clase de información no penetre el proceso visual. En el caso de la ilusión Muller Lyer la información que no participa es la creencia de que las líneas centrales de las flechas son iguales. Como el encapsulamiento selectivo sostiene únicamente que la información que participa en los procesos modulares no es cualquiera ("arbitrary"), mientras no se demuestre o se haga plausible que toda la información central está involucrada, la tesis modular (débil) fodoriana queda a salvo.

3.9 La motivación modularista fodoriana.

La estrategia fodoriana tiene una motivación poderosa cuando propone la modularidad de la mente: hay que distinguir lo que es la observación de lo que es el pensamiento. Más arriba expuse que una motivación central de la arquitectura bipartita de la mente (en la que el sub-sistema modular M debe ser distinto del sub-sistema central C) reside en el problema de la objetividad perceptual. La teoría modular fodoriana de la mente propone una separación importante entre la percepción y los conjuntos de creencias o teorías. Como dice Fodor:

¹²⁴ En este párrafo se considera que la observación es una clase de inferencia debido a que la experiencia visual, resultado del proceso computacional de la visión, se construye con menos información que la que se tiene en las etapas iniciales del proceso. En otras palabras, la estrategia fodoriana considera que la subdeterminación perceptual sugiere que el proceso visual es inferencial en el sentido mencionado en la sección 3.4.1, se considera un proceso de presentación y valoración de hipótesis. Se supone como un proceso de presentación de hipótesis porque se hace en ausencia de información completa.

¹²⁵ "It is entirely possible... to agree... that there is an important sense in which observation is a kind of inference, but also to agree... that there is, in perception, a radical isolation of how things look from the effects of much of what one believes." Loc. cit., p. 243.

La afirmación es, entonces, que hay una clase de creencias que típicamente se fija mediante procesos sensorios/perceptuales, y que la fijación de creencias en esta clase es... en modo importante neutral a teoría. Como primera aproximación de lo que es la neutralidad a teoría de la observación: dadas las mismas estimulaciones, dos organismos con la misma psicología sensoria/perceptual muy generalmente observarán las mismas cosas, y por ende llegarán a las mismas creencias observacionales. *sin importar qué tanto puedan diferir sus compromisos teóricos.*¹²⁶

Recordemos que la hipótesis modular fodoriana propone que el sistema de las facultades mentales se integra con dos sub-sistemas interrelacionados: el sub-sistema modular M y el sub-sistema central C. Uno de estos sub-sistemas, el M, tiene la función de abastecer a otro, el central, C, con información del entorno exterior al organismo que posee las facultades. La distinción entre un sub-sistema M y otro C se constituye en la base de una separación plausible entre observación y creencia.

La hipótesis fodoriana se desarrolla dentro de una analogía computacional funcional que remite la distinción modular/central a una diferencia en las funciones de los sub-sistemas respectivos, distinción que se expresa en términos de procesos computacionales, entradas, salidas y estados de máquina. La distinción entre los sub-sistemas finalmente se apoya en restricciones al acceso de información: las entradas al sub-sistema M deben ser distintas de las entradas al sub-sistema central. Estas restricciones se refieren al origen o el tipo de información que entra a los sub-sistemas. La diferencia en cuanto a la accesibilidad se convierte en un aspecto esencial en la distinción del sub-sistema M del sub-sistema C.

La diferencia funcional computacional entre el sub-sistema M y el sub-sistema C se expresa como una diferencia en la clase de entradas que admiten los procesos. El encapsulamiento informacional establece una restricción específica a la clase de entradas posibles. La condición de encapsulamiento impide la retroalimentación de información desde otros sub-sistemas hacia el M y se considera como una propiedad básica para la modularidad fodoriana. Un proceso es modular cuando está informacionalmente encapsulado y está encapsulado cuando no recibe información del sub-sistema central ni de otros módulos.

¹²⁶ "The claim, then, is that there is a class of beliefs that are typically fixed by sensory/perceptual processes, and that the fixation of beliefs in this class is... importantly theory neutral. As a first shot at what the theory neutrality of observation comes to: given the same stimulations, two organisms with the same sensory/perceptual psychology will quite generally observe the same things, and hence arrive at the same observational beliefs, *however much their theoretical*

De manera que el encapsulamiento se convierte en una parte muy importante de la hipótesis modularista fodoriana que propone una distinción entre dos sub-sistemas (el M y el C) como fundamento de la objetividad perceptual. La plausibilidad de una arquitectura mental como la que propone descansa, finalmente, en la plausibilidad del encapsulamiento, y ésta se busca en las teorías empíricas de la mente.

3.10 La clase de encapsulamiento informacional que se requiere.

Para que sea plausible la propuesta modularista fodoriana debe encontrarse apoyo empírico en la psicología científica. Específicamente debe haber apoyos al encapsulamiento informacional de los procesos perceptuales. Esta lectura (la fodoriana) de la modularidad impone ciertas restricciones a la clase de encapsulamiento que hace falta, toda vez que se busca diferenciar dos sub-sistemas mentales. Digamos que no cualquier clase de encapsulamiento es compatible con la distinción M/C que se busca.

En el modelo fodoriano las facultades mentales están organizadas en sub-sistemas. El sub-sistema M está integrado, aproximadamente, por lo que en psicología computacional se conoce como sub-sistemas o aparatos perceptuales: el sub-sistema visual, el auditivo, etc. El sub-sistema C es el crisol de la información aportada por los aparatos perceptuales. Los integrantes del sub-sistema M, como el aparato visual, se especifican por medio de procesos computacionales que reciben entradas a manera de estímulos provenientes del entorno y entregan representaciones al sub-sistema central.

El sub-sistema visual se descompone en varias etapas (tres etapas conforme a la teoría de Marr) que a su vez se descomponen en procesos y subprocesos, hasta llegar al nivel de operaciones elementales. Si esperamos que el sub-sistema M, digamos el visual, esté encapsulado, debemos esperar que no haya penetración de información prohibida al nivel de sub-sistema; debemos esperar que se puedan distinguir claramente las entradas y salidas del sub-sistema visual de las entradas y salidas del sub-sistema central o de los otros. Pero si el sub-sistema visual recurre a información típica del sub-sistema central (cuando se viola la condición de encapsulamiento) y el sub-sistema central recurre a información típica del sub-sistema visual (que es la situación normal), ambos sub-sistemas estarán procesando las dos clases de información y no habrá bases para distinguir sus procesos ni el sub-sistema que integran.

Para hacer plausible el modelo fodoriano hace falta una clase de encapsulamiento de nivel de sub-sistema. Sin embargo, hemos visto que la teoría psicológica de la percepción visual no es compatible con esa clase de encapsulamiento. Al parecer, la información del sub-sistema central tiene cierto acceso al sub-sistema visual. El nivel de sub-sistema no está encapsulado aunque sí parece estarlo a niveles de componentes del sub-sistema (a niveles 'composicionales'). Ciertos procesos del sub-sistema visual parecen rechazar cierta clase de información del sub-sistema central.

3.11 El sub-sistema visual y el encapsulamiento selectivo.

El que en los casos como el de la ilusión de Muller-Lyer la creencia de que las líneas centrales de las flechas son del mismo tamaño no afecte la experiencia visual que nos presenta las líneas centrales de las flechas como si fueran de distinto tamaño indica que el encapsulamiento se presenta a nivel de proceso (nivel 'composicional'). Es decir, la evidencia psicológica científica nos sugiere que la clase de encapsulamiento que se tiene en los casos de ilusiones visuales (y en los casos de experiencias visuales normales pasa algo similar) se da, más bien, en algunas etapas del proceso visual, algo así como una penetración a nivel de ciertos sub-procesos (a nivel de componentes del proceso visual general), lo que he denominado *encapsulamiento selectivo*. Esto nos autoriza a pensar que cierto proceso o subproceso, cierta parte composicional del sub-sistema visual, está selectivamente encapsulada, pero no autoriza que todo el sub-sistema lo esté.

El ejemplo de la ilusión M-L sugiere que la experiencia visual de las líneas centrales de las flechas, al no modificarse por la creencia de que tales líneas son iguales, está encapsulada al menos con respecto de esa clase de creencia. Al menos una parte del proceso visual es resistente a la penetración de al menos una creencia. Además, así como la creencia de que son iguales no penetra el proceso visual en cierta parte (la etapa final de los modelos 3-D en la teoría de Marr), hay razones para pensar que otras creencias no penetran otras partes del proceso.

Por ejemplo, el proceso de estereopsis (que interviene también en la construcción de la experiencia visual de las líneas centrales de las flechas M-L) no está penetrado por la creencia de que las distancias relativas de las líneas al sujeto observador son iguales, ni el proceso de formación de una representación tridimensional está penetrada por la creencia de que los objetos percibidos son de

dos dimensiones y no de tres. Tal y como la creencia de que las líneas centrales de las flechas son del mismo tamaño no penetra en la parte correspondiente del proceso visual, las creencias de que las distancias relativas son iguales y la creencia de que son dos dimensiones (y varias otras creencias de seguro) no penetran en las partes correspondientes del proceso. Es decir, la selectividad del encapsulamiento muy probablemente se extienda a varias partes del proceso visual.

Si algunos de los procesos perceptuales están selectivamente encapsulados, como el número de procesos es finito y se encuentra especificado, algunos otros procesos no estarán encapsulados. Unos sí pero otros no. Muchas otras partes del sub-sistema M pueden estar penetradas con información central. Ahora, como lo que hace que algo sea o no modular es estar o no informacionalmente penetrado, el sub-sistema visual completo no será modular aunque algunas partes composicionales del sub-sistema sí sean 'selectivamente' modulares. No podemos decir que el sub-sistema visual completo sea modular pero sí que, de manera más limitada, ciertos niveles del proceso visual son modulares. La teoría psicológica nos podrá indicar precisamente cuáles.

3.12 El encapsulamiento selectivo no permite una distinción modular/central.

Pero si no podemos decir que el sub-sistema visual 'completo' sea modular¹²⁷, tampoco podremos hablar de un sub-sistema perceptual modular distinto del sub-sistema central, cuando la distinción se explique en términos de propiedades funcionales diferentes tales como el encapsulamiento. Aunque sí podremos decir que el sub-sistema M está integrado no por el aparato visual completo, sino por ciertas partes o procesos (quizá subprocesos) del aparato visual o perceptual. Esta sería quizá una modularidad selectiva composicional característica de un sub-sistema M distinto del sub-sistema central.

El cuadro general del sistema de la mente fodoriana que se obtiene con esta clase de encapsulamiento (el selectivo) ubica al sub-sistema M como abastecedor de varios tipos de información, un poco diferentes del tipo sugerido más arriba en el esquema bipartita de la mente. En el modelo original el sub-sistema M abastece de información al sub-sistema central pero la información es, en el caso de la visión, de experiencias visuales como la de un caballo en el potrero o la de un par de líneas de tamaño desigual. Un encapsulamiento de nivel sub-sistema (como el originalmente sugerido por la estrategia fodoriana de modularidad fuerte) permitiría que las salidas

del aparato visual entraran al sub-sistema central como productos finales del proceso visual, más o menos como los describe la teoría psicológica de la visión de Marr.

En cambio, un encapsulamiento selectivo (como el que sugiere la estrategia fodoriana ante la evidencia de penetración) de nivel de procesos (o quizá subprocesos) no tendría oportunidad de entregar la misma clase de salidas. Para empezar, entregaría toda suerte de resultados intermedios del proceso visual. Entregaría, por ejemplo la representación R29, al sub-sistema central para que le aplicara ciertas transformaciones isotrópicas. Luego, el sub-sistema central la regresaría al sub-sistema M para que se le aplicaran transformaciones encapsuladas; volvería cierto número de veces al C y de regreso al M hasta constituirse en la representación, digamos la R33, correspondiente al modelo 3-D, como la experiencia visual de un caballo en el potrero y como salida final del sub-sistema M visual. Como solamente ciertas partes o ciertos subprocesos del proceso visual están encapsuladas, esas partes se someten a transformaciones modulares en el sub-sistema M. Pero las demás partes, las no encapsuladas, se transforman en el sub-sistema C con información isotrópica.

El esquema bipartita de la mente fodoriana resultante nos mostraría que el aparato perceptual estaría integrado por algunos (no todos) procesos computacionales de la teoría psicológica. Quizá la parte final de la etapa 3-D y algunas partes de otras etapas del proceso visual sí perteneciera al sub-sistema C (pero no al M), incluyendo a las experiencias visuales comunes como resultado final del proceso. Esto quiere decir que el aparato visual, hablando estrictamente, estaría integrado por las partes o procesos no penetrados y que otras (las penetradas) no pertenecerían al módulo visual sino al sub-sistema central (el proceso que determina la estereopsis, por ejemplo, no pertenecería al aparato visual sino al sub-sistema central).

En este cuadro general del esquema bipartita de la mente, el sub-sistema M seguiría cumpliendo su trabajo de entregar información del mundo al sub-sistema central, pero difícilmente se podría establecer una analogía satisfactoria entre el sub-sistema M y el aparato perceptual, tal y como lo conciben los teóricos de la psicología (y los legos quizá). De modo que se dificultaría el señalamiento de una ruta de discusión del problema de la objetividad perceptual en el sentido de apoyar la distinción observación/pensamiento (distinción O/P).

¹²⁷ Quizá tampoco lo podamos decir del sistema auditivo, el táctil, el palativo (del gusto) y el olfativo.

3.13 El encapsulamiento selectivo no está garantizado.

Es posible, de cualquier manera, otra explicación de los procesos supuestamente encapsulados. El que cierta clase de información central no tenga acceso a cierta parte del proceso visual no supone que otra clase de información, también central, no penetre en esa misma parte del proceso visual. Por ejemplo, en la ilusión Muller Lyer (o ilusión 'M-L'), el que la creencia de que las líneas centrales de las flechas son iguales en tamaño sea inaccesible a la experiencia perceptual que nos presenta las líneas como si fueran distintas no impide que otra información, que puede ser del tipo C, sí penetre en el proceso que resulta en la experiencia ilusoria de las flechas.

En la estrategia modularista fodoriana el proceso visual completo, en el caso de la ilusión M-L, entrega una figura compuesta por dos flechas, paralelas en su eje mayor, de tamaño distinto. La información que hace falta para que la figura esté acabada no debe provenir del sub-sistema central, puesto que eso es lo que prohíbe la condición de encapsulamiento (tampoco puede venir de otros módulos). La información que hace falta tampoco proviene de abajo, de la retina digamos, puesto que eso es lo que nos indica la subdeterminación. El único recurso disponible es que esa información se tome de otra parte del propio módulo visual. Si el proceso fuera no encapsulado, si la información central participara en el proceso, el resultado sería quizá un par de líneas centrales de las flechas de igual tamaño, la información faltante se abastecería libremente dentro del módulo visual.

La explicación en términos de la arquitectura bipartita y, específicamente, del encapsulamiento informacional del sub-sistema modular visual es la siguiente. Las retinas reciben una imagen con dos líneas principales de igual longitud pero durante el procesamiento en el módulo se modifican las longitudes de manera que la experiencia visual resultante es de un par de líneas centrales de las flechas de tamaño distinto. La experiencia está subdeterminada puesto que la longitud extra de una de las líneas no proviene de la información recibida en las retinas; esa información adicional se introduce en alguna parte del proceso pero tampoco proviene, supuestamente, del sub-sistema central ni del módulo auditivo ni de otros módulos.

El final del proceso visual (en el caso M-L) es una experiencia visual errónea y nos damos cuenta de que la experiencia visual es ilusoria cuando la imagen final se somete a la consideración del sub-sistema central que tiene información (que ha recibido por otras fuentes) de la incompatibilidad

entre la imagen visual y el mundo. El error se produce dentro del módulo visual y no tiene manera de corregirse, el proceso está encapsulado. ¿Cómo se explica la longitud mayor de las líneas centrales de las flechas en la experiencia visual resultante? La estrategia fodoriana no nos aclara esto. En la descripción del proceso visual que se puede consultar en algunas teorías psicológicas como la de Marr, tenemos que la construcción de los modelos 3-D se ejecuta con la intervención de representaciones almacenadas. El proceso ejecuta una interpretación de la representación 3-D mediante la comparación con modelos preestablecidos. En el caso de la percepción visual 3-D de objetos como las líneas M-L, nos dice Marr que una parte del proceso ejecuta ciertas operaciones:

... para reconocer un objeto por su figura, permitiendo entonces que evaluemos su significancia para la acción, se debe construir alguna clase de representación tridimensional a partir de la imagen y [se debe] cotejar de alguna manera con una representación tridimensional almacenada con la cual ya está asociada otra [información]... los dos procesos de construcción y cotejo no se pueden separar rigurosamente puesto que un aspecto natural de la construcción de una representación tridimensional puede incluir una consulta continua de un catálogo crecientemente específico de figuras almacenadas... el proceso de reconocimiento mismo involucra una mezcla de derivación directa de información de figura a partir de la imagen y elaboración de modelos 3-D gradualmente más detallados durante el proceso de reconocimiento-derivación.¹²⁸

En este proceso se puede considerar que cierta clase de información involucrada es característica del sub-sistema central. Por ejemplo, la creencia de que cierta sección de la representación que se recibe de etapas anteriores del proceso pertenece a la clase de las formas tal y tal (contornos tridimensionales convexos o cóncavos) cuando se coteja la representación 3-D con las representaciones almacenadas. Esto quiere decir que el aparato visual tiene información que hace aparecer la representación como si tratara con objetos tridimensionales, uno de los cuales está más alejado que el otro; el que está más próximo se considera como la parte cóncava de algo que no aparece en la imagen, y el que está más retirado se considera como una parte convexa de ese algo. Una parte se proyecta hacia el observador y otra se retira de él, y el resultado es la experiencia de dos líneas centrales de las flechas de tamaño distinto¹²⁹.

¹²⁸ "...in order to recognize an object by its shape, allowing one then to evaluate its significance for action, some kind of three dimensional representation must be built from the image and matched in some way to a stored three dimensional representation with which other [information] is already associated... the two processes of construction and matching cannot be rigorously separated because a natural aspect of constructing a three dimensional representation may include the continual consultation of an increasingly specific catalogue of stored shapes... the recognition process itself involves a mixture of straightforward derivation of shape information from the image and the deployment of gradually more detailed stored 3-D models during the process of recognition-derivation." Marr, 1982, pp.326-327.

¹²⁹ Algunos autores sugieren que el supuesto o la información de que los objetos percibidos son de tres dimensiones

Esto sugiere la posibilidad de que, si bien la creencia *c1* (que las líneas centrales de las flechas son del mismo tamaño) no está involucrada en la ilusión M-L, es plausible que otra información compleja *c2*, característica quizá del sub-sistema central, intervenga en la misma parte del proceso visual que da lugar a la ilusión. Cierta información *c1* supuestamente central no penetra en el proceso 3-D pero otra información *c2*, supuestamente del mismo origen, sí tiene acceso al mismo proceso. De manera que el que la creencia *c1* no tenga acceso al proceso *Pn* no implica que (ninguna) otras creencias no tengan acceso al mismo proceso *Pn*, puesto que es posible que cierta creencia *c2* diferente de *c1* tenga acceso a *Pn*, como parece ser el caso de la interpretación de figuras tridimensionales en la etapa 3-D del proceso visual que acabo de mencionar¹³⁰.

Esto quiere decir que la evidencia de la no penetración de algunas creencias en el (o ciertas partes del) proceso visual puede no ser suficiente para establecer que esa parte o ese proceso sea modular. Todo esto es compatible con la noción de encapsulamiento selectivo, pero como podemos apreciar, esta noción no parece ajustarse bien a la idea de modularidad que propone la estrategia fodoriana: una modularidad que legitime la distinción entre el sub-sistema M y el C, cuando tenemos razones para pensar que la percepción (la percepción visual al menos) es un espécimen de sub-sistema M pero sus operaciones involucran información que puede ser característica del sub-sistema C. La percepción visual admite encapsulamiento selectivo pero no es modular. Por un lado, la noción de encapsulamiento selectivo no parece ser relevante para la modularidad que hace falta en un esquema bipartita de la mente. Además, aún en el caso de ser relevante, parece que el encapsulamiento selectivo no se puede sostener, como lo muestra la interpretación que acabo de mencionar de la ilusión de Muller-Lyer. De modo que la modularidad fodoriana débil o selectiva tampoco está garantizada.

puede no ser innata, sino adquirida. Arbib, M.A. (1989), pp.333-364. y N. Stillings (1989), pp.383-401. El caso es que no tenemos conclusiones definitivas en cuanto a la naturaleza de 'toda' la información que participa en los procesos perceptuales.

¹³⁰ Dejo pendiente mi propuesta de explicación de la ilusión Muller-Lyer para la sección 4.1 del siguiente capítulo.

IV. ☒. Modularidad intencional.

En este capítulo sugiero una *modularidad liberal* como asunto de clase de contenido en las representaciones perceptuales visuales. Antes, hago algunas aclaraciones respecto de casos en que, al parecer, se ven involucrados estados mentales del sistema central (estados ‘conceptuales’) en el proceso visual, como el caso ‘TOOT’ mencionado. Luego, con el apoyo de la distinción contenido conceptual/no conceptual de T. Crane¹³¹, sugiero una diferencia entre el sistema perceptual, visual, y el sistema central. La diferencia se monta en ciertas características de las teorías computacionales. Esta clase de teoría de los fenómenos de la naturaleza, como la visión, se especifica a tres niveles: un nivel intencional, otro nivel algorítmico y uno más físico. El nivel intencional es esencial en estas descripciones y se puede caracterizar mediante propiedades como la posibilidad de error, la representacionalidad y el llamado *holismo intencional*.

4.1 La modularidad liberal.

Al parecer, la modularidad fodoriana no permite una respuesta plausible al problema de la objetividad perceptual.¹³² Sin embargo, un enfoque computacional más general puede aceptar cierta clase de involucramiento de información central y dejar espacio para la distinción que buscamos. Como vimos en los capítulos I y II, los sistemas computacionales se consideran *mecanismos manipuladores de símbolos que operan conforme a reglas*. Este enfoque nos indica que, en caso de que tal información efectivamente participe, puede hacerlo de varias maneras. En una de ellas, la información del sistema central puede participar en el mecanismo computacional. En la otra, tal información puede participar en los símbolos o representaciones que los mecanismos manipulan. Consideremos el caso de ciertas ilusiones visuales que se pueden corregir cuando se recibe cierta información. Por ejemplo, una ilustración (‘poster’) que presenta un conjunto de manchas de formas

¹³¹ Crane, Tim. (1992). En su definición de contenido no conceptual Crane revisa las propuestas de Adrian Cussins (1990) y otros investigadores.

¹³² ¿Cómo podemos conocer el mundo por medio de la percepción si es el caso que nuestras creencias están involucradas de alguna manera en nuestras percepciones? Arriba, Sección 2, capítulo introductorio.

distintas y diferentes colores. Un sujeto que observa la ilustración no percibe más que líneas y manchas desordenadas. Sin embargo, luego de recibir instrucciones sobre la manera de enfocar la vista, percibe la figura de un animal, digamos un delfín. Otro ejemplo lo tenemos en el caso de la silla de Ames¹³³ en donde al sujeto se le presenta un diagrama o una fotografía con un conglomerado de líneas sin sentido ni orden aparente. Luego se le informa que hay una silla en el diagrama y lo que antes era un conjunto de piezas desconectadas se le presenta ahora como una silla común.

Ejemplos como estos abundan en la literatura especializada y sugieren que ante un cambio en la información que el sujeto recibe sobre el objeto percibido (cambio conceptual) se produce un cambio en el enfoque visual del objeto y, en consecuencia, un cambio en la experiencia visual¹³⁴. De alguna manera la información recibida modifica la percepción visual del sujeto. Conforme al modelo computacional esta participación de información compleja en los cambios perceptuales puede darse en el *mecanismo* computacional.

En los modelos computacionales los mecanismos se consideran como algoritmos o conjuntos finitos de instrucciones precisas que indican cuáles son las transformaciones a las que se han de someter las representaciones (símbolos) que se alimentan (input) a un sistema computacional determinado. De modo que la información que hace lugar a un cambio, por ejemplo, en el enfoque visual de un sujeto, puede tener su efecto a nivel de uno o más algoritmos, pero tal efecto no necesariamente se tendría en las representaciones (por lo menos no de manera directa). En este caso la información del sistema central, que bien puede corresponder con estados conceptuales del sistema central, no sería constitutiva de las diversas representaciones del proceso visual¹³⁵. Simplemente habría un ajuste en las transformaciones que se hacen sobre las representaciones. El caso de las ilusiones visuales que no

¹³³ En Cantril, Hadley ed. (1960)

¹³⁴ Aclaro que me refiero al proceso visual completo conforme a la teoría computacional de la visión de Marr, desde las partes iniciales de construcción del llamado bosquejo primal, hasta casi la obtención de la representación 3D. Esta aclaración es pertinente debido a que cuando algunos teóricos hablan de proceso visual en ocasiones se refieren únicamente a las partes iniciales, lo que a veces se denomina 'visión temprana'. Ver a Pylyshyn (1998) "We will conclude that although what is commonly referred to as 'visual perception' is potentially determined by the entire cognitive system, there is an important part of this process... [which] we will call early vision that is impervious to cognitive influences".

¹³⁵ Pylyshyn sugiere que ciertos casos de aparente involucramiento de información del sistema central en el proceso perceptual se pueden explicar como casos de atención focal selectiva "Our hypothesis is that... the influence of cognition upon vision is constrained in how and where it can operate. These two loci are: a) In the allocation of [unconscious] attention to certain locations or certain properties prior to the operation of early vision... b) In the decisions involved in recognizing and identifying patterns after the operation of early vision." Pylyshyn, Z. (1998, p.7). En este artículo Pylyshyn defiende una modularidad que es compatible con lo que he llamado 'encapsulamiento selectivo'.

se modifican, como las líneas centrales de las flechas de Muller-Lyer, se puede explicar diciendo que ciertas partes del mecanismo visual no pueden ser 'ajustados' más allá de ciertos límites; el sistema visual humano no tiene los recursos computacionales para llevar al cabo ese ajuste. Tampoco tiene los recursos para corregir la ilusión del palo metido hasta la mitad en el agua (que parece doblado). Otros sistemas visuales, como el de ciertas aves pescadoras, sí cuentan con esos recursos y sus sistemas hacen los ajustes que les permiten capturar, guiados por imágenes visuales, a los peces que nadan muy cerca de la superficie del agua. En este esquema las representaciones visuales finales producidas en el sistema visual logran independencia de la información central (creencias, deseos, teorías, etc). Por otro lado, mencionamos (en el capítulo precedente y en la introducción) que Searle considera que la experiencia visual requiere de la participación de conceptos o información del sistema central. El ejemplo que sugiere (el caso 'TOOT'), sin embargo, se puede apreciar como un involucramiento similar de esta clase de información.

El involucramiento de información del sistema central, a nivel de mecanismo, se constituye como evidencia contra la modularidad fodoriana fuerte. Sin embargo, un teórico partidario de la modularidad computacional como medio para lograr una distinción plausible entre sistema central y sistemas perceptuales modulares (abreviando, distinción C/M) puede sugerir un modelo más liberal que el fodoriano. Un modelo liberal de la modularidad que propone una descripción computacional de tres niveles y rechaza el enfoque de la propuesta fodoriana sobre la distinción C/M en términos tan sólo de restricciones al flujo de información. Sugiere que, además, hace falta una especificación de las (o algunas de las) propiedades intencionales de la información involucrada y de los procesos mentales que se estudian.

La distinción C/M, en una descripción completa, se puede proponer en términos de propiedades intencionales de la información que se alimenta, se procesa y se entrega en las operaciones de los sistemas modulares, adicionalmente a las propiedades algorítmicas, como veremos en los párrafos que siguen. Los sistemas computacionales se caracterizan como manipuladores de símbolos. Los símbolos que se postulan tienen propiedades formales e intencionales. Una de las más importantes quizá sea la 'representacionalidad'.

Un ejemplo de sistema computacional lo tenemos en la teoría de la visión humana de Marr. Otros ejemplos se pueden encontrar en los modelos de simulación como, por ejemplo, uno que simule la

llegada de buques cargados de contenedores al puerto de Veracruz. Este modelo toma en cuenta los tiempos que transcurren entre la llegada de los buques y el tiempo que se tardan atracados en muelle para descargar los contenedores. El modelo representa por medio de símbolos a los buques, a los tiempos y a los contenedores, entre otras cosas. El símbolo **b** representa a los buques, **t** al tiempo y **c** a los contenedores. El modelo computacional consiste en una representación formal del movimiento de los buques, de cómo llegan y descargan. Esta representación se considera como una abstracción de la realidad que permite analizar el comportamiento de llegadas-servicio de los buques. Una vez puesto en forma de algoritmos y programas computacionales, ese comportamiento se puede analizar o estudiar para una gran cantidad de variaciones. Así, se puede estudiar la manera en que llegan los buques en diferentes estaciones del año, es decir las variaciones del comportamiento ante variaciones de otras cosas, como las épocas del año en que se presentan mayores movimientos internacionales de productos.

El sistema computacional del modelo de simulación del comportamiento de buques en los muelles de contenedores es un sistema manipulador de símbolos. Los símbolos que manipula son: **b**, **t**, **c**. La manipulación o el procesamiento computacional de estos símbolos se hace en virtud de sus propiedades formales y de las reglas de operación del sistema (los programas computacionales). Las reglas establecen con toda precisión y sin ninguna ambigüedad¹³⁶ las transformaciones que deben hacerse sobre los símbolos para llegar al resultado final del proceso. Tales transformaciones se ejecutan en virtud de la forma (*shape*) de los símbolos; además, cuando las transformaciones se ejecutan conforme a las reglas formales, el contenido de los símbolos se preserva a lo largo del proceso. El proceso de simulación de la llegada de buques es formal porque tiene una especificación formal, matemática, pero además permite distinguir en los resultados al comportamiento supuesto de los buques (**b**), los tiempos (**t**) y las cargas (**c**). Los símbolos representan cosas del mundo y la manera como esas cosas se comportan en el mundo. Es decir, los modelos computacionales tienen propiedades intencionales. La teoría computacional de la visión de Marr tiene las mismas características generales aunque los símbolos que postula representan otras cosas distintas.

4.1.1 Los niveles de explicación.

El modularismo liberal echa mano de estas propiedades de los sistemas computacionales y atribuye propiedades intencionales diferentes a la información característica del sistema central y a la de los

sistemas modulares. Las propiedades intencionales de los sistemas computacionales son esenciales en esta clase de explicación. Un sistema computacional se describe en tres clases o niveles de explicación: físico, algorítmico e intencional¹³⁷. Veamos por qué se consideran esenciales estos tres niveles.

La primera clase de descripción de un sistema computacional es la de nivel sustrato físico (hardware). Esta clase es esencial en el sentido de que un proceso computacional, como el de la visión humana, no se puede ejecutar si no existe un sustrato físico o aparato que lo implemente. Esto es así porque una teoría computacional completa (que menciona los tres niveles) busca analizar un sistema particular del mundo físico, llámese sistema visual, llámese sistema de llegadas de buques a puerto, y ofrece una descripción detallada del sustrato (físico) particular en el cual se realizan o procesan los algoritmos. En el caso del sistema visual humano, el sustrato físico que realiza las computaciones es el sistema nervioso visual, un conjunto de neuronas y circuitos neurológicos específicos. En el caso del modelo de simulación de buques el sustrato físico es el sistema de microcircuitos electrónicos (electro-magnéticos, electro-ópticos) de la computadora en que se encuentre instalado el modelo.

El segundo nivel de descripción de un sistema computacional es el de los algoritmos, que es una descripción formal, generalmente matemática, completa, del proceso que se analiza. El modelo de llegadas de buques se expresa en un sistema de ecuaciones que tienen una formulación computacional mediante símbolos y operaciones que especifican las transformaciones que el proceso hace sobre los símbolos. El modelo de la visión de Marr se expresa en un conjunto de formulaciones matemáticas, como varios sistemas de ecuaciones diferenciales y transformadas. Esta descripción formal permite que el problema que se analiza tenga una solución y que se pueda plasmar en un programa computacional. El (los) programa(s) computacional(es) es (son) la estructura detallada de las operaciones de nivel más básico que se ejecutan en cada uno de las partes o algoritmos que componen al proceso.

El tercer nivel está constituido por la especificación intencional de las representaciones, funciones u operaciones que ejecuta el sistema que se modela o representa. Los estados del fenómeno que se modela se caracterizan o representan en los símbolos (y sus transformaciones) que se postulan en la

¹³⁶ Ver las características de los sistemas computacionales en los capítulos II y III.

especificación general. Los buques que llegan al puerto de Veracruz se representan en la símbolo **b** del modelo de simulación de llegadas. Los cambios de intensidad luminosa en las retinas de Poro se representan en los cruzamientos cero **ZC** (los *zero crossings* que constituyen a las orillas, barras y motas, *edges, bars, blobs*) en el proceso computacional de la visión.

Cuando esta clase de descripción no se formula correctamente, los programas computacionales producirán resultados equivocados, falsos (si es que operan). El sistema visual opera o ejecuta un conjunto de programas computacionales que resuelven un problema determinado: obtener información confiable de los objetos del entorno. Pero si la formulación intencional es inadecuada, la descripción algorítmica no ofrecerá una solución. Cuando la descripción de los símbolos del modelo de la visión de Marr (o el modelo de llegadas de buques) es inadecuada, el sistema de ecuaciones que permite la obtención de una representación 3D (por ejemplo, la figura de un caballo) no tendrá solución. De modo que el problema no tendrá solución tampoco. Esto se debe a que la descripción algorítmica (el segundo nivel o la segunda clase de explicación computacional) desarrolla una respuesta explícita al problema que se analiza o estudia.

De manera que no se puede decir que un sistema computacional funciona cuando falta alguno de los tres niveles, aunque el tercero es el que ofrece la caracterización general del proceso completo o del sistema completo; no se pueden explicar los otros niveles sin él. No se puede analizar el problema de la representación confiable de los objetos tridimensionales del mundo a partir de imágenes retinianas bidimensionales si no se cuenta con una descripción de tercer nivel. Tampoco se puede analizar el problema de la llegada de los buques sin esa clase de descripción. La hipótesis modularista fodoriana de la mente no considera el nivel intencional; trata únicamente el nivel algorítmico y, bajo una lectura neurológica (capítulo 3, sección 3.5 más arriba), el nivel sustrato físico. El modularismo intencional agrega el tercer nivel como parte esencial de la explicación computacional modularista de la mente.

4.1.2 Dos clases de intencionalidad.

En el modelo computacional de la mente se considera que tanto el sistema perceptual (o el sistema M) como el sistema central (C) son sistemas manipuladores de símbolos o representaciones. Vimos en la sección inmediata anterior (4.1.1) que el nivel intencional puede considerarse como esencial

¹³⁷ Ver secciones 1.4, 1.5 y 2.3 más arriba, y a Marr, David, (1982), pp.19-28.

para los sistemas computacionales. Esto mismo se aplica tanto al sistema perceptual como al central. Por otro lado, vimos que no podemos establecer una distinción M/C plausible cuando recurrimos solamente a propiedades formales o algorítmicas (esta es la objeción al modelo fodoriano). En cambio, el enfoque liberal que propongo echa mano de las propiedades intencionales de los sistemas computacionales para establecer una distinción M/C plausible; asigna una clase de intencionalidad para el sistema central y otra para los sistemas modulares. De modo que si podemos asignar una clase de intencionalidad al sistema M y otra clase distinta al sistema C habremos logrado la distinción M/C que se busca¹³⁸. La intencionalidad o contenido¹³⁹ (*aboutness*) tiene que ver con el que una cosa sea acerca de otra. El símbolo **b** es acerca de los buques que arriban al puerto; el bosquejo primal **BP** es acerca de los primitivos visuales derivados de las estimulaciones retinianas que describe Marr. Me concentraré ahora en tres propiedades de los estados¹⁴⁰ intencionales: la *representacionalidad*, la posibilidad de *error* y el *holismo*¹⁴¹ intencional. El modularismo liberal sugiere que para distinguir el sistema C del sistema M hace falta que tengan diferentes propiedades intencionales.

(a). La representacionalidad.

Los estados mentales llamados creencias tienen intencionalidad o contenido en el sentido de que son acerca de objetos y propiedades, como la creencia de Poro de que hay un caballo en el potrero. Esta creencia es acerca de una cosa del mundo, ese caballo, y de la propiedad de estar en el potrero. Además, cuando Poro se encuentra en el museo de Coyoacán, su experiencia visual le presenta el mundo como siendo de cierta manera, le presenta un objeto como teniendo la propiedad de ser un tigre.

La experiencia visual de Poro de un caballo en el potrero es el resultado de una serie de procesos o subprocesos computacionales que se ejecutan a través de varias etapas que involucran

¹³⁸ En un modelo computacional, la distinción M/C se puede trazar de 3 maneras: (a) física o neuronal, (b) algorítmica o formal, (c) intencional. Las dos primeras (a) y (b) quedaron descartadas en los capítulos II y III; resta la (c).

¹³⁹ Ver a Davies, Martin. (1995), pp. 275-301. Considero que el contenido de las representaciones visuales computacionales debe involucrar, finalmente, relaciones causales directas con el mundo externo. Acepto que (algunos de) los contenidos dependen de los contenidos de otras representaciones, pero estas cadenas entre contenidos no deben ser las únicas; deben existir algunas (muchas quizá) que se apoyen (en algún momento) en contenidos causalmente relacionados con las cosas del mundo externo.

¹⁴⁰ Conforme a la noción computacional, cuando hablamos de 'estados' hacemos referencia al sistema completo. En lo que sigue el término 'estado mental' se usará para referir a las representaciones o símbolos mentales.

¹⁴¹ En lo que sigue acepto una influencia considerable del pensamiento de Tim Crane sobre el contenido conceptual, aunque con ciertas aclaraciones que presento más adelante.

representaciones internas (bosquejo primal, por ejemplo). Las representaciones o símbolos del proceso se derivan unas de otras de acuerdo a cierta secuencia y a ciertas transformaciones que están especificadas en las matrices de transición y en las reglas de operación del aparato visual de Poro.

Las transformaciones se ejecutan en virtud de la forma (digamos, forma sintáctica computacional como los ceros '0' y unos '1' de las máquinas Turing) de las representaciones. La forma sintáctica-funcional de la representación 2.5D, cualquiera que sea, se deriva de la forma de la representación BP antecesora en el proceso. En este sentido podemos decir que la forma de la representación 2.5D es acerca de la forma de la representación BP. Estas representaciones funcionales computacionales son acerca de objetos funcionales-computacionales y de propiedades funcionales-computacionales.

(b). La posibilidad de error

Respecto a la segunda propiedad intencional de los estados mentales y los estados computacionales, Poro puede tener la creencia de que el caballo está en el potrero aun cuando el caballo esté en la caballeriza y no en el potrero. En este caso decimos que la creencia de Poro está equivocada o que es falsa. De manera similar, Poro puede tener una experiencia visual que le presenta algo que es como un caballo que está en el potrero aunque la experiencia visual sea una alucinación. Es posible que Poro haya pescado el paludismo en las playas de Cancún y cuando tiene esa experiencia visual en realidad se encuentra tendido en su catre de campaña, en un trance palúdico con fiebre y alucinaciones.

En el caso de los procesos computacionales complejos como el que describe la teoría de Marr, el error se aprecia cuando la información adicional no representa las condiciones del entorno del sujeto percipiente. La solución del problema fundamental de la visión, el de representar confiablemente al mundo, involucra (como ya hemos visto) a la subdeterminación perceptual y a la información adicional en forma de supuestos acerca del mundo. La información adicional refiere al mundo exterior al sistema visual. En el caso de la estereopsis, los supuestos que el aparato visual hace sobre las cosas del mundo sirven para que se tenga una correspondencia única entre la imagen del ojo derecho y la del izquierdo.

Cuando la conformación de las cosas del mundo externo no concuerdan con los supuestos acerca del mundo, se tienen experiencias visuales erróneas. En el caso de las líneas centrales de las flechas de

Muller-Lyer, en el que las líneas no forman parte de un objeto tridimensional sino que están plasmadas en un plano, el sistema visual resuelve el problema de la correspondencia pero, de alguna manera, considera que se trata de un caso normal (objeto tridimensional) y construye la experiencia de manera equivocada, se produce una ilusión¹⁴².

(c). *El holismo intencional*

Las interrelaciones de los estados mentales (sus contenidos) pueden ser de tipo *holista extremo* o de tipo *holista moderado*. El moderado puede proponerse a partir de la siguiente consideración: los contenidos de ciertos estados mentales están determinados por *algunas* relaciones que guardan con los contenidos de otros estados mentales. Se supone que, por ejemplo, el contenido de la creencia de Poro de que los tigres son peligrosos dependerá de las relaciones que guarda con (algunas) otras creencias. Tomemos una creencia de Poro que involucra el concepto TIGRE y veamos cómo se relaciona con varios estados intencionales cuyo contenido es ese concepto. Poro puede tener la creencia de que el tigre es peligroso, pero no es posible que sea la única creencia que tiene sobre los tigres de su tierra. No puede creer que el tigre sea peligroso si no tiene, además, otras creencias, como que el tigre es un animal, que es carnívoro, que el ser humano no debe enfrentárseles si quiere seguir vivo, que no todos los animales son peligrosos, que el tigre tiene patas, orejas, garras y colmillos, que los animales con patas pueden saltar, etc. El que Poro tenga una creencia (que el tigre es peligroso) implica que tiene varias creencias; no puede tener el concepto TIGRE si tiene una sola creencia sobre los tigres.

El holismo *extremo* surge de cierta consideración adicional: si *algunas* relaciones de un estado mental son constitutivas de su contenido, *todas* las relaciones que guarda con (los contenidos de) otros estados mentales serán constitutivas del contenido. En los sistemas computacionales hemos considerado que el contenido de un estado *e*, cualquiera se encuentra determinado completamente por las relaciones que guarda con los contenidos de otros estados computacionales, incluyendo entradas al y salidas del sistema. De manera que se puede pensar que si algunas interrelaciones del estado computacional son constitutivas de propiedades esenciales es posible que todas las interrelaciones de ese estado lo sean, de suerte que involucre a todos los estados del sistema. El

¹⁴² Marr ofrece una explicación de esta clase de casos de ilusión donde figuras bidimensionales se interpretan como tridimensionales aunque no lo sean. Marr (1982), pp. 325-328.

holismo intencional extremo impone problemas que pueden ser muy serios, como veremos más adelante¹⁴³.

El holismo es una propiedad que muestra dos aspectos importantes: por un lado, para tener una creencia es necesario que se tengan muchas creencias y, por otro lado, tales creencias deben estar interrelacionadas de cierta manera¹⁴⁴. Las relaciones son de tres tipos: *evidenciales*, *deductivas* y *semánticas*.

Las relaciones evidenciales tienen que ver, por ejemplo, con la revisabilidad de las creencias. Poro puede tener la creencia de que es un tigre de Bengala el que vio en la entrada del museo de Coyoacán, pero una vez que el vigilante del museo le informa que se trata de un antiguo ejemplar procedente de Mongolia puede modificar su creencia original. Su creencia primera se modifica ante la información recibida. Las relaciones deductivas se dan, por ejemplo, cuando Poro llega a la creencia de que cuando menos hay dos cosas con orejas en este mundo a partir de las creencias de que los tigres tienen orejas, de que los niños tienen orejas y de que los niños son diferentes de los tigres. Las relaciones semánticas tienen que ver con la 'representacionalidad'. Por ejemplo, la creencia de Poro de que cuando menos hay dos clases de cosas (los niños y los tigres) que tienen orejas en este mundo es una creencia acerca de los niños, los tigres y las orejas, entre otras cosas.

4.1.3 La distinción C/M en términos de propiedades intencionales.

El modularismo liberal sugiere que la distinción C/M se puede establecer en virtud de propiedades intencionales como las mencionadas. Los estados computacionales de los sistemas C y de los sistemas M deben tener propiedades intencionales diferentes. De las tres propiedades intencionales mencionadas, dos son comunes a todos los sistemas computacionales: la representacionalidad y el error. Tanto el sistema C como el M se consideran computacionales en el sentido (mencionado antes) de que son sistemas manipuladores de símbolos, de modo que se pueden asignar con la primera de las propiedades intencionales, la representacionalidad.

¹⁴³ Sección 4.1.6, más adelante, donde ofrezco algunas razones para optar por el holismo 'moderado' para el sistema central (C). El holismo que considero es compatible con el 'localismo' de M. Devitt en cuanto a que considera que no se involucran 'todas' las 'propiedades relacionales'. Devitt, M. (1996) pp.97 y 98; pp.87-113.

¹⁴⁴ The much-discussed 'holism of the intentional' resides not simply in the fact that there must be a multiplicity of intentional states if there are to be any, but in the fact that the content on any one intentional state depends, to some

En el caso de la posibilidad del error el sistema visual, bajo la descripción de Marr, puede construir experiencias visuales equivocadas merced a la no coincidencia entre la información adicional y el entorno del sujeto percipiente. En el caso del sistema C tenemos que, por ejemplo, la creencia de Poro de que el caballo está en el potrero es una creencia errónea. Como el modularismo liberal acepta la propuesta de que el sistema C contiene y manipula información como las creencias, acepta que las creencias forman parte de su acervo de información y, por ende, acepta el error o la mala representación de sus estados y procesos.

Como los dos sistemas, el C y el M, se pueden asignar con propiedades representacionales y admiten el error, estas propiedades no pueden distinguirlos. Sin embargo, el holismo intencional tal vez sí permita establecer la distinción que hace falta. El modularismo liberal sugiere que el sistema central es holista (moderado) pero el sistema modular no.

Ya hablé del holismo intencional de las creencias. Poro tiene la creencia de que los tigres tienen orejas. Es muy posible que, además, tenga otras creencias entre las que podremos contar la de que los tigres eran cazados por ocio en la India todavía a mediados de este siglo y un gran número de otras creencias, algunas de ellas relacionadas con los tigres. De manera que el que Poro tenga una creencia supone que, en la mayoría de los casos, tiene muchas creencias. Además, las creencias de Poro guardan entre sí relaciones de los tres tipos: evidenciales, deductivas y semánticas. Podemos afirmar que el sistema C tiene la propiedad adicional de holismo intencional. Pero ¿qué podemos decir del sistema M?

4.1.4 Las relaciones holistas.

Tim Crane propone una definición de contenido conceptual (y no conceptual) en términos de constituyentes "inferencialmente relevantes":

[Un estado mental]S tiene contenido conceptual ssi el que X esté en S implica que S tiene constituyentes inferencialmente relevantes, y ello requiere que X esté en otros estados inferencialmente relacionados con S. Similarmente para contenido no conceptual. X está en un estado con contenido no conceptual ssi X no necesita poseer los conceptos que caracterizan su contenido para encontrarse en ese estado. Puesto que poseer un concepto es estar en estados intencionales cuyos contenidos se encuentran adecuada e inferencialmente relacionados, entonces un estado con contenido no conceptual es uno cuyos contenidos no están relacionados de esa manera. De modo que para estar en tal

estado, no hace falta estar en otros estados inferencialmente relacionados de la clase que le da a los contenidos de las creencias su estructura conceptual¹⁴⁵.

Además, considera que las relaciones "inferenciales" a que se refiere son esenciales para una estructura conceptual.

Dije que puesto que las creencias no tendrían los contenidos que tienen si no se encuentran en esas relaciones, entonces el estar en esas relaciones era esencial para creencias. Más aún, es debido a que las creencias están en esas relaciones que tienen estructura conceptual¹⁴⁶.

Las relaciones a que alude son: evidenciales, deductivas y semánticas.

[Las creencias se relacionan unas con otras por al menos tres clases de relaciones inferenciales] La primera es la de relaciones lógicas o deductivas. La segunda es lo que llamo relaciones 'semánticas'. Y la tercera es la de relaciones evidenciales¹⁴⁷.

De manera que un contenido será conceptual cuando guarda esencialmente estas tres clases de relaciones con otros contenidos. En cambio, un estado intencional tiene contenido no-conceptual cuando no implica (ninguna de) esas tres clases de relaciones. Los contenidos de las experiencias perceptuales, en el caso de la visión por ejemplo, los considera como no-conceptuales porque no muestran, supuestamente, esas tres clases de relaciones.

[Las percepciones] no son revisables sobre la base de otra evidencia - sea esa evidencia otra creencia u otra percepción... Parece que no hay inferencia deductiva entre percepciones... [Las relaciones semánticas] De nueva cuenta, la percepción no comparte esta característica de la creencia: para percibir que *p*, no hay otras percepciones que uno deba tener... De modo que concluyo que la estructura en los contenidos de la percepción no es estructura conceptual¹⁴⁸.

¹⁴⁵ [The mental state]S has a conceptual content iff X's being in S entails that S has inferentially relevant constituents, and this requires that X is in other states which are inferentially related to S. Similarly for nonconceptual content. X is in a state with nonconceptual content iff X does not have to possess the concepts that characterise its content in order to be in that state. Since possessing a concept is being in intentional states whose contents are *appropriately* inferentially related, then a state with nonconceptual content is one whose contents are not so related. So in order to be in such a state, one does not have to be in other inferentially related states of the kind that give the contents of beliefs their conceptual structure. (Crane, Tim (1980), p.149)

¹⁴⁶ I claimed that since beliefs would not have the contents they do if they did not stand in these relations, then standing in these relations was essential to beliefs. Moreover, it is because beliefs stand in these relations that they have conceptual structure. (Crane, 1980, p.151)

¹⁴⁷ [Beliefs are related to one another by at least three kinds of inferential relations] The first [are] the logical or deductive relations. The second [are] what I called the 'semantic' relations. And the third [are] the evidential relations. (Crane, *ibid*)

¹⁴⁸ [Perceptions] are not revisable on the basis of other evidence - whether that evidence is another belief or another

De modo que, para Crane, las percepciones son no-revisables ante creencias y otros estados perceptuales, no muestran relaciones deductivas adecuadas y no muestran relaciones 'semánticas'¹⁴⁹

Sin embargo, hemos visto en capítulos anteriores que la teoría computacional de la visión (la de Marr) considera que los procesos involucrados en la construcción de representaciones visuales, están relacionados con muchos otros procesos y estados computacionales. De manera que un estado o representación k forma parte de la cadena de transiciones que van desde la representación inicial i hasta la representación final o , sea que el proceso se ejecute de manera secuencial, paralela o mixta. La posesión del estado o la representación k supone la posesión, en el sistema visual, de muchos estados j, l, m, n relacionados computacionalmente¹⁵⁰ con el estado k . Se puede considerar que los procesos computacionales del sistema M poseen múltiples estados internos relacionados.

(d). Relaciones evidenciales.

Conforme a la teoría de Marr, la información que se emplea en el proceso visual para la construcción de las experiencias visuales es de dos clases: información que surge de las variaciones de iluminación provenientes del objeto, e información adicional (los supuestos acerca del mundo). Para que una experiencia visual se modifique debe haber variaciones en la luminosidad del objeto o en la información adicional en el sentido de que se ajuste o no correctamente al entorno del sujeto. Si consideramos que Poro está observando al tigre del museo de Coyoacán en condiciones normales y adecuadas, el tigre será el mismo en observaciones sucesivas hechas desde el mismo ángulo, distancia y condiciones generales de percepción normal. En caso en que las condiciones del entorno se modifiquen hasta el punto de no corresponder en uno o varios aspectos con los supuestos acerca del mundo, el resultado será una experiencia visual errónea.

Supongamos que Poro se encuentra en el laboratorio de los psicólogos chiapanecos y que se le coloca frente a la fotografía de un jarrón. Cuando Poro observa la fotografía, unas veces se le

perception... There seems to be no deductive inference between perceptions... [Semantic relations] Once again, perception doesn't share this feature of belief: [to perceive] p , there are no other *perceptions* that you *ought to* have... So I conclude that the structure in the contents of perception is not conceptual structure. (Crane, 1980, pp. 151-154).

¹⁴⁹ Crane, Tim. (1992), pp.144-152.

¹⁵⁰ Las transformaciones que se hacen sobre símbolos o estados computacionales, como el estado K , pueden considerarse como inferencias. Por ejemplo, cuando la transformación del caso sigue la secuencia de un proceso matemático deductivo, cosa frecuente en las operaciones computacionales que se describen al nivel de algoritmos

presenta como jarrón y otras veces se le presenta como dos personas que conversan. Es el caso conocido de la ambigüedad visual¹⁵¹. Pero observa dos rostros o un jarrón, pero no observa dos rostros y un jarrón al mismo tiempo. La explicación es que el sistema visual de Poro distingue el objeto percibido de las demás cosas (*background*) que aparecen en la imagen con la intervención de ciertos supuestos acerca del mundo. Como el reconocimiento de imagen, a nivel 3-D, es igualmente plausible para los rostros como para el jarrón, la experiencia visual es ambigua y tan pronto se presenta como jarrón como se presenta como dos rostros. Los supuestos se pueden considerar como que en un caso se ajustan a que el trasfondo de la imagen principal sea oscuro y la imagen principal sea clara, y en el otro caso los supuestos se ajustan a que el trasfondo de la imagen sea clara y la imagen sea oscura. Asunto de diferencias en la iluminación y la manera en que esas diferencias se ajustan a los supuestos sobre el mundo (la información adicional).

En el caso del pato-conejo la explicación es un poco más elaborada. Ya no se trata simplemente de que el sistema visual de Poro aplique automáticamente uno de dos supuestos (o conjunto de supuestos) posibles. En este caso se trata de cambiar el punto de referencia en la construcción de la experiencia visual. Son varias, al menos dos, formas en las que se puede observar una figura ambigua. Cuando se observa la figura del pato-conejo en una forma o desde un punto de fijación de la vista, la figura se presenta como la de un pato. Cuando se observa en otra forma, la figura se presenta como un conejo. El pato orienta el pico hacia arriba, el conejo orienta la nariz hacia la izquierda de la fotografía. Basta que Poro cambie sólo un poco la inclinación del eje visual (rotar un poco el eje hacia la izquierda) para la imagen se modifique.

En este caso intervienen también cambios en la iluminación de la imagen y la forma en que el sistema visual de Poro hace corresponder tales cambios con la información adicional que entra en juego. Pero el cambio de figura, de pato a conejo por ejemplo, es automático. Basta con modificar el eje visual. Las variaciones en la experiencia visual de Poro se deberán a variaciones en la correspondencia entorno/información adicional que participa en la integración de la visión.

Las dos variaciones en la información adicional que parece permitir la teoría de Marr son las que se tienen cuando la información adicional coincide con el entorno del sujeto y cuando esta información no coincide con dicho entorno. Al parecer (en los casos donde no se presenta ambigüedad

(segundo nivel). Ver sección 4.1.4 (e) más adelante.

perceptual) la revisabilidad se puede tener cuando se pasa de una situación en la que el entorno se corresponde adecuadamente, cuando no hay error perceptual, a una situación en la que el entorno es adverso, cuando hay error como en los casos ilusorios y alucinatorios. El paso de una experiencia visual errónea a una verídica, o de una imagen a otra en situaciones de ambigüedad perceptual, puede ser una muestra de revisabilidad en el sistema M. Al menos en un sentido mínimo se cumple con la condición de relaciones evidenciales.

(e). Relaciones deductivas.

Los procesos computacionales son, además, *inferenciales* en el sentido de que las secuencias de transformaciones que conducen de una representación a otra (por ejemplo de la 2.5-D a la 3-D) se consideran como inferencias. Algunas de estas inferencias son deductivas puesto que muchos de los procesos se especifican en términos de inferencias matemáticas que son deductivas, como la solución de las ecuaciones diferenciales que caracterizan a los cruzamientos cero. De manera que podemos considerar que los procesos del sistema M muestran relaciones deductivas.

(f). Relaciones semánticas.

Los procesos computacionales se pueden caracterizar como secuencias ordenadas de símbolos o representaciones que siguen ciertas reglas, de manera que la validez de las concatenaciones de inferencias computacionales relevantes se explica en términos de los constituyentes significativos comunes que aparecen en los contenidos de los símbolos o representaciones de la concatenación. No podríamos explicar su validez si no se consideran las representaciones o símbolos. De manera que podemos pensar que el sistema M exhibe relaciones 'semánticas', siempre que los símbolos que manipule preserven su representacionalidad; que por ejemplo los símbolos **b**, **t**, **c**, del modelo de simulación de los buques en el puerto de Veracruz representen, cada vez que aparecen en el proceso computacional correspondiente, las mismas cosas: buques (**b**), tiempo (**t**) y carga (**c**).

Sugiero una distinción entre el subsistema modular (M) y el subsistema central (C) inspirada en la distinción contenido conceptual/no conceptual de Tim Crane, con una diferencia importante¹⁵².

¹⁵¹ Es un caso similar al del pato-conejo, al del cubo de Necker, y otros más.

¹⁵² Crane considera esencial para su definición de contenido conceptual el tener esas tres (al menos) clases de relaciones entre contenidos. En cambio, el teórico del modularismo intencional considera que para la distinción entre sistema central C (o entre el CPU -central processing unit-) y sistema modular M (o sistemas periféricos) lo esencial es que las

4.1.5 El sistema M no es holista.

Los sistemas M y C pueden estar interrelacionados de dos formas: física y algorítmica. Pensemos en el sistema computacional de la mente humana constituido por los subsistemas perceptual visual (M) y central (C). Estos subsistemas se encuentran interconectados de manera tal que el M entrega información al C, lo cual supone que existen las conexiones correspondientes tanto físicas (las sinapsis de las neuronas del cerebro, por ejemplo) como algorítmicas (los 'programas'). Una interrelación es física neuronal y la otra es algorítmica y representacional; ambas formas de interrelación se presentan en el sistema completo (la mente computacional) de modo que, en principio, hay lugar para que un estado mental (símbolo o representación) que opera en una parte del sistema se relacione con otro estado mental de cualquier otra parte. Por ejemplo, un símbolo S_M que opera en alguna parte del subsistema M se puede relacionar con un símbolo S_C que opera en otra parte del sistema C y viceversa.

El holismo extremo propone que el contenido de un estado mental S_M del subsistema visual debe poder relacionarse con el contenido de todos los estados mentales, sean del subsistema M o del C (o cualquier otro). Para un modelo computacional que requiere transformaciones claras de los símbolos M, esta propuesta parece implausible a primera vista, de modo que el holismo extremo no es compatible con teorías como la de Marr. No todos los estados mentales del sistema completo participan en la obtención de las representaciones 2D, ni siquiera todos los estados mentales del propio sistema visual. El proceso visual sigue un orden muy preciso. Por ejemplo, de la representación BP (bosquejo primal) se pasa a la 2D (bidimensional) y luego a la 2.5D (bosquejo dos y medio).

Por su parte, el holismo moderado propone que el contenido de un estado mental del sistema visual, por ejemplo, se puede relacionar no con todos sino solamente con 'algunos' de los estados mentales de M y de C. El modelo computacional del proceso visual (Marr) dice que las representaciones 3D se relacionan con estados mentales del subsistema C, por ejemplo, la percepción visual de un tigre puede conducir a que Poro tenga la creencia de que hay un tigre enfrente. Además, es posible que cierta información proveniente de otro subsistema se relacione con alguna parte del subsistema visual (el cambio en la percepción visual de la silla de Ames, por ejemplo).

Pero no podemos decir que el subsistema visual (M) sea holista moderado puesto que el término 'algunos' introduce un elemento de arbitrariedad intolerable en la noción holista. Al parecer, cualquier estado mental puede relacionarse con una representación intermedia del proceso visual. Sin embargo, la descripción computacional del sistema visual no permite que 'algunos' estados computacionales se relacionen con ninguna representación (intermedia) del proceso. Los mecanismos o algoritmos del proceso visual limitan fuertemente las interrelaciones posibles entre estados computacionales visuales, como se mencionó en los capítulos I (principalmente en la sección 1.3) y II (sección 2.6). Por ejemplo, la representación 3D no puede afectar a la BP, anterior en la secuencia del proceso visual completo. De modo que no podemos, sin violencia, considerar que el proceso visual sea holista moderado tampoco. La rigidez con que un modelo computacional asigna los procesos excluye toda consideración holista. Cosa que no sucede con el subsistema C.

Podemos decir que el sistema M visual representa leyes de la óptica, pero esa representación no es del tipo relevante puesto que no tiene estados mentales cuyos contenidos sean tales leyes de la óptica. En cambio, el sistema C central, en caso de tener representaciones cuyo contenido sea de leyes de la óptica muy posiblemente tenga creencias con tales contenidos. Al tener creencias, las representaciones de los estados mentales del sistema C pueden satisfacer las condiciones para relaciones holistas con otros estados mentales del mismo o de otros sistemas de la mente.

En otros términos, la diferencia relevante entre el sistema M y el sistema C, se puede plantear en términos de la manera (holista o no holista) en que se determinan los contenidos de sus estados mentales respectivos. Para apreciar la validez de una relación (que puede ser inferencial) computacional del sistema C hace falta tomar en cuenta los contenidos de varias (quizá todas) las representaciones mentales del sujeto, tanto las del sistema C como las de los sistemas M, que involucran a los estados que participan en la relación considerada. En cambio, para apreciar la validez¹⁵³ de una relación computacional del sistema M no hace falta tomar en cuenta todos los contenidos del sistema, basta con los del propio sistema M involucrado.

¹⁵³ La 'validez' de un proceso computacional la considero como una apreciación de la solución del problema computacional que el proceso plantea. Por ejemplo, el problema (del sistema visual) de obtener información confiable del entorno del sujeto; información sobre la forma de los objetos externos, su posición y movimiento relativo, la distancia relativa al sujeto, etc.

Por ejemplo, supongamos que tanto el sistema M como el sistema C tienen estados mentales cuyo contenido es la distancia relativa del sujeto a un cierto objeto del mundo exterior (el tigre de Poro). Supongamos que esta distancia se representa en un estado computacional DIST de alguna manera presente al sistema C y al sistema M. Ahora, la validez de las relaciones computacionales que conducen de la representación bosquejo 2.5D hasta la representación DIST (pensemos que es parte de la etapa que construye los modelos 3D en la descripción de Marr), se puede apreciar sin tomar en cuenta ninguno de los contenidos DIST de los estados mentales del sistema C (ni de otros sistemas modulares perceptuales, como el auditivo o el táctil).

Para apreciar tal validez basta considerar los estados mentales y las transformaciones correspondientes determinadas por la teoría psicológica de la visión¹⁵⁴. En cambio, pueden darse algunas operaciones computacionales en el sistema C que involucren como resultado un estado mental que represente a DIST, que no podamos decir si es una inferencia válida a menos que tomemos en cuenta el contenido de ciertos estados de varios sistemas M además de otros estados del sistema C. Por ejemplo, la creencia de Poro de que el tigre que tiene enfrente es una imagen distante, que proviene de Paquistán, y que ha sido enviada por un chamán para asustarlo. Para apreciar la validez (invalidez) de la relación inferencial que conduce al contenido 'distancia de miles de kilómetros del sujeto al objeto percipiente' (supongamos que Poro maneja esta terminología) hará falta tomar en cuenta los contenidos de distancia sujeto-objeto de sus representaciones visuales, táctiles o auditivas.

El sistema auditivo puede tener representaciones de la distancia relativa de la fuente sonora a los receptores (las orejas) de un sujeto, pero no hace falta suponer que (el sistema auditivo) tiene representaciones de otras clases de distancia. Para decir que Poro tiene la representación de la distancia debemos suponer que puede hacer inferencias acerca de la distancia, suponer que tiene otros contenidos relacionados con distancia. Para tener la representación (creencia) de distancia, Poro debe ser capaz de hacer inferencias que involucren varios contenidos relacionados con distancia. Pero esto no sucede en el caso del sistema computacional de la visión; no hace falta suponer que el sistema visual tiene relaciones inferenciales con otros contenidos que involucren distancia o ley. Por eso se dice que no tiene la representación adecuada de ley aunque tenga

¹⁵⁴ Los procesos computacionales que especifica la teoría psicológica de la visión están determinados con gran precisión, sin ambigüedades y tienen un principio y un final claros. Ver nota precedente.

representada una ley particular (óptica, por ejemplo). Nada que no sea visual hace falta en el sistema visual, nada que no sea auditivo hace falta en el sistema auditivo, etc.

Conforme a la teoría psicológica el sistema visual computacional representa, entre otras cosas, la distancia relativa del sujeto observador al objeto observado. El sistema visual no tiene representada la distancia de manera holista puesto que las representaciones visuales cuyos contenidos refieren a la distancia relativa no requieren estar inferencialmente relacionados con los contenidos de otras representaciones que refieren a distancias de otras clases. Supongamos que se pueden representar varias clases de distancias, cada una de ellas en un sistema particular de conexiones inferenciales computacionales. A cada sistema de conexiones inferenciales computacionales le corresponde una 'teoría computacional'. La teoría computacional visual especificaría, en este caso, el sistema de relaciones inferenciales del sistema visual dentro del cual se procesa la representación de la distancia relativa del sujeto al objeto percibido.

La teoría computacional auditiva sería el sistema de relaciones inferenciales del sistema auditivo que incluye la representación de la distancia auditiva, la teoría computacional del tacto considera la representación táctil de la distancia¹⁵⁵, etc. Cada teoría involucra cierta representación de la distancia pero los contenidos no están (no hace falta que lo estén) inferencialmente relacionados entre una teoría y otra. De manera que no se cumple la condición holista. Al parecer el holismo nos permite trazar la distinción C/M que requiere el modularismo liberal.

4.1.6 Un problema del holismo intencional.

La distinción que propongo entre sistema modular (M) y sistema central (C) se apoya en el supuesto de que las creencias, como estados mentales característicos del sistema C, guardan relaciones holistas mientras que los estados computacionales perceptuales no son holistas. El recurso a las relaciones de los contenidos de los estados mentales, sin embargo, tiene un problema cuando el holismo no es 'moderado' sino 'extremo': es posible que dichas relaciones involucren a todos (o un número indeterminado) de estados intencionales del sujeto. Si Poro posee una creencia (por ejemplo, que el tigre es peligroso) entonces se vincula con varias creencias, pero pueden ser tantas como todas

¹⁵⁵ Un ejemplo de representación táctil de la distancia física lo podemos apreciar cuando consideramos el tamaño de un objeto que sostenemos en la mano con relación a la longitud de la palma o de la apertura entre los dedos pulgar e índice.

¹⁵⁵ Ver a Fodor, J.A. (1987), pp. 55-59.

las que tenga Poro. El problema de involucrar a todas las creencias de un sujeto cuando se determina el contenido de una creencia cualquiera se puede plantear en dos partes. Primera, un ejemplo que aclara la noción de holismo 'extremo' y, segunda, señalar las implicaciones indeseables de esa noción.

Supongamos que el sistema de todas las creencias de Poro se puede representar como una red en la que los nodos equivalen a las creencias y los arcos que unen los nodos equivalen a las relaciones inferenciales entre las creencias. Estas relaciones se establecen en virtud de los contenidos de las creencias y pueden ser de las tres clases mencionadas: evidenciales, deductivas y semánticas. Cuando decimos que es posible que todas las creencias de Poro estén relacionadas eso quiere decir, en el ejemplo, que la red está conectada; no hay nodos aislados. Cuando se supone que todos los nodos están interconectados o interrelacionados, el contenido de una de las creencias involucra al contenido de todas las demás creencias, de modo que el contenido de cualquiera de ellas está determinado por el contenido de toda la red (los contenidos de todos los nodos de la red). El contenido de la creencia de Poro de que los tigres son peligrosos estará determinado por el contenido de toda la red. Ahora, si tratamos de comparar el contenido de esta creencia de Poro con el contenido de una creencia similar de Alejandro tenemos que, si Alejandro tiene alguna creencia adicional (o de menos, o distinta) al conjunto de creencias de Poro, entonces sus respectivas redes de creencias serán diferentes en al menos un nodo. Pero como el contenido de una creencia está determinado por toda la red, si la red de Poro es distinta a la de Alejandro, el contenido de esa creencia será distinto también.

Además, como es muy posible (casi seguro) que Poro tenga distintas creencias respecto de Alejandro y cualquier otra persona, su red de creencias será muy posiblemente distinta a la de Alejandro y a la de cualquier otra persona. Como se ha supuesto que a redes distintas corresponden contenidos distintos, y a contenidos distintos creencias distintas, tenemos que posiblemente no haya dos personas con las mismas creencias. Más todavía, la red de creencias de Poro en el momento $t1$ puede ser distinta de su red en el momento $t2$, ya que Poro puede haber adquirido (o construido) en ese lapso de tiempo una creencia adicional, y esta adquisición modificó su red de creencias en un nodo, o en un arco. De modo que las creencias de Poro serán distintas en el momento $t1$ y en el momento siguiente $t2$.

Las implicaciones indeseables de esta clase de holismo son delicadas, según J. A. Fodor¹⁵⁶. Si no podemos decir que haya dos personas (ni una sola persona en dos momentos distintos) que tengan el mismo contenido de sus creencias, tampoco podemos decir que tengan creencias comunes, o que compartan creencias. Pero si éste es el caso, supuestamente no se podrán hacer generalizaciones sobre las creencias de las personas y, en consecuencia, no habrá manera de obtener explicaciones serias en términos de creencias. Es decir, no se puede tener una teoría psicológica que nos diga cómo es que (el contenido de) nuestras creencias determinan o afectan, por ejemplo, a nuestra conducta¹⁵⁷.

(g) El holismo del sistema C es moderado (una respuesta al problema del holismo extremo).

Sin embargo, no estamos obligados a adoptar esta clase de holismo intencional extremo ni esa clase de consecuencias□. Como vamos a ver, por un lado, es posible que las relaciones entre los contenidos de los estados mentales intencionales involucren a muchos otros estados mentales, pero no necesariamente a todos□. Es decir, se pueden considerar otras clases de holismo distintas al 'extremo' que mencionamos, como por ejemplo un holismo 'moderado' o un 'localismo' como el de Devitt¹⁵⁸. Por otro lado, aun cuando las interrelaciones involucrasen necesariamente (al menos en algunos casos) a todas las creencias de un sujeto, es posible que no se tuvieran las drásticas consecuencias mencionadas.

Supongamos, por ejemplo, que la determinación del contenido de un estado intencional involucra los contenidos de toda la red de creencias de Poro. Las consecuencias drásticas que sugiere el teórico anti-holista surgen de cierta consideración de identidad. Como los contenidos de las creencias de dos personas no son iguales, no comparten creencias, etc. Se requiere que las redes de creencias de Poro y Alejandro (y muchas, muchísimas personas más) sean idénticas para suponer que una de ellas o algunas sean idénticas, y de aquí poder establecer generalizaciones. Claro que se antoja imposible cumplir con este requisito. Pero se pueden establecer generalizaciones aceptables cuando suponemos que algunas creencias son muy similares (una subred de la red de creencias de Poro es *semejante* a la

¹⁵⁶ Ver a Fodor, J.A. (1987).ibid.

¹⁵⁷ De ser cierto esto, en realidad no habría manera de ofrecer explicaciones en términos de contenido, puesto que el holismo es de contenido. Pero como los contenidos se consideran esenciales para muchos estados mentales, los intencionales por ejemplo, si los contenidos no son explicativos hasta podemos dudar la mera existencia de tales estados mentales intencionales. Es decir, no habría fundamentos para considerar una vida mental tal y como la entendemos corrientemente.

¹⁵⁸ Michael Devitt (1996)

subred correspondiente de Alejandro), aunque no idénticas. Esta es una práctica común en otras ciencias, por ejemplo en la geología, donde no se espera que todos los ríos sean idénticos en los aspectos importantes y sin embargo se establecen generalizaciones. Por ejemplo, una generalización que diga que todos los ríos jóvenes que tienen meandros en la desembocadura erosionan los bancos externos. No se espera que todos los ríos sobre los que se considera que opera esta clase de generalización sean idénticos literalmente, basta con que sean semejantes. Claro que el criterio de semejanza puede ser problemático, pero al menos en el caso de la geología y de otras ciencias (digamos, la economía, la astronomía, entre otras) se cuenta con recursos teóricos y metodológicos prometedores para establecer semejanzas significativas¹⁵⁹□. No parece haber razón para pensar que la dificultad no se puede salvar.

Por otro lado, se están desarrollando propuestas teóricas que aceptan ciertas clases de relaciones a varios niveles, algunas no-holistas, que ofrecen mitigar las consecuencias indeseables del holismo extremo¹⁶⁰. Sin ir más lejos, es posible que una propuesta modularista adecuada, a nivel intencional, pueda ofrecer algunas respuestas a las interrogantes del holismo extremo. Una modularidad intencional que sugiera, digamos, dos niveles de intencionalidad en los sistemas computacionales naturales. Un nivel de 'fijación' o 'atribución' de representaciones o creencias y un nivel de conducta dominado por un sistema modular de toma de decisiones. El nivel de fijación determina los contenidos de los estados intencionales del sujeto mediante relaciones inferenciales que pueden ser holistas o no. Sin embargo, el que fueran holistas no presentaría un problema cuando se intenta explicar la conducta de los sujetos intencionales puesto que las acciones corporales estarían determinadas por un sistema modular de toma de decisiones. Veamos.

Hemos dicho que los modelos computacionales consideran que un estado e_i cualquiera se determina en virtud de las relaciones que guarda con otros estados computacionales e_h , con las entradas e_E y con las salidas e_S del sistema. Supongamos que en algunos lustros se envía un par de robots (llamémosle "Sojourner-I" y "Sojourner-II")¹⁶¹ al planeta Marte, al mismo sitio al que llegó su antecesor en 1998 (¿1997?) y que se encuentran en un momento determinado, bajo las mismas condiciones observacionales, frente a la misma piedra (digamos, la piedra denominada "Yogui") que enfrentó su ancestro robótico. Cada robot, en el momento que le corresponde, se aproxima, se

¹⁵⁹ Algunos de tales recursos tiene que ver con el establecimiento de 'valores' y 'métricas' de comparación, ver a Devitt (1996).

¹⁶⁰ Bilgrami, Akeel. (1995), pp.330-344.

enfrenta a la piedra, le da la vuelta y sigue su camino hasta la siguiente piedra. Ambos robots cuentan con sistemas computacionales complejos, de procesamiento mixto (serial y paralelo, es decir computadoras digitales-conexionistas), para la representación 'visual' de los objetos que se ubiquen dentro del rango de sus 'campos visuales'.

Sojourner-I (para abreviar: SI), en el momento tSI_i tiene en su campo visual a la piedra Yogui, y construye una representación RIY_i similar a la que describe la teoría computacional de la visión del momento (supongamos que es una derivación avanzada de la teoría de Marr). La representación RIY_i es una representación 3D acabada. Además, la salida computacional e_{ESI} se codifica de modo que la imagen correspondiente pueda enviarse via microondas a la Tierra. Por su parte, el robot Sojourner-II (para abreviar: SII) construye, bajo la mismas condiciones visuales, la representación RIY_m . La salida correspondiente e_{ESI} se codifica para ser enviada a la red internet de la Tierra, de manera que es (ligeramente) diferente a la salida e_{ESI} .

Conforme al holista 'extremo' las representaciones 3D que construyen ambos robots tienen contenidos diferentes puesto que hay estados del sistema computacional de SI que son diferentes de los del sistema de SII. Sin embargo, el contenido que le atribuimos a sus representaciones 3D (RIY_i y RIY_m respectivamente) es el mismo. Tenemos un caso en que el contenido se determina en virtud de dos consideraciones: una que depende de las relaciones computacionales entre los estados del sistema, y otra, de fijación o atribución de representación visual, que depende del objeto visual y de la conducta externa del sistema ante el objeto representado.

El sistema de toma de decisiones opera cuando recibe entradas de información característica del sistema de fijación, pero la información que recibe está limitada en cuanto a las relaciones necesarias para los procesos finitos, automáticos y predeterminados computacionalmente del sistema de decisiones. Entre las salidas del sistema de decisiones se tienen, digamos, instrucciones para diversas clases de movimiento corporal y, en su caso, para salidas nulas (que no implican acciones ni conducta 'overt'). En esta clase de modelo los estados intencionales cuyos contenidos-particulares determinan el contenido están limitados a los que el sistema de decisiones requiere para un proceso particular (darle la vuelta a la piedra). De manera que no hay necesidad de considerar la totalidad de los creencias, digamos, del sujeto para explicar una conducta determinada en términos de un

¹⁶¹ El ejemplo se aplica también para el caso de que los sujetos observadores sean humanos en lugar de robots.

conjunto acotado de estados intencionales. Estas son meras especulaciones si se quiere, pero la cosa es que no parece haber razón para pensar que no es posible ofrecer alguna explicación intencional de la conducta que no lleve necesariamente a un holismo extremo y a sus consecuencias indeseables¹⁶².

4.1.8 Qué es la modularidad liberal.

Como una primera aproximación a la noción de modularidad liberal considero que los sistemas computacionales (sean naturales o artificiales) son modulares cuando presentan esencialmente ciertas propiedades intencionales, ciertas propiedades algorítmicas y están realizados en un sustrato (físico) adecuado, un sustrato que hace posibles y eficientes (i.e., permite satisfacer las condiciones computacionales) las operaciones que ejecuta. Al ser sistemas computacionales, se caracterizan como manipuladores de símbolos o representaciones, obedecen reglas determinadas y describen relaciones causales. Las relaciones causales se tienen en virtud de las propiedades formales, las propiedades representacionales-intencionales las poseen ciertas estructuras formales del sistema (los símbolos). La mente es un sistema computacional estructurado, compuesto al menos por dos partes: una modular (SM), otra no-modular o central (SC). Como las dos partes, SM y SC, son computacionales, con propiedades formales e intencionales, propiedades algorítmicas y realizados en sustratos adecuados, lo que distingue al SM del SC es una clase de propiedad: las relaciones holistas que determinan (en parte) a los contenidos de las entidades mentales intencionales. Además, dado que el nivel intencional de un sistema computacional está relacionado esencialmente con el nivel algorítmico, cuando la distinción SM/SC se establezca al primer nivel deberá existir una explicación correspondiente al segundo nivel (y viceversa).

El proceso visual humano se realiza en un sistema SM, de modo que se distingue de cualquier proceso del sistema SC debido a la manera en que se determinan los contenidos de las representaciones. En el sistema M los contenidos involucran relaciones no-holistas (en el sentido de las secciones 4.1.3 a 4.1.5), distintas a las relaciones holistas del sistema C.

4.1.9 Semejanzas y diferencias en las modularidades liberal y fodoriana.

¹⁶² Otra manera de enfrentar el problema del holismo extremo es mediante la consideración de que si bien los contenidos de los estados computacionales se determinan en términos de propiedades relacionales con otros estados (con entradas y salidas, etc.); también es cierto que el conjunto de las relaciones constitutivas es un conjunto difuso ("fuzzy"). De manera que no tiene sentido pensar que haga falta establecer con toda precisión a 'todas' las relaciones ni a 'todos' los

A grandes rasgos, la modularidad fodoriana se explica, fundamentalmente, en términos de encapsulamiento informacional y el encapsulamiento consiste en la simple 'no participación' de información característica del sistema central. Esta hipótesis se debe sustentar sobre la evidencia empírica. La modularidad liberal se explica, en cambio, en términos de propiedades esenciales de las representaciones mentales, propiedades de los contenidos. Se considera que entre los estados mentales intencionales característicos que muestran modularidad se cuentan las percepciones visuales, por ejemplo. Los estados intencionales no modulares incluyen a las creencias. Si es plausible que los contenidos de los estados perceptuales sean distintos a los contenidos de los estados de creencia será plausible distinguirlos como modulares, unos, y no-modulares, otros, en términos semejantes.

La modularidad fodoriana se pone en duda merced a la evidencia de la psicología de la visión por ejemplo. Esta duda se apoya (en parte) en la distinción fodoriana entre el sistema central y el sistema modular como constituyentes de la mente. El modularismo liberal establece una constitución similar de la mente, pero no se caracteriza por el origen o la clase de información que acepta, sino por la manera en que se determina el contenido de las representaciones que acepta. La modularidad fodoriana se limita al aspecto funcional (algorítmico) de los procesos computacionales (aunque en cierta lectura se limita al aspecto físico o neurológico, ver sección 3.5). La modularidad liberal abarca, además del nivel funcional formal, el nivel intencional sin descuidar el nivel físico. La modularidad liberal toma muy en serio la importancia de los tres niveles de descripción de los sistemas computacionales.

Si consideramos que todo sistema computacional produce salidas específicas, la modularidad liberal no requiere de las propiedades fodorianas de salidas superficiales ni de acceso restringido. Las salidas superficiales se proponen con el objeto de descartar a los modelos 3D de la teoría de la visión de Marr, por ejemplo, como parte del sistema modular. Esto debido a que parecía claro que los modelos 3D no se pueden lograr sin participación de información central (similar a creencias). La manera más sencilla de salvar la modularidad fodoriana ante esta clase de evidencia era dejar fuera esas representaciones problemáticas. El modelo liberal no necesita esa argucia, siempre que la representación 3D, o cualquier otra, no determine su contenido en términos de relaciones inferenciales holistas será resultado de procesos modulares. La propiedad fodoriana del acceso

restringido de información queda descartada cuando se considera la condición de concatenación de los procesos computacionales (sección 2.8).

La propiedad fodoriana de especificidad de dominio es compatible con la modularidad liberal. Solamente información visual se admite en el módulo visual, etc. Pero el modularismo liberal es más explicativo; aunque la información que recibe un módulo visual no sea específicamente visual (sea lo que sea eso), el módulo la toma como si lo fuera, aunque el resultado (la salida) será errónea o ilusoria. Cualquier clase de estimulación de los transductores retinianos se interpreta como estímulo luminoso, aunque no lo sea. La propiedad fodoriana de arquitectura neuronal fija es del todo irrelevante para la modularidad liberal, lo único que hace falta es que haya alguna arquitectura física, neuronal en el caso del ser humano, electromagnética, en el caso de los androides, pero no necesita ser fija. La propiedad (fodoriana) de patrones de falla característicos tiene una connotación ambigua y parece estar estrechamente vinculada con la propiedad de arquitectura neuronal fija. En la modularidad liberal la falla característica (que los contenidos no se determinen mediante inferencias holistas) hace que nos ubiquemos en el sistema central (a menos que existan otras clases de inferencias no consideradas).

La ontogenia característica (otra de las propiedades fodorianas) la podemos conceder cuando se refiere a procesos formales. Es posible que algunos algoritmos estén genéticamente determinados y sean específicos de uno u otro sistema. La rapidez de operación (propiedad fodoriana) tal vez sí presente un problema para determinar módulos liberales, las inferencias holistas no se tomarían una infinidad de tiempo. Las inferencias no-holistas, características del sistema modular liberal, se esperaría que fueran más rápidas al menos en algunos casos. Pero la velocidad de procesamiento se puede acortar con procesamientos paralelos y distribuidos, o con relaciones electromagnéticas más veloces (imaginemos un procesador fotónico, que opere a la velocidad de la luz, ¿hay algo más veloz que eso?). Finalmente, en cuanto a la operación mandatoria (propiedad fodoriana de los módulos fodorianos), el modularismo liberal considera que los procesos inferenciales son, también, obligatorios; una vez recibida una entrada el sistema, éste se echa a caminar y no para a menos que lo rompan o le caiga un rayo. Los procesos inferenciales holistas, también.

Esta propiedad (operación mandatoria) se puede vincular con los actos voluntarios del sujeto percipiente. Supuestamente los sistemas encapsulados son impenetrables a la 'voluntad' del sujeto en

el sentido de que los procesos computacionales que ejecutan estos sistemas se llevan a cabo aun en contra de su voluntad. En cambio, los sistemas no encapsulados (el sistema C) sí hacen lugar a la participación de la 'voluntad'; supuestamente un proceso central (como puede ser el paso de la creencia de que el tigre es real a la creencia de que el tigre tiene hambre y de ahí a la creencia de que en los próximos instantes va a saltar sobre Poro) puede alterarse voluntariamente (Poro modifica la secuencia de creencias que lleva al salto del tigre porque quiere hacerlo, sucede que tiene una cita a las seis y no quiere fallar). Es claro que algunos procesos mentales del sistema central pueden hacerse o modificarse voluntariamente, pero también parece claro que otros procesos característicos del sistema C no están sujetos, al menos en algunas partes, a la voluntad del sujeto pensante¹⁶³. Podemos considerar que muchos procesos mentales en una construcción teórica computacional serán insensibles a la voluntad del sujeto (serán mandatorios en la terminología fodoriana), aunque otros procesos no se ejecuten a menos que el sujeto lo quiera (serán no mandatorios). De modo que esta propiedad por sí sola no parece poder establecer una distinción interesante entre sistema M y sistema C, por lo menos.

4.1.10 El modularismo liberal y el problema de la objetividad perceptual

La modularidad fodoriana podría aclararnos algo sobre el problema de la objetividad perceptual si fuera más plausible. El modelo fodoriano sugiere, por ejemplo, que la percepción visual (sistema M) está suficientemente aislada de las creencias (sistema C) como para ofrecer una respuesta interesante al problema de la objetividad perceptual: las creencias del sujeto perceptor no participan, o participan muy poco, en la percepción visual. La modularidad liberal, de ser plausible, puede también ofrecer algo con respecto al problema mencionado. Puede decir, por ejemplo, que los estados mentales representacionales involucrados en la percepción son de naturaleza diferente a la de los estados involucrados en procesos 'centrales'. Más específicamente, los contenidos de las representaciones perceptuales y los de las 'centrales' se determinan en términos de propiedades distintas. De manera que la respuesta modularista liberal a la pregunta del problema de la objetividad de perceptual (¿Cómo podemos afirmar lo que observamos si nuestras creencias están involucradas de alguna manera en nuestras percepciones?) es que los contenidos intencionales determinados en virtud de relaciones holistas (como las creencias) no resultan relevantes para los contenidos de las representaciones que se consideran en la observación normal. Por otro lado, la afirmación fodoriana

¹⁶³ Poro no puede dejar de desear que lo que tiene enfrente sea un tigre de Bengala, aunque no lo sea y sepa que no lo es; ver nota final de la sección 2.2.1, capítulo II.

de que la mente está separada en dos partes se rescata sin dificultades en la modularidad liberal. Al final podemos seguir hablando, por ejemplo, de un sistema visual.

4.2 La composicionalidad en la distinción SC/SM.

El teórico anti modularista, □sin embargo, puede sostener que hace falta un trecho para hablar de plausibilidad en la distinción entre el sistema central (SC) y el sistema modular (SM) o distinción SC/SM. El que los estados y procesos del sistema SM o del sistema visual no tengan intencionalidad de la clase requerida no basta para hacer plausible que el sistema SC sea diferente. No basta debido a que la construcción computacional de las experiencias visuales en la etapa final del proceso descrito en la teoría de Marr, específicamente el modelo 3-D, sigue un esquema similar al que se atribuye a estados mentales intencionales como los conceptos, supuestamente holistas. El punto está en que se considera que los conceptos son esenciales a las creencias y éstas son características del sistema SC (están determinadas mediante relaciones holistas).

Si los procesos y estados computacionales del sistema SM fueran estructurados o composicionales en el mismo sentido en que lo son los conceptos, no se podrá decir que sea claramente distinto del sistema SC. Se considera, por ejemplo, que los conceptos son esencialmente productivos y sistemáticos, y una forma de explicar (esencialmente también¹⁶⁴) la productividad y la sistematicidad es mediante estructuras composicionales, como veremos a continuación.

4.2.1 La composicionalidad de los conceptos.

Los conceptos son productivos en el sentido de que no existe un límite superior a la cantidad de conceptos ‘complejos’ diferentes que un sujeto normal puede tener¹⁶⁵ y son sistemáticos en el sentido de que, por ejemplo, si Poro es un hablante competente de un lenguaje natural y entiende enunciados como ‘Juan ama a María’, será capaz de entender también el enunciado ‘María ama a Juan’¹⁶⁶. Cuando Poro tiene una creencia muy posiblemente tenga muchas creencias más, una cantidad quizá ilimitada, algunas simples otras complejas. Un concepto como CABALLO CAFE DE CARRERAS es complejo porque está integrado por varios conceptos: el concepto CABALLO, el concepto CAFE y el concepto CARRERA. Poro es capaz de entender la expresión compleja

¹⁶⁴ Ver a Fodor, Jerry Alan and Lepore, Ernest. TR-17, (pp. 2-3.)

¹⁶⁵ Fodor, J. A. TR-13.

(‘caballo café de carreras’) cuando contiene los mismos conceptos que aparecen en los elementos y aplica ciertas reglas combinatorias. Los conceptos componentes pueden formar un conjunto finito y hasta reducido de elementos, mientras que la combinación de los elementos del conjunto de los conceptos básicos, digamos, originan conceptos complejos que pueden formar un conjunto abierto, ilimitado en número. Esta combinación de elementos no tiene más límite que el impuesto por ciertas reglas combinatorias. El número de pensamientos complejos que puede tener Poro, conformados por cadenas de longitud diversa de conceptos, elementales o complejos, es potencialmente infinito.

Podemos considerar una función que bajo ciertas reglas combinatorias ‘mapea’ elementos de un conjunto finito de conceptos básicos o simples con elementos de un conjunto potencialmente infinito de conceptos complejos. A esta función se le puede llamar *función de composicionalidad de conceptos complejos* y es una función que permite que el sujeto se relacione adecuadamente con el conjunto de los conceptos complejos. La productividad y la sistematicidad de los conceptos complejos se explican en términos composicionales cuando las *reglas combinatorias* que construyen a ciertos conceptos (a partir de conceptos menos complejos o simples) se aplican de manera iterativa o recursiva sobre otros conceptos. De manera que el tener una estructura composicional puede ser una característica fundamental de los conceptos complejos para entender la productividad y la sistematicidad.

Pero las funciones de composicionalidad no se aplican de manera irrestricta, las reglas combinatorias deben considerar ciertas características de los conceptos complejos. El contenido del concepto CABALLO CAFE DE CARRERAS se integra exhaustivamente con los contenidos de sus conceptos componentes CABALLO, CAFE y CARRERA (y la manera en que se encuentran ordenados). El contenido del concepto complejo está limitado al contenido de sus constituyentes, y la función de composicionalidad debe tomarlo en cuenta. Llamaremos a esta limitación la condición de *exhaustividad*¹⁶⁷.

¹⁶⁶ Ver a Ezcurdia, Maite. (1997).

¹⁶⁷ La condición de exhaustividad no considera las variaciones en el contenido de un concepto complejo atribuibles a diferencias en el orden de presentación de los constituyentes, como por ejemplo variaciones en contenido entre el concepto CABALLO CAFE DE CARRERAS, que es distinto del contenido de CAFE CABALLO DE CARRERAS (ver capítulo introductorio, sección 1.3 y más abajo sección 4.2.3, segundo párrafo, para variaciones en propiedades representacionales en virtud de la organización de constituyentes). Aunque este aspecto (el orden de aparición) deberá considerarse en otras condiciones que busquen explicar, de manera más amplia, las variaciones y semejanzas en los contenidos de expresiones complejas. Por lo que refiere al aspecto de la ‘composicionalidad’ de los sistemas computacionales visuales frente a la composicionalidad de los conceptos, me basta con la condición mencionada de exhaustividad de contenidos, sin mencionar el orden de aparición. Si esta condición no se satisface, el orden de aparición

Esto quiere decir que, como resultado del mapeo de la función de composicionalidad, al contenido del concepto CABALLO CAFE DE CARRERAS cuando menos no le debe faltar ninguna de las contribuciones de sus componentes. Su contenido no puede ser, por ejemplo, 'caballo de carreras' ni 'caballo café'. Tampoco le debe sobrar nada, no puede ser 'caballo café de carreras de Xochimilco' ni 'caballo café de carreras perdedor' puesto que los conceptos PERDEDOR o XOCHIMILCO no se cuentan entre los conceptos componentes del concepto complejo original CABALLO CAFE DE CARRERAS y la función de composicionalidad no debe tomar elementos que no correspondan exactamente al contenido del concepto complejo.

4.2.2 La composicionalidad del proceso visual.

Más arriba (primeras líneas de la sección 4.2) dije que, para el teórico anti-modularista, la naturaleza no holista del sistema SM quizá no baste para hacer plausible que la experiencia perceptual visual sea no conceptual puesto que la etapa final del proceso (la construcción del modelo 3-D) parece seguir un esquema composicional como el atribuido a los conceptos. Supongamos que Poro se encuentra de vacaciones en Tlaxcala y que, sin percatarse plenamente de ello, se introduce en una hacienda de ganado caballar. Al cabo de un rato de camino, Poro se siente cansado y se apresta a reposar bajo la sombra de un fresno al que se encuentra atado un caballo café 'cuarto de milla'. Poro mira hacia el caballo. Conforme a la teoría de Marr, Poro recibe una estimulación retiniana que se transforma en una imagen que representa intensidades diversas. De aquí se pasa a un bosquejo primal que representa ciertos datos importantes de la imagen bidimensional del caballo (cambios de intensidades, organización de las intensidades y su distribución geométrica). Del bosquejo primal se obtiene un bosquejo 2.5-D que representa la orientación y las profundidades de la imagen, los contornos y las discontinuidades, en un marco centrado en el observador. Finalmente, del bosquejo dos y medio el sistema visual de Poro llega a una representación 3-D que describe las figuras (orejas,

resulta irrelevante para la similitud composicional. Recordemos que los procesos computacionales recursivos y combinatorios de representaciones simples en representaciones complejas permiten varios ordenes de presentación de componentes, lo que hace lugar para las explicaciones de 'productividad' y 'sistematicidad'. Por ejemplo, una función composicional (o proceso combinatorio) $R1$ que transforma representaciones simples en representaciones complejas (de dos posiciones), al aplicarse a tres representaciones simples a , b , y c producirá los pares distintos: $aR1b$, $bR1c$, $bR1a$, $cR1b$, $aR1c$, $cR1a$, donde los contenidos de dos pares, digamos $aR1c$, $cR1a$ (o $\{CABALLO\}R1\{CAFE\}$, $\{CAFE\}R1\{CABALLO\}$), son diferentes en virtud del orden de aparición de los elementos que los componen. Sin embargo, no tiene sentido hablar de condición de orden en este ejemplo si no se satisface la exhaustividad de componentes, por ejemplo si en las dos parejas mencionadas sobran varios componente d , e , f ($aR1cdef$, $cdefR1a$), o si faltan algunos. Algo similar sucede con el proceso visual comparado con la estructuración de conceptos de modo más general.

cola, patas, digamos) y su organización en el espacio que ocupan, volúmenes y dimensiones relativas al conjunto; todo ello en un marco centrado no en el observador sino en el caballo (el objeto).

Para llegar a esa representación última, el sistema visual de Poro requirió, dentro del mismo proceso 3-D, de una serie de comparaciones entre un modelo inicial, no refinado digamos, y varios modelos 3-D del caballo que se tenían almacenados en algún lugar y que se llamaron a cuento para afinar la representación que se estaba construyendo (algo así como una fotografía, para asegurar el parecido). Esta intervención de unos modelos 3-D es lo que permite suponer que en la representación 3-D participa algo más que la información que viene de las etapas previas del proceso visual. Marr dice que la representación 3-D se genera para que se le haga cierto reconocimiento, y que la tarea de reconocer la descripción 3-D que está formándose es un problema de 'indización' en un catálogo almacenado de descripciones 3-D.

...el proceso de reconocimiento mismo involucra una mezcla de derivación directa de información de figura a partir de la imagen y elaboración de modelos 3-D gradualmente más detallados durante el proceso de reconocimiento-derivación. De modo que son ingredientes críticos en este proceso una colección de descripciones y varios índices de la colección que permiten que una descripción nueva derivada sea asociada con una descripción almacenada apropiada... para reconocer un objeto por su figura... se debe construir alguna clase de representación tridimensional a partir de la imagen y cotejarse de alguna manera con una representación tridimensional almacenada.¹⁶⁸

El reconocimiento (como caballo) de la representación 3-D en el sistema visual de Poro forma parte del proceso terminal de percepción visual y consiste en una operación gradual de comparaciones sucesivas con varios modelos de componentes que finalmente se integran en una forma similar a la de un caballo. Cada modelo sucesivo será más refinado o reconocible que el anterior con el objeto de mejorar el análisis de la imagen.

4.2.3 La composicionalidad visual no es composicionalidad conceptual.

¹⁶⁸ "... the recognition process itself involves a mixture of straightforward derivation of shape information from the image and the deployment of gradually more detailed stored 3-D models during the process of recognition-derivation. Thus critical ingredients of this process are a collection of stored shape descriptions and various indexes for the collection that allow a newly derived description to be associated with an appropriate stored description... .. in order to recognize an object by its shape... some kind of three-dimensional representation must be built from the image and matched in some way to a stored three-dimensional representation." Marr, 1982, pp.326-327. Ver nota al pie en la sección 3.13 del capítulo III.

La construcción del modelo 3-D en la teoría de Marr parece seguir un esquema similar a la construcción de conceptos complejos conforme a una función de composicionalidad. El modelo 3-D se construye a partir de componentes que tienen ciertas propiedades de figura, tamaño y orientación. Los componentes se juntan en ciertas estructuras que van siendo reconocidas en pasos de reconocimiento y derivación hasta llegar a una estructura general que se puede considerar como el modelo 3-D terminado o la experiencia visual de Poro. Tenemos un caso de teoría que atribuye propiedades a las cosas en virtud de las propiedades de sus constituyentes y de la forma en que se encuentran estructuradas; nos dice cómo está instanciada una propiedad en un sistema cualquiera. También nos dice que un sistema tiene la propiedad que tiene porque está constituido, de cierta manera, con base en componentes determinados que, además, poseen propiedades determinadas.

Consideremos el caso del modelo 3-D del caballo de Poro. Este modelo está constituido por varios componentes, digamos $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ que están organizados de la forma O (por ejemplo, las orejas están sobre la cabeza y no sobre las ancas, etc.). Además, cada uno de los constituyentes tiene ciertas propiedades $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$. Conforme al proceso de construcción del modelo 3-D la atribución de algunas de las propiedades p_i a ciertos componentes C_i se hace mediante una comparación entre una imagen y un modelo almacenado en la memoria del sistema visual.

Podemos aceptar que este proceso de comparaciones se considere como uno de postulación de hipótesis y su posterior verificación (confirmación), algo así como preguntar ¿son parecidas (imagen-3-D, modelo-3-D)?, y luego verificar la comparación mediante un valor de confirmación, algo así como Sí, o No. El resultado de esta clase de proceso, en el ejemplo de Poro, puede ser algo así como que esta particular representación 3-D se parece a un caballo (o, se reconoce como una cosa de la clase de los caballos).

Al postular una hipótesis con el objeto de confirmar un supuesto estamos ante un caso en el que hay una parte (o información) faltante que no se puede obtener de otra manera. La propiedad p_i , digamos, atribuida al componente C_i no proviene del acervo de información inicial en la imagen que se tiene al principio del proceso de construcción del modelo 3-D. La propiedad p_i no pertenece a la información inicial; proviene de la información almacenada, con la cual se logra satisfacer la condición de exhaustividad.

Esto equivale a un involucramiento de información potencialmente ilimitada mediante una 'función de composicionalidad' de representaciones (visuales) complejas que sigue ciertas reglas combinatorias. Sin embargo, este involucramiento 'abierto' se presenta (conforme a la teoría de Marr) únicamente en la última parte del proceso visual. El que se presente al final tiene importancia por las siguientes consideraciones. Como hemos visto en los capítulos I y II, se supone que, en el modelo computacional, la mente consta de dos sistemas interconectados (M y C). Esto quiere decir que el sistema visual entrega información al sistema central y que tal entrega presupone un 'contacto' o 'interfase' entre M y C. Podemos suponer que la interfase es una etapa de contacto entre los dos sistemas involucrados de manera que la última etapa del proceso visual computacional (M) corresponde con una primera etapa que se ejecuta en el sistema central (C). La representación 3D se comparte tanto en la última etapa del sistema M como en una primera etapa del sistema C. Solamente la etapa de 'contacto' emplea recursos del sistema C; las etapas precedentes no se encuentran afectadas, con lo cual el no-holismo del proceso visual queda a salvo.

5. Conclusiones.

Hasta aquí he ofrecido una discusión crítica de la teoría modular de la mente de Jerry Alan Fodor y he propuesto, en cambio, otra vía de investigación de un problema planteado en la filosofía de la percepción. La estrategia general que seguí empieza con una revisión general del problema tradicional, que he llamado 'problema de la objetividad perceptual', desde el punto de vista de algunas respuestas teóricas de la filosofía moderna de fin de siglo, en particular desde el modelo de los datos sensorios, el disyuntivista y el intencionalista. La vía que sugiero no intenta sustituir sino complementar estos acercamientos teóricos. Mi apuesta es hacia la complejidad o multiplicidad de enfoques en el abordaje de ciertos problemas filosóficos. Con esta revisión ubiqué la tesis modularista fodoriana en un contexto de problema. Luego, puesto que la tesis fodoriana es computacional, a continuación realicé una revisión del 'enfoque computacional de la mente' para resaltar aspectos limitantes y centrales. Para esto, me apoyé en la noción computacional de Alan Matheson Turing y expuse las relaciones que se presentan entre los diversos componentes teóricos de los sistemas computacionales y la naturaleza de su estructura. Con ello establecí un marco de referencia para modelos de la mente como el fodoriano. Con este marco de referencia opiné, después, sobre la pertinencia computacional de la hipótesis fodoriana y la manera en que parece no ser compatible con la teoría de la visión de D. Marr.

En conclusión, la hipótesis fodoriana parece entrar en conflicto con dos pilares teóricos importantes del pensamiento científico moderno: el enfoque computacional simbólico o clásico y el modelo de investigación de Marr. Además, la modularidad fodoriana del sub-sistema visual no parece permitir la distinción observación/creencia que se quiere explicar.

El siguiente paso de mi estrategia sugiere otra noción de modularidad que puede resultar en una distinción más clara y plausible de la separación entre un sub-sistema central y un sub-sistema modular o perceptual. El modularismo liberal que sugiero, como asunto de investigación ulterior, se apoya en una característica esencial de las descripciones computacionales: el nivel explicativo intencional. Esta discusión permite apreciar (quizá), por un lado, la complejidad de nuestras experiencias perceptuales visuales, la clase de dificultades que se encuentran en la noción fodoriana de la modularidad de la mente y la importancia de la distinción entre 'observar' y 'crear' en el problema de la objetividad perceptual. Por otro lado, se motiva la fuerza explicativa de los enfoques computacionales cuando se aborda cierta clase de problemas en la psicología.

La sugerencia o corolario es que cuando nos preguntamos, dentro de un esquema computacional, si la mente se puede considerar como entidad estructurada, compuesta de partes, no se debe tomar sólo como una pregunta sobre la estructura física del cerebro ni sobre las limitaciones al flujo de información en términos de operaciones sobre símbolos en virtud de su forma sintáctica o física. Más bien, se debe abordar (la pregunta) desde el punto de vista del contenido de los estados y representaciones mentales en cuanto a la manera en que se definen. Este enfoque sugiere que debe haber al menos dos clases de 'contenido' de los estados o representaciones mentales, una que caracteriza los contenidos perceptuales (caracterización fuerte) y otra que caracteriza los no perceptuales o centrales (caracterización débil), por llamarlos de alguna manera.

Bibliografía.

- 1.- Arbib, M.A. (1989) "Modularity and Interaction of Brain Regions Underlying Visuomotor Coordination" en Garfield, J.L. (ed.), *The Modularity of Mind* MIT Press, Cambridge, Ma. pp.333-364.
- 2.- Arbib, M.A. (1986) *From Schema Theory to Computational (neuro)Linguistics*. Gopnik & M. Gopnik (eds), I, 1986. pp.240ff.
- 3.- Arbib, M.A. & Hanson, A.R., eds. (1987) **Vision, Brain, and Cooperative Computation**, MIT Press, Cambridge, Mass.
- 4.- Boden, Margaret. En Boden, M. (ed.) **The Philosophy of Artificial Intelligence** Oxford University Press, Oxford, 1990.
- 5.- Bechtel, William.(1994) "Connectionism" en Guttenplan, Samuel. **A Companion to the Philosophy of Mind**, Blackwell, Cambridge, Mass., Oxford, 1994
- 6.- Bennett, Laura J. "Modularity of Mind Revisited". **The British Journal for the Philosophy of Science**. Vol.41, No.3, Sept.1990.
- 7.- Bilgrami, Akeel.(1995) "Review on *Holism*" en **The Journal of Philosophy**. Vol.92, No.6, June, 1995.
- 8.- Block, N. (1980), en **Readings in philosophy of psychology**, vol.1, Cambridge, Mass., Harvard U. Press, 1980.
- 9.- Block, N. (1990). "¿Can the Mind Change the World?, en **Meaning and Method**. Essays in honor of Hilary Putnam. Boolos, G. (ed.) Cambridge University Press, 1990, New York, Melbourne.
- 10.- Bruce, Vicki and Green, Patrick R. (1993) **Visual Perception**. Lawrence Elbaum Ass. Publishers 2nd. De. 1990. Reprinted, 1993. London, Hillside.
- 11.- Burge, Tyler.(1986) "Individualism and Psychology", **Philosophical Review**, vol. 95, no.1, January 1986.
- 12.- Cantril, Hadley ed. (1960) **The Morning Notes of Adelbert Ames, Jr.**, Rutgers University Press, 1960, New Brunswick, New Jersey.
- 13.- Caplan, D.(1987) **Neurolinguistics and Linguistic Aphasiology**. An introduction. Cambridge University Press, Cambridge, 1987.
- 14.- Crane, Tim.(1992) "The Content of Experience", en **The Content of Experience**, Crane, T. (ed), Cambridge University Press, 1992.
- 15.- Cussins, Adrian (1990), 'The Connectionist Construction of Concepts', **The Philosophy of Artificial Intelligence**, Boden, Margaret (ed) Oxford University Press, Oxford.
- 16.- Davies, Martin.(1995) "The Philosophy of Mind", en **Philosophy**, Grayling, A.C. (ed.), Oxford University Press, 1995.
- 17.- Devitt, Michael. (1996) **Coming to Our Senses**. Cambridge University Press, New York.
- 18.- Egan, Frances.(1992) "Individualism, Computation, and Perceptual Content", en **Mind**, Vol.101, No.40, July 1992.
- 19.- Ezcurdia, Maite.(1997) "Reseña de Eduardo Rabossi..." , IIF, UNAM, México D.F., Sept. 1997.
- 20.- Fodor, J.A.(1983) **The Modularity of Mind**, The MIT press, Cambridge, 1983.
- 21.- Fodor, Jerry Alan.(1985) "Fodor's Guide to Mental Representation: The Intelligent Auntie's Vade-Mecum" en **Mind**, Vol. 94, No.3, March 1985.
- 22.- Fodor, J.A.(1987) **Psychosemantics**, MIT Press, Cambridge, Mass., London, England. 1987.

- 23.- Fodor, J.A. & Pylyshyn, Z.W.(1988) "Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Analysis", en **Cognition**, No. 28, 1988, pp.3-71
- 24.- Fodor, J.A.(1990) **A Theory of Content and Other Essays**, MIT Press, 1990.
- 25.- Fodor, Jerry Alan and Lepore, Ernest (1996). **The Red Herring and the Pet Fish. Why Concepts Still Can't Be Prototypes**. Department of Philosophy and Center for Cognitive Science, Rutgers University. TR-17. 1996.
- 26.- Fodor, Jerry Alan (1993). **Concepts. A Tutorial Essay**. Technical Reports of the Rutgers University Center for Cognitive Science. TR-13.
- 27.- Forster, K. (1980), "Absence of lexical and orthographic effects in a same-different task" **Memory and Cognition**, Vol.8, pp.210-215.
- 28.- Garfield, Jay L. (de.) (1989) **Modularity in Knowledge Representation & Natural Language Understanding**, MIT Press, 1989, Cambridge, Mass., London, England.
- 29.- Garfield, J.L. "Modularity", en S. Guttenplan **A Companion to the phil. of mind**, Blackwell Companions to Philosophy, Oxford, UK., Cambridge, MA. (1994).
- 30.- Gazzaniga, Michael S. (1996) "The Split Brain", en **Scientific American**, July 1996, vol. 279, No. 1, pp.34-39.
- 31.- Gilman, Daniel.(1994) "Simplicity, Cognition and Adaptation", **Proceedings of the Philosophy of Science Association**, no.1, 1994.
- 32.- Grice, H.P. (1967) "The Causal Theory of Perception" en **The Philosophy of Perception**, G.J.Warnock, Oxford Readings in Philosophy, Oxford U. Press, 1967.
- 33.- Hopcroft, J. E.(1984) "Turing Machines" en **Scientific American**, Vol.250, No.5, de Mayo de 1984.
- 34.- Jackson, Frank.(1977) **Perception**. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne. 1977.
- 35.- Karmiloff-Smith, A. (1990) "Constraints on representational change" **Cognition**, Vol.34, pp.57-83.
- 36.- Loewer, Barry and Rey, Georges, en Loewer, B. & Rey, G. (eds.) **Meaning in Mind. Fodor and his Critics**, Basil Blackwell, (1991), Oxford, U.K., Cambridge, MA.
- 37.- Marr, David.(1982) **Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information**. W.H. Freeman and Co. San Francisco, Calif., 1982.
- 38.- Marslen-Wilson, W. & Tyler, L.K. (1989) "Against Modularity" en Garfield, Jay L. (ed.) **Modularity in Knowledge Representation**, MIT Press, Cambridge, Mass., London, England.
- 39.- McLaughlin, Brian P.(1993) "The Connectionism/Classicism Battle to win Souls", en **Philosophical Studies**, Vol. 71, No. 2., 1993.
- 40.- McClelland (1988) "Connectionist models and psychological evidence", **Journal of Memory and Language**, Vol.27, pp.429-39.
- 41.- Milner, Peter M.(1993) "The Mind and Donald O. Hebb" en **Scientific American**, Vol. 268, No. 1, January 1993.
- 42.- Montgomery, Richard (1996). "The Indeterminacy of Color Vision". **Synthese**, Vol.106, No.2, Feb.1996.
- 43.- **National Geographic**,(1992-5) Vol. 182, No.5, Nov.1992.
- 44- Putnam, Hilary.(1980) "The Nature of Mental States", **Readings in Philosophy of Psychology**, Ned Block (ed.). vol. II, Harvard U. Press, Cambridge Mass. 1980.
- 45.- Pylyshyn, Z. W. (1984). **Computation and Cognition**. MIT Press, Cambridge, Mass., 1984.
- 46.- Pylyshyn, Zenon (1998). **Is Vision Continuous With Cognition?** Artículo que aparecerá próximamente en *Behavioral and Brain Sciences* (Department of Psychology).
- 47.- Searle, John R.(1983), **Intentionality**, Cambridge University Press, 1983.

- 48.- Segal, Gabriel.(1989) "Seeing What is not There", en **The Philosophical Review**, Vol.98,No.2, april, 1989.
- 49.- Segal, Gabriel.(1994) "The Modularity of Theory of Mind", Conferencia en el Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, enero de 1994.
- 50.- Snowdon, Paul.(1990) "The Objects of Perceptual Experience", en **Proceedings of the Aristotelian Society-supplementary volume**. Vol. 64 ,1990.
- 51.- Stich, Stephen.(1992) "What is a Theory of Mental Representation?", en **Mind**, Vol.101, No.402, april 1992.
- 52.- Stillings, N. (1989) "Modularity and naturalism in theory of vision" en Garfield, J.L. **The Modularity of Mind**, MIT Press, Cambridge, Ma.
- 53.- Bechtel, William.(1994) "Connectionism" en Guttenplan, Samuel. **A Companion to the Philosophy of Mind**, Blackwell, Cambridge, Mass., Oxford, 1994
- 54.- Tanenhaus, Michael K., Dell, Gary S., and Carlson, Greg.(1989) "Context Effects in Lexical Processing: A Connectionist Approach to Modularity" en Garfield, Jay L. (ed.) **Modularity in Knowledge Representation & Natural Language Understanding**, MIT Press, 1989, Cambridge, Mass., London, England.
- 55.- Turing, Alan M.(1950) "Computing Machinery and Intelligence", **Mind**, Vol.59, October, 1950.
- 56.- Tye, Michael (1992), "Naturalism and the Mental", en **Mind**, Vol.101, No. 403, july 1992.
- 57.- Vaina, Lucia M. (1990). "'What' and 'Where' in the human visual system". **Synthese**, Vol.83, No.1, April 1990.