

DISOCIACIONES COGNOSCITIVAS Y LA EVOLUCIONABILIDAD DE LA MENTE*

CLAUDIA LORENA GARCÍA

Investigadora. Instituto de Investigaciones Filosóficas

Universidad Nacional Autónoma de México,

clga@servidor.unam.mx

Resumen

En las ciencias cognoscitivas, existe una teoría con respecto a la arquitectura computacional de la mente conocida como el *modularismo masivo*. Esta teoría sostiene que la mente está en su mayoría constituida por mecanismos que son cognoscitivamente modulares. Algunos de los defensores de esta teoría proponen un argumento cuya conclusión es que es muy probable que mecanismos que son cognoscitivamente muy modulares sean más evolucionables que aquellos mecanismos que no son cognoscitivamente modulares (o que son modulares en un grado menor). Aquí muestro que para poder defender plausiblemente esta conclusión es necesario *añadir* a la noción de modularidad cognoscitiva la siguiente característica: “*Un sistema cognoscitivo S de organismos de una población P es cognoscitivamente modular sólo si S es variacionalmente modular en P.*” Defiendo también la idea que una de las características que normalmente se asocian al concepto de modularidad cognoscitiva—i.e., la noción de *doble disociación cognoscitiva*—es muy cercana a la idea de modularidad variacional. Adicionalmente, argumento que no hay razones positivas, y sí algunas razones negativas, para pensar que las otras características usualmente asociadas al concepto de modularidad cognoscitiva—tales como la especificidad de dominio o la especialización funcional—coadyuvan a la evolucionabilidad de los módulos cognoscitivos.

PALABRAS CLAVE: Evolución de la mente; Modularidad Masiva; Ciencias Cognoscitivas; EvoDevo; Disociaciones Cognoscitivas.

Abstract

In the cognitive sciences, there is a theory concerning the computational architecture of the mind known as *massive modularity*. This theory holds that the mind is constituted mostly by cognitive modules. Some of the defenders of this theory have put forward an argument whose conclusion is that it is very likely that those mechanisms that are cognitively very modular are more evolvable than mechanisms that are not cognitively modular (or that are modular to a lesser degree). Here I show that a plausible defense of this conclusion requires us to add to the usual notion of cognitive modularity

* Agradezco a Ángeles Eraña, Axel Barceló, Sergio Martínez, Maite Ezcurdia y a todos los participantes en el seminario del proyecto “Problemas conceptuales de las bases biológicas de la mente y el lenguaje” por sus comentarios y valiosas sugerencias. Agradezco también a los dictaminadores anónimos de esta revista por sus detallados comentarios y sus sugerencias.

the following characteristic: “A cognitive system *S* of organism of a population *P* is cognitively modular only if *S* is variationally modular in *P*.” I also defend the view that one of the characteristics normally associated to the concept of cognitive modularity—namely, the notion of a *double dissociation*—is conceptually close to the concept of variational modularity. Additionally, I argue that there are not positive reasons—while there are some negative ones—to think that the other characteristics usually associated to cognitive modularity, such as domain specificity or functional specialization, enhance the evolvability of cognitive modules.

KEY WORDS: Evolution of mind; Massive modularity; Cognitive Sciences; EvoDevo; Cognitive dissociations.

En el ámbito de las ciencias cognoscitivas, existen diferentes teorías con respecto a la arquitectura computacional de la mente. Una de estas teorías se conoce como el *modularismo masivo*. Esta teoría sostiene que la mente está en su mayoría (si no es que completamente) constituida por mecanismos que son cognoscitivamente modulares. Los defensores de esta teoría han propuesto varios argumentos (p.ej., Sperber (2002), Carruthers (2006b)), entre los cuales recientemente se ha propuesto el siguiente:

- 1) aquellos caracteres (o complejos de caracteres) que son biológicamente modulares son más evolucionables (*evolvable*) que aquellos que no son biológicamente modulares o que son biológicamente modulares en un grado menor; y
- 2) es muy probable que un mecanismo cognoscitivo que es cognoscitivamente modular sea también biológicamente modular.

La conclusión del argumento es que es muy probable que mecanismos que son cognoscitivamente muy modulares sean más evolucionables que aquellos mecanismos que no son cognoscitivamente modulares (o que son cognoscitivamente modulares en un grado menor)¹ —lo cual, de ser cierto, constituye una consideración adicional a favor de la idea que es probable que la mente esté mayoritariamente constituida por módulos cognoscitivos. Sperber (2002) y Carruthers (2006b), por ejemplo, han propuesto un argumento como éste, haciendo uso de algunas ideas y conceptos de la biología evolucionista y la del desarrollo. En estas disciplinas, la evo-

¹ Nótese que la modularidad cognoscitiva es una cuestión de grados, al igual que la noción de modularidad variacional de la biología evolucionista que presentamos más abajo.

lucionabilidad (*evolvability*) de un carácter de un organismo se entiende como “la capacidad del organismo de facilitar la generación de variación fenotípica no letal y seleccionable a partir de mutaciones azarosas” con respecto a ese carácter (Gerhart y Kirschner 2003).

En este ensayo mostraré que, para poder defender con un mínimo de plausibilidad la idea de que los módulos cognoscitivos son más evolucionables que sistemas cognoscitivos que no son c-modulares, es necesario *añadir* a la noción de modularidad cognoscitiva la siguiente característica:

Un sistema cognoscitivo S de organismos de una población P es *cognoscitivamente modular* sólo si ninguna o pocas variaciones ontogenéticas en otros órganos o sistemas (cognoscitivos o no) de los organismos de P están significativamente correlacionadas con variaciones ontogenéticas de S que surgen en esos organismos.²

La noción de variación que aquí tengo en mente –y que es a la cual refiero cuando hablo de las ‘variaciones ontogenéticas’– es la de variaciones fenotípicas que surgen, por lo menos en parte, como resultado de variaciones genéticas (Futuyma 1998, pp. 267 y ss); por ejemplo, las variaciones en el tamaño o forma de un cierto órgano que surgen como resultado de la ontogenia, y no como resultado de accidentes u otras contingencias.³ Por otra parte, cuando hablo de un sistema ‘S’ me refiero a un *tipo* de sistema cognoscitivo que está presente en una población –donde una población se identifica como un grupo de organismos de una misma especie que comparten una región geográfica claramente determinada. La idea es que–así como se puede hablar de variaciones ontogenéticas de un órgano como el corazón en una población determinada de, p. ej., grullas en una región específica de México– así también se puede hablar de variaciones ontogenéticas de un determinado sistema cognoscitivo en una población de, por ejemplo, humanos o bonobos. Para ello es necesario poder identificar dos cosas: (1) el sistema cognoscitivo en cuestión en los individuos de esa población, y (2) las variaciones de ese sistema que surgen en esos individuos como resultado del desarrollo ontogenético. Un reto más general pero similar se presenta en la biología evolucionista: el de identificar un determinado (tipo de) rasgo fenotípico y al mismo tiempo determinar cuáles rasgos particulares

² La noción de correlación significativa es una noción bien conocida de la estadística.

³ Más adelante, en la penúltima sección de este trabajo, tendré ocasión de hablar un poco más sobre esta noción de variación.

pueden contar como variaciones de ese (tipo de) rasgo, y cuáles como rasgos de otro tipo.⁴ Pero dejando aparte este problema muy general de la biología evolucionista, creo que se puede hablar de variaciones de un tipo de sistema *cognoscitivo* S de la siguiente manera:

- S_1 y S_2 son *variaciones de (tipo) S* en la población P *syss*
- a) S_1 y S_2 son sistemas cognoscitivos particulares distintos;
 - b) S_1 y S_2 son instancias del tipo S en virtud de tener una función cognoscitiva F;
 - c) S_1 opera de manera distinta a S_2 al llevar a cabo la función F.

Así, puede darse el caso de que (c) se cumple cuando, por ejemplo, al llevar a cabo la función F, algunos subsistemas de S_1 operan de manera distinta a los subsistemas correspondientes de S_2 ; o bien cuando S_1 lleva a cabo F de manera deficiente, pero S_2 no.

Debemos enfatizar que la independencia (o modularidad) variacional—que, si estamos en lo correcto, debería de añadirse a la noción de modularidad cognoscitiva, por lo menos en la concepción de ciertos módulos cognoscitivamente básicos como *más evolucionables*—es una *característica de una población*, y no de los individuos miembros de esa población. En contraste, las otras características normalmente asociadas a la modularidad cognoscitiva son características de individuos (o de sistemas individuales)—por ejemplo, se puede decir apropiadamente que el sistema visual de este individuo humano es específico de dominio (o que no lo es), pero no puede decirse apropiadamente que el sistema visual de este chimpancé particular es variacionalmente independiente (o que no lo es). Pero esto no debería de sorprendernos; a fin de cuentas, la evolucionabilidad de un rasgo es también una característica poblacional—como veremos en la sección III en la cual discutiremos en cierto detalle los problemas que puede o no tener el apelar a características poblacionales.

El punto, entonces, es el siguiente: estamos proponiendo que, para poder decir que los módulos cognoscitivos son más evolucionables que sistemas cognoscitivamente no-modulares, es necesario caracterizarlos en términos de un cierto patrón de variación en una población; si las variaciones ontogenéticas en un sistema cognoscitivo en los miembros de una población tienden a darse con independencia de las variaciones ontogenéticas

⁴ De hecho, en la biología existe un problema—respecto al cual aún no hay una respuesta consensuada—acerca de los criterios de identificación de rasgos (*traits*)—a veces también llamados caracteres (*characters*). Véase la discusión en Allen (2002). Este es un problema teórico muy serio que afecta muchas de las disciplinas biológicas.

en otros sistemas u órganos de esos organismos (e.g., del corazón, los riñones, o de otros sistemas cognoscitivos), entonces diremos que ese sistema es cognoscitivamente modular y por ende más evolucionable que otros sistemas que no muestran un patrón independiente de variación en la misma población. Nótese que la noción de independencia variacional respecto a un rasgo en una población genera un orden parcial en el conjunto de individuos con ese rasgo que son miembros de esa población, puesto que puede hablarse de mayor o menor independencia variacional de un (tipo de) rasgo de una población (por ejemplo, la mandíbula) en comparación con otros (tipos de) rasgos de esa misma población (digamos, el cráneo).

Hay una tesis más que defenderé aquí; a saber, que una de las características que normalmente se asocian al concepto de modularidad cognoscitiva en diversas disciplinas cognoscitivas –a saber, la noción de *doble disociación cognoscitiva*– es *muy cercana* a la idea biológica de modularidad variacional. Muestro, sin embargo, que *algunos cambios y añadidos importantes* tienen que hacerse a la noción de doble disociación –y al método experimental usado para inferir la existencia de tales disociaciones– en estas disciplinas cognoscitivas, a fin de constituirse en una herramienta útil en la detección empírica de una característica que probablemente coadyuva a la evolucionabilidad de mecanismos cognoscitivos.

Adicionalmente, aquí defenderé que no hay razones positivas –y sí algunas razones negativas– para pensar que las otras características usualmente asociadas al concepto de modularidad cognoscitiva por los defensores de la modularidad masiva –tales como la especificidad de dominio, el encapsulamiento, o la especialización funcional– coadyuvan a la evolucionabilidad de los módulos cognoscitivos. Sin embargo, es importante notar que, de ser correcto, esto no constituye un argumento aceptable para pensar que estas otras características que normalmente se asocian al concepto de modularidad cognoscitiva no deben ser parte de ese concepto –o que no hay buenas razones de otros tipos (diferentes de una posible conexión con la evolucionabilidad) para incluirlas en él.

I. Modularidad en las ciencias cognoscitivas

El concepto de modularidad más influyente en las ciencias cognoscitivas fue propuesto inicialmente por Jerry Fodor (1983).⁵ Fodor propuso

⁵ Fodor pensaba que, en cierta forma, estaba siguiendo una escuela de pensamiento anterior en la psicología, que había sido abandonada por mucho tiempo y que él llamó “psicología de las facultades verticales”, una escuela que inició Franz Joseph Gall

que ciertos aspectos de nuestras capacidades perceptuales, al igual que aspectos de la capacidad lingüística, eran cognoscitivamente modulares en el siguiente sentido: un mecanismo computacional es *c-modular* cuando –y en la medida en que– presenta una o más de las siguientes características: (a) es específico a un dominio; i.e., sólo admite insumos de un cierto dominio informacional; (b) su operación es automática puesto que no depende de que el sujeto decida o quiera que opere o que no opere; (c) otras partes de la mente tienen un acceso limitado a las representaciones que el mecanismo está usando para computar sus salidas; (d) el mecanismo opera muy rápido; (e) está informacionalmente encapsulado puesto que no tiene acceso –o tiene un acceso limitado– a la mayoría de la información que es accesible a otras partes de la mente; (f) tiene salidas que son informacionalmente “pobres”; (g) está asociado a una arquitectura neuronal fija; (h) exhibe patrones específicos de disfunción o deterioro; y (i) es innato.⁶

Otros autores después de Fodor han enfatizado, rechazado o añadido otras características a esta noción de modularidad cognoscitiva. Por ejemplo Cosmides y Tooby (1997, pp. 80, 92 y 93) son modularistas masivos que enfatizan la especificidad de dominio y el innatismo, y añaden la especialización funcional, como características centrales de la modularidad cognoscitiva. Annette Karmiloff-Smith, quien no se inclina a aceptar el modularismo masivo, piensa que la especificidad de dominio, el encapsulamiento y la rapidez de operación son necesarios para entender la modularidad (Karmiloff-Smith 1992, pp. 4-6), mientras que rechaza lo innato como una condición necesaria puesto que considera que ciertas habilidades se van modularizando como resultado del aprendizaje. Daniel Sperber (2002) recientemente parece estar más inclinado a rechazar la especificidad de dominio y a considerar que el encapsulamiento y la espe-

(1758-1828), y que, de acuerdo con Fodor, defendía la idea de que no existe algo así como una facultad general del entendimiento, sino más bien “aptitudes intelectuales... que se distinguen entre sí por su tema” (Fodor 1983, p. 15)–o, para ponerlo en la terminología de Fodor, aptitudes a cada una de las cuales le subyace una facultad distinta específica de dominio.

⁶ Debemos notar que esta concepción de módulo no se compromete *strictu sensu* con una concepción clásica de sistemas cognoscitivos; es decir, no se compromete con la idea de que un módulo tiene que ser un sistema que manipula símbolos y que puede ser descrito como una máquina de Turing que cumple con ciertas restricciones adicionales. En particular, todas y cada una de las características que Fodor (1983) propuso para caracterizar los módulos cognoscitivos (especificidad de dominio, encapsulamiento, salidas pobres, rapidez de operación, etc.) pueden ser poseídas por sistemas cognoscitivos conexionistas. De hecho, hay algunos autores como Calabretta que acepta un modelo conexionista de la mente y que sin embargo hablan de la existencia de módulos en tal modelo.

cialización funcional son los únicos elementos requeridos para poder hablar de modularidad cognoscitiva. Adicionalmente, Peter Carruters (2006a), quien también acepta la tesis de la modularidad masiva, ha ido cambiando su concepción de modularidad, de manera tal que su última propuesta es que ésta se entienda exclusivamente en términos de encapsulamiento informacional y especialización funcional.

Así, podemos decir que el consenso entre los modularistas masivos es que debemos entender la modularidad cognoscitiva en términos de una o más de las siguientes características: *encapsulamiento, especificidad de dominio y especialización funcional*. Sin embargo, voy a argumentar a lo largo de este trabajo que los modularistas masivos dejan fuera de sus nociones de modularidad una de las características que Fodor inicialmente incluyó en su caracterización de la modularidad cognoscitiva –a saber, *la presencia de patrones selectivos de disfunción*– una característica que, *con ciertas modificaciones y adiciones importantes*, los modularistas masivos deberían de incluir en el concepto de modularidad cognoscitiva si quieren que el argumento antes mencionado a favor de la tesis de la modularidad masiva de la mente sea plausible.

La idea es que, si entendemos ‘patrones selectivos de disfunción’ de cierta manera, resulta que las dobles disociaciones cognoscitivas son ciertos tipos de patrones selectivos de disfunción. Y si esto es así, y si tiene sentido conceptuar a las dobles disociaciones que surgen como resultado de la ontogenia como variaciones ontogenéticas cognoscitivas –en el sentido biológico de ‘variación’– entonces la presencia de dobles disociaciones *ontogenéticas* (i.e., la presencia de patrones selectivos de disfunción de ciertos tipos) podría ser un indicador importante de un cierto grado de modularidad variacional con respecto al sistema cognoscitivo subyacente en ciertas poblaciones humanas –y por ende, como veremos, un indicador de un cierto grado de evolucionabilidad de ese sistema.

Procedemos ahora a mostrar la conexión entre una idea de patrones selectivos de disfunción, y otras ideas que se manejan principalmente en la neuropsicología cognoscitiva; i.e., la idea de doble disociación y la del Método de la Doble Disociación.

II. Dobles disociaciones y patrones selectivos de disfunción

En diferentes ramas de la psicología cognoscitiva–principalmente en la neuropsicología y la psicología del desarrollo–se usa un método de investigación empírica conocido como el Método de Doble Disociación, que incluye un diseño experimental y una herramienta estadística que

se usan para inferir la presencia de dobles disociaciones cognoscitivas. En este contexto, se dice que una capacidad cognoscitiva C1 está disociada de otra capacidad cognoscitiva C2 en, e.g., seres humanos, cuando existen casos importantes en los cuales seres humanos carecen de C1 –o C1 está seriamente deteriorada– pero poseen C2 de manera normal, es decir, C2 no muestra ningún deterioro significativo. Además, si C1 está disociada de C2 en la especie E, y C2 está disociada de C1 en la misma especie, entonces se dice que hay una *doble disociación* de C1 con respecto a C2 en los miembros “normales” de E. Hay dos tipos de estudios que se consideran relevantes para establecer la existencia de dobles disociaciones en los humanos; a saber:

- a) Estudios de ciertos *síndromes genéticos* –tales como el Síndrome de Williams (SW), el Síndrome de Down (SD), el Autismo, y otros– que típicamente muestran *importantes deterioros cognoscitivos, algunos de los cuales son selectivos*. Por ejemplo, sujetos con SW típicamente tienen un manejo del lenguaje aparentemente normal pero muestran un retraso mental importante. Sobre la base de resultados como éstos se concluye que el lenguaje –o, por lo menos, aspectos del lenguaje– está disociado de otras capacidades cognoscitivas no lingüísticas generales en los humanos.⁷ Además, existen otros estudios que muestran que hay algunos sujetos que no presentan ningún retraso mental pero que sí tienen una capacidad lingüística severamente disminuida, casos como los de SLI (*Single Language Impairment*). Los estudios de SW considerados junto con los estudios de SLI presuntamente muestran que existe una *doble disociación* entre aspectos de la capacidad lingüística y otras capacidades no lingüísticas generales.
- b) Están también los estudios en individuos que han sufrido ciertos tipos de daños cerebrales *a causa de accidentes u otras contingencias*, y que resultan en *deterioros cognoscitivos selectivos* –casos en los cuales, por ejemplo, se daña la capacidad de reconocer caras pero no se daña ninguna otra capacidad. En estos casos se concluye que existe una disociación entre la capacidad

⁷ Digo que los sujetos con SW muestran un manejo del lenguaje *aparentemente* normal porque un número importante de estudios llevados a cabo principalmente por Annette Karmiloff-Smith y sus colaboradores –estudios que menciono más adelante en esta sección– mostraron que no es plausible afirmar que la capacidad lingüística de estos sujetos es “normal” o que está intacta y que, por lo tanto, estos estudios no permiten concluir que exista una disociación entre el lenguaje y otras capacidades cognoscitivas.

de los humanos para reconocer caras y otras capacidades cognitivas. De nuevo, estos estudios por sí solos no muestran la existencia de una doble disociación, sino únicamente de una disociación simple entre la capacidad para reconocer caras y otras capacidades cognitivas. Para poder afirmar la presencia de una doble disociación habría que mostrar que hay otros tipos de casos en los cuales los sujetos no tienen ninguna dificultad para reconocer caras pero sí muestran un retraso mental importante.⁸

Existe actualmente una animada discusión entre neuropsicólogos cognoscitivos, psicólogos evolutivos y psicólogos del desarrollo acerca tanto del diseño específico que el Método de la Doble Disociación debe tener, como del alcance de las conclusiones a las cuales se puede llegar sobre la base de los datos obtenidos por medio de la aplicación exitosa del Método en ciertos casos. En particular, se debaten, entre otros, los siguientes puntos:

- 1) si se puede concluir la existencia de dobles disociaciones a partir de comparar las capacidades cognitivas de individuos en diferentes etapas de su desarrollo ontogenético cognoscitivo, por ejemplo, comparando niños y adultos (Karmiloff-Smith 1998; Vicari, *et al* 2005; Oliver, *et al* 2000);
- 2) si se puede inferir la existencia de una disociación cognoscitiva basándose en estudios que comparan las capacidades cognitivas de individuos ‘normales’ en cierta etapa de su desarrollo y de individuos con algún síndrome genético que se encuentran en la misma etapa *cronológica* que aquéllos (Ibíd.);⁹
- 3) si las conclusiones a las que se puede llegar sobre la base de estudios en individuos con síndromes genéticos pueden o no ser las mismas que aquéllas a las cuales se puede llegar basándose en estudios realizados en individuos con daños cerebrales que resultan de accidentes u otras contingencias (Thomas y Karmiloff-Smith 2002); y
- 4) si los resultados obtenidos de la aplicación apropiada y exitosa del Método en el caso de una capacidad cognoscitiva C1 con respecto a

⁸ Por un tiempo se pensó que las personas con SW eran este tipo de casos, pero Karmiloff-Smith y sus colaboradores también han puesto seriamente en duda estas conclusiones.

⁹ De hecho, el consenso actual entre neuropsicólogos cognoscitivos es que lo que debe hacerse en tales experimentos es igualar a los sujetos “normales” y los que presentan algún deterioro cognoscitivo de algún tipo, en lo que se conoce como “edad mental” (de preferencia, no verbal).

otras capacidades, C_2, \dots, C_n –y de C_2, \dots, C_n con respecto a C_1 – pueden constituirse en algún tipo de evidencia que es probable que C_1 sea cognoscitivamente modular.¹⁰

El consenso respecto a la respuesta correcta a las primeras dos preguntas es el siguiente: la investigación de la presencia (o, en su caso, ausencia) de esos patrones selectivos de deterioro cognoscitivo en un grupo de humanos (por ejemplo, con SW) debe darse en el subconjunto de los miembros *adultos* de P, a fin de que los resultados obtenidos permitan inferencias adecuadas respecto a la arquitectura mental de los adultos humanos “normales”.

Para apreciar por qué esto es importante, echemos un vistazo a los siguientes resultados de ciertos estudios neuropsicológicos recientes en personas con el síndrome de Williams (SW) y con el síndrome de Down (SD): Niños pequeños (*toddlers*) con SW y con SD “ambos muestran un retraso idéntico en el aprendizaje del lenguaje, a pesar de que el lenguaje de los adultos con SW es mucho mejor que el lenguaje de adultos con SD” (Karmiloff-Smith, Scerif y Ansari 2003, p. 162). Además, niños pequeños con SW aparentemente tienen un desarrollo normal con respecto a su receptividad a cambios numéricos, mientras que niños pequeños con SD muestran un desempeño mucho peor en este tipo de tareas cognoscitivas; sin embargo, para cuando son adultos, la tendencia cambia: los adultos con SD tienen un desempeño muy superior al de los adultos con SW en tareas que involucran números (*Ibid.*, Oliver, *et al.*, 2000). Lo que estos resultados indican es que la medición del desempeño de ciertas tareas cognoscitivas que incluya a humanos con SW que todavía se están desarrollando cognoscitivamente probablemente permitirá inferencias a conclusiones equivocadas con respecto a adultos con o sin SW. De hecho, muchos psicólogos y neuropsicólogos cognoscitivos están de acuerdo en que las conclusiones que se sacan con respecto a la existencia de dobles disociaciones a partir de comparaciones entre grupos que se encuentran en diferentes etapas de su desarrollo ontogenético cognoscitivo son, en el mejor de los casos, engañosas (Karmiloff-Smith, 1998, Karmiloff-Smith, Scerif y Ansari 2003, Oliver, *et al.* 2000 y Vicari, *et al.*, 2005).

Adicionalmente, con respecto a la pregunta (4), formulada arriba; a saber,

si los resultados obtenidos de la aplicación apropiada y exitosa del Método en el caso de una capacidad cognoscitiva C_1 con respecto

¹⁰ Todos los artículos del volumen 39 de la revista *Cortex* (2003) son acerca de estas y otras controversias alrededor del Método de la Doble Disociación.

a otras capacidades, C_2, \dots, C_n –y de C_2, \dots, C_n con respecto a C_1 – pueden constituirse en algún tipo de evidencia que es probable que C_1 sea cognoscitivamente modular,

algunos autores en las disciplinas cognoscitivas mencionadas pensaban que la respuesta era positiva; es decir, que si los resultados de ciertos experimentos indicaban la presencia de una disociación doble de una capacidad C_1 con respecto a otras capacidades C_2, \dots, C_n , entonces esto constituía buena evidencia, aunque no concluyente, para pensar que la capacidad C_1 era cognoscitivamente modular, *en algún sentido de modularidad cognoscitiva parecido al fodoriano*, y que C_1 era una capacidad distinta –funcional y operacionalmente independiente– de C_2, \dots, C_n .

Sin embargo, esta posición ha sido muy cuestionada. De hecho, actualmente la mayoría de los psicólogos del desarrollo y los neuropsicólogos piensan que la presencia de dobles disociaciones no constituye evidencia de que existe un único sistema cognoscitivo subyacente que es cognoscitivamente modular (Juola y Plunkett 2000; Karmiloff-Smith *et al* 2003, Karmiloff-Smith, Scerif y Ansari 2003; Plaut 1995; Dunn y Kirsner 2003; Chater 2003). La razón por la que piensan esto radica en el hecho de que algunos autores que defienden un modelo conexionista de la mente, han obtenido ciertos resultados que sugieren que podría haber una explicación alternativa de los datos obtenidos por medio de la aplicación del Método de la Doble Disociación: entrenaron a una única red conexionista que tenía dos tipos de conexiones, A y B, para llevar a cabo dos tareas cognoscitivas distintas, T1 y T2, una de las cuales, T1, dependía más de las conexiones de tipo A, mientras que T2 dependía más de las conexiones de tipo B. Adicionalmente, ellos mostraron que deterioros en las conexiones de tipo A producían un deterioro paralelo en el desempeño de la tarea T1 pero no un deterioro significativo en el desempeño de T2, mientras que deterioros en las conexiones de tipo B resultaban en un deterioro en el desempeño de la T2 pero no en el desempeño de T1 (Plaut 1995). Lo que esto sugiere es que los datos experimentales obtenidos por medio de la aplicación cuidadosa del Método de la Doble Disociación y que muestran la existencia de una doble disociación de dos tareas cognoscitivas, son compatibles con cualesquiera de las dos interpretaciones siguientes:

- a) Existen *dos* sistemas distintos de manipulación de símbolos que son modulares, cada uno de los cuales lleva a cabo una tarea informacional distinta, ya sea T1 o T2, procesando información de dos dominios distintos; dos sistemas que son funcional y operacionalmente independientes.

- b) Existe un sistema conexionista *único* que desempeña dos diferentes tareas informacionales y cuyas partes están diferencialmente abocadas a cada una de estas tareas.

Cuál de estas interpretaciones es la más plausible (si es que alguna) dependerá de razones adicionales, independientes de los resultados que se obtengan usando el Método de la Doble Disociación (Dunn y Kirsner 2003, Chater 2003, Juola y Plunkett 2000). Parecería entonces que la existencia de una doble disociación no es evidencia a favor de una conclusión del tipo (a).

Volvamos ahora a la noción fodoriana de modularidad cognoscitiva y, en particular, a una de las características que Fodor inicialmente asoció a ella –a saber, la presencia de patrones específicos de disfunción. Para entender la relevancia que esta característica tiene en conexión con la idea de doble disociación que examinamos arriba, me gustaría distinguir dos maneras distintas de caracterizar la idea de que un mecanismo cognoscitivo presenta *patrones específicos de disfunción*:

- a) Primero, uno podría querer decir que una disfunción está asociada a un conjunto distintivo de síntomas a partir de los cuales el tipo de disfunción puede diagnosticarse, un conjunto de síntomas que otras disfunciones cognoscitivas no comparten de manera sustancial. Este no es el sentido de ‘patrón específico de disfunción’ que se asocia comúnmente a la modularidad cognoscitiva puesto que un mecanismo que tiene dominio general (i.e., no modular) de insumos bien podría tener su propio conjunto de síntomas distintivos; por ejemplo, podría ser que el deterioro de un mecanismo asociativo general –distinto de otros mecanismos cognoscitivos– esté asociado a la presencia de un tic facial o verbal específico por razones que tienen que ver únicamente con ciertos patrones de alambrado neuronal del cerebro.
- b) En segundo lugar, ‘patrón específico de disfunción’ podría significar que la disfunción en ese mecanismo no afecta (o no afecta en gran medida) el funcionamiento de *otros mecanismos cognoscitivos* –en otras palabras, que el mecanismo está *selectivamente* deteriorado desde un punto de vista cognoscitivo.

Fodor tendía a confundir estos dos sentidos de ‘patrón específico de disfunción’ y por ende se inclinaba a descartar esta característica como realmente significativa en conexión con la noción de modularidad cognoscitiva (Fodor 1983, pp. 99-100). Sin embargo, la mayoría de los autores en la neuropsicología, la psicología del desarrollo, la psicolingüística, etc. vis-

lumbraron después de Fodor que la presencia de patrones *selectivos de disfunción cognoscitiva* –que es la idea básica que subyace a la noción de doble disociación– era una de las características importantes que debía asociarse a la noción de modularidad cognoscitiva (e.g., Baddeley y Warrington 1970; Baddeley 1986; Shallice 1988; Baron-Cohen 1998; Pinker 1999; Heather, *et al* 2004; Vicari, *et al* 2005) aún cuando tal característica por sí sola no sea *el* indicador –ni siquiera un indicador– de que la arquitectura de un determinado mecanismo era cognoscitivamente modular.

Más adelante argumentaré que, de entre las características que Fodor inicialmente asoció a la noción de modularidad cognoscitiva, es la presencia de disfunciones selectivas (en particular, de aquellas que surgen como resultado del desarrollo ontogenético) probablemente una de las características que *debe* estar asociada a la modularidad cognoscitiva en tanto que se pretenda que ésta tenga *una conexión fuerte con la evolucionabilidad* –aunque también, como veremos, la presencia de excelencias cognoscitivas selectivas y de otras formas de variación selectiva tienen que estar incluidas en esa noción de modularidad cognoscitiva.

Así, argumentaremos que el Método de la Doble Disociación (su diseño, el alcance de sus conclusiones, etc.) deberá estar al frente de las preocupaciones de aquellos autores que pretendan estudiar la evolucionabilidad de mecanismos cognoscitivos. Por lo pronto, en la próxima sección examinamos un poco más de cerca la noción biológica de evolucionabilidad.

III. Evolucionabilidad

Vimos que, en la biología evolucionista del desarrollo, la evolucionabilidad (*evolubility*) de un carácter de un organismo se entiende como “la capacidad del organismo de facilitar la generación de variación fenotípica no letal y seleccionable a partir de mutaciones azarosas” con respecto a ese carácter (Gerhart y Kirschner 2003). La evolucionabilidad, entendida así, es una *disposición* de organismos de una población a permitir ciertos tipos de variaciones en relación con un carácter fenotípico (o conjunto de caracteres) de esos organismos; variaciones *no letales* y *seleccionables* que surgen de *mutaciones azarosas*.

En primer lugar, hay que recalcar que un carácter de los organismos de una población no va a ser más evolucionable simplemente porque los organismos en cuestión tienen una disposición a producir muchísimas variaciones fenotípicas de ese carácter, en su mayoría letales o no seleccionables. Segundo, las variaciones en cuestión tienen que surgir de manera *azarosa*, para que tales variaciones puedan influir en

el grado de evolucionabilidad de ese carácter. Así, de lo que se está hablando es de variaciones fenotípicas que surgen, por lo menos en parte, como resultado de variaciones genéticas. Llamo ‘variaciones ontogenéticas’ a las variaciones fenotípicas que tienen estas características.¹¹

La noción de evolucionabilidad se origina en la biología evolucionista del desarrollo en un intento por explicar ciertos sucesos de ramificación evolutiva –i.e., cuando dos distintas especies surgen en un momento dado a partir de una especie– y la proliferación o extinción diferencial de linajes de organismos en la historia evolutiva (Love 2003). Para que la noción de evolucionabilidad pueda usarse a este fin, ésta debe entenderse como una disposición de *poblaciones* (no de individuos) que influye en la adecuación (*fitness*) de miembros de esas poblaciones.

Así, de la caracterización inicial de evolucionabilidad y de las consideraciones anteriores, se sigue que la evolucionabilidad de una población con respecto a un carácter C de miembros de esa población debe entenderse como la capacidad que esa población tiene de generar variaciones ontogenéticas heredables, seleccionables y *novedosas*. ¿Por qué *novedosas*? Si la evolucionabilidad ha de explicar el éxito diferencial de ciertos linajes, entonces lo que interesa no es los tipos de variaciones de un carácter que ese linaje ha generado anteriormente, sino las variaciones *novedosas* (Sniegowski y Murphy 2006, R831-832).

Adicionalmente, la evolucionabilidad es una disposición de una población que, como todas las disposiciones que se postulan en las ciencias empíricas, debe tener una *base causal*; en nuestro caso, una base causal consistente de algunas de las propiedades intrínsecas de esa población.¹² En la biología evolutiva del desarrollo el consenso es que la evolucionabilidad de una población está directamente conectada con algunas de las propiedades de la arquitectura genética y ontogenética de los organismos de esa población. Estas propiedades bien podrían ser parte de la base causal de la evolucionabilidad.

Por ejemplo, según Kirschner y Gerhart (1998), una propiedad P de los organismos miembros de una población contribuye a la evolucionabilidad.

¹¹ Existe una discusión importante y un desacuerdo profundo respecto a cómo debe entenderse la noción de rasgo innato, cuando este término se usa en la biología, en la psicología o en la filosofía. Existen diversas propuestas respecto a cómo entender el término, todas muy distintas, y no existe un consenso respecto a cómo dirimir este profundo desacuerdo. Por esta razón, uso la palabra ‘variación ontogenética’ en vez de ‘variación innata’. En mi artículo García (2005) argumento por una manera de entender la noción de rasgo innato, y es en ese sentido que uso aquí el término ‘variación ontogenética’.

¹² Love (2003) argumenta de manera plausible que puede tener un sentido sustancial hablar de propiedades intrínsecas a una población.

nabilidad de esa población cuando: (1) P reduce la letalidad potencial de las mutaciones azarosas que surgen en esa población; o bien (2) P reduce el número de mutaciones necesarias para producir caracteres fenotípicos novedosos (Ibid, p. 8420). Además, ellos proponen que varias propiedades de la arquitectura ontogenética de algunos organismos contribuyen a la evolucionabilidad, entre las cuales se cuenta la modularidad o, como ellos la llaman, la compartimentación (*compartmentation*) (Ibid, pp. 8424 y ss). Claro, son cuestiones empíricas si estas propiedades que ellos mencionan realmente contribuyen a la evolucionabilidad de una población, y si existen otras propiedades individuales o a nivel poblacional, más allá de aquéllas, que contribuyen a la evolucionabilidad.

Un nota final de esta sección: la evolucionabilidad es una disposición que tiene algunas características que no son típicas de las disposiciones que los filósofos normalmente toman como ejemplos; disposiciones como la solubilidad de la sal en agua. Por ejemplo, ya mencionamos que la evolucionabilidad es una disposición intrínseca a una población, no a los individuos miembros de esa población. Además, la evolucionabilidad es una disposición que una población puede adquirir o perder, al adquirir o perder las propiedades que son parte de la base causal de esa disposición –i.e., que es una disposición *transitoria*. Estas características atípicas de la evolucionabilidad generan problemas que, creo yo, son en principio solucionables.¹³

Pasamos ahora a explicar la conexión que puede o no existir entre algunas nociones de modularidad biológica y la evolucionabilidad.

IV. Modularidad variacional y evolucionabilidad

Diferentes versiones de la tesis que la modularidad biológica coadyuva a la evolucionabilidad se han discutido en diversos círculos de la

¹³ Love (2003) propone soluciones interesantes a estos y otros problemas que surgen en conexión con el concepto de evolucionabilidad. Nótese también que el grado de evolucionabilidad de una población con respecto a un carácter varía en distintos ambientes. La razón es que la evolucionabilidad de un carácter de los organismos (en una población) es función de cuántas variaciones ontogenéticas *seleccionables* esos organismos tienen la disposición a generar con respecto a ese carácter. Y qué variaciones ontogenéticas de un carácter son “seleccionables” depende del ambiente en el cual la población se encuentra en un momento dado. Así, pueden haber dos poblaciones de una misma especie en ambientes apropiadamente distintos, lo cual quiere decir que (es posible que) tengan distintos grados de evolucionabilidad del mismo carácter. Por razones distintas, Love está de acuerdo con esta conclusión.

biología evolucionista del desarrollo (Wagner 1995, Wagner y Altenberg 1996, Raff y Raff 2000, Hansen 2003, Eble 2004, Welch y Waxman 2000, y Altenberg 2004, por mencionar sólo algunos). La idea intuitiva que subyace a muchas de las nociones de modularidad en biología es que un organismo biológico que está constituido por un número de sistemas modulares es más evolucionable puesto que la evolución puede operar separadamente en cada uno de sus módulos (i.e., en cada una de sus partes más simples y autónomas), sin que los cambios en cada uno de ellos afecte de maneras complejas e inmanejables al resto de las partes del organismo. Preteóricamente esta idea parece muy plausible.¹⁴

Existen diferentes propuestas teóricas para caracterizar nociones de modularidad biológica en relación con las cuales sea plausible afirmar que la modularidad biológica coadyuva a la evolucionabilidad. Aquí presentaremos únicamente la noción de modularidad biológica que discute Thomas Hansen (2003):

Un carácter (o complejo de caracteres) es *variacionalmente modular* en una población P cuando variaciones ontogenéticas de ese carácter (que surgen en P) no están significativamente correlacionadas con (muchas) otras variaciones ontogenéticas en otros caracteres (o complejos de caracteres) de miembros de P.

Nos concentramos en esta noción puesto que, hasta el momento, es la única noción biológica de modularidad para la cual existen ya razones muy claras y plausibles para pensar que es probable que exista una correlación interesante entre la modularidad biológica y la evolucionabilidad. De hecho, Fisher (1958) mostró que la probabilidad que una mutación azarosa sea favorable decrece considerablemente en relación con el número de rasgos fenotípicos que esa mutación afecta. Pero si un rasgo es variacionalmente modular, entonces *ceteris paribus* los cambios en ese rasgo afectan a pocos o a ningún otro rasgo del organismo, en cuyo caso la selección natural puede operar en él de manera tal que no afecta de modo significativo a muchos otros rasgos, incrementando así la probabilidad de encontrar mejoras, e incrementando así la evolucionabilidad de ese rasgo. Y aunque este argumento ha sido muy discutido y examinado (véase e.g., Hansen 2003, Brandon 2005 y Altenberg 2005), la línea bási-

¹⁴ De hecho, distintas ideas de modularidad en biología se basan en una intuición proveniente de la ingeniería de sistemas: según ésta, se diseña un sistema modular para que pueda ser usado como componente de diferentes mecanismos. Véase también García (2007), donde explico algo de la historia del concepto de modularidad en biología.

ca de este razonamiento permanece incólume. Intuitivamente, la idea es que un alto grado de modularidad variacional en un carácter coadyuva a la *evolucionabilidad* de ese carácter puesto que, si las variaciones de un carácter C en una población ocurren sin que ninguno o pocos otros cambios se den en otros caracteres, entonces las variaciones de C en esta población son menos sistémicas y más locales; y *ceteris paribus* la probabilidad de que estos cambios aislados de C sean seleccionables es más alta que la probabilidad de que cambios más sistémicos sean seleccionables.

Antes de concluir esta sección debemos notar que existen otras nociones de modularidad que se manejan en la biología (Raff y Raff 2000). Por ejemplo, existe una noción de modularidad, cercanamente emparentada con la noción de modularidad variacional antes mencionada, que proponen Wagner y Altenberg (1996) y que yo llamo ‘modularidad pleiotrópica’.¹⁵ Esta noción se aplica a la estructura del mapa genotipo-fenotipo –i.e., el mapa que representa la forma en que un conjunto de genes se relaciona con un carácter fenotípico (o con un complejo de tales caracteres) en una población: cuando los efectos pleiotrópicos (i.e., efectos en más de un carácter o complejo de caracteres) de un grupo de genes que influyen causalmente en un complejo C de caracteres tienden a agruparse alrededor de C y no alrededor de otros complejos de caracteres, entonces se dice que el mapa genotipo-fenotipo para C es modular.

Menciono también la noción de modularidad pleiotrópica puesto que es muy probable que exista una fuerte correlación entre ésta y la noción de modularidad variacional antes mencionada. Así, si un complejo C de caracteres de un organismo de una población es pleiotrópicamente modular (p-modular), entonces C tiene la *disposición* a exhibir, en esa población (y en ciertas condiciones), un patrón modular de variación –pero ésta no es una conclusión inevitable; otros factores podrían impedir este resultado. Lo que la p-modularidad de C nos asegura es sólo que C tiene en P la *disposición* a ser variacionalmente modular –una disposición que puede o no actualizarse. Lo que sí podemos decir es que la p-modularidad es probablemente el patrón genotipo-fenotipo típicamente asociado con la presencia de un patrón modular de variación.

Adicionalmente, existen otros tipos de nociones de modularidad en biología. Gunther J. Eble (2005), por ejemplo, habla de por lo menos otros tres distintos tipos de módulos:

¹⁵ Nótese que lo que llamo aquí ‘modularidad pleiotrópica’ es lo que Wagner y Wagner (2003) llaman ‘modularidad variacional’. Uso ‘modularidad pleiotrópica’ porque llamo ‘modularidad variacional’ a algo un tanto diferente, que es la noción que discute Hansen (2003).

- a) módulos *estructurales*, los cuales son modulares en virtud de sus propiedades geométricas, e.g., que tienen límites precisos o formas distintas;
- b) módulos *ontogenéticos*, tales como los campos morfogénicos, es decir, regiones distintas del cuerpo de un embrión en las cuales las células tienen información suficiente para formar una estructura determinada, regiones que por ende gozan de un cierto grado de autonomía del desarrollo de un determinado rasgo, por ejemplo, un miembro (Carlson 2003);¹⁶ y
- c) módulos *funcionales*, los cuales se entienden en términos de alguna noción de autonomía y/o integración funcional.¹⁷

Como ya mencioné, las razones que se manejan para conectar estas otras nociones de modularidad en biología con la noción de evolucionabilidad, no son tan claras ni tan convincentes como lo son en el caso de la modularidad variacional (y de la modularidad pleiotrópica).¹⁸

Para nuestros propósitos aquí, baste notar que, aun cuando la noción de modularidad variacional no sea necesariamente incompatible con las nociones biológicas de modularidad funcional y de modularidad ontogenética antes mencionadas, es probable que la correlación entre todas estas nociones no sea uno a uno (Eble 2004, p. 9). Debemos también aclarar que existe actualmente una animada controversia—que aún no está resuelta entre biólogos evolucionistas del desarrollo—con respecto a cuál o cuáles nociones de modularidad biológica pueden estar involucradas en una tesis plausible y empíricamente contrastable que sostenga que la modularidad biológica coadyuva a la evolucionabilidad.¹⁹ Al momento, sin embargo, parece existir un cierto consenso con respecto a la idea que la modularidad variacional (que antes mencioné) probablemente tiene una fuerte conexión con la evolucionabilidad: *ceteris paribus*, un ras-

¹⁶ Llamar a estos módulos del desarrollo ‘ontogenéticos’ es parte de mi propia terminología únicamente.

¹⁷ En mi García (2007), discuto con más detalle todas estas otras nociones de modularidad biológica; muy en particular, distintas nociones biológicas y cognoscitivas de modularidad funcional. Véase también mi “Functional Modularity and the Structure of Mind” (manuscrito).

¹⁸ Véase García (2007).

¹⁹ Por ejemplo, la hipótesis de G. P. Wagner de que los mapas genotipo-fenotipo que son muy modulares (en su sentido) son probablemente muy evolucionables, es todavía considerada como tentativa—mucha de la evidencia empírica a su favor todavía está por descubrirse (véanse, por ejemplo, las discusiones de Hansen (2003), y Altenberg (2004); Cf. Wagner y Wagner (2003, p. 30)).

go que es variacionalmente (pleiotrópicamente) modular en un alto grado es probablemente más evolucionable que uno que no es variacionalmente (pleiotrópicamente) modular (o que lo es en un grado menor). Para los propósitos de este ensayo –y por las razones antes mencionadas– asumiremos que existe una correlación interesante como ésta entre la modularidad variacional y la evolucionabilidad.

V. Modularidad variacional y modularidad cognoscitiva

En esta sección nos abocamos a examinar la cuestión acerca de si, a partir de una afirmación que conecta a la modularidad variacional con la evolucionabilidad, algo puede decirse con respecto a la evolucionabilidad de módulos cognoscitivos.

Primero, aún concediendo que existe una conexión entre modularidad variacional y evolucionabilidad, no es obvio que esto se traduzca en consecuencia alguna con respecto a la noción de modularidad *cognoscitiva* que se maneja en las ciencias cognoscitivas. No obstante, algunos científicos cognoscitivos parecen asumir como algo poco problemático que existe una conexión fuerte entre la modularidad cognoscitiva y alguna noción apropiada de modularidad biológica. Por ejemplo, Daniel Sperber al mencionar el trabajo de G. P. Wagner con respecto a la modularidad pleiotrópica, afirma:

En la psicología esto sugiere que las dos nociones de un módulo mental y de una adaptación psicológica (en el sentido biológico), aun cuando definitivamente no sean sinónimas ni coextensivas, no obstante probablemente están cercanamente emparentadas. (Sperber 2002, p. 3, mi traducción).

Lo que Sperber nos está sugiriendo aquí es que probablemente existe una correlación entre ser un módulo cognoscitivo y ser una adaptación biológica (i.e., ser el resultado de la evolución por selección natural), a través de una presunta conexión entre la modularidad cognoscitiva, la modularidad biológica y la evolucionabilidad.

Peter Carruthers también sugiere algo como esto cuando, al construir un argumento a favor de la modularidad cognoscitiva masiva de la mente, afirma: “Dado que los módulos son modificables de manera separada, la selección natural puede actuar sobre uno de ellos sin tener que hacer alteraciones en todos. Así, la evolución puede manipular (*tinker*) los componentes separados del organismo en su conjunto en muchos

niveles de organización, respondiendo a presiones evolutivas particulares.” (Carruthers 2006a, p. 14).

Aquí argumento que Carruthers está equivocado al pensar que la noción de modularidad que puede garantizar que la evolución favoreció módulos cognoscitivos puesto que son aisladamente “manipulables” por ella, es una noción que incluye únicamente la noción de especialización funcional y una noción amplia de encapsulamiento informacional según la cual un mecanismo informacional M está encapsulado en el tiempo t cuando existe alguna (generalmente mucha) información que está disponible en t a otros mecanismos cognoscitivos de la mente que no está disponible a M en t .

Adicionalmente, vimos en la sección I que, en el contexto de la discusión sobre la modularidad masiva de la mente, la modularidad cognoscitiva normalmente se entiende en términos de una o más de las siguientes nociones:

- a) Especificidad de dominio
- b) Encapsulamiento informacional
- c) Especialización funcional

Tanto (a) como (b) se refieren a restricciones en la información que un mecanismo cognoscitivo puede procesar, o de hecho procesa, en un momento dado. En este sentido, un modulo se concibe como un mecanismo que sólo procesa o puede procesar cierta información, y que tiene un acceso muy limitado a la información que es accesible a otros mecanismos cognoscitivos.

Adicionalmente, un mecanismo cognoscitivo M de un organismo está *funcionalmente especializado* cuando la (o las) función(es) cognoscitiva(s) que ese mecanismo lleva a cabo es (son) distinta de

- a) o bien las funciones cognoscitivas que otros mecanismos de ese mismo organismo llevan a cabo; o
- b) las funciones cognoscitivas de otros mecanismos de otros individuos de la misma especie; o
- c) las funciones cognoscitivas de otros mecanismos de organismos de otras especies contemporáneas a aquél organismo; o
- d) las funciones cognoscitivas de mecanismos cognoscitivos de los ancestros del organismo en cuestión.

Estas son solamente algunas de las alternativas posibles. Cada una de ellas nos da una noción distinta de especialización funcional, y la mayoría de los científicos cognoscitivos que hablan de especialización funcional normalmente no tienen muy en claro cuál de todas estas nociones es

la que están usando en un momento dado —lo cual constituye un problema que es, sin embargo, ortogonal a nuestros propósitos.

Ahora bien, respecto a la pregunta acerca de qué tan probable es que un mecanismo cognoscitivamente modular sea también variacionalmente modular, podemos decir, primero, que ni la especificidad de dominio ni el encapsulamiento en un mecanismo cognoscitivo parecen aumentar la probabilidad de que ese mecanismo sea variacionalmente modular. Actualmente no parece haber ninguna razón de ningún tipo (ni conceptual ni de corte empírico) para pensar que, el hecho de que un mecanismo cognoscitivo admita solamente ciertas instancias o ciertos tipos de información como entradas (*inputs*) o que en su base de datos en *t*, no tenga como resultado la existencia de una correlación fuerte entre la ocurrencia de variaciones de ese mecanismo en ciertos miembros de *P* y la ocurrencia de otros cambios morfológicos (cognoscitivos o no) en esos miembros de *P* en *t*. Podríamos pensar en un ejemplo análogo tomado de la biología: el hecho de que los pulmones de una población de ratones sólo admitan ciertos tipos de insumos (por ejemplo, ciertos tipos de sustancias gaseosas) no dice nada respecto a qué tan probable es que los pulmones del ratón sean variacionalmente muy modulares, es decir, qué tan probable es que las variaciones en, por ejemplo, la forma o función de los pulmones de los ratones de esa población estén o no fuertemente correlacionadas con variaciones en la forma o función del corazón o del sistema digestivo.

Esto es más claro si pensamos en la especialización funcional. Por el momento no existen razones ni empíricas ni conceptuales para pensar que la especialización funcional (psicológica y/o adaptativa) de un mecanismo cognoscitivo (i.e., el que el mecanismo lleve a cabo una función cognoscitiva distinta relativa a otros mecanismos/individuos/especies/etc.) aumente la probabilidad de que las variaciones en ese mecanismo que surjan en la población relevante no estén fuertemente correlacionadas con variaciones adicionales en los organismos en cuestión. Consideremos otro ejemplo tomado de la biología; el de la mandíbula del ratón. Este órgano está funcionalmente especializado en el sentido de que lleva a cabo una función (masticación) que ningún otro órgano del ratón lleva a cabo. Además, es un hecho ampliamente conocido y aceptado entre los biólogos que la pleiotropía ocurre con mucha frecuencia en la naturaleza (Brandon 2005). Esto quiere decir que es probable que los genes que afectan el desarrollo de la mandíbula del ratón tengan efectos en otros rasgos morfológicos del ratón—de hecho, hasta donde yo sé, ningún biólogo piensa que sea probable que un rasgo sea variacionalmente (y/o pleiotrópicamente) modular *simplemente porque está funcionalmente especializado*.

Para empezar, si fuera cierto que es muy probable que los órganos o sistemas funcionalmente especializados son variacionalmente modulares, entonces la mayoría de los órganos y sistemas de la mayoría de los organismos relativamente complejos serían variacionalmente modulares –algo que ningún biólogo acepta, pues (como ya mencionamos) se piensa con muy buenas razones que la pleiotropía está muy difundida en la naturaleza. Usando la metáfora de cortes conceptuales, esto implica que los cortes que hacemos del mundo biológico usando conceptos funcionales (i.e., usando los tipos de funciones que llevan a cabo los sistemas biológicos de los organismos) normalmente no van a coincidir con los cortes que hacemos cuando consideramos los patrones de variación de partes de esos organismos. Es muy probable, por ejemplo, que un sistema que es una unidad funcional, consista de dos o más partes variacionales (éste es el caso de la cola de los ratones; véase Raff y Raff (2000, p. 236); es también probable que dos partes de dos sistemas funcionalmente distintos covaríen y por ende, desde el punto de vista variacional, constituyan una unidad.

VI. Modularidad variacional y patrones selectivos de disfunción

En esta sección argumentaré que la presencia de ciertos tipos de patrones selectivos de disfunción cognoscitiva de un mecanismo (entendida de cierta manera) puede considerarse como un indicador *parcial* de la modularidad variacional de ese mecanismo cognoscitivo (en la población apropiada) –y, por ende, como un indicador de su evolucionabilidad.

Como vimos en la sección II, las disfunciones cognoscitivas selectivas de un mecanismo pueden o no ocurrir como resultado de la ontogenia –y aquí tengo en mente la distinción entre algunos de los llamados ‘síndromes genéticos’ y aquellos daños cerebrales causados por accidentes u otras contingencias. Esta distinción es importante puesto que lo que puede decirse en conexión con disfunciones cognoscitivas selectivas –y, por ende, en conexión con dobles disociaciones– es distinto en cada caso.

Si, por ejemplo, las dobles disociaciones ocurren como resultado de la ontogenia –y dado que su ocurrencia no está fuertemente correlacionada causalmente con cambios en el funcionamiento de otros mecanismos cognoscitivos– entonces podemos decir que esto constituye una forma de modularidad variacional; uno podría llamarla ‘modularidad variacional cognoscitiva’. Por supuesto, la modularidad variacional de un mecanismo cognoscitivo debe evaluarse no sólo en relación con otros mecanismos cognoscitivos, sino también con respecto al resto de los ras-

gos morfológicos de los organismos de la población relevante; por ejemplo, la forma o la función de otros órganos. Entre más variacionalmente modular sea un mecanismo cognoscitivo con respecto a otros rasgos morfológicos, más evolucionable será ese mecanismo. Así, un estudio que pretenda determinar el grado de modularidad variacional de un mecanismo cognoscitivo M en una población P tendrá que determinar dos cosas:

- a) qué tan variacionalmente modular M es en P con respecto a otros mecanismos *cognoscitivos*; y
- b) qué tan variacionalmente modular M es en P con respecto a otros rasgos morfológicos *no cognoscitivos* de los miembros de P.

Debemos notar también que hay *otros tipos de variaciones* de un mecanismo cognoscitivo—aparte de las *disfunciones cognoscitivas*—que son relevantes para determinar el grado de modularidad variacional de un mecanismo en una población; a saber, *excelencias cognoscitivas*, es decir, casos en los cuales el mecanismo funciona mucho mejor que el promedio. Así, si una excelencia cognoscitiva de un mecanismo en una población surge como resultado de la ontogenia, y si esta excelencia no está fuertemente correlacionada con cambios en otros rasgos morfológicos de P y en otros mecanismos cognoscitivos, entonces esto también constituye evidencia *prima facie* de un alto grado de modularidad variacional de ese mecanismo en esa población. Esto involucraría estudiar los perfiles cognoscitivos de la gente con talentos cognoscitivos extraordinarios —aquellos que sobresalen marcadamente en la ejecución de una o más tareas cognoscitivas. Las preguntas relevantes en estos estudios serían: ¿qué tanto las personas que son extraordinarias para, por ejemplo, las matemáticas, también sobresalen de la misma manera en otro tipo de tareas cognoscitivas?, ¿qué tanto una determinada excelencia cognoscitiva se correlaciona con ciertos tipos de variaciones no cognoscitivas o con otros tipos de variaciones cognoscitivas; por ejemplo, ciertos tipos de retrasos? Estudios como éstos serían *potencialmente relevantes* para la determinación de los patrones variacionales que aquí nos interesan.²⁰

Por otra parte, si las disfunciones (o las excelencias) de un mecanismo cognoscitivo no surgen como resultado de la ontogenia —sino como resultado de, por ejemplo, un accidente— entonces el grado de selectividad de la disfunción (o de la excelencia) no indica nada respecto al grado de

²⁰ Es aquí en donde podemos localizar un interés adicional en aquellos estudios de casos raros de personas con autismo que tienen ciertas dotes cognoscitivas extraordinarias pero aisladas.

modularidad variacional de ese mecanismo, puesto que en este caso las disfunciones (o las excelencias) no pueden considerarse como *variaciones* en el sentido que es relevante para la discusión con respecto a la evolucionabilidad de ese mecanismo.

VII. Modularidad variacional y dobles disociaciones

Hasta ahora he argumentado que la presencia de disfunciones y de excelencias cognoscitivas selectivas –al igual que la presencia de otros patrones de variación selectiva o modular– debe ser considerada como la característica clave asociada a la noción de modularidad cognoscitiva cuando lo que se desea es argumentar que la modularidad cognoscitiva coadyuva a la evolucionabilidad.

Al mismo tiempo he aclarado que la investigación de los patrones de disfunción y de excelencia que muestre un mecanismo cognoscitivo en una población P será relevante en relación con el intento de determinar el grado de modularidad variacional cognoscitiva de ese mecanismo en P sólo cuando las disfunciones y excelencias en cuestión surjan en los miembros de P *como resultado de la ontogenia*. Lo que quiere decir que los resultados derivados de la aplicación del Método de la Doble Disociación para estudiar disfunciones cognoscitivas serán *potencialmente relevantes* al estudio de patrones de variación de un mecanismo cognoscitivo en una población –y por ende al estudio de su evolucionabilidad– únicamente *en los casos de síndromes genéticos* y de desórdenes cognoscitivos del desarrollo (*developmental disorders*).

Adicionalmente, vimos en la sección II que una parte de la discusión entre neuropsicólogos cognoscitivos respecto al Método de la Doble Disociación se refería a la cuestión sobre si se pueden sacar ciertas conclusiones acerca de la arquitectura cognoscitiva a partir de la aplicación del Método comparando grupos de individuos en diferentes etapas de su desarrollo ontogenético; por ejemplo, niños y adultos. La conclusión a la que se llegó era que tales comparaciones no permitían sacar las conclusiones a las que otros investigadores querían llegar. En nuestro caso, algo similar aplica: las conclusiones que se deriven de comparaciones entre perfiles cognoscitivos de individuos en diferentes etapas de su desarrollo cognoscitivo no serán relevantes para determinar los patrones de variación cognoscitiva en una población –en particular, no serán relevantes para determinar si esos patrones son variacionalmente modulares o no, puesto que lo que se quiere medir es si existe o no un patrón de correlación fuerte entre las variaciones ontogenéticas de un mecanismo cognoscitivo M en

los miembros *adultos* de P y variaciones ontogenéticas de otros caracteres o complejos de caracteres en los mismos miembros de P en ese momento.

Así, lo que quiero sugerir es que algo parecido al Método de la Doble Disociación (entendido y ampliado de manera apropiada) debería de ser usado para determinar si los patrones de variación de un mecanismo cognoscitivo en organismos de una población son o no variacionalmente modulares en un sentido cognoscitivo.

VIII. Modularidad variacional, modularidad cognoscitiva y modularidad masiva

Hemos estado argumentando que la noción de modularidad variacional debería de ser añadida a la noción de modularidad cognoscitiva si lo que se quiere es argumentar con mínima plausibilidad que los módulos cognoscitivos son más evolucionables que aquellos sistemas cognoscitivos que no son –o que son menos– modulares. Es importante notar que, al añadir aquélla noción a ésta como un requisito necesario, lo que se está haciendo es restringir la aplicación de la noción de modularidad cognoscitiva a aquellos sistemas que pueden tener o ser variaciones ontogenéticas. En la *Introducción* al presente trabajo mencioné que yo entendía a las variaciones de este tipo como variaciones fenotípicas que surgen, por lo menos en parte, como resultado de variaciones genéticas, y mencioné como ejemplo las variaciones en el tamaño o forma de un cierto órgano que surgen como resultado de la ontogenia en los organismos de una población y no como resultado de accidentes u otras contingencias. Sin embargo, esta caracterización de variación ontogenética no basta puesto que, como es bien sabido, los organismos biológicos pueden tener rasgos fenotípicos que son parcialmente el resultado de variaciones genéticas (e.g., ciertos tipos de tumores cancerosos) que no se consideran resultados del desarrollo ontogenético y que no cuentan como variaciones ontogenéticas –y lo que se quiere capturar aquí es la idea de características de un organismo que cuentan como variaciones “*innatas*” de un (tipo de) rasgo fenotípico. En otra parte he discutido en detalle los problemas que presentan diferentes intentos de caracterizar una noción biológica de un rasgo innato, y propongo mi propia caracterización (García 2005).

Por obvias limitaciones, no puedo entrar aquí en los detalles de la discusión o de mi propuesta. Baste mencionar que, si esto es correcto –si la noción de modularidad variacional solo es aplicable a rasgos que son, en algún sentido biológico, *innatos*– entonces el argumento de los modularistas masivos que dice que es probable que la mente esté constituida

en su mayoría por sistemas cognoscitivamente modulares puesto que los módulos cognoscitivos (al ser variacionalmente modulares) son más evolucionables que sistemas que no son –o son muy poco– modulares, lleva al modularista masivo a un dilema: o bien acepta que la mayoría de los sistemas cognoscitivos constitutivos de la mente son innatos; o bien sostiene que el argumento relativo a la evolucionabilidad sólo se aplica a ciertos sistemas cognoscitivos básicos constitutivos de la mente –e intenta entonces argumentar de alguna otra manera que el resto de los sistemas cognoscitivos de la mente, los no-básicos, son también cognoscitivamente modulares pero en un sentido que no involucra la modularidad variacional. Y no es del todo claro qué cuerno de este difícil dilema los diferentes modularistas masivos estarían inclinados a aceptar.

IX. Conclusiones

He argumentado que la noción de modularidad cognoscitiva requerida para construir un argumento plausible que sostenga que los mecanismos que son cognitivamente modulares son más evolucionables que aquellos mecanismos cognoscitivos que nos son cognoscitivamente modulares tendrá que entenderse aproximadamente como sigue:

Un mecanismo cognoscitivo *M* de miembros de una población *P* es *cognoscitivamente muy modular* solo si ninguna o pocas variaciones ontogenéticas (cognoscitivas o no) están correlacionadas significativamente con variaciones de *M* que surgen en *P* como resultado de la ontogenia.²¹

Así, la modularidad cognoscitiva tendría que ser entendida, *por lo menos en parte*, en términos de la noción de modularidad variacional –lo cual implica que los científicos cognoscitivos interesados en determinar el grado de evolucionabilidad de un mecanismo cognoscitivo *M* tendrán que determinar:

²¹ Desde mi perspectiva, esta caracterización de modularidad cognoscitiva implica que un mecanismo cognoscitivamente modular tiene que ser innato, en un sentido de lo innato que propongo y defiendo en otra parte (García 2005). De acuerdo con esta noción, se dice que un rasgo innato es aquel que surge en la ontogenia como resultado de factores causales todos los cuales son “típicos” de la población relevante en el sentido de tener una cierta historia evolutiva, y algunos de los cuales involucran la expresión de ciertos genes.

- a) el grado de modularidad variacional de M con respecto a otros mecanismos cognoscitivos en casos de *disfunciones* cognoscitivas ontogenéticas de M en adultos de P;
- b) el grado de modularidad variacional de M con respecto a otros mecanismos cognoscitivos en casos de *excelencias* cognoscitivas ontogenéticas de M en adultos de P, y
- c) el grado de modularidad variacional de M con respecto a otros rasgos morfológicos *no cognoscitivos* de los adultos de P.

He argumentado que estos tres tipos de estudios son relevantes para determinar el grado de modularidad de un mecanismo cognoscitivo como parte de un intento por determinar el grado de evolucionabilidad de ese mecanismo. He sugerido también que los dos primeros tipos de estudios pueden llevarse a cabo usando algo como el Método de la Doble Disociación, con ciertas restricciones y ampliaciones –un método que ya ha estado en uso por varias décadas en áreas de la psicología cognoscitiva, la neuropsicología y la psicología del desarrollo.

Bibliografía

- Allen, C. (2002), “Real Traits, Real Functions?” en Ariew, A., Cummins, R. y Perlman, M. (eds.), *Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, Oxford, Oxford University Press.
- Altenberg, L. (2004), “Modularity in Evolution: Some Low-Level Questions” en Callebaut, W. y Raaskin-Gutman, D. (eds.), *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Complex Natural Systems*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Baddeley, A. D. (1986), *Working Memory*, Oxford, Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. y Warrington, E. K. (1970), “Amnesia and the Distinction Between Long –and Short– Term Memory”, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, pp. 176-189.
- Baron-Cohen, S. (1998), “Modularity in Developmental Cognitive Neuropsychology: Evidence from Autism and Gilles de la Tourette Síndrome” en Burack, J. A., Hodapp, R. M. y Zigler, E. (eds.), *Handbook of Mental Retardation and Development*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Brandon, R. N. (2005), “Evolutionary modules: Conceptual Analyses and empirical hypotheses” en Callebaut, W. y Rasskin-Gutman, D. (eds.), *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, pp. 99-128.

- Carlson, B. M. (2003), "Developmental Mechanisms: Animal" en Hall, B. K. y Olson, W. M. (eds.), *Keywords and Concepts in Evolutionary Developmental Biology*, Cambridge, Massachusetts and London, England, Harvard University Press, pp. 133-137.
- Carruthers, P. (2006a), *The Architecture of the Mind: Massive Modularity and the Flexibility of Thought*, Oxford, Oxford University Press.
- (2006b), "The Case for Massively Modular Models of Mind" en Stainton, R. (ed.), *Contemporary Debates in Cognitive Science*, Malden, Massachusetts, Blackwell Publishing.
- Cosmides, L. y Tooby, J. (1997), "The Modular Nature of Human Intelligence" en Scheibel, A. B. y Schopf, W. J. (eds.), *The Origin and Evolution of Intelligence*, Massachusetts, Jones and Bartlett Publishers, pp. 71-101.
- Chater, N. (2003), "How Much Can We Learn From Double Dissociations?" *Cortex*, 39, pp. 167-169.
- Dunn, J. C. y Kirsner, K. (2003), "What Can We Infer From Double Dissociations?" *Cortex*, 39, pp. 1-7.
- Eble, G. (2004), "Morphological Modularity and Macroevolution: Conceptual and Empirical Aspects" en Callebaut, W. y Rasskin-Gutman, D. (eds.), *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Complex Natural Systems*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- (2005), "Morphological Modularity and Macroevolution: Conceptual and Empirical Aspects," en *Modularity: Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*. Callebaut, W. and Rasskin-Gutman, D. (eds.), Massachusetts, The MIT Press.
- Elman, J., Bates, E., Johnson, M., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D. y Plunkett, K. (1996), *Rethinking Innateness: A Connectionist Perspective on Development*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Fisher, R. A. (1958), *The Genetical Theory of Natural Selection*, 2nd. ed., New York, Dover.
- Fodor, J. (1983), *The Modularity of Mind*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- (2000), *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Futuyma, D. (1998), *Evolutionary Biology*, 3rd. ed., Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates Inc.
- García, C. L. (2005), "Innatismo y Biología: Hacia un concepto biológico de lo innato", *Theoria*, 20 (2), pp. 167-182.

- García, C. L. (2007), "Cognitive Modularity, Biological Modularity and Evolvability", *Biological Theory: Integrating Evolution, Development and Cognition*, 2 (1), pp. 62-73.
- Gerhart, J. y Kirschner, M. (2003), "Evolvability" en Hall, B. K. y Olson, W. M. (eds.), *Keywords and Concepts in Evolutionary Developmental Biology*, Cambridge, Massachusetts and London, England, Harvard University Press, pp. 133-137.
- Gerrans, Ph. (2003), "Nativism and Neuroconstructivism in the Explanation of Williams Syndrome", *Biology and Philosophy*, 18, pp. 41-52.
- Gigerenzer, G. (1991), "On Cognitive Illusions and Rationality" en Eels, E. y Maruszewski, T. (eds.), *Probability and Rationality, Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, vol. 21, pp. 225-49.
- Gigerenzer, G. y Hug, K. (1992), "Domain-Specific Reasoning: Social Contracts, Cheating and Perspective Change", *Cognition*, 43, pp. 127-171.
- (2001), "The Adaptive Toolbox" en Gigerenzer, G. y Selten, R. (eds.), *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, pp. 37-50.
- Hansen, T. F. (2003), "Is Modularity Necessary for Evolvability? Remarks on the Relationship Between Pleiotropy and Evolvability", *BioSystems*, 2189, pp. 1-12.
- Juola, R. y Plunkett, K. (2000), "Why Double Dissociations Don't Mean Much" en Cohen, G., Johnston, R. A. y Plunkett, K. (eds.), *Exploring Cognition: Damaged Brains and Neural Networks: Readings in Cognitive and Connectionist Modelling*, Hove, UK, Psychology Press, pp. 319-327.
- Karmiloff-Smith, A. (1992), *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- (1998), "Is Atypical Development Necessarily a Window on the Normal Mind/Brain?", *Developmental Science*, 1, pp. 273-278.
- Karmiloff-Smith, A., Brown, J., Grice, S. y Patterson, S. (2003), "Dethroning the Myth: Cognitive Dissociations and Innate Modularity in Williams Syndrome", *Developmental Neuropsychology*, 23 (1-2), pp. 227-242.
- Karmiloff-Smith, A., Scerif, G. y Ansari, D. (2003), "Double Dissociations in Developmental Disorders? Theoretically Misconceived, Empirically Dubious", *Cortex*, 39, pp. 161-163.
- Kirschner, M. y John G. (1998), "Evolvability", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, pp. 8420-8427.

- Love, A. (2003), "Evolvability, Dispositions, and Intrinsicity", *Philosophy of Science*, 70 (5), pp. 1015-1027.
- Millikan, R. G. (1984), *Language, Thought and Other Biological Categories*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Oliver, A., Johnson, M., Karmiloff-Smith, A. y Pennington, B., (2000), "Deviations in the Emergence of Representations: A Neuroconstructivist Framework for Analysing Developmental Disorders", *Developmental Science*, 3 (1), pp. 1-23.
- Pinker, S. (1999), *Words and Rules*, London, Weidenfeld & Nicholson.
- Plaut, D. C. (1995), "Double Dissociation Without Modularity: Evidence From Connectionist Neuropsychology", *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17, pp. 291-321.
- Raff, E. C. y Raff, R. A. (2000), "Dissociability, Modularity, Evolvability", *Evolution and Development*, 2, pp. 235-237.
- Samuels, R. (2000), "Massively Modular Minds: Evolutionary Psychology and Cognitive Architecture", en Carruthers, P. y Chamberlain, A. (eds.), *Evolution and the Human Mind: Modularity, Language and Meta-Cognition*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 13-46.
- Scholl, B. y Leslie, A. (1999), "Modularity, Development and 'Theory of Mind'", *Mind and Language*, 14, pp. 131-153.
- Schwenk, K. (2001), "Functional Units and Their Evolution" en Wagner, G. P. (ed.), *The Character Concept in Evolutionary Biology*, San Diego, Academic Press, pp.165-198
- Shallice, T. (1988), *From Neuropsychology to Mental Structure*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Shapiro, L. y Epstein, W. (1998), "Evolutionary Theory Meets Cognitive Psychology: A More Selective Perspective", *Mind and Language*, 13, pp. 171-194.
- Sniegowski, P. y Murphy, H. A. (2002), "In Defense of Massive Modularity" en Dupoux, E. (ed.), *Language, Brain and Cognitive Development: Essays in Honor of Jacques Mehler*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, pp. 47-57.
- (2006), "Evolvability", *Current Biology*, 16 (19), pp. R831-R834.
- Sperber, D. (1994), "The Modularity of Thought and the Epidemiology of Representations" en Hirschfeld, L. A. y Gelman, S. A. (eds.), *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 39-67.
- Thomas, M. y Karmiloff-Smith, A. (2002), "Are Developmental Disorders Like Cases of Adult Brain Damage? Implications for Connectionist Modelling", *Behavioral and Brain Sciences*, 25, pp. 727-750.

- Tooby, J. y Cosmides, L. (1998), "Evolutionizing the Cognitive Sciences: A Reply to Shapiro and Epstein", *Mind and Language*, 13, pp.195-204.
- van der Lely, H. K. J., Rosen, S. y Adlard, A (2004), "Grammatical Language Impairment and the Specificity of Cognitive Domains: Relations Between Auditory and Language Abilities", *Cognition*, 94, pp. 167-183.
- Vicari, S., Bellucci, S. y Carlesimo, G. A. (2005), "Evidence from two genetic syndromes for the independence of spatial and visual working memory", *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, p. 126-131.
- Wagner, G. P. (1995), "Adaptation and the Modular Design of Organisms" en Morán, F., Morán, A., Merelo, J. J. y Chacón, P. (eds.), *Advances in Artificial Life*, Berlin, Springer Verlag, pp. 317-328.
- (2001), *The Character Concept in Evolutionary Biology*, San Diego, Academic Press.
- Wagner, G. P. y Altenberg, L. (1996), "Complex Adaptations and the Evolution of Evolvability", *Evolution*, 50, pp. 967-976.
- Wagner, G. P. y Schwenk, K. (2000), "Evolutionarily Stable Configurations: Functional Integration and the Evolution of Phenotypic Stability" en Hecht, M. K., MacIntyre, R. J. y Clegg, M. T. (eds.), *Evolutionary Biology*, 31, New York, Kluwer Academic/Plenum Press, pp. 155-217.
- Wagner, W. y Wagner, G. P. (2003), "Examining the Modularity Concept in Evolutionary Psychology: The Level of Genes, Mind and Culture", *Journal of Cultural and Evolutionary Psychology*, 1, pp. 135-166.
- Welch, J. J. y Waxman, D. (2003), "Modularity and the Cost of Complexity", *Evolution*, 57 (8), pp. 1723-1734.
- Winther, R. G. (2001), "Varieties of Modules: Kinds, Levels, Origins, and Behaviors", *Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.)*, 291, pp. 116-129.