

Universidad de Chile
Facultad de Filosofía y Humanidades
Centro de Estudios Cognitivos

Origen y evolución de la facultad del lenguaje desde una perspectiva dinámica

Tesis para optar al Grado de Magíster en Estudios Cognitivos

Alumno:

BERNARDO AGUILERA DREYSE

Profesores Guía: Guillermo Soto Vergara Ricardo García Verdugo

Santiago, Julio de 2007

Epígrafe . .	1
RESUMEN .	3
INTRODUCCIÓN .	5
PARADIGMAS IMPERANTES EN LA CIENCIA COGNITIVA .	7
1.1 La ciencia cognitiva tradicional y sus alternativas .	7
1.2 Perspectiva computacional .	8
1.3 El conexionismo .	8
1.4 Perspectiva dinámica de la cognición .	9
LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN .	15
2.1 Darwinismo y psicología evolucionaria .	15
2.2 Alternativas al programa adaptacionista .	16
2.3 Robótica evolutiva y cognición corporizada .	19
2.4 La evolución como un proceso dinámico .	22
EL LENGUAJE EN LA CIENCIA COGNITIVA .	25
3.1 Definición de lenguaje ² .	25
3.2 Antecedentes del estudio del lenguaje . .	26
3.3 El formalismo .	27
3.4 Funcionalismo y Lingüística Cognitiva .	30
3.5 El lenguaje desde una perspectiva dinámica . .	33
RECONSTRUYENDO LA FILOGENIA: EL PROBLEMA DE LA FUNDAMENTACIÓN EMPÍRICA	
..	41
4.1 Evidencia arqueológica .	43
4.2 Estudios comparativos . .	44
4.3 Evidencia genética .	46
4.4 Modelos matemáticos y computacionales . .	47

² En inglés no hay distinción entre lengua y lenguaje, hecho que se presta para confusión al traducir la palabra inglesa *language* como “facultad del lenguaje”, “lenguaje” o “lengua”. En esta tesis, nos referiremos al lenguaje como facultad cognitiva empleando indistintamente “facultad del lenguaje” y “lenguaje”.

PRINCIPALES ESCENARIOS EVOLUTIVOS .	49
5.1 Perspectiva formalista .	49
5.1.1 Escenarios de Pinker, Bloom y Jackendoff . .	49
5.1.2 Escenario de Hauser, Chomsky y Fitch .	54
5.2 Perspectiva cognitivo-funcional .	57
5.2.1 Escenarios de Arbib, Corballis y Lieberman .	57
5.2.2 Escenarios de Tomasello y Deacon .	61
EVOLUCIÓN DE LA FACULTAD DEL LENGUAJE DESDE UNA PERSPECTIVA DINÁMICA .	69
6.1 El origen corporizado y situado de la facultad del lenguaje . .	69
6.2 La gramática como propiedad emergente de una facultad del lenguaje integrada con el resto de la cognición . .	72
6.3 La facultad del lenguaje como una adaptación para el aprendizaje .	77
6.4 La evolución de la facultad del lenguaje desde una perspectiva dinámica: propuesta de un escenario evolutivo .	83
CONCLUSIONES . .	91
BIBLIOGRAFÍA .	101

Epígrafe

“El lenguaje es, en muchos aspectos, el artefacto definitivo [de nuestra cognición extendida]: es tan omnipresente que casi es invisible, y su carácter es tan íntimo que no está claro si es un instrumento o una dimensión del usuario. Cualesquiera que sean los límites, como mínimo nos enfrentamos a una economía estrechamente vinculada donde el cerebro biológico está increíblemente potenciado por alguna de sus creaciones más extrañas y recientes: palabras en el aire, símbolos en páginas impresas”.

(Andy Clark, 1997, p. 218).

“Nos realizamos en un mutuo acoplamiento lingüístico, no porque el lenguaje nos permita decir lo que somos, sino porque somos en el lenguaje, en un continuo ser en los mundos lingüísticos y semánticos que traemos a la mano con otros. Nos encontramos a nosotros mismos en este acoplamiento, no como el origen de una referencia ni en referencia a un origen, sino como un modo de continua transformación en el devenir del mundo lingüístico que construimos con otros seres humanos”

(Maturana y Varela, 1984, p. 155).

RESUMEN

El presente trabajo indaga sobre el origen evolutivo de la facultad del lenguaje, como un medio para obtener una mejor caracterización de esta facultad, así como para estudiar su situación y relación con el resto de la cognición humana. A través de una revisión de las principales propuestas y de la evidencia empírica actual, se concluye que las aproximaciones formalistas al lenguaje son poco sustentables desde un punto de vista evolutivo, siendo los escenarios biológicamente mejor fundados los de orientación cognitivo-funcional, especialmente cuando se concibe al lenguaje como parte de la conducta de un sistema dinámico. En este sentido, se propone un escenario evolutivo multifactorial, de acuerdo a una concepción corporizada y situada de la cognición, donde el lenguaje emerge de un proceso coevolutivo entre el cerebro y las lenguas, y a través de evolución baldwiniana se generan cambios adaptativos a partir de estructuras preexistentes. De esta manera, surgen cambios cognitivos de carácter general, relacionados con capacidades de aprendizaje, procesamiento y memoria, y no con la generación de representaciones innatas específicas del dominio lingüístico. De este modo el lenguaje, en lugar de corresponder a un módulo adaptativo, sería principalmente producto de exaptaciones, enjutas y constreñimientos del desarrollo. Por último, se destaca el rol de los modelos computacionales y de robótica evolutiva para formular escenarios de carácter dinámico empíricamente evaluables, y se discuten los problemas que presenta una perspectiva dinámica para explicar al lenguaje y la cognición.

INTRODUCCIÓN

Dentro del estudio de la cognición humana, el lenguaje ocupa un lugar especial. Si bien con otras especies animales compartimos diversas capacidades cognitivas, el lenguaje aparece como un fenómeno único de nuestra especie. Pasamos gran parte de nuestro tiempo empleando el lenguaje para comunicarnos, y nos es difícil concebir el pensamiento y muchas de nuestras actividades cotidianas sin él. Además, todos los seres humanos somos capaces de aprender precoz y fácilmente el lenguaje, aun con poca estimulación, alcanzando el eficaz manejo de un amplio vocabulario y complejas reglas gramaticales. Estos y otros aspectos de nuestra facultad cognitiva del lenguaje la hacen ser un rasgo distintivo de nuestra especie, y tal vez la clave para entender por qué somos como somos. Sin embargo, no existe consenso respecto a cómo caracterizar esta facultad, ni cómo ésta se relaciona con el resto de la cognición. Una posible respuesta a esta pregunta puede provenir del origen de dicha facultad, que como todo producto de nuestra biología, tiene su fundamento en la evolución de nuestra especie.

En esta tesis exploraremos el origen evolutivo de la facultad del lenguaje, intentando de este modo comprender mejor en qué consiste y qué lugar ocupa dentro de la cognición. Asimismo, creemos que estudiando al lenguaje y su origen podremos aproximarnos hacia la comprensión de la cognición humana en su conjunto.

El estudio sobre la evolución del lenguaje ha despertado gran interés desde la época de Darwin; sin embargo, la creación de escenarios hipotéticos respecto de su evolución constituye una tarea altamente especulativa, dado que los cerebros y la conducta no fosilizan. Este hecho motivó a que durante el siglo diecinueve y parte del veinte, las

principales sociedades lingüísticas de Europa proscribieran toda discusión sobre el tema. No obstante, en la actualidad la situación ha cambiado gracias a los avances de la psicología, la biología evolucionaria y la lingüística, los cuales han aportado nuevas aproximaciones y soporte empírico a estas propuestas, despertando el tema gran interés y creciente cantidad de publicaciones en las últimas tres décadas. Pese a la abundante bibliografía disponible sobre el tema, persisten todavía amplias controversias respecto a él, muchas de las cuales tienen su base en diferencias respecto a cómo caracterizar al lenguaje mismo.

En la presente tesis, haremos una revisión crítica de los diferentes escenarios propuestos para la evolución de la facultad del lenguaje, comenzando por situar la discusión dentro del ámbito de las ciencias cognitivas, la teoría de la evolución y la lingüística, proponiendo una visión dinámica de cada uno de estos ámbitos. Los escenarios evolutivos serán presentados partiendo con los de orientación formalista, para luego avanzar hacia propuestas enmarcadas en una perspectiva cognitivo-funcional, en un sentido similar al realizado por Soto y García (1997).

Exploraremos también las principales fuentes de fundamentación empírica que permiten respaldar y contrastar estos escenarios, entre las que se incluyen la arqueología, la neurociencia, la genética, y la inteligencia artificial. A continuación, propondremos una perspectiva dinámica para el estudio de la evolución de esta facultad, perspectiva consistente con la naturaleza biológica del lenguaje y de los procesos evolutivos. Luego formularemos un escenario evolutivo propio, para finalizar discutiendo algunas implicancias para la caracterización del lenguaje que se desprenden de nuestra perspectiva, así como valorar el aporte de los sistemas dinámicos al estudio de la cognición humana y su evolución.

PARADIGMAS IMPERANTES EN LA CIENCIA COGNITIVA

1.1 La ciencia cognitiva tradicional y sus alternativas

La ciencia cognitiva corresponde al estudio científico multidisciplinario de la mente o cognición humana, examinando lo que ella es, qué hace y cómo funciona (Bechtel y Graham, 1998). Entre las disciplinas que la componen se encuentran la neurociencia, la psicología cognitiva, la inteligencia artificial, la epistemología, la antropología y la lingüística. Dado su reciente comienzo (que data desde los años sesenta aproximadamente) y el conjunto de disciplinas que confluyen en ella, la ciencia cognitiva no ha logrado establecerse como una disciplina unitaria y madura, contando con diversas visiones respecto a la mente, las cuales pueden agruparse en tres perspectivas: computacional, conexionista y dinámica. A continuación haremos una breve descripción de cada una de ellas, con especial énfasis en las dos últimas, ya que ellas corresponden a la orientación que daremos en esta tesis al estudio del lenguaje y su evolución.

1.2 Perspectiva computacional

Éste constituye el paradigma tradicional de la ciencia cognitiva desde sus inicios en los años sesenta, y continúa siendo dominante dentro del campo, especialmente en Norteamérica. Esta visión considera que la mente tiene una estructura lógica similar a un ordenador, y por lo tanto opera mediante la manipulación de símbolos o representaciones mentales de acuerdo con ciertas reglas (Stillings y cols, 1987) (Figura 1b). Como la cognición poseería una organización similar al lenguaje, se supone la existencia de un “lenguaje del pensamiento”, el cual consiste en un sistema innato de símbolos estructurados sintácticamente, que son procesados como entidades físicas que pueden significar (representar) cualquier cosa, sin alterar las operaciones sintácticas de que son objeto. Además, la visión computacional supone que la mente tiene una arquitectura diferenciada en subsistemas o módulos, informáticamente encapsulados, particularmente con relación a los sistemas sensoriales y el lenguaje (Fodor, 1983), aunque algunos autores extienden esta visión al resto de la cognición (Pinker, 1997).

1.3 El conexionismo

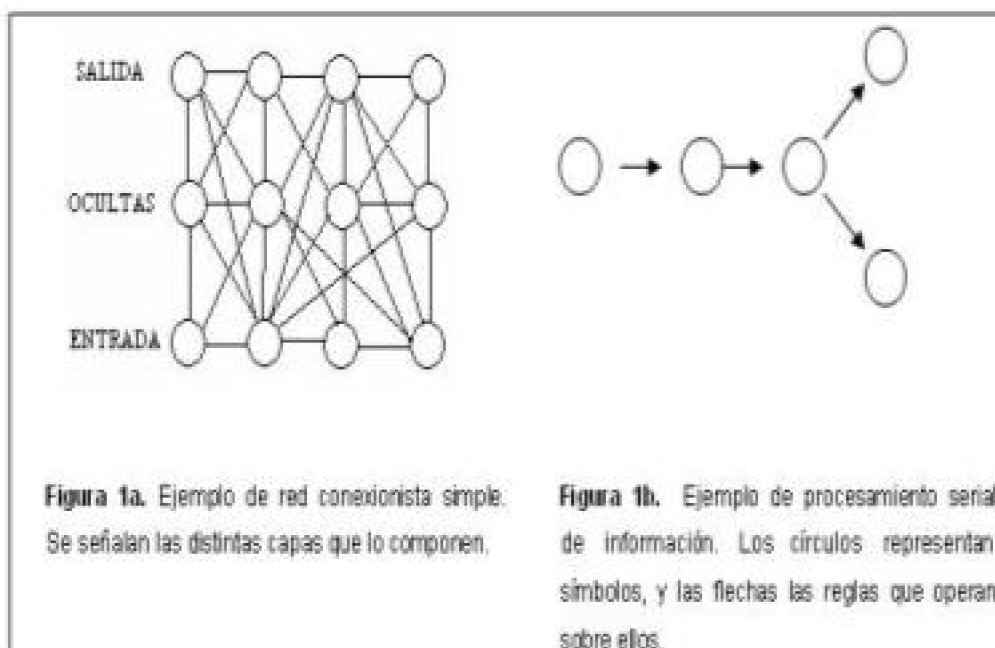
A mediados de los años 80 surge un modelo cognitivo alternativo al computacional clásico denominado conexionismo. Éste se denomina también redes neurales, ya que consiste en una red de unidades similares a neuronas, conectadas entre sí de manera análoga a como lo hacen los axones y las dendritas en el cerebro. Cada unidad recibe una “entrada” (que puede ser excitatoria o inhibitoria) desde otras unidades, respondiendo de acuerdo con una función de activación simple, excitando o inhibiendo las otras unidades a las que está conectada. Estas redes se distribuyen básicamente en tres capas, compuestas por unidades de “entrada”, unidades “intermedias” u “ocultas” y unidades de “salida” (Figura 1a). A diferencia de la perspectiva computacional, en estos modelos el procesamiento y el conocimiento se encuentran ampliamente distribuidos en el sistema. Si intentamos explicarlos en términos computacionales, los símbolos o representaciones corresponden a patrones de activación entre la extensa red de unidades que componen al sistema, mientras que las reglas adquieren la forma de reglas de tránsito de activaciones, de carácter estadístico. De este modo, es posible conservar un lenguaje representacional en estos modelos, y puede también visualizarse al conexionismo como un enfoque mediador entre el nivel descriptivo simbólico y el cerebral, describable como un nivel subsimbólico (Smolensky, 1989).

Sin embargo, la perspectiva conexionista puede también plantear una alternativa radical a los modelos cognitivos seriales (de la perspectiva computacional). Así, en lugar de recurrir a módulos y procesos seriales para explicar las operaciones mentales, emplea ecuaciones que capturan el comportamiento de la totalidad del sistema, en el contexto de

operaciones matemáticas propias de los sistemas dinámicos (Ramsey, 1999). El carácter dinámico de las redes conexionistas se hace más patente aun cuando éstas involucran al tiempo en su procesamiento, por lo que este tipo de modelos será descrito dentro de la perspectiva dinámica de la cognición contenida en la siguiente sección.

Dentro de las ventajas que poseen los sistemas conexionistas, está que su arquitectura y funcionamiento se asemeja al del cerebro, hecho que les ha permitido trabajar junto con la neurociencia con un grado de integración antes impensado (Varela, 1990). Ejemplos de esta semejanza son el procesamiento paralelo, la velocidad de sus componentes, la información distribuida en las conexiones (no hay unidades de almacenaje de información separadas del sistema) y la degradación grácil (Rumelhart, 1989). La degradación grácil se refiere a la capacidad de estos sistemas de seguir funcionando pese al daño de parte de sus unidades, produciéndose degradación, pero no pérdida de la información almacenada, de manera similar a lo que acontece en casos de daño cerebral.

Estas características, junto con la capacidad para desarrollar tareas para las cuales los modelos computacionales son ineficientes (como tareas relacionadas con aprendizaje, memoria y procesamiento del lenguaje), hacen de las redes coneccionistas una aproximación psicológicamente real a la cognición, hecho que se hace más patente al contextualizarlos dentro de la perspectiva dinámica que veremos a continuación.

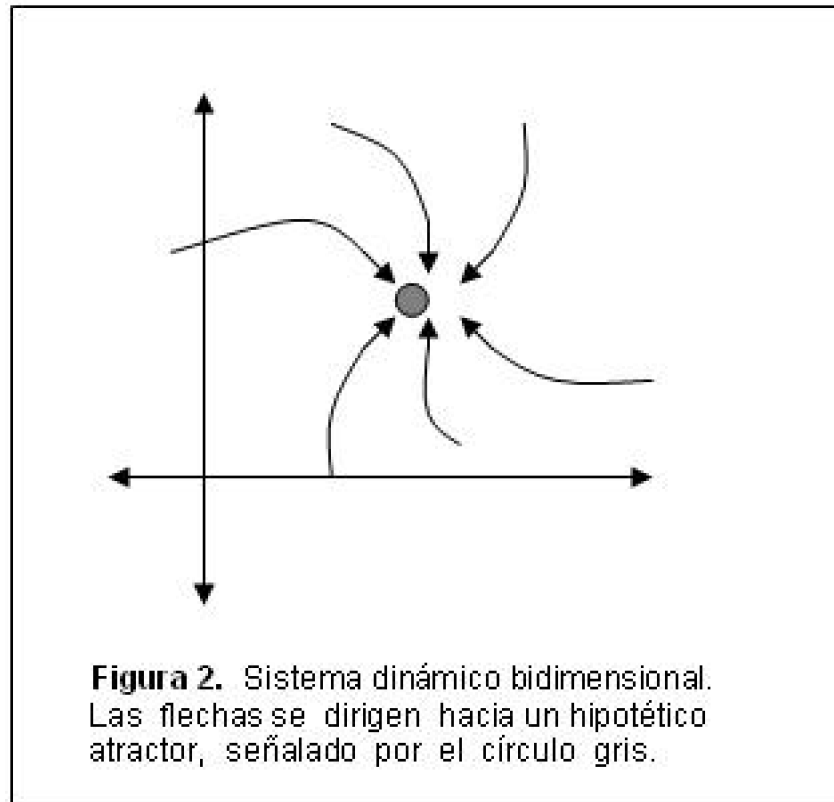


1.4 Perspectiva dinámica de la cognición

Esta perspectiva propone que la cognición puede ser mejor comprendida como parte de la conducta de un sistema dinámico. Así como el conexionismo, los modelos dinámicos

surgen como una alternativa a los modelos computacionales, debido a las limitaciones que éstos presentan para desarrollar tareas aparentemente sencillas (como p. ej. relacionadas con percepción y lenguaje), lo lejano que se sitúan de la realidad biológica y su incapacidad para responder a contextos psicológicamente reales, caracterizados por la acción de múltiples variables en tiempo real. Un sistema dinámico, a diferencia uno computacional digital, no posee módulos o elementos discretos sobre los cuales establecer secuencias o ciclos, sino un completo acoplamiento entre sus partes y el medio ambiente, mientras que su conducta resulta del accionar global del sistema y sus estados internos varían continuamente en el tiempo (van Gelder, 1996). Esta conducta suele describirse como “emergente”, entendiéndose como emergente el surgimiento de propiedades y relaciones que no son reductibles ni explicables a partir de la acción de componentes aislados del sistema, sino que resultan de su interacción global.

Los sistemas dinámicos contienen variables continuas y evolutivas, procesadas de manera paralela, que incorporan al tiempo como variable interna del sistema, siendo necesario el uso de cálculo y ecuaciones diferenciales para su modelamiento. En términos simples, un sistema dinámico puede entenderse como un objeto matemático que describe inambiguamente cómo el estado de un sistema evoluciona a lo largo del tiempo (Beer, 2000). Este sistema puede corresponder a diversos objetos de interés cuyas partes cambian en el tiempo, de manera que muchos fenómenos pueden ser descritos en términos dinámicos, como por ejemplo la actividad motora de la marcha o el funcionamiento del aparato vocal humano. Un ejemplo simple de un sistema dinámico corresponde a una representación bidimensional, donde cada uno de los ejes indica el estado de una de las partes del sistema, descrita en términos numéricos. Si se caracterizan formalmente los cambios del sistema en el tiempo, es necesario utilizar ecuaciones diferenciales, las que describen cómo las partes del sistema evolucionan relacionadas unas con otras. Si observamos el “estado espacial” del sistema en un tiempo t , podemos observar que éste describe una trayectoria. Esta trayectoria, bajo condiciones normales, tenderá a moverse en una dirección definida como un “atractor”, el cual constituye un concepto útil para captar las regularidades que emergen del sistema, así como predecir el comportamiento que tendrá en los tiempos sucesivos (Figura 2).

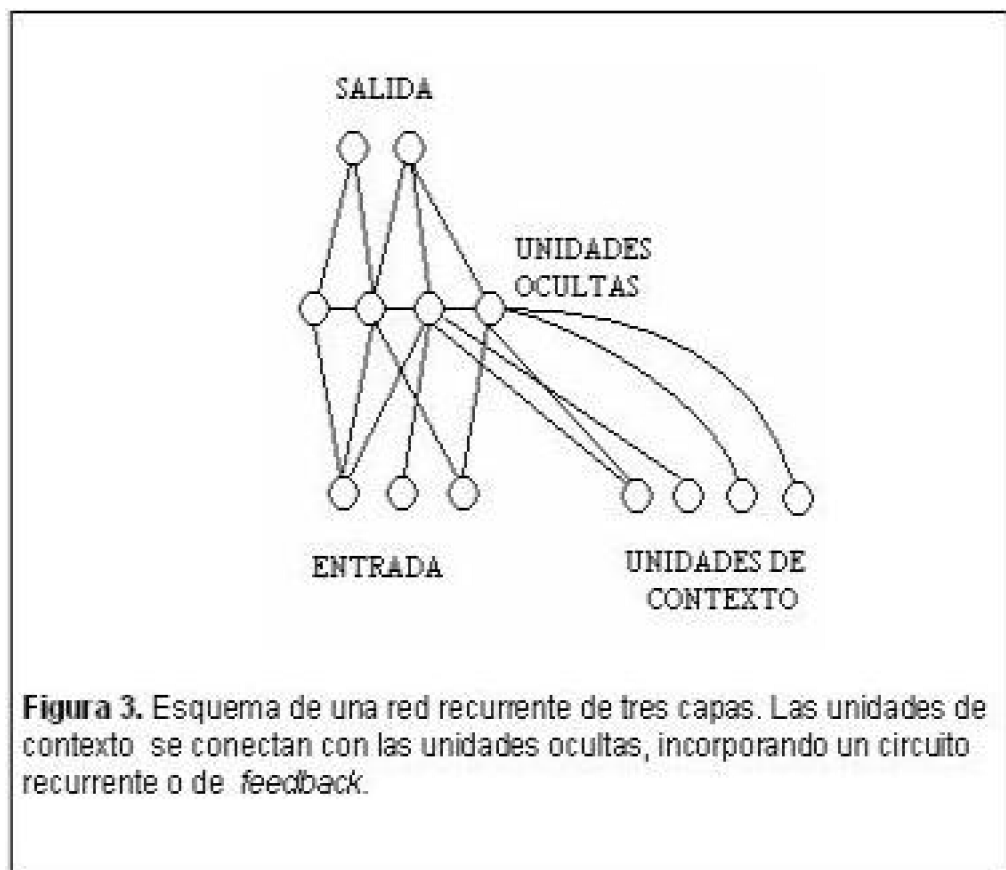


Un ejemplo de aplicación de esta perspectiva a las ciencias cognitivas corresponde a la realización de modelos dinámicos de procesos de aprendizaje y desarrollo cognitivo, los cuales permiten visualizar los patrones generales que siguen estos procesos. Como señala van Geert (1994), los rasgos cognitivos son fluctuantes, multidimensionales, inconsistentes a través de tiempo y contexto, y suelen evolucionar de modo no lineal o estocástico (con incremento irregular entre variables), todos ellos aspectos que hacen conveniente el que sean modelados dinámicamente. Mientras las teorías psicológicas tradicionales intentan encontrar mecanismos proximales responsables de cambios aislados, los modelos dinámicos permiten capturar las leyes y formas de cambio en el tiempo que experimenta la globalidad del proceso, de un modo más ajustado a la realidad y sin caer en un excesivo reduccionismo.

Otro caso de modelos dinámicos aplicados a la cognición son los modelos conexionistas situados en tiempo real, los cuales constituyen un campo experimental particularmente relevante para el estudio de procesos cognitivos relacionados con la adquisición del lenguaje (MacWhinney y cols, 1989; Elman, 1995). Recordemos que, de manera similar al cerebro, un sistema conexionista consiste en un conjunto de unidades simples que se encuentran extensamente conectadas en paralelo unas con otras, entre las que se distinguen tres niveles: unidades de entrada, unidades ocultas y unidades de salida. Las conexiones tienen un grado de actividad variable a lo largo del tiempo, y dependiente del estado de conectividad inicial del sistema y de la activación de las unidades de entrada durante su historia. Las unidades de salida conforman la "conducta" del sistema, la cual puede ser modulada mediante la modificación de los patrones de activación de las unidades de entrada, proceso que "refuerza" o "debilita" las conexiones

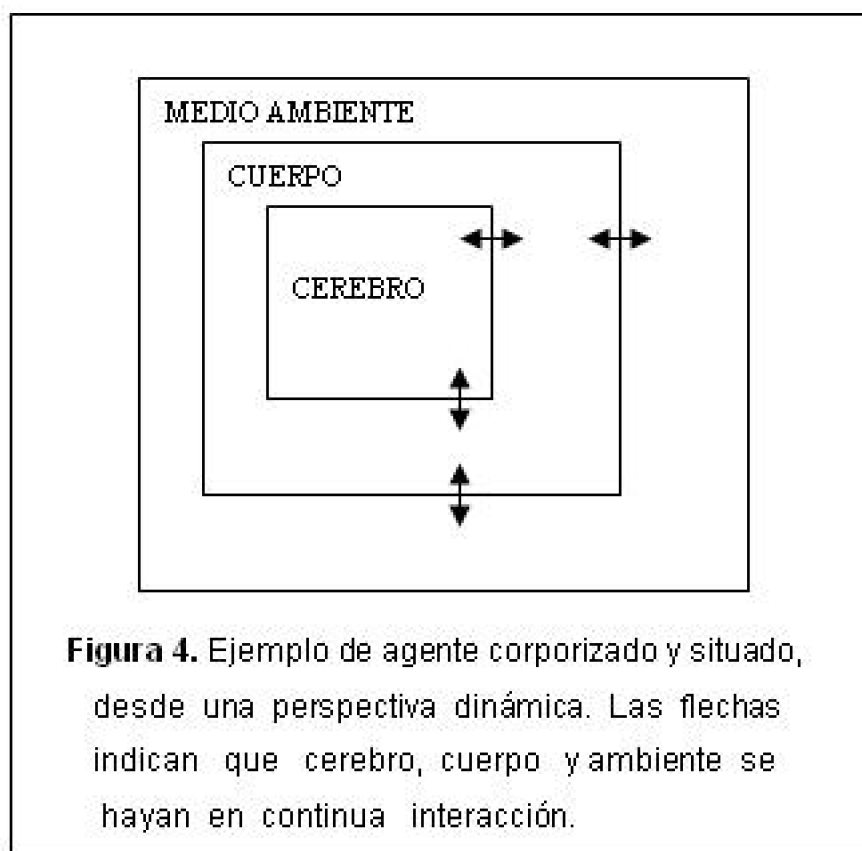
dentro del sistema, especialmente en las unidades ocultas, modificando así el estado global de activación de la red. Estos cambios permiten que los patrones de salida se adapten o adecuen progresivamente con los de entrada, en un proceso análogo al entrenamiento y el aprendizaje.

Los modelos conexionistas situados en tiempo real poseen circuitos de *feedback* o redes recurrentes, las cuales reentran valores de activación previos a las unidades ocultas en diferentes estadios de procesamiento, funcionando como un sistema de memoria de corto plazo que permite a la red contar con información respecto de los estados de activación anteriores de las unidades ocultas (ver Figura 3). Estas redes recurrentes simples permiten al sistema relacionar información extendida en el tiempo (pasada y presente), dotándolo de propiedades dinámicas, y mejorando además su desempeño en tareas de aprendizaje y predicción de secuencias (Elman, 1995; Clark, 2001).



La perspectiva dinámica se encuentra también estrechamente relacionada con la naturaleza corporizada y situada de la cognición. La “corporización” se refiere a que la dimensión material de los agentes tiene relevancia teórica y pragmática para explicar la cognición, mientras que la cognición se haya “situada” en tanto su actividad se relaciona estrechamente con su medio ambiente, encontrándose sistema nervioso, cuerpo y medio ambiente en continuo cambio e influencia recíproca (Smith, 1999). Estas relaciones se ilustran en la Figura 4. El acoplamiento entre las partes del sistema y su medio ambiente, hace que desde la perspectiva dinámica “una precisa distinción entre el sistema cognitivo

y su medio ambiente sea muy difícil –en otras palabras, los límites del sistema son oscuros” (Eliasmith, 1989).



De este modo, lo que conocemos por cognición correspondería a la descripción de las regularidades emergentes del acoplamiento estructural del sistema, o dicho en palabras de Varela y cols. (1997), su “enacción”. Un aspecto interesante de este enfoque es que esta codeterminación entre organismo y medio ambiente se extiende también hacia su historia evolutiva, de manera que “las regularidades ambientales son resultado de una historia conjunta, una congruencia que nace de una larga historia de codeterminación” (op. cit. p. 97). La relevancia de este punto para efectos de esta tesis está en que, si consideramos al lenguaje como un producto emergente de nuestra cognición, la historia evolutiva nos da las claves para comprender su origen, a la vez que nos obliga a estudiarlo junto con la interacción dinámica y corporizada que tuvo con su ambiente a lo largo de la filogenia. Volveremos sobre este punto en las secciones siguientes, al fundamentar mejor al lenguaje y la evolución desde una perspectiva dinámica.

LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

2.1 Darwinismo y psicología evolucionaria

Por evolución se entiende el desarrollo y cambio gradual de los organismos a través de generaciones, desde algunas formas primitivas a otras completamente diferentes, hecho que se considera empíricamente probado y fuera de toda controversia (Ruse, 1986). Mientras tanto, la teoría de la evolución, que intenta explicar los mecanismos y procesos que en ella intervienen, genera actualmente discrepancias y no existe consenso respecto a qué mecanismos son los más importantes y cómo éstos se combinan.

Darwin (1859) propuso que el mecanismo principal que explica la evolución de las especies es la selección natural. Ésta consiste en un proceso gradual y acumulativo de descendencia con modificaciones, durante el cual sólo los más aptos logran adaptarse a su medio ambiente, y por lo tanto sobrevivir y reproducirse, transmitiendo sus rasgos a su progenie y así aumentando la frecuencia de éstos en la población. Este proceso genera poblaciones divergentes más adaptadas a sus entornos locales, explicando así la aparición de nuevos rasgos y especies distintas. En la década de 1930 las ideas darwinianas, junto a los avances en genética celular y de población, dan lugar a la llamada "síntesis moderna" o neodarwinismo, programa que representa el pensamiento ortodoxo respecto a la teoría de la evolución dentro de la ciencia cognitiva.

En el marco de la ciencia cognitiva tradicional, el neodarwinismo encuentra su máxima expresión en la psicología evolucionaria, perspectiva que afirma que las facultades mentales son producto de adaptaciones mediadas por selección natural (Cosmides y Tooby, 1994). Como se asume que la cognición se compone de módulos funcionalmente especializados, este diseño complejo no podría explicarse a través de mutaciones azarosas, sino por procesos de selección natural. Como señala Pinker (1997):

La mente es lo que el cerebro hace; específicamente, el cerebro procesa información, y pensar es una clase de computación. La mente está organizada en módulos u órganos mentales, cada uno con un diseño especializado que lo hace ser un experto en una arena de interacción con el mundo. La lógica básica de los módulos es especificada por nuestro programa genético. Su operación fue modelada por selección natural para resolver los problemas de la vida cazadora y recolectora llevada por nuestros ancestros en la mayor parte de nuestra historia evolutiva. (p.21).

En términos generales, la psicología evolucionaria supone que la cognición se puede dividir en rasgos cognitivos, los cuales se especifican en unidades hereditarias, los genes, y obedecen a una historia adaptativa específica para cada uno de ellos. Estos rasgos se consideran el resultado de un diseño óptimo elaborado por selección natural para satisfacer la función que desempeñan.

2.2 Alternativas al programa adaptacionista

La visión adaptacionista del neodarwinismo ha sido criticada por Gould y Lewontin (1979), quienes afirman que los organismos no deben ser analizados como partes aisladas, sino como unidades integradas que se constriñen mutuamente, y por lo tanto determinan de manera conjunta su evolución; en otras palabras, la propia organización interna de los organismos delimita su accionar. Asimismo, enfoques críticos respecto a que las unidades de selección sean rasgos aislados, han debatido si la selección natural acontece a nivel de genes, organismos completos o incluso grupos (Sterelny, 1999). En tanto, si bien la selección natural sigue siendo un mecanismo importante, tiene problemas para explicar hechos como el origen y la estabilidad de las bacterias, la formación de las células eucariotas y su posterior expansión a organismos pluricelulares, o la falta de registro fósil de especies intermedias, entre otros (Sampedro, 2002). De este modo, se sigue que la selección natural resulta insuficiente por sí sola para explicar el cambio, siendo necesaria la consideración de otros mecanismos y conceptos, especialmente en el contexto de la cognición humana. A continuación se exponen algunos de los más importantes:

- Deriva genética y flujo genético: corresponden a cambios significativos en la distribución genética de una población debido a factores no adaptativos. La deriva genética (*genetic drift*) se refiere al cambio genético azaroso que se observa en poblaciones a lo largo del tiempo, cambio que puede dar lugar a mutaciones

significativas, especialmente si acontece en poblaciones pequeñas y sobre genes ligados o con efectos epigenéticos amplios. Esto puede producir drásticas discontinuidades en los cambios de las especies a través del tiempo, efecto conocido como “equilibrio puntuado” (Gould y Eldredge, 1977), el cual se opone al gradualismo evolutivo propio de la selección natural. En el caso del flujo genético, la distribución genética es modificada producto de migraciones hacia o desde una población. En etapas tempranas del *Homo sapiens*, cuando conformaban poblaciones de pequeño tamaño y se producían sucesivas migraciones desde África, estos mecanismos pueden haber sido particularmente relevantes para la evolución de capacidades cognitivas como el lenguaje.

- Preadaptaciones: consisten en rasgos previamente existentes que pasan a cumplir un rol adaptativo distinto del correspondiente a su origen evolutivo (Hurford, 2003). Este hecho acontece con frecuencia a lo largo de la evolución, dado que la selección natural no opera como un ingeniero que parte de cero y construye de acuerdo a un plan, sino que emplea todos los materiales que tiene disponibles y se adecua a las posibilidades que éstos le dan. El término preadaptación se utiliza con respecto a la función actual de determinado rasgo, sin señalar si en su origen esta preadaptación fue selectivamente neutral o si cumplió otra función adaptativa. Las preadaptaciones son utilizadas por la selección natural para generar adaptaciones, las cuales pueden tener diferentes nombres de acuerdo al tipo de preadaptaciones que las originan. A continuación se enumeran dos de ellas: las exaptaciones y las enjutas.
- Exaptaciones: se refieren a rasgos que cumplen una función adaptativa en la actualidad, pero que fueron originados por selección natural para una función distinta (Gould, 1991). Un ejemplo de exaptación son las plumas de las alas de las aves, las cuales evolucionaron originalmente para la termorregulación, no obstante en la actualidad son utilizadas como parte de las alas para volar. Esta nueva función es producto de sucesivas adaptaciones para facilitar el vuelo (p.ej. la forma aerodinámica), que mediante selección natural modificaron la función original. De acuerdo al sentido original de exaptación dado por Gould, éste no debería emplearse para hablar de rasgos preexistentes que prestan nuevos usos que no son explicables por una adaptación biológica, como p. ej. el empleo de la mano para tocar piano (Buss y cols, 1998). En estos casos, dado que su origen causal no está en mecanismos de selección natural, resulta más adecuado calificarlos de epifenómenos o subproductos del desarrollo, que serán explicados más adelante.
- Enjutas: las enjutas se refieren a subproductos del desarrollo evolutivo de otros rasgos. El término “enjuta” corresponde al espacio triangular entre dos arcos de una bóveda, que en algunas catedrales han sido pintados y cumplen una función ornamental, pese a que no fueron planificados y sólo corresponden a un necesario subproducto arquitectónico. Por ello, el término suele ser usado como analogía para los subproductos de la evolución que luego son utilizados para el diseño de algún rasgo adaptativo. Como señalan Gould y Lewontin, (1979), en las enjutas ocurre “adaptación y selección, pero la adaptación es una utilización secundaria de partes presentes por razones de arquitectura, desarrollo o historia” (p. 20). Para Gould (1991), éste podría ser el caso del lenguaje o la religión, los cuales resultarían del

uso de enjutas derivadas del crecimiento y desarrollo cerebral. Sin embargo, y como señalan Buss y cols (1998), Gould en otras ocasiones (como en Gould 1991) ha señalado que las enjutas no serían adaptaciones, sino subproductos del desarrollo cooptados para una función determinada. No obstante lo anterior, en la presente tesis emplearemos el término enjuta con la primera acepción (como adaptaciones), que parece ser la más fidedigna al original, y denominaremos a la segunda subproductos del desarrollo, los cuales serán vistos a continuación.

- Subproductos del desarrollo: se refieren a cambios producidos durante la filogenia (historia evolutiva de la especie) y/o la ontogenia (historia vital de un organismo), que emergen de la complejidad y autoorganización de los organismos y que pueden ser funcionalmente útiles o no prestar ninguna utilidad, no constituyendo adaptaciones en sí mismos. Algunos autores distinguen dos orígenes para estos cambios (Buss y cols, 1998): (a) subproductos incidentales de otras adaptaciones, o (b) producto de mutaciones u otros procesos no relacionados con ninguna adaptación, denominados “ruido” o efectos aleatorios. Lo que distingue a esta clase de rasgos de las adaptaciones y las enjutas, es que a diferencia de ellas no han sido transformados por selección natural para su función actual, y por tanto no corresponderían a preadaptaciones. Es importante aclarar que estos subproductos no son necesariamente simples residuos inútiles de otros procesos, ya que a través de capacidades de autoorganización y autorregulación de los organismos estos pueden alcanzar gran complejidad. De esta manera, durante el desarrollo embrionario y la ontogenia el material genético puede tener una expresividad variable, pudiendo “enmascarar” ciertos genes no expresándolos, mientras que, por el contrario, ciertos genes pueden “desenmascarse” ante ciertas condiciones ambientales, manifestándose genes que pudieron haber mutado ancestralmente, pero permanecían inactivos o desempeñando funciones distintas (Deacon, 1997, 2003a). Un ejemplo de estos procesos puede ser la desdiferenciación de ciertos rasgos conductuales en animales nacidos y desarrollados en cautiverio comparados con los que permanecen en estado salvaje, o la repercusión que tienen en el ser humano defectos placentarios o en la lactancia materna. El origen de estos subproductos o epifenómenos no es bien conocido, y puede ser analogado con fenómenos emergentes de los sistemas dinámicos, en tanto surgen de procesos no lineales ni de simple causalidad, a través de la autoorganización de sistemas complejos con su medio ambiente.
- Efecto Baldwin: este mecanismo evolutivo, definido por James Baldwin (1896), consiste en que habilidades inicialmente aprendidas pueden ser reemplazadas mediante la evolución por predisposiciones conductuales genéticamente determinadas. A diferencia de la tesis evolutiva de Lamarck, donde los caracteres adquiridos son traspasados directamente al genotipo, en la evolución baldwiniana se producirá una progresiva asimilación genética de estos caracteres a través del efecto que éstos ejercen sobre la selección natural, sin contradecir al darwinismo, sino agregando “un nuevo factor en la evolución” (op. cit.). Es decir, las conductas adquiridas que sean adaptativas favorecerán la selección de aquellos genotipos más compatibles con el aprendizaje de estas conductas, de modo que a lo largo de

generaciones éstas serán genéticamente asimiladas. El efecto Baldwin resulta particularmente explicativo para ciertas conductas complejas e innatas que cuesta explicar por medio de la selección natural normal. Un ejemplo está en el pájaro carpintero de las islas Galápagos, quien usa ramitas o espinas de cactus para buscar larvas en las ramas de los árboles. Este es un comportamiento ampliamente innato, que involucra numerosas disposiciones conductuales (buscar herramientas, ajustarlas si es necesario, tomarlas con el pico, etc.), ninguna de las cuales podría ser útil por sí sola. Dado que una conducta así involucra la acción de varios genes independientes, cuesta visualizar cómo la conducta global pudo haber sido seleccionada, ya que sólo parte de ella no tendría valor adaptativo. Por lo tanto, resulta ampliamente improbable que esta compleja combinación de genes pudiera haber sido dispuesta por el simple curso azaroso de la selección natural. Sin embargo, la evolución baldwiniana otorga una solución. Si sólo un grupo de individuos pudo ocasionalmente aprender esta conducta a través de mecanismos de inteligencia general, luego el efecto Baldwin explica cómo esta conducta se hizo gradualmente innata (Papineau, 2005). Dado que el lenguaje corresponde a una conducta compleja cuyo origen tiene un sustrato genético importante, el efecto Baldwin ha sido señalado por diversos autores como responsable de su evolución. No obstante, estas propuestas tienen su origen en escenarios evolutivos disímiles, desde escenarios formalistas (Pinker y Bloom, 1990) hasta otros más cercanos a la lingüística cognitiva (Deacon, 1997). Una de las principales ventajas del efecto Baldwin, en particular con relación a nuestra tesis, es que incorpora a los organismos dentro de la dinámica evolutiva, en tanto dejan de ser pasivos reactantes al medio ambiente para ser activos manipuladores de su ambiente y su propia evolución. Además nos permite comprender el importante rol que juega el aprendizaje en la adaptabilidad de los organismos a su medio ambiente. En las siguientes secciones discutiremos más estos puntos, junto con exponer el aporte de la robótica evolutiva para la fundamentación del efecto Baldwin y para una perspectiva dinámica de la evolución en general.

2.3 Robótica evolutiva y cognición corporizada

La Inteligencia Artificial constituye un programa de investigación dentro de la ciencia cognitiva que ha explorado empíricamente diseño de robots capaces de tener comportamiento inteligente. Como señala Rodney Brooks (1986), los modelos computacionales clásicos, si bien eficientes para realizar tareas específicas, son incapaces de dar cuenta de aspectos más elementales de la cognición de los seres vivientes, como la capacidad de contender apropiadamente y a tiempo con un medio ambiente dinámico, o poseer robustez en su conformación interna y adaptabilidad a su medio ambiente. En esta línea, Brooks ha desarrollado robots caracterizados por una arquitectura de subsunción¹, la cual se descompone en niveles paralelos y simples de actividad, cada uno con tareas determinadas, coordinados entre sí de manera implícita

por niveles más altos de control, que asumen los propósitos últimos del agente sin requerir de representaciones, metas explícitas o un procesador central. Este tipo de arquitectura visualiza al sistema como una totalidad integrada y cuyas estructuras ejecutan acciones según su interacción con el medio que lo rodea, por lo que puede comprenderse dentro de una visión corporizada y dinámica de la cognición. Esto nos distancia de la perspectiva computacional, al no requerir de representaciones o de un procesador central para dar cuenta del accionar de los agentes. Más aun, un modelo computacional clásico, compuesto por un procesador central portador de un repertorio de reglas y configuraciones del sistema, resulta altamente complejo, de arquitectura parsimoniosa y poco adaptable a los cambios. Como plantea Clark (1997), a diferencia del “montaje duro” (*hard assembly*) de los modelos computacionales, un modelo como el propuesto por Brooks se caracteriza por tener un “montaje blando” (*soft assembly*). Esta clase de modelos no está comandado por un detallado conjunto de reglas específicas, sino que a partir de un sistema de interacciones simples con su medio genera soluciones y compensa los cambios ambientales. El montaje blando, “además de componentes múltiples y largamente independientes, conlleva a una mezcla característica de robustez y variabilidad. Las soluciones que emergen son dispuestas para las idiosincrasias del contexto, en tanto satisfacen alguna meta general” (p. 44).

Otro ejemplo de los conveniente que resulta experimentar con sistemas simples pero dinámicamente acoplados a su medio ambiente son las redes neurales recurrentes (ver sección 2.3). Además de poseer una arquitectura simple, biológicamente real y ser capaces de aprender y adaptarse plásticamente a las contingencias ambientales en tiempo real, estos modelos permiten implementar algoritmos genéticos que simulan procesos evolutivos. Esta simulación se lleva a cabo a partir de un conjunto de individuos dispuestos en un medio ambiente determinado, para llevar a cabo actividades que con el tiempo permiten medir la adaptabilidad de cada individuo a este medio. La configuración inicial (la conectividad de las redes) de los individuos es aleatoria, siendo luego seleccionada y replicada la de los más exitosos, incluyéndose en algunos casos pequeños cambios aleatorios (mutaciones), remedando los procesos de reproducción sexuada. A través de múltiples generaciones, es posible observar un progresivo incremento en la adaptabilidad de los individuos, por lo que los algoritmos genéticos constituyen una manera útil de diseñar redes neurales que se desempeñen adecuadamente en determinados contextos (Clark, 1997).

Un ejemplo de esta clase de experimentos son los de Randall Beer (1996), llevados a cabo con agentes controlados por redes neurales, dotados de rayos sensibles a objetos (similares a un ojo), dos motores y una extensión (similar a un brazo) capaz de moverse y manipular objetos. Estos agentes fueron expuestos a diferentes ambientes donde podían navegar y enfrentarse a diversos objetos, para luego ser seleccionados de acuerdo a sus capacidades de discriminación y orientación respecto a los objetos. De esta manera, siguiendo algoritmos genéticos, fue simulada la evolución de estos agentes. Un primer aspecto interesante de estos experimentos es que a algunas redes neurales se le incorporaron circuitos de reentrada, otorgándoles propiedades dinámicas al permitir que el comportamiento dependiera no sólo de sus circunstancias inmediatas, sino de la

¹ Traducción de la palabra inglesa *subsumption*.

historia de sus interacciones con el medio ambiente. Estas redes dotadas de propiedades dinámicas obtuvieron significativas ventajas sobre las demás, como por ejemplo el relacionarse con objetos que momentáneamente habían desaparecido de su vista. Por último, al final de los algoritmos evolutivos se obtuvieron agentes capaces de navegar eficientemente discriminando objetos y manipulándolos.

Estos experimentos son un buen ejemplo de cómo estos sistemas no precisan de computaciones para funcionar, y de la ventaja de emplear agentes dotados de propiedades dinámicas y acoplados con su cuerpo y medio ambiente. Asimismo, la evolución de estos agentes acontece de modo dinámico y multidimensional, resultando de ella soluciones ecológicamente realistas que pueden no resultar obvias a primera vista. Ejemplo de ello puede apreciarse en un robot de Beer y Gallagher (1992) controlado por redes neurales recurrentes, diseñado para caminar como un insecto. Para ello, fue dotado de seis patas, cada una de las cuales incluía un sensor de posición conectado a cinco neuronas motoras, responsables de la locomoción del robot. Tras ser sometido un conjunto de ellos a algoritmos genéticos, lograron evolucionar controladores neurales capaces de una locomoción estable y robusta. Notemos que nuevamente no fue necesario precisar el programa motor del agente, sino que sólo medir el desempeño emergente del funcionamiento global de cada robot, generando así las presiones selectivas para que evolucionaran robots más eficientes. Un aspecto interesante de esta investigación fue que se realizaron procesos evolutivos bajo diferentes configuraciones de los robots, obteniéndose así distintas estrategias evolutivas tendientes a sacar el máximo provecho a las nuevas condiciones ambientales. Así, por ejemplo, al configurar el sensor de modo que su activación fuera intermitente, se obtuvieron robots que sacaban provecho de los sensores cuando estaban disponibles, pero que además creaban mecanismos compensatorios para cuando éstos se inactivaban, modulando la actividad motora global del robot.

Como podemos apreciar, los algoritmos genéticos demuestran cómo las mejores soluciones adaptativas se encuentran corporizadas y en función de explotar al máximo las condiciones medio ambientales. De esta manera, los procesos evolutivos en condiciones reales no siguen un curso simple, unidimensional y descomponible en módulos como puede parecer a primera vista, sino que emergen de un proceso dinámico multidimensional.

Una de las explicaciones del éxito de los algoritmos genéticos llevados a cabo con redes neurales, es que éstas, al igual que la mayor parte de los organismos vivos, son capaces de aprender. Por una parte, el aprendizaje puede ser visto como una poderosa herramienta adaptativa, ya que permite responder a aspectos variables e imprevisibles del medio ambiente, a diferencia del rígido repertorio de conductas determinadas genéticamente (Hinton y Nowlan, 1987). Además, otro motivo que respalda lo ventajoso del aprendizaje consiste en que éste puede incrementar la eficiencia de la evolución, por medio del efecto Baldwin que vimos en la sección anterior. Este efecto ha sido estudiado en el campo de la inteligencia artificial a través de simulaciones computacionales, donde se encuentra bien determinado (Santos, 2005). Un experimento pionero en este ámbito es el de Hinton y Nowlan (1987), quienes utilizaron un algoritmo genético para evolucionar redes neurales cuyas conexiones son especificadas por un genotipo de 20

genes. Estos genes pueden tener forma de 0, 1 ó ?, correspondiendo 1 a una conexión presente, 0 a una ausente y ? a una conexión que puede estar alternativamente presente o ausente. El resto del experimento es bastante simple. Se asume una determinada combinación de genes (y conexiones) como la única solución óptima, siendo todas las restantes posibilidades de menor calidad. Mientras tanto, el mecanismo de aprendizaje consiste en cambios aleatorios en el valor de los genes ?, el cual se detiene cuando se alcanza la configuración óptima ya señalada. De esta manera, los agentes que poseen un mayor número de genes fijos (0 y 1) coincidentes con esta configuración óptima serán más rápidos en encontrar la solución a través de los cambios aleatorios de los genes ?. Luego, se aplican algoritmos genéticos donde son seleccionados los individuos que “aprenden” la solución óptima con mayor rapidez, y de esta manera las generaciones siguientes evolucionan con una mayor cantidad de genes fijos en la posición correcta, hasta alcanzar un alto número de conexiones correctas. Notemos que los agentes seleccionados tras cada búsqueda sólo transmiten su configuración genética inicial, correspondiente a sus genes fijos, ya que si transmitiesen su configuración final (aprendida) sería un caso de evolución lamarckiana. Por otra parte, cuando el experimento se efectuó con agentes sin aprendizaje (es decir, sin genes ? y sólo con genes fijos 1 y 0), nunca fueron capaces de alcanzar la configuración correcta. De esta manera, el trabajo de Hinton y Nowlan demuestra elegantemente la importancia del efecto Baldwin para guiar y hacer más eficiente la evolución. Siguiendo la metáfora de los autores, la búsqueda evolutiva realizada a través de pura y azarosa selección natural, sería como buscar una aguja en un pajar. Mientras que a través del efecto Baldwin, esta búsqueda equivaldría al caso de que alguien nos indicara cuándo nos aproximamos o alejamos de la aguja (sin la necesidad de que nos diga explícitamente la respuesta, ya que en ese caso sería lamarckismo).

2.4 La evolución como un proceso dinámico

Como hemos visto en las secciones anteriores, existen múltiples mecanismos que complementan a la selección natural como responsables del cambio en los organismos. Estos mecanismos por lo general dan cuenta de la complejidad de los organismos y de su estrecha relación con su medio ambiente. Como señalan Varela y cols (1997), resulta más adecuado estudiar la evolución a través de un marco teórico que enfatice los organismos y las sociedades como totalidades integrales, y no como conjuntos de rasgos. Mientras la psicología evolucionaria asume una óptica objetivista, donde el organismo pasivamente desarrolla rasgos diseñados para una adecuación óptima a su medio ambiente, en un enfoque dinámico de este proceso (o postdarwiniano) existe una codeterminación entre factores causales internos y externos del organismo, de cuya autoorganización emergen cambios que permiten una solución satisfactoria –y no necesariamente óptima- para esta relación de acoplamiento entre organismo y ambiente. El camino evolutivo que seguirá una población no sigue, entonces, un curso lineal ni monocausal, sino que se enmarca dentro de un conjunto de trayectorias viables determinadas por múltiples factores tanto internos como externos al organismo.

Por otra parte, tanto las redes neurales como los algoritmos genéticos pueden considerarse como aplicaciones de la teoría de los sistemas dinámicos (Parisi y cols., 1992), de modo que permiten fundamentar aun más la necesidad de visualizar a los organismos y su evolución como procesos en que la cognición se haya corporizada y situada, y donde el medio ambiente juega un rol determinante. Asimismo, bajo condiciones ecológicamente reales, la evolución pasa a ser un proceso inherentemente dinámico. Los organismos dejan de ser vistos como entidades que reciben pasivamente información del mundo a partir de la cual generan representaciones internas que son procesadas para producir acciones intencionales, ya que la cognición transcurre en una continua enacción con su entorno, generando respuestas que explotan activamente los recursos de la mente, el cuerpo y el contexto ambiental (Clark, 1997). Este principio tiene vital relevancia al explorar la evolución de la cognición, ya que indica que muchas veces las soluciones adaptativas de los organismos no requieren de representaciones ni procesamiento de información para ser efectivas, sino de un efectivo uso y acoplamiento de su cuerpo con el medio ambiente.

Esta perspectiva dinámica de la evolución de los organismos nos lleva a considerar la multiplicidad de mecanismos asociados a la selección natural y que describimos más atrás en esta sección. Así, pasamos a concebir a la evolución como un proceso multidimensional, y no necesariamente gradual y lineal. Ejemplo de ello se encuentra en el citado “equilibrio puntuado”, el cual señala que durante la evolución acontecen cambios bruscos alternados con períodos de estabilidad. Como señala van Geert (1994), estos cambios súbitos y discontinuos pueden ser comprendidos como resultantes de la dinámica interna del proceso evolutivo, y no se explican por nuestras nociones comunes de causalidad. Este hecho tiene particular interés para esta tesis, ya que los sistemas dinámicos permitirían explicar la emergencia relativamente discontinua y no proporcional a sus causas inmediatas del lenguaje tanto en la ontogenia como en la filogenia.

Otro concepto importante es el de coevolución entre cerebro, cuerpo y medio ambiente, el cual nuevamente nos sitúa en el contexto de acoplamiento estructural propio de los sistemas dinámicos. Tal como se aprecia con la robótica evolutiva, las soluciones adaptativas responden activamente a las contingencias del organismo y del medio ambiente. Mientras tanto, el efecto Baldwin demuestra cómo los organismos, a través de su conducta, pueden generar presiones selectivas capaces de alterar significativamente su evolución biológica, lo que de acuerdo con Deacon (1997) sería un factor clave para comprender la evolución del lenguaje. Asimismo, la evolución baldwiniana constituye un motivo más para resaltar la importancia del aprendizaje para la adaptación de los organismos, tema sobre el que volveremos más adelante. Sin embargo, es importante recalcar que en condiciones ecológicamente reales la evolución no acontece con un medio ambiente fijo al cual el organismo se adapta de manera óptima, sino que las condiciones ambientales son cambiantes y además se ven influenciadas por los mismos organismos (Harvey, 1997). Nuevamente, la dinámica del sistema completo complejiza el proceso evolutivo, en tanto los organismos modifican activamente su nicho ecológico conforme evolucionan y se relacionan unos con otros. Esto adquiere particular relevancia en el caso de la especie humana, ya que producto del lenguaje y la cultura se genera un ambiente nuevo y se extiende su cognición más allá de su propio cerebro (Clark, 1997).

Así como en secciones anteriores hemos fundamentado una aproximación biológicamente realista de las redes conexionistas y de la perspectiva dinámica de la cognición en general, en esta sección hemos intentado demostrar cómo aquella perspectiva es necesaria para comprender la evolución de los organismos. Del mismo modo, hemos puesto en relieve cómo una visión ecológicamente realista de la evolución comparte raíces conceptuales y puede comprenderse mejor a través de la teoría de los sistemas dinámicos. En la siguiente sección, demostraremos la conveniencia de comprender también al lenguaje en un contexto dinámico, para más adelante hacer lo mismo con su evolución, antes fundamentando y contrastando nuestra propuesta con otros escenarios evolutivos.

EL LENGUAJE EN LA CIENCIA COGNITIVA

3.1 Definición de lenguaje ²

El lenguaje puede ser definido desde diferentes perspectivas, siendo ésta una tarea difícil puesto que nuestra vida y actividad sociales están estrechamente unidas al lenguaje, y nuestra propia descripción del lenguaje la realizamos desde nuestras mismas lenguas. Siguiendo a Lewandowski (1995), el lenguaje puede definirse como un:

- Fenómeno típicamente humano y a la vez social.
- Sistema de signos empleado como medio de comunicación.
- Instrumento del pensamiento y la actividad.

Si bien el lenguaje es un fenómeno presente en un amplio conjunto de actividades

²

En inglés no hay distinción entre lengua y lenguaje, hecho que se presta para confusión al traducir la palabra inglesa *language* como “facultad del lenguaje”, “lenguaje” o “lengua”. En esta tesis, nos referiremos al lenguaje como facultad cognitiva empleando indistintamente “facultad del lenguaje” y “lenguaje”.

humanas, una de sus funciones principales es la de servir como medio de comunicación, la cual permite la transmisión de información contenida en un código lingüístico. En este sentido, la lingüística tradicionalmente ha estudiado al lenguaje desde una dimensión estructural, que analiza este código expresivo y lo descompone en semántica, morfología y sintaxis, conjunto conocido como estructura gramatical, además de la fonología. Mientras tanto, la dimensión situacional o pragmática del lenguaje, donde se sitúa el acto comunicativo propiamente tal, suele ser situada en un contexto extralingüístico (Cardona, 1991). No obstante, ciertos campos de la lingüística prefieren estudiar el lenguaje con relación a sus funciones y no restringido a su estructura (ver secciones siguientes para una discusión respecto a las diferentes corrientes de la lingüística).

Por otra parte, a partir de los trabajos de Chomsky (1965) se comienza a estudiar al lenguaje como una forma de conocimiento, y por lo tanto dentro del ámbito de la psicología cognitiva (Miller, 1990). De esta manera, el lenguaje puede ser estudiado como una facultad cognitiva, la cual, con fines prácticos, puede ser descompuesta en 4 partes:

Sintaxis	1.
Semántica	2.
Fonología	3.
Pragmática	4.

Sin embargo, dentro de la ciencia cognitiva existen divergencias respecto a cuales de estos cuatro componentes conforman la facultad del lenguaje, cómo se articulan entre sí, y la relación que el lenguaje tiene con el resto de la cognición. En las siguientes secciones, expondremos las distintas aproximaciones al estudio de la facultad del lenguaje que son relevantes dentro de las ciencias cognitivas, comenzando por el polo formalista, siguiendo con el funcionalismo y la lingüística cognitiva, para finalizar con una concepción dinámica de esta facultad. Lo relevante de estas caracterizaciones, para efectos de esta tesis, está en que cada una de ellas determina en gran forma las hipótesis que se propongan respecto de la evolución de la facultad del lenguaje. Esto se debe a que si intentamos especular sobre los mecanismos evolutivos que originaron al lenguaje, obviamente debemos tener claro en qué consiste y que lugar ocupa en la cognición humana. En otras palabras, “si uno está interesado en explorar la pregunta sobre los orígenes de una facultad, entonces uno tiene que tener una muy buena idea de precisamente qué facultad es” (Newmeyer, 2003b, p. 59). Esta afirmación no implica, sin embargo, que al indagar en la evolución del lenguaje no podamos encontrar luces que nos lleven a refinar nuestras hipótesis acerca del lenguaje mismo. De hecho, parte del propósito de esta tesis está en demostrar que al investigar el origen del lenguaje desde una perspectiva biológica y ecológicamente realista, obtenemos argumentos para respaldar una determinada caracterización del lenguaje y no otras.

3.2 Antecedentes del estudio del lenguaje

Desde la antigüedad hasta el siglo XIX, el estudio del lenguaje se centraba en el análisis de las diversas expresiones idiomáticas, procurando describir y codificar la “manera correcta” de hablar una lengua. De este modo, los estudios sobre el lenguaje tenían una orientación prescriptiva, y se consideraba que, por sus imperfecciones y correcciones, la lengua hablada era inferior a la escrita (Hualde y cols, 2002). Los comienzos de la lingüística moderna datan de principios de siglo XX y se asocian a Saussure y al movimiento estructuralista originado por él (Lepschy, 1999), el cual centra el estudio de la lingüística en la lengua, entendida como un sistema signos, valores y relaciones, que existe de manera abstracta en la sociedad. A diferencia de la tradición anterior, de orientación prescriptiva, la investigación lingüística del estructuralismo se basa en la elaboración de modelos descriptivos que resuman la estructura de este sistema social (Jaimes, 2001). Saussure proponía que la lengua se encontraba de manera incompleta en la mente de cada uno de sus hablantes, y por lo tanto fue pionero en ubicar a la lingüística en el campo de la psicología. Sin embargo, la idea estructuralista de un lenguaje convencional con existencia independiente a los sujetos, dificultaba la comprensión de éste como un parte de la cognición humana (Soto, 2001). Al asumir al lenguaje como un objeto relativo a la mente y el conocimiento del hombre, debe considerarse su relación con procesos cognitivos tales como la memoria, el aprendizaje o la percepción, aspectos para los cuales el estructuralismo no daba respuestas. Por otra parte, durante la primera mitad del siglo XX la psicología conductista tampoco fue capaz de dar cuenta de la complejidad del lenguaje como fenómeno cognitivo (Bechtel y Graham, 1998). Por ello, y junto con los trabajos de Noam Chomsky y el surgimiento de la ciencia cognitiva en la segunda mitad del siglo XX, el lenguaje comienza a ser estudiado dentro del marco de la ciencia cognitiva.

3.3 El formalismo

Esta perspectiva cognitiva del lenguaje comienza con los trabajos fundacionales de Chomsky (1965), quien afirma que el objeto de estudio del lenguaje debe ser el conocimiento o competencia lingüística del hablante, y no su actuación, es decir, el comportamiento verbal efectivo en situaciones concretas. El estudio de la estructura de las expresiones lingüísticas deja de tener un mero propósito descriptivo, y dicha estructura es asumida como “un modelo de algo en la mente de hablante que dice o escucha esta expresión” (Jackendoff, 2003). Además de concebir a la lengua como un objeto mental, esta perspectiva estudia al lenguaje como un sistema descriptible en términos formales, es decir, como un conjunto de expresiones simbólicas ordenadas de acuerdo a ciertas reglas gramaticales. Esta visión formalista del lenguaje, se sustenta en la perspectiva computacional de la mente que vimos en la sección 1.2, y asume que la mente humana posee una estructura lógica análoga al lenguaje, mientras que lenguaje se entiende como una facultad autónoma del resto de la cognición (Lakoff y Johnson, 1999).

Además, a partir de la indagación en la estructura formal de las lenguas, esta perspectiva sostiene que es posible conocer las reglas principales que originan las

distintas expresiones lingüísticas, proyecto denominado gramática generativa. Ésta describe la producción del lenguaje a partir de un conjunto finito de reglas capaces de generar infinitas expresiones lingüísticas, y que funciona como un núcleo autónomo que estructura al lenguaje de manera independiente de su dimensión social y comunicativa. Este sustrato lingüístico existente en la mente humana explicaría porqué las distintas lenguas humanas presentan una base gramatical común, que los generativistas han denominado gramática universal, y que permite dar cuenta de universales lingüísticos como la composicionalidad, la subyacencia, la recursividad, etc. Por otra parte, para el formalismo la gramática universal corresponde un dispositivo computacional innato necesario para la adquisición del lenguaje, hecho que explicaría cómo los niños son capaces de adquirirlo a través de la limitada e inespecífica experiencia lingüística que extraen del habla de los adultos. Este razonamiento fue denominado por Chomsky “argumento de la pobreza de estímulo”, y constituye la principal justificación para afirmar que el lenguaje es esencialmente innato (Pinker, 1994).

Resumiendo, la propuesta chomskyana enfatiza el origen mental del lenguaje y lo sitúa dentro de la cognición como un módulo cognitivo, relativamente aislado del resto de la cognición y especializado para el dominio lingüístico. Además, gran parte de este módulo del lenguaje es innato, es decir, se encuentra determinado genéticamente, y sus principales argumentos al respecto se refieren al aprendizaje del lenguaje (argumento de la pobreza de estímulo) y a los universales lingüísticos, presuntamente existentes en todas las lenguas humanas. Sin embargo, existen divergencias entre los generativistas respecto al componente innato del lenguaje.

Para los generativistas, la gramática universal corresponde al núcleo del módulo lingüístico y es responsable de la capacidad innata para aprender y usar una lengua, la cual, una vez adquirida una lengua determinada, conforma la competencia lingüística del hablante. La gramática universal puede definirse como un conjunto de proposiciones que de manera recursiva (computacional o algorítmica) son capaces de generar las gramáticas de las diferentes lenguas, constituyendo la matriz sintáctica del lenguaje, clave para la recursividad y determinante para el significado. Para Chomsky (1965), la gramática universal constituye la competencia, y es por lo tanto lo distintivo e innato del módulo lingüístico, ocupando el componente fonológico y el semántico un rol marginal. Esta caracterización de la competencia lingüística centrada en la sintaxis hizo que algunos autores generativistas, conscientes de las limitaciones que este modelo implicaba, ampliaran su contenido hacia otros aspectos del lenguaje. Un ejemplo de ello es el caso de Jackendoff (2003), quien señala:

Yo creo que esta suposición [chomskyana] de “sintactocentrismo” –el cual, repito, nunca fue establecido de manera explícita- fue un importante error dentro del campo [generativista]. La correcta aproximación es la de observar a la estructura lingüística como producto de capacidades generativas que interactúan en forma paralela –incluyendo, al menos, una para fonología, sintaxis y semántica (p.655).

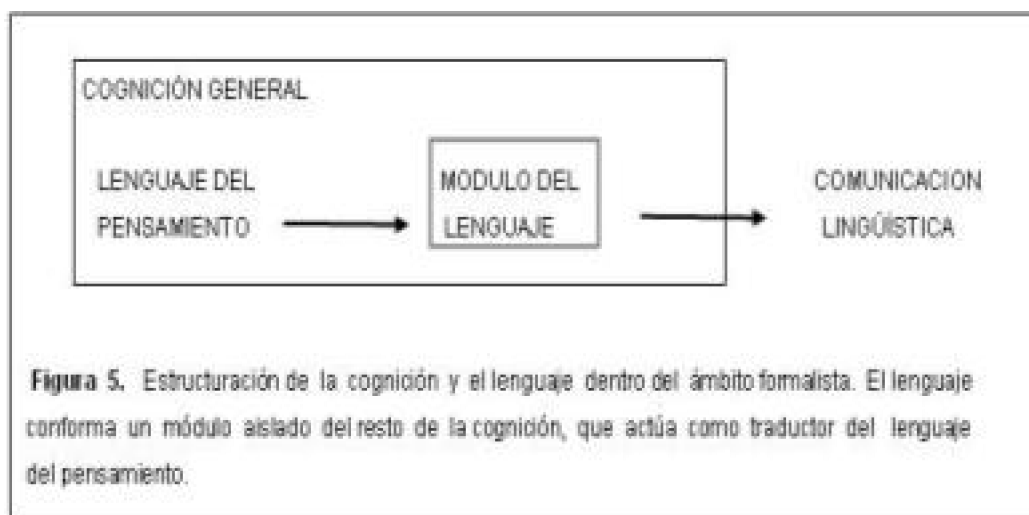
En este modelo el módulo lingüístico posee una arquitectura submodular especializada para los distintos aspectos del lenguaje, en la que los submódulos interactúan a través de sistemas de interfaz para dar lugar así a la estructura gramatical final. De este modo, se

amplía la competencia lingüística al abarcar reglas de formación semántica y fonológica, además de las reglas de interfaz, resultando un módulo lingüístico altamente especializado y con mayor contenido innato.

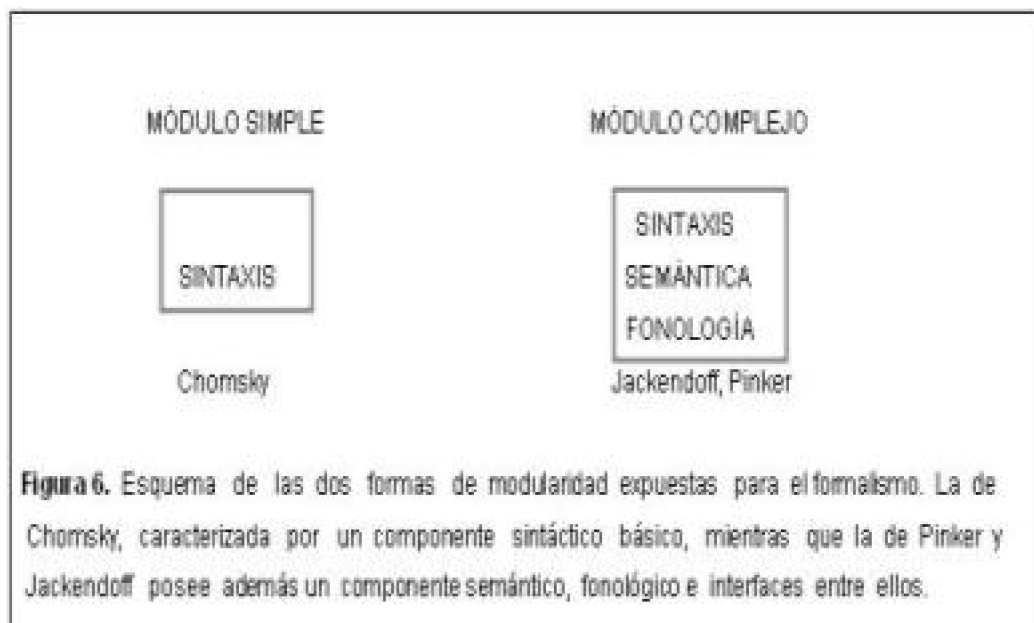
Para los generativistas, la mente se organiza de manera computacional representacional, de manera que el módulo del lenguaje cumple la función de “traducir” el sistema conceptual del pensamiento a la estructura gramatical propia de cada lengua. Esto supone que la naturaleza simbólica y formal del lenguaje es extrapolable al pensamiento, es decir, éste también se estructura como un sistema representacional, existiendo un lenguaje del pensamiento o “mentalés”, término acuñado por Fodor e inscrito dentro de la más pura tradición clásica de las ciencias cognitivas. En palabras de Pinker (1994):

Sin embargo, para que estos lenguajes del pensamiento pudieran emplearse para razonar, tendrían que parecerse mucho más entre sí de lo que cada uno se parece a su correspondiente versión hablada. Y lo más probable es que tuvieran que ser idénticos, lo que equivale a decir un idioma mentalés universal. Así pues, conocer una lengua es saber cómo traducir el mentalés a ristas de palabras y viceversa. Las personas desprovistas de lenguaje seguirían teniendo el mentalés, y los bebés y muchos animales no humanos tendrán dialectos más simplificados de él. Es más, si los bebés no tuvieran un mentalés del que traducir a su propia lengua, no podría explicarse cómo aprenden esa lengua ni tan siquiera lo que significa aprender una lengua. (p.85-86).

En la Figura 5 se ilustra la relación formalista entre lenguaje y pensamiento, destacando su carácter unilateral, que implica que el lenguaje del pensamiento o sistema conceptual precede al lenguaje hablado y no es influenciado por éste.



Tenemos, entonces, que tanto el pensamiento como el lenguaje se estructuran de forma representacional y se hayan determinados (elementalmente) de manera innata. Esta concepción de extremo nativismo representacional contrasta con la de Chomsky, quien reduce la competencia lingüística innata a principios y reglas simples. Esta distinción respecto al módulo del lenguaje es importante ya que los dos escenarios formalistas que presentaremos en la sección 5.1 parten de estas dos perspectivas, que de manera simplificada se ilustran en la Figura 6.



3.4 Funcionalismo y Lingüística Cognitiva

La lingüística cognitiva puede enmarcarse dentro de una aproximación funcionalista al lenguaje, la cual se compone de un conjunto de tendencias desarrolladas en forma paralela al formalismo, y que se caracterizan por estudiar el lenguaje en relación con las funciones que desempeña en el discurso, considerando aspectos comunicativos, pragmáticos y discursivos, a diferencia de la estructuración basada en una sintaxis autónoma que propone el formalismo (Soto, 2001). De esta manera, podemos sostener que la lingüística cognitiva, al igual que el funcionalismo en general, “rechaza el proyecto de caracterizar las relaciones formales entre los elementos gramaticales independientemente de alguna caracterización semántica y pragmática de dichos elementos” (Newmeyer, 1998). Sin embargo la lingüística cognitiva tiene sus raíces en el formalismo y no abandona por completo la distinción entre estructura gramatical y función comunicativa, conservando además una visión mentalista del lenguaje. En este sentido, y como señala Soto (2001), la lingüística cognitiva puede ser vista como una síntesis entre aspectos de las tradiciones formalistas y funcionalistas, donde se estudia al lenguaje como una forma de conocimiento junto con la incorporación del uso en los modelos lingüísticos.

La lingüística cognitiva se consolida durante los años ochenta principalmente con los trabajos de Lakoff y Langacker, quienes sostienen que el lenguaje debe ser estudiado como un vehículo para expresar significado, siendo insuficiente para ello la sola estructura formal sin tomar en cuenta las dimensiones semánticas y pragmáticas que entran en juego al momento del uso, de modo que la dicotomía competencia / actuación señalada por los formalistas pierde sentido (Cuenca y Hilferty, 1999). En el contexto de las ciencias cognitivas, y a diferencia del enfoque formalista ya descrito, esta perspectiva

se inscribe dentro de los modelos alternativos a la ciencia cognitiva clásica, al concebir el pensamiento y el lenguaje como parte de la experiencia corporal humana y no como una dimensión abstracta y simbólica separada.

De acuerdo con la lingüística cognitiva el lenguaje no es una facultad autónoma ni un módulo encapsulado, sino que se relaciona con el resto de la cognición y el cuerpo, en función de su actividad comunicativa. Además, el lenguaje es asumido como un instrumento de conceptualización, es decir, un instrumento para expresar el significado, que, a su vez, se sirve de mecanismos generales de la cognición. En palabras de Lakoff y Johnson (1999):

Los conceptos provienen y son entendidos a través del cuerpo, el cerebro, y la experiencia en el mundo. Los conceptos adquieren su significado mediante corporización, especialmente vía capacidades perceptuales y motoras. (p. 49).

El significado adquiere así una organización conceptual dinámica, donde el léxico, la morfología y la sintaxis forman un continuo de unidades simbólicas que no puede, sin arbitrariedad, dividirse en componentes separados (Langacker, 1987). Además, dada la relevancia que en estos modelos adquieren la experiencia corpórea y la intención comunicativa, la pragmática juega un importante rol.

Con respecto a los universales lingüísticos, la lingüística cognitiva no reniega de su existencia, pero propone sin embargo una perspectiva distinta del formalismo. Mientras éste considera que estos universales provienen de una gramática universal innata, la lingüística cognitiva los concibe como universales resultantes de la estructuración gramatical del lenguaje en un sentido funcional. En este sentido, mientras los formalistas proponen que los universales lingüísticos (dado su carácter innato) se habrían originado en la evolución biológica (genética) de la especie humana, las aproximaciones funcionalistas señalan que éstos resultarían de la evolución (cultural) de las lenguas (Croft, 2002). Dado que para los funcionalistas las regularidades gramaticales emergen y cambian con el uso lingüístico a lo largo del tiempo, la existencia de universales lingüísticos constantes en el tiempo resulta difícil de explicar. Sin embargo, para la lingüística cognitiva es posible relacionar estos universales con capacidades generales de la cognición humana, sin tener que recurrir a reglas innatas como los formalistas. Como señala Tomasello (2003)

Yo no quiero decir que no existen universales lingüísticos; por supuesto que los hay. Pero aquellos no consisten en categorías lingüísticas específicas o construcciones; éstos consisten en funciones comunicativas generales, tales como referencia y predicación, o habilidades cognitivas como la tendencia a conceptualizar objetos y eventos categóricamente, o habilidades de procesamiento de información como aquellas involucradas en tratar con secuencias vocales rápidas. (Pág. 101).

Así, los universales lingüísticos pueden emerger a partir la experiencia común que los seres humanos tienen respecto del lenguaje, cimentada en factores cognitivos no necesariamente específicos para la función lingüística. De este modo, la evolución biológica de la cognición humana sigue siendo relevante (y necesaria) para explicar los universales lingüísticos, dado que ésta constriñe la emergencia del lenguaje y sus regularidades. En tanto, ciertos aspectos universales de los lenguajes pueden tener un

origen no puramente biológico; al respecto Deacon (2003b) señala que éstos pueden ser reflejo de restricciones que impone el lenguaje mismo, cuya naturaleza simbólica y referencial impone constreñimientos semióticos que regulan la estructuración simbólica y aparecen como reglas gramaticales (para una explicación más detallada de estos constreñimientos ver escenario de Deacon, sección 5.2.2).

Por otra parte, la adquisición de lenguaje desde la óptica de la lingüística cognitiva es entendida como un proceso constructivo a partir de las primeras experiencias cognitivas y sociales del niño, sobre las cuales se estructuran relaciones abstractas que dan lugar a categorías semánticas, que durante el proceso comunicativo provocan la emergencia de las formas gramaticales (Slobin, 2001), en un proceso continuo de asimilación y acomodación que recuerda la visión del desarrollo de Piaget. De esta manera, no es necesario recurrir a conocimiento lingüístico innato para explicar la adquisición del lenguaje, sino a facultades cognitivas de carácter general como la conceptualización y la capacidad de establecer relaciones espaciales y metafóricas, en conjunto con nuestro sistema sensorio motor y nuestra experiencia común en el mundo (Lakoff y Jonson, 1999). Es importante aclarar que esto no sugiere que la mente sea una *tabula rasa* y que el lenguaje se aprenda a través de una mera red de asociaciones entre estímulos y respuestas (como la tesis del conductismo o del empirismo radical), sino que poseemos ciertos constreñimientos y capacidades cognitivas corporizadas que posibilitan que a partir de la experiencia adquiramos el lenguaje. Además, el niño es concebido como un activo constructor de su conocimiento, y no un pasivo receptor de información. La diferencia con el innatismo formalista está en que no existen reglas o conocimiento lingüísticos que estén presentes desde el nacimiento, representados en el cerebro o en los genes. Además, lenguaje se encuentra estrechamente vinculado con el resto de la cognición, existiendo una co-determinación entre el lenguaje y el pensamiento, que se ejemplifica en la Figura 7, y puede contrastarse con la visión formalista de la Figura 5.

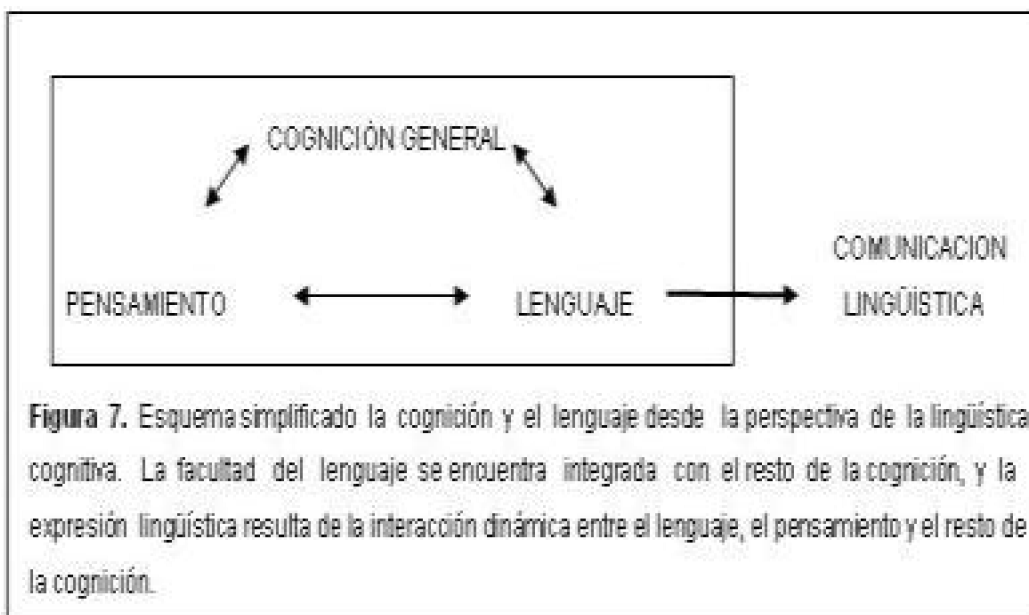


Figura 7. Esquema simplificado la cognición y el lenguaje desde la perspectiva de la lingüística cognitiva. La facultad del lenguaje se encuentra integrada con el resto de la cognición, y la expresión lingüística resulta de la interacción dinámica entre el lenguaje, el pensamiento y el resto de la cognición.

3.5 El lenguaje desde una perspectiva dinámica

Como hemos señalado, la lingüística cognitiva propone una visión funcionalista del lenguaje en el sentido de incorporar sus funciones comunicativas, pragmáticas y discursivas. Sin embargo, no abandona una concepción del lenguaje como un sistema semiótico que posee una dimensión estructural (Newmeyer, 1998), y puede de este modo distinguirse de otras aproximaciones funcionalistas más radicales, donde el lenguaje posee una estructura difusa y cambiante en el tiempo. Es el caso de Hopper (1987), quien propone que la estructura gramatical emerge continuamente como un epifenómeno del uso del lenguaje en distintos tiempos y contextos. Como señala el autor:

La noción de Gramática Emergente pretende sugerir que la estructura, o regularidad, resulta del discurso y es modelada por el discurso tanto como ella modela al discurso en un proceso continuo. [...] Las formas no son patrones fijos, sino que son negociables en la interacción cara-a-cara de modo que reflejan la experiencia pasada de los hablantes individuales con aquellas formas y su valoración del presente contexto, incluyendo especialmente a sus interlocutores, cuyas experiencias y valoraciones pueden ser completamente diferentes. (p. 141).

La propuesta de Hopper señala que la estructura gramatical de las expresiones lingüísticas no posee una conformación estática, sino dinámica y cambiante en distintos contextos y períodos históricos, no alcanzando nunca una estructuración definitiva. Junto con esta concepción dinámica de la gramática existen propuestas dinámicas para interpretar el componente semántico del lenguaje. De acuerdo con Stokhof y Groenendijk (1998), el significado de los conceptos cambia de acuerdo al contexto oracional en que se encuentran, adquiriendo así las expresiones lingüísticas un significado variable, cuya interpretación es un concepto inherentemente dinámico. De acuerdo con estas propuestas podemos apreciar que resulta artificioso el sostener la existencia de un componente sintáctico autónomo y formal, así como una delimitación radical entre sintaxis, semántica y pragmática pierde sentido, ya que el lenguaje adquiere un carácter multidimensional cambiante en el tiempo.

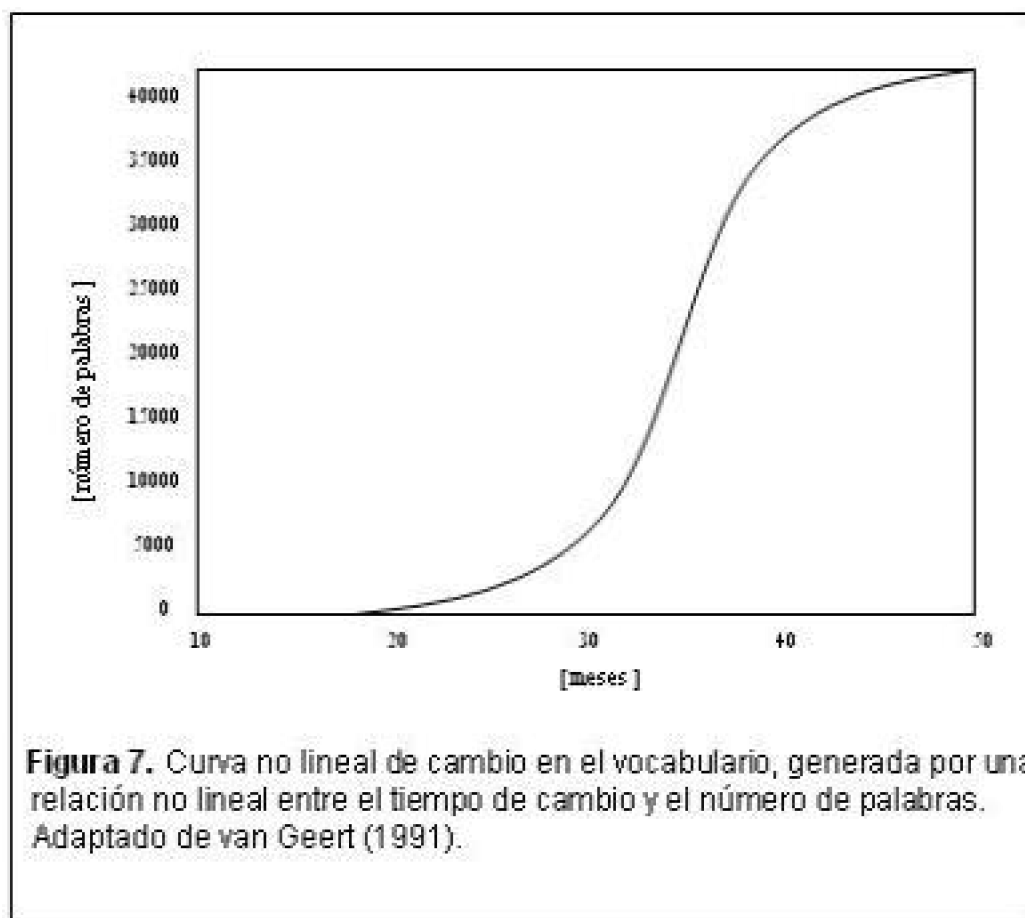
Si bien esta postura emergentista y dinámica del lenguaje parece coherente con la complejidad y las variadas funciones del lenguaje, tiene sin embargo problemas para dar cuenta de ciertos aspectos de éste. Uno de ellos es la estabilidad de la gramática a lo largo del tiempo, que no sería posible si los lenguajes poseyeran una conformación totalmente frágil, fluida y temporal. Como señala Newmeyer (2003a), podríamos entablar una conversación con un hablante de nuestra lengua hace 400 años, y los problemas que podríamos tener con él serían principalmente relacionados con el léxico y de bajo-nivel fonológico, en lugar de sintácticos. Lo mismo sucede con el idioma español y el italiano, los cuales, en general, son mutuamente inteligibles pese a que su ancestro común fue hablado hace 1500 años y no existió contacto significativo entre ellos.

Por otra parte, los formalistas argumentan que niños son capaces de adquirir la

estructura gramatical de su lengua de manera rápida e invariante, logrando manejar esta compleja estructura sin que le haya sido enseñada de manera explícita. Este hecho implicaría que “la gramática debería estar en la mente del niño desde el comienzo, formando parte del mecanismo de aprendizaje del lenguaje que le permite al niño dar sentido a los ruidos que oye pronunciar de sus padres” (Pinker, 1994), y no podría explicarse si el lenguaje no tuviese una estructura definida y si variase continuamente.

En este punto nos situamos en una discusión fundamental para efectos de esta tesis: cómo podemos dar cuenta de los universales lingüísticos y la robustez del aprendizaje del lenguaje sin recurrir a representaciones innatas que la especie humana poseería para la sintaxis (y eventualmente la fonología y la semántica) como señalan los formalistas, ya que el escenario evolutivo que queremos proponer justamente prescinde de una caracterización del lenguaje basada en una gramática universal codificada genéticamente. A este respecto, y de modo similar a lo señalado por Soto y García (1997), creemos que una aproximación cognitivo-funcional resulta más compatible con la naturaleza funcional del lenguaje y con el camino evolutivo que debió seguir a lo largo de la filogenia. Aun más, sostendremos que una perspectiva dinámica del lenguaje y su evolución aportan herramientas conceptuales y respaldo empírico suficiente para proponer un escenario evolutivo consistente.

Como hemos señalado, para la lingüística cognitiva resulta preferible hablar de constreñimientos neurales y corporizados, junto con particularidades propias del lenguaje como sistema de comunicación simbólico, como los responsables de la emergencia de la estructura gramatical. La naturaleza multidimensional del proceso de aprendizaje del lenguaje, donde varias variables interactúan en el tiempo de manera dinámica, puede ser modelada matemáticamente y de este modo develar importantes características de esta clase de procesos. Van Geert (1991) realizó un modelo basado en teoría de sistemas dinámicos para el aprendizaje del lenguaje, consistente en un espacio multidimensional donde estas dimensiones involucran variables como el número de palabras, la capacidad de procesar el vocabulario, *feedback delay* (resistencia del sistema para pasar de un estado de desarrollo a otro) y la tasa de crecimiento del sistema. En esta clase de modelos, unas variables influyen sobre otras y las trayectorias del sistema siguen pasos iterativos (un paso determina estado del siguiente), de manera que el sistema presenta patrones de crecimiento estocástico o no lineal, y puede presentar cambios que no son explicables por una u otra variable aislada, sino por la dinámica interna del sistema. Van Geert realizó modelos basados en ecuaciones de crecimiento logístico, las cuales describen al crecimiento cognitivo como un sistema de interacciones de soporte y competencia entre variables. De estos modelos se obtienen funciones logísticas como la de la Figura 8, las cuales tienen además la propiedad de ser muy comunes en investigaciones sobre desarrollo cognitivo y neurociencias (Bates y Carnevale, 1993). En la figura se observa el crecimiento hipotético del vocabulario en un período comprendido entre los 10 a los 48 meses de edad, destacando que tras un (breve) crecimiento lineal en un principio, sigue un crecimiento exponencial y luego un punto de inflexión, donde comienza a descender.



Como señala van Geert (op. cit.), esta curva se adecua mejor al crecimiento de vocabulario observado en un niño, en comparación con una simple curva lineal de crecimiento. Otro aspecto importante de los sistemas no lineales es que son particularmente sensibles a las condiciones iniciales del sistema, es decir, pequeñas diferencias en las variables iniciales pueden llevar a grandes diferencias en la evolución de las curvas, mientras que fluctuaciones aleatorias de las variables en estadios más avanzados del sistema no producen cambios significativos. Esto tiene la ventaja de explicar la robustez de los procesos biológicos, los cuales a partir de ciertas condiciones iniciales dadas, logran un crecimiento estable pese a que las variables de ambiente no sean uniformes.

Los modelos de van Geert muestran cómo en el caso del desarrollo cognitivo, la autoorganización de sistemas complejos permite la emergencia de conductas que no son predecibles a primera vista, y que no pueden ser atribuidas a variables aisladas. Asimismo, estos modelos no exhiben una evolución caótica, sino dirigida a estados de equilibrio o atractores, lo que nuevamente habla de la robustez de estos procesos cognitivos. Para el caso del lenguaje, los sistemas dinámicos nos permiten explicar cómo es posible la emergencia de estructuras gramaticales a través de interacciones de variables y mecanismos de carácter general, sin que exista un programa o reglas subyacentes. Ejemplos más concretos de la emergencia del lenguaje bajo estas condiciones podemos observarlas en otra clase de sistemas dinámicos no lineales: las

redes conexionistas recurrentes.

Elman (1995, 1999) ha desarrollado modelos conexionistas basados en redes recurrentes capaces de categorizar palabras de acuerdo a su rol léxico (sustantivo, verbo, etc.). Durante la fase de entrenamiento, las redes fueron expuestas a secuencias de palabras ordenadas en frases gramaticalmente correctas, de acuerdo con un sistema gramatical simplificado. Luego les eran presentadas sucesiones de frases en sus entradas, dispuestas en una palabra por vez. La tarea de la red era predecir la siguiente palabra, la cual se obtenía registrando la activación de las unidades de salida. Así, por ejemplo, tras haber sido expuesta a la expresión “la mujer que vio a los perros...” el sistema puede inferir que la palabra siguiente corresponderá a un verbo transitivo como “quiere”, que debe concordar en número con el sujeto “mujer” y no con el sujeto de la oración subordinada “los perros”, correspondiente a “quieren”. La red demostró ser capaz de predecir, de acuerdo al contexto, todas las palabras que eran gramaticalmente posibles, cuyos niveles de activación correspondían a la probabilidad de que cada palabra ocurriese. Notemos que la información que predice el sistema no fue aportada durante la fase de entrenamiento, sino que el reconocimiento de las clases de palabras emerge de las propiedades distribuidas y de la organización interna del sistema. Además, las palabras no corresponden a unidades simbólicas almacenadas y procesadas por el sistema, sino a patrones de activación dentro de la red, o dicho en términos dinámicos, a regiones dentro del estado espacial del sistema.

En los experimentos de Elman se observa cómo la red es capaz de reconocer propiedades morfosintácticas de las palabras. Otro ejemplo sobre cómo un sistema de este tipo puede realizar distinciones gramaticales se encuentra en los modelos de MacWhinney (MacWhinney y cols., 1989; MacWhinney, 2002a), diseñados para explicar la adquisición de las seis formas de artículo existentes en la lengua alemana, que dependen de tres características del sujeto: género, número y rol en la frase. Cabe señalar que la asignación de la categoría de género a cada sujeto es particularmente arbitraria y contraintuitiva, por lo que su aprendizaje resulta particularmente difícil para los hablantes de una segunda lengua. Para ejemplificar esta complejidad, nótese que la palabra alemana para “tenedor” es femenina, la palabra para “cuchara” es masculina y la palabra para “cuchillo” es neutra. En este experimento, las tres características del sujeto (género, número y rol en la frase), junto a algunos rasgos fonológicos y semánticos, fueron representadas en los nodos de entrada, los cuales fueron entrenados mediante la exposición repetida a expresiones con sujetos de uso común en el alemán. Tras continuas fases de entrenamiento, la red fue capaz de elegir correctamente el artículo correspondiente a sujetos nuevos -no incluidos entre las entradas originales- acertando en un 61% de los intentos, contra un 17% esperado por azar. Este experimento demuestra cómo mediante procesos de autoorganización un sistema de este tipo es capaz de realizar generalizaciones y comportarse como si supiese reglas gramaticales, sin contar con conocimiento previo de ellas ni habiendo sido expuesto a reglas explícitas. Si las observamos desde una perspectiva dinámica, las reglas se encuentran embebidas en la dinámica del sistema, permitiendo el movimiento desde unas regiones a otras (atractores), mientras hace otras transiciones dificultosas (repelentes).

Los sistemas dinámicos constituyen una poderosa alternativa para superar las

limitaciones de los modelos formalistas para la adquisición del lenguaje. Como señalan Bates y Carnevale (1993), la suposición formalista de que el lenguaje debe ser adquirido a través de un frágil dispositivo computacional que opera mediante una discreta distinción si/no respecto a las reglas gramaticales, y sobre una limitada base de datos, implica asumir una extensa cantidad de conocimiento innato, hecho poco realista y contrario a la evidencia neurocientífica actual (Elman y cols.,1996). Mientras tanto, los sistemas dinámicos permiten cambiar esta discreta y absoluta definición del aprendizaje por un proceso estocástico, donde el aprendizaje puede ser posible con un componente innato mucho menor. De modo similar a los modelos de van Geert (ver más atrás en esta sección), las redes conexionistas demuestran cómo pueden aparecer cambios inesperados (como reglas gramaticales) durante procesos continuos de aprendizaje. Así, el aprendizaje de reglas gramaticales puede visualizarse como trayectorias aproximadas sobre una gramática entendida como una colección de mapeos probabilísticos entre forma y significado (Bates y Carnevale, 1993).

Si bien dentro del espectro funcionalista podemos diferenciar a la lingüística cognitiva de las aproximaciones dinámicas al lenguaje que acabamos de revisar, ambos programas de investigación tienen ciertas confluencias y pueden ser complementarios. Además, la lingüística cognitiva comparte con los sistemas dinámicos varios principios fundamentales, al concebir al lenguaje como un fenómeno cognitivo corporizado, emergente de procesos autoorganizativos dependientes de mecanismos cognitivos generales (relacionados con la construcción de conceptos y categorías, capacidades de memoria y procesamiento, etc.), y cuya adquisición depende principalmente de la experiencia social y pragmática del niño.

Un ejemplo de esta síntesis entre estas dos perspectivas puede verse en el psicolingüista Michael Tomasello, quien propone un modelo social-pragmático para la adquisición del lenguaje, el cual tiene además la propiedad de describir un marco teórico consistente con la adquisición de la competencia gramatical del sujeto. Esto último es importante, ya que gran parte de las críticas formalistas a los modelos del funcionalismo han sido dirigidas a la supuesta vaguedad de éstos para dar cuenta de la adquisición de la competencia lingüística (Ninio, 1992). De acuerdo con Tomasello (2000, 2003), a partir del primer año de vida los niños modelan progresivamente esquemas lingüísticos consistentes en un amplio conjunto de estructuras, desde simples palabras hasta categorías abstractas o esquemas de frase. Éstas son construidas a partir de las expresiones gramaticales que ellos oyen, y luego expresadas de manera creativa cuando la inquietud comunicativa del niño lo motiva a utilizarlas. De este modo, el niño comienza un proceso de gramaticalización que inicialmente consiste en un inventario de simples expresiones esquemáticas en torno a un verbo, que conforman las primeras categorías sintácticas (expresiones basadas en el léxico, como *hitter*, *thing hit* y *thing hit with* –“golpeador”, “cosa golpear” y “cosa golpea con”-), las cuales son abstracciones gramaticales distintas de las del lenguaje adulto. Finalmente los niños van construyendo expresiones más complejas que involucran mapeos entre diferentes esquemas verbales, seleccionando las que mejor se adecuan a la función comunicativa.

Como podemos ver, la propuesta de Tomasello permite realizar una síntesis entre la lingüística cognitiva y aproximaciones funcionalistas, al enfatizar la intencionalidad

comunicativa y la emergencia del lenguaje a través del uso, sin dejar de lado la estructura gramatical. Además, Tomasello señala que no es necesario contar con una gramática universal innata para aprender un lenguaje, ya que éste emerge desde capacidades cognitivas generales, que junto con la interacción con el medio permiten su emergencia durante la ontogenia, de manera similar a la propuesta dinámica de Bates y Carnevale ya citada. Del mismo modo, Tomasello (2003) señala que las estructuras gramaticales emergen históricamente a través de procesos de gramaticalización, donde se suprimen redundancias y se seleccionan las expresiones más usadas, de manera similar a la gramática emergente de Hopper (ver más atrás en esta sección).

Con la presente sección, intentamos dejar sentada una perspectiva cognitivo-funcional para el lenguaje, capaz de argumentar en favor de la adquisición de éste sin mediar estructuras gramaticales innatas y basada principalmente en mecanismos generales de inteligencia, corporizados y acoplados con su medio ambiente, entendiendo al lenguaje como un fenómeno emergente durante la ontogenia. Esto tiene gran relevancia para el desarrollo de esta tesis, ya que establece que durante la evolución del lenguaje no habría sido necesaria la evolución biológica de una gramática universal, sino la evolución de mecanismos cognitivos de diverso orden que permitan la emergencia del lenguaje, mecanismos que, como sugieren los experimentos con redes conexionistas que revisamos, no tienen por qué ser específicos para el lenguaje. De esta manera, llegamos a una importante conclusión: el lenguaje no se encuentra en los genes, sino que surge junto con la cultura humana y es transmitido junto con ella de generación en generación. Esta aseveración supone que parte de los procesos cognitivos (en este caso del lenguaje) que utilizamos día a día no se encuentran contenidos “en la cabeza” de los individuos (y menos en los genes), sino que parte de ellos se sitúa fuera de ella. Esta propuesta, denominada “mente extendida” (Clark y Chalmers, 1998) sostiene que la cognición humana y el medio ambiente que la rodea conforman un sistema acoplado, de manera que ambos juegan un rol causal en los procesos cognitivos. Esta propuesta tiene sus raíces en aproximaciones dinámicas y corporizadas a la cognición, así como en investigación relacionada con inteligencia artificial (ver sección 2.3 para una descripción más completa de estas influencias). De acuerdo con Clark y Chalmers, cuando empleamos nuestros dedos o una calculadora para efectuar cálculos estamos empleando recursos cognitivos externos para desarrollar tareas en el mundo, tareas para las cuales nuestro solo cerebro resulta insuficiente, y dado que estos recursos externos se encuentran disponibles de modo continuo y confiable, se encuentran acoplados a nuestra cognición y puede decirse que son parte de ella. Ahora bien, el lenguaje resulta ser nuestra mayor herramienta para extender nuestro alcance cognitivo. En palabras de los autores:

El lenguaje parece ser el medio principal a través del cual los procesos cognitivos son extendidos en el mundo. Piense en un grupo de personas haciendo lluvia de ideas en torno a una mesa, o a un filósofo que piensa mejor escribiendo, desarrollando sus ideas tal como vienen (p. 9).

En los seres humanos, el lenguaje permite el que diversa información que nos es útil sea depositada en otros individuos o dispositivos, de manera que “parasitamos” de ellos cuando es necesario. Así, podemos efectuar procesos cognitivos de alto orden que no recaen solamente sobre nuestros propios recursos, sino también en recursos esparcidos

por el mundo. En este contexto, el lenguaje adquiere vital relevancia, ya que explica el desarrollo cultural y tecnológico que caracteriza a la especie humana. Citando nuevamente a Clark y Chalmers:

Claro está, debe ser que la explosión intelectual en el reciente tiempo evolutivo se debe más a esta lingüísticamente-habilitada extensión de la cognición que a cualquier desarrollo independiente en nuestros recursos cognitivos internos. (p. 19).

Al reconocer el rol crucial que juega el lenguaje en el desarrollo cognitivo de la especie humana, surge nuevamente la pregunta respecto a su origen en la ontogenia y la filogenia del hombre. El punto es que hasta este momento, hemos caracterizado a la facultad del lenguaje de una cierta manera, a partir de la cual indagaremos en su origen evolutivo. Al considerar que nuestra cognición se extiende más allá de nuestra cabeza, incluimos dentro de ella al lenguaje. Luego no es necesario que haya evolucionado una gramática innata, en tanto ésta puede encontrarse contenida en la cultura humana, y la cognición humana puede haber desarrollado más bien recursos cognitivos (generales) tendientes a favorecer el aprendizaje y el procesamiento del lenguaje, a así explotar el provechoso acoplamiento cognitivo del hombre con su medio. En las siguientes secciones, y especialmente en nuestro escenario evolutivo, profundizaremos en esta propuesta y veremos que puede fundamentarse plenamente a partir de la biología evolucionaria. Asimismo, al final de esta tesis profundizaremos en las nociones de mente extendida y las implicancias de una visión dinámica del lenguaje.

RECONSTRUYENDO LA FILOGENIA: EL PROBLEMA DE LA FUNDAMENTACIÓN EMPÍRICA

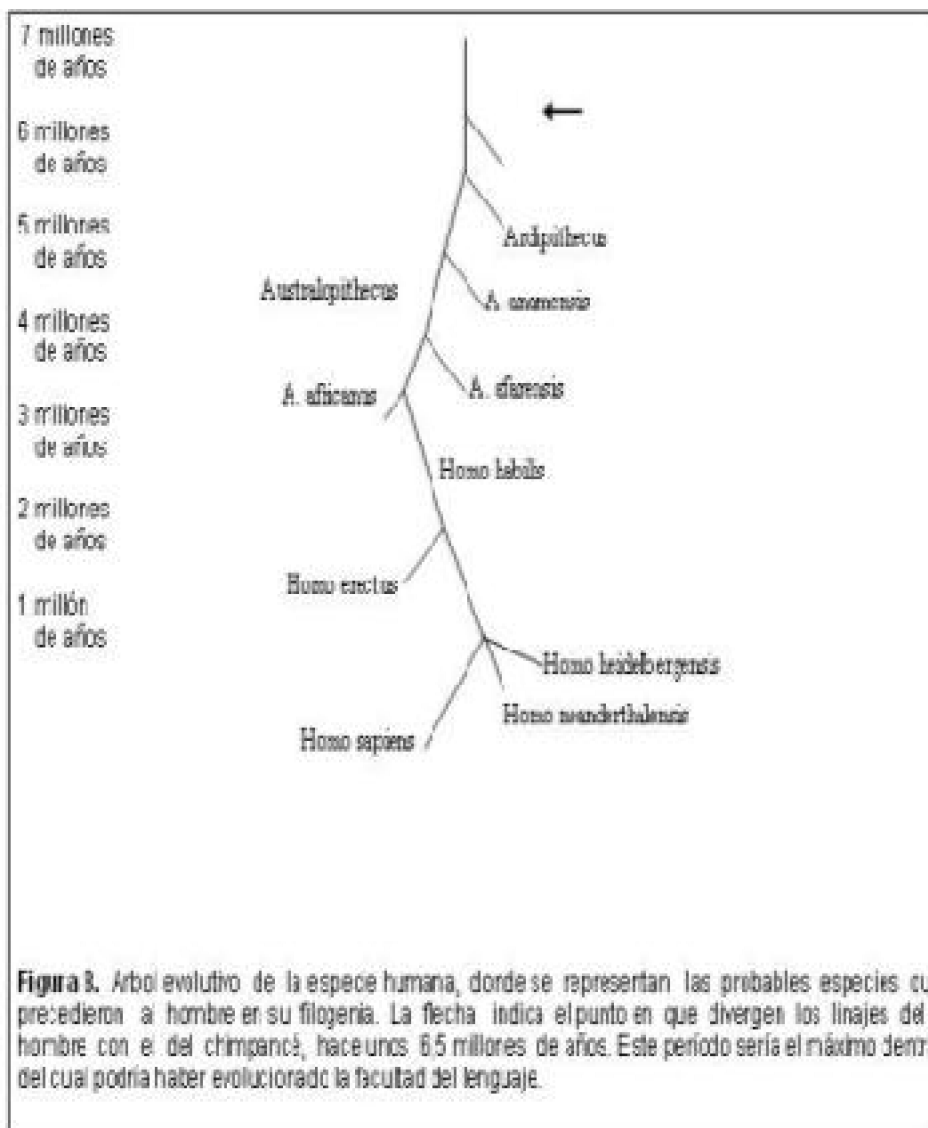
Una de las mayores críticas que se han hecho a las hipótesis evolucionistas, es que éstas suelen conformar meras historias especulativas, sin mayor fundamentación empírica. En el caso del lenguaje, como ya hemos señalado, esto resulta más notorio aun, ya que éste no fosiliza y solo existen pruebas indirectas que permiten reconstruir su filogenia. En esta sección se expondrán brevemente las principales fuentes de evidencia empírica que existen para la evolución del lenguaje, de manera de comprender mejor y considerar la validez de los escenarios evolutivos que se expondrán en las secciones siguientes.

Desde una perspectiva científica, los escenarios que son puramente especulativos y no son respaldados por estudios previos o no pueden ser implementados empíricamente (como p.ej. en modelos computacionales), son un escaso aporte al conocimiento sobre el tema, ya que no pueden ser validados o refutados. En este sentido, son preferibles las propuestas que pueden ser formalizadas y así testeadas unas con otras. Sin embargo, al realizar escenarios formales se corre el riesgo de reducir demasiado el número de variables involucradas y caer en sobresimplificaciones, situación que sucede en algunos modelos matemáticos y computaciones, como algunos lingüistas lo han hecho notar (Bickerton, 2003)³. Como hemos señalado en las secciones anteriores, justamente el objetivo de esta tesis es respaldar una aproximación dinámica al lenguaje y su evolución,

situada lo más cercana posible a la realidad biológica, por lo que cualquier escenario monocausal o simplista nos parece inadecuado. Por lo tanto, a expensas de cierta ambigüedad, preferimos propuestas que consideran la naturaleza multifactorial, dinámica y autoorganizativa de los organismos y su evolución. De todos modos, y pese a que no es una tarea fácil, creemos que este tipo de escenarios pueden ser formalizados y abordados empíricamente como sistemas dinámicos, implementables en modelos conexionistas o computacionales de otro tipo; si bien en esta tesis exponemos algunos ejemplos de ello (ver p. ej. secciones 2.3 y 6.3), nuestra investigación es más bien teórica y no implementaremos modelos propios. Por último, destacamos la necesidad del aporte interdisciplinario al problema, ya que permite orientar y definir la investigación, sin perder de vista la complejidad de los procesos biológicos.

Las diferentes etapas de la historia evolutiva de la especie humana pueden ser estudiadas desde diferentes perspectivas, tanto desde el registro fósil como del estudio del DNA mitocondrial y nuclear (Waddell y Penny, 1996). De acuerdo con la evidencia actual, la especie cuyo linaje se sitúa más cercano al del hombre son los chimpancés, seguidos por los gorilas. Además, los estudios de DNA señalan que lo más probable es que el *Homo sapiens* moderno se haya originado en África hace unos 200.000 años. Una perspectiva completa del origen de los homínidos y sus diferentes ramas puede verse en el árbol evolutivo de la especie humana graficado en la Figura 8, adaptado de Zimmer (2005).

³ En particular, el lingüista Derek Bickerton ha criticado la formulación de escenarios evolutivos, por parte de investigadores no lingüistas que desconocen la complejidad del lenguaje y lo asumen como un rasgo simple y unitario. De este modo, y al igual que Newmeyer (2003b), el autor considera deseable contar con una completa caracterización de la estructura lingüística antes de especular sobre su origen. En nuestra tesis, empero, consideramos que indagar en los orígenes biológicos y culturales del lenguaje humano nos puede entregar importantes luces respecto a cómo caracterizar su estructura.



4.1 Evidencia arqueológica

Desde un punto de vista arqueológico pueden distinguirse dos aproximaciones para datar el origen del lenguaje en la especie humana. Una consiste en el estudio de los restos esqueléticos fósiles de los homínidos para determinar los cambios anatómicos que acontecieron en la filogenia y relacionarlos con los cambios que se suponen necesarios para poseer lenguaje. La segunda posibilidad es analizar los artefactos y herramientas del registro arqueológico, e intentar correlacionarlos con conductas que suponen capacidades lingüísticas.

Dentro del estudio del registro fósil un aspecto importante es el volumen y la forma del interior del cráneo. Según algunos autores, en la cavidad craneal del *Homo habilis* pueden encontrarse hendiduras y depresiones distintivas de los surcos que demarcan la

localización del área de Broca, tradicionalmente vinculada al lenguaje, y por lo tanto sugieren que esa especie ya habría sido poseedora de algún tipo de lenguaje (Wilkins y Wakefield, 1995, citado por Arbib, 2003). También a partir de esta especie se observa una significativa expansión del tamaño cerebral en relación con el tamaño corporal, hecho que se correlacionaría con un aumento de las capacidades cognitivas relacionadas con el lenguaje, en particular el crecimiento de la corteza prefrontal (Deacon, 1997).

Por otra parte, existen ciertos cambios anatómicos relacionados con el aparato vocal, que permiten estimar la aparición del habla en los homínidos. Uno de estos cambios corresponde a la ampliación del canal hipogloso en la base del cráneo, por donde pasa el nervio hipogloso, responsable de la inervación de los músculos de la lengua, que son necesarios para la articulación de sonidos. Otro hallazgo significativo corresponde al hueso hioides, a partir del cual se puede reconstruir virtualmente la posición de la laringe y sus músculos. De acuerdo con Lieberman (2003), el desarrollo del tracto vocal se encontraba incompleto incluso en los Neandertales, aunque acepta que éstos habrían sido capaces de efectuar algunas vocalizaciones. Mientras tanto, el tracto vocal de los demás homínidos conocidos se encontraría dentro del rango de los primates modernos. Por lo tanto, un aparato vocal humano completamente desarrollado habría surgido recientemente en la filogenia, aunque de todos modos la comunicación a través de vocalizaciones junto con gestos braquiomanuales y faciales se remontaría mucho más atrás (Corballis, 2003b). Esto apoyaría las hipótesis que suponen la evolución gradual y temprana en los homínidos de sistemas de comunicación multimodales, inicialmente de predominio gestual y posteriormente hablados, hipótesis además compatible con la propuesta desarrollada en esta tesis.

Respecto a los artefactos y el lenguaje, se ha considerado que la presencia de utensilios u otros objetos o pinturas que suponen un diseño intencional, sería un criterio para inferir que las especies asociadas a éstos poseerían capacidades de conceptualización y eventual transmisión cultural, compatibles con el manejo de símbolos. Sin embargo, el registro arqueológico es escaso y sujeto a distintas interpretaciones, y además no es necesariamente representativo del momento en que existieron sistemas de comunicación simbólicos. En una revisión reciente, Davidson (2003) destaca lo controversial del tema, y sostiene que la evidencia sólo permite afirmar que el uso de símbolos data de unos 70.000 años, no obstante este uso puede haber aparecido previamente sin dejar rastros físicos.

4.2 Estudios comparativos

El método comparativo (Hauser y cols, 2002, 2003) utiliza las características físicas y conductuales de las especies vivientes para realizar inferencias respecto a las especies extintas. En este caso se trata de descomponer la facultad del lenguaje en partes y luego precisar si éstas se encuentran o no en nuestros ancestros filogenéticamente más cercanos, comenzando por el chimpancé y luego el resto de los primates. Si se evidencia que un componente del lenguaje tiene un equivalente en un animal de la misma rama

evolutiva (en el caso humano, la homínida) se establece que se trata de un rasgo homólogo, mientras que si esta característica es encontrada en una especie de otra línea evolutiva (como sería el caso de las aves), se habla de un rasgo análogo. De la presencia o ausencia de esta clase de rasgos, pueden efectuarse las siguientes inferencias:

- Una característica del lenguaje que está ausente en animales no humanos, podría considerarse como única del hombre y que evolucionó como una estructura nueva específicamente para la función lingüística. El problema surge al considerar que los seres humanos no descienden de los chimpancés, sino que ambos descienden de un antepasado común ya extinguido, y las especies intermedias entre este antepasado y el hombre también se extinguieron, de modo que la ausencia de un rasgo humano en otras especies no implica necesariamente que éste no haya estado presente en una gran cantidad de especies intermedias ya extintas, y por lo tanto no sería exclusivo de nuestra especie (Pinker, 1994).
- Si una característica tiene homologías con otras especies filogenéticamente más antiguas, se infiere que este rasgo no es único del hombre ni evolucionó originalmente para el lenguaje. Este rasgo puede ser calificado como preadaptación (exaptación o enjuta) si su presencia en la facultad del lenguaje se debe a procesos de selección natural (que habrían ocurrido en especies ya extintas), mientras que si no ha sido afectado por procesos selectivos tendríamos que considerarlo un subproducto o epifenómeno de desarrollo.

Cuando un componente del lenguaje es análogo al de otras especies (p.ej. con aves cantoras), se concluye que no existe una relación directa entre ambos rasgos, y por lo tanto éstos evolucionaron de manera independiente. Este hecho tiene particular relevancia al demostrar cómo ciertos constreñimientos físicos y del desarrollo, presentes en todos los seres vivos, pueden forzar a la selección natural a generar la misma solución al verse enfrentada a problemas similares (un ejemplo notable se encuentra al comparar el ojo humano con el del pulpo que, pese a ser caracteres análogos, tienen una estructura similar).

En la sección 5.1.2 veremos un escenario evolutivo que destaca el rol de los estudios comparativos para dilucidar qué aspectos del lenguaje son únicos del hombre y cuáles no. En dicha sección se discutirán también las limitaciones que conlleva esta aproximación, especialmente cuando se comparan características cognitivas.

Otra aproximación puede hacerse desde las neurociencias, buscando homologías neuroanatómicas entre regiones cerebrales humanas relativas al lenguaje con el cerebro de primates. Particular énfasis se ha hecho en la búsqueda de regiones homólogas al área de Broca en los primates (v. Arbib y Bota, 2003; Aboitiz y cols., 2006), que serían claves para la evolución del lenguaje, y que revisaremos en las secciones siguientes. Un problema que presentan esta clase de estudios es que, a diferencia del de los primates, la conectividad de los cerebros humanos sólo puede ser analizada con métodos indirectos (de neuroimagen), que no cuentan con la precisión de los estudios anatómicos directos. Por otra parte, el establecer homologías a partir de correspondencias neuroanatómicas presenta también otras limitantes, ya que regiones superficialmente

similares pueden tener funciones distintas, dado el carácter plástico y no local de los procesos neurales, las variaciones durante el desarrollo y las diferencias del tamaño total de los cerebros que están siendo comparados (Deacon, 2004).

4.3 Evidencia genética

La evolución puede ser considerada como una variación de frecuencias de genes a lo largo de la filogenia. Desde esta perspectiva, una adaptación determinada debe tener un conjunto de genes responsables de ella. Como hemos señalado, la ciencia cognitiva tradicional y los psicólogos evolucionarios suelen atribuir las funciones cognitivas que muestran especificidad de dominio a módulos innatos que evolucionaron por selección natural. De acuerdo con esta lógica, la especificidad de dominio implica también ciertos genes específicos responsables de la función cognitiva en cuestión, y por lo tanto la falta o daño en esos genes debería traer como consecuencia la no expresión de dicha función.

Un argumento utilizado a favor de esta postura con relación al lenguaje, se fundamenta en ciertos síndromes clínicos llamados “trastornos específicos del lenguaje”, es decir, síndromes donde existe un déficit en el desarrollo del lenguaje sin que ello se explique a partir del compromiso en otras habilidades cognitivas o un deterioro intelectual generalizado (Pinker, 1994). Estudios recientes en una familia que presenta un desorden de este tipo (la familia KE), el cual presenta un patrón de herencia autosómico dominante, permitieron identificar el gen implicado (debido a una mutación del mismo) en la génesis de este trastorno: se encuentra en el cromosoma 7, se denomina FOXP2 y corresponde a un factor de transcripción (es decir, participa en el control de la transcripción de otros genes). Este es el único caso documentado de herencia simple para un trastorno del lenguaje y el habla (Marcus y Fisher, 2003), y su aparición habría ocurrido dentro de los últimos 200.000 años, es decir en el mismo período que los humanos modernos. Este gen ha sido señalado por autores formalistas como Pinker (2003) para fundamentar que el módulo del lenguaje evolucionó gracias a la mutación de genes específicamente adaptados por selección natural para la función comunicativa. Sin embargo, resulta difícil establecer una relación causal simple entre determinados genes y funciones cognitivas. Los genes –y más aun los factores de transcripción– poseen diversas funciones y participan en complejos procesos e interacciones, siendo sus mecanismos de expresión no bien conocidos. De hecho, el FOXP2 se expresa durante el desarrollo embrionario en diversos tejidos, entre ellos los pulmones, el intestino y el corazón. Por otra parte, estudios genéticos muestran que otros animales (como el ratón) poseen versiones de este gen que desempeñan importantes funciones su desarrollo cerebral, hecho que demuestra la larga historia evolutiva del FOXP2 y que sus funciones no se remiten sólo al lenguaje. En la sección 6.1 volveremos nuevamente sobre este punto.

En suma, la evidencia genética actual provee un aporte poco concluyente respecto a la evolución del lenguaje. De hecho, autores de escenarios evolutivos claramente diferentes, como Pinker, Lieberman y Corballis utilizan al FOXP2 como evidencia en favor de sus propuestas. No obstante, existe cierto consenso respecto a que la evolución

reciente de este gen puede servir de evidencia para apoyar la tardía evolución del habla con respecto a otras formas de comunicación (Christiansen y Kirby, 2003).

4.4 Modelos matemáticos y computacionales

Los modelos matemáticos, computacionales y de robótica evolutiva son un área de creciente interés para el estudio del origen del lenguaje, ya que permiten valorar experimentalmente las distintas hipótesis evolutivas. A diferencia de los métodos analíticos, en el sentido de que recolectan y analizan información sobre sistemas ya existentes, estos modelos constituyen una aproximación sintética al estudio de la evolución, la cual se caracteriza por la construcción de sistemas artificiales para luego observar su adaptación y conductas emergentes en el medio en que se sitúan. De esta manera, en lugar de inferir la compleja estructura que subyace a los organismos a través de la mera observación de su conducta, los métodos sintéticos permiten operar con sistemas cuya estructura es conocida y manipulable, y así evaluar cómo esta estructura se corresponde con la conducta esperada de acuerdo al medio y las tareas predefinidas por el investigador. Es importante señalar que los métodos analíticos y sintéticos no deben ser vistos como alternativas, sino como partes complementarias de un proceso investigativo que alterna entre el análisis de datos empíricos con la construcción de modelos simples basados en dichos estudios (Evans y de Back, 2003).

Mientras que existen estudios matemáticos que respaldan las tesis formalistas del lenguaje, otros modelos matemáticos y conexionistas permiten argumentar que la estructura gramatical puede emerger sin la necesidad de una gramática innata, sino a partir del aprendizaje y la transmisión cultural. En la sección 6.3 discutiremos este tema con mayor profundidad. Por otra parte, las simulaciones de la robótica evolutiva que examinamos en la sección 2.3 ponen en evidencia la necesidad de considerar a la cognición en un contexto corporizado y situado, al momento de simular procesos evolutivos.

Si bien estos estudios aportan una valiosa herramienta empírica, sus modelos siguen teniendo una excesiva simplificación y reducción de las variables involucradas, alejándose de la realidad de los procesos biológicos. Sin embargo, en la medida en que desarrolle mayor sofisticación y cercanía con los complejos y dinámicos mecanismos que operan en los fenómenos cognitivos, es de esperar que los modelos matemáticos y computacionales adquieran cada vez mayor relevancia.

PRINCIPALES ESCENARIOS EVOLUTIVOS

5.1 Perspectiva formalista

5.1.1 Escenarios de Pinker, Bloom y Jackendoff

Estos autores postulan que la facultad del lenguaje posee un diseño complejo, que evolucionó como una adaptación biológica especializada para la comunicación de estructuras proposicionales, y por lo tanto es un rasgo cognitivo específicamente humano y no presenta homologías con otras especies (Pinker y Bloom, 1990; Pinker, 1994, 2003; Jackendoff, 1999; Pinker y Jackendoff, 2005). Este escenario evolutivo se enmarca dentro del formalismo lingüístico que vimos en la sección 3.3, en su versión innatista más radical, la cual supone un módulo lingüístico compuesto por submódulos innatos especializados para los distintos aspectos del lenguaje. Esta propuesta ha sido pionera en el debate actual respecto de la evolución del lenguaje, y conforma uno de los escenarios más completos y bien argumentados formulados hasta el momento. No obstante, ha sido también fuertemente criticada.

La argumentación parte con una idea que no es controversial, la cual dice que el único mecanismo evolutivo capaz de diseñar órganos funcionalmente complejos (como p. ej. el ojo) es la selección natural. Luego, asume que el lenguaje posee un diseño complejo, con múltiples componentes organizados para su función, evidenciable por su vasta capacidad expresiva, su rápida adquisición en niños y su eficiente uso en adultos. Por lo tanto, se concluye que la facultad del lenguaje tiene que haber evolucionado por selección natural. Durante este proceso evolutivo, habrían participado estructuras antiguas (exaptaciones o enjutas), y gestado también otras completamente nuevas, todas ellas modeladas por selección natural para generar la facultad del lenguaje. Otras alternativas evolutivas, como el que sea producto de deriva genética o un subproducto del desarrollo, son desechadas por considerarse incapaces de explicar la aparición de un rasgo tan complejo, que los autores analogan repetidamente con el ojo. En palabras de Pinker y Bloom (1990):

El punto esencial es que ningún proceso físico distinto de la selección natural puede explicar la evolución de un órgano como el ojo. La razón para ello es que las estructuras que pueden hacer lo que el ojo hace son arreglos de la materia extremadamente poco probables. Por un inimaginable largo margen, la mayoría de los objetos definidos dentro del espacio de los arreglos de la materia biológicamente posibles no pueden brindar una imagen enfocada, modular la cantidad de luz entrante, responder a la presencia de márgenes y límites profundos, etc. Las probabilidades de que la deriva genética hubiese tenido como resultado la fijación en una población de, precisamente, aquellos los genes que hubieran dado lugar a un objeto de este tipo son infinitesimalmente bajas, y un evento como este sería virtualmente un milagro. Esto es también cierto para otros mecanismos no seleccionistas señalados por Gould y Lewontin. (p. 710-711).

Las especulaciones sobre la evolución del lenguaje habían sido tradicionalmente escépticas respecto de la selección natural, tanto desde teóricos formalistas como funcionalistas. Una de las principales razones de ello eran el corto período en que habría acontecido su evolución, que se suponía posterior a la aparición del *Homo sapiens* y se correlacionaba con datos arqueológicos indirectos (p. ej. arte rupestre) que lo situaban entre 70.000 y 30.000 años, un período demasiado breve para la escala evolutiva. Además, una descripción adaptacionista supondría etapas intermedias del lenguaje, donde la gramática se encontraría aún incompleta, situación que para lingüistas como Chomsky y Bickerton no conferiría ninguna ventaja adaptativa. Ante esto, Pinker y Bloom (1990; v. a. Pinker, 1994) sostienen que el lenguaje pudo tener un desarrollo gradual, pasando por etapas de progresiva complejidad, comenzando desde nuestro antepasado fósil más remoto, el *Australopithecus afarensis*, quien vivió hace unos cuatro millones de años. La adquisición secuencial de simples capacidades comunicativas (como protorreglas gramaticales que permitieran decir quién-hizo-qué-a-quién) otorgarían una ventaja adaptativa determinante a quienes las poseyeran, al poder transmitir información relevante y mejorar las capacidades de cooperación, persuasión y competitividad con sus pares. En sintonía con esta perspectiva, el lingüista Ray Jackendoff (1999) ha propuesto un escenario compuesto por las sucesivas etapas que habría cursado la evolución del lenguaje. Una versión resumida de estas etapas se presenta a continuación:

Uso de símbolos: inicialmente habría existido el uso voluntario de vocalizaciones (o 1. gestos) simbólicas unitarias para expresar situaciones inespecíficas, que tendrían como precursor inmediato a las llamadas que hacen ciertos primates ante el descubrimiento de alimento o el avistamiento de depredadores. Su equivalente “fósil” se hallaría en las primeras vocalizaciones de los niños, o en expresiones adultas como “¡sí!”, “¡no!” o “¡ay!”.

Habilidad de adquirir una ilimitada clase de símbolos: esta segunda innovación 2. permitiría la adquisición de un lexicón, tal como lo hacen los niños o, de manera limitada y con gran esfuerzo, primates entrenados.

Sistema fonológico combinatorio: al aumentar el número de símbolos se dificulta su 3. discriminación y memorización, problema que se resuelve con un sistema fonológico combinatorio que permita generar, a partir de un pequeño repertorio de sonidos básicos (fonemas, sílabas), todas las unidades significantes que conforman el lexicón. Un sistema de este tipo sigue siendo fundamental en la actualidad para la adquisición de un vocabulario extenso.

Concatenación de símbolos para construir expresiones más largas: como por ejemplo 4. la expresión “Claudio manzana”, que señala que existe algún tipo de relación entre Claudio y manzanas. Si bien esta relación es inespecífica, sería más útil que símbolos aislados.

Uso de posición lineal para expresar relaciones gramaticales: en esta etapa aparecen 5. principios simples que relacionan los componentes de la frase, tales como “agente primero” o “foco al final”, que permitirían que una frase como “Claudio golpeó pelota” signifique que quien ejecutó el golpe fue Claudio y no lo contrario.

Estructuración jerárquica de frases: corresponde a la innovación clave para muchos 6. escenarios y que ya hemos denotado como recursividad. Ésta permite que los principios de ordenamiento de palabras, que emergieron en la etapa anterior, sean elaborados en principios de ordenamiento de frases. Dicho en términos simples, esto permite incrustar una frase dentro de otra, como en el caso de “Claudio golpeó la pelota que había comprado su hermano”.

Vocabulario para conceptos relacionales: son términos que expresan relaciones 7. semánticas entre palabras y frases, análogas a “en”, “arriba”, “sobre”, “porque”, etc.

Morfología flexional: sistema de flexiones que cambian el sentido de las palabras, 8. que en el caso del español encontramos en las terminaciones verbales y de plural.

Sintaxis oracional: esta innovación indica el rol temático que ocupan los componentes 9. de una oración y su relación respecto al verbo, creando nociones sintácticas como sujeto, predicado, etc.

El escenario de Jackendoff concuerda con la evolución gradual que proponen Pinker y Bloom (1990) para el lenguaje, y grafica la complejidad que estos autores atribuyen al módulo lingüístico, especialmente si nos fijamos en las últimas etapas. Notemos que las innovaciones presentes en cada etapa se suponen representadas en el cerebro de manera innata, es decir que aconteció un cambio en el genoma responsable de cada una

de ellas, lo cual permite respaldar el innatismo representacional que se le atribuye al módulo del lenguaje.

En cierta medida, lo que hace Jackendoff en su escenario es un ejercicio lingüístico: toma una caracterización formal del lenguaje como lo conocemos en la actualidad, la fracciona en partes ordenadas de acuerdo a su complejidad, para finalmente situar esta secuencia en la filogenia. Este procedimiento tiene el problema de asumir que la forma como funciona y manifiesta el lenguaje en la actualidad es representativa de cómo funcionó y se manifestó a lo largo de la filogenia. Es posible suponer, al contrario de lo que hace el autor, que los mecanismos cognitivos que dieron lugar al lenguaje hayan tenido funciones distintas, así como que la manifestación actual del lenguaje tenga una base cultural y no biológica, de modo que podríamos emplear este mismo escenario desde la perspectiva de la lingüística cognitiva y afirmar que a partir de la cuarta o quinta etapa las innovaciones gramaticales son un producto emergente del empleo de mecanismos cognitivos generales en tareas lingüísticas y no caracteres innatos. Al respecto, Pinker (2003) insiste en señalar que dichos mecanismos cognitivos generales resultan ambiguos y pobremente explicativos, e insiste en que la cognición humana posee dispositivos computacionales específicos para cada una de sus tareas complejas.

El escenario de Pinker, Bloom y Jackendoff se basa justamente en el diseño complejo y específico que tendría el módulo lingüístico, sobre la base de amplios mecanismos computacionales innatos, los cuales sólo serían explicables por selección natural. Respecto al argumento de la complejidad del lenguaje, nos parece que existe evidencia suficiente desde los sistemas dinámicos para argumentar en contra de la especificidad e innatismo de la facultad del lenguaje. De acuerdo a lo expuesto en la sección 3.5 con relación a los sistemas dinámicos aplicados al lenguaje, hemos señalado cómo sistemas de aprendizaje no específicos del lenguaje, como son las redes neurales, son capaces de aprender reglas gramaticales sin que sean explícitamente expuestas a ellas (ver sección 6.3 para mayor discusión). Además, desde una perspectiva dinámica la adquisición del lenguaje puede seguir un curso no lineal, teniendo cambios (p. ej. progresos) súbitos e inesperados, sin que éstos deban explicarse causalmente por la acción inmediata de genes o el ambiente, sino como propiedades emergentes del acoplamiento dinámico de las diferentes variables que componen al sistema (van Geert, 1991; Bates y Carnevale, 1993). Como señala Elman (1999), el lenguaje pudo emerger de la interacción de numerosas unidades no específicas del dominio lingüístico que sufrieron pequeños cambios genéticos durante la evolución, pero que sin embargo sumados unos con otros y a través de complejas interacciones y regulaciones epigenéticas dieron lugar a una conducta completamente nueva en el nivel fenoménico.

Otro aspecto cuestionable de este escenario es su realismo biológico con relación al lenguaje y su evolución. En primer lugar, el lenguaje entendido desde la perspectiva formalista de Pinker, Bloom y Jackendoff asume la existencia de una facultad del lenguaje modular y dotada de representaciones innatas. Sin embargo, a lo largo de esta tesis hemos expuesto cómo existen modelos alternativos para emergencia del lenguaje sin recurrir a reglas innatas. Como señalan Elman y cols. (1996), la evidencia actual en neurociencias y modelos conexionistas permite respaldar una postura emergentista respecto de las conductas humanas. Los autores sostienen que el innatismo

representacional implica la especificación innata de conectividad sináptica en el nivel cortical, hecho que es altamente inverosímil. En lugar de representaciones innatas, existirían constreñimientos de carácter general en la arquitectura cerebral que restringen o predisponen la emergencia de determinadas representaciones durante el desarrollo, hecho que rige especialmente para el caso de conductas cognitivamente complejas. En este sentido, Deacon (1997) señala que dado que los circuitos cerebrales que se activan durante tareas gramaticales son altamente variables intra e interindividualmente, es muy improbable que la evolución haya podido asimilar genéticamente reglas gramaticales. Esto se debe a que para que una conducta sea fijada en el genoma se necesitan estímulos y asociaciones que sean constantes a lo largo de generaciones, situación que sólo puede ocurrir con conductas simples como las llamadas de los primates, y no con un sistema referencial complejo como el lenguaje. Es importante señalar que si bien no resulta biológicamente plausible que hayan evolucionado módulos innatos específicos de dominio, esto no significa que durante la ontogenia no surjan procesos cognitivos que sean específicos de dominio, hecho que efectivamente ocurre en el caso del lenguaje, pero como producto constreñimientos del desarrollo que permiten la emergencia de representaciones específicas, en un proceso dinámico y constructivo entre el niño y su medio ambiente (Karmiloff-Smith, 1995).

Con respecto a la evolución misma, este escenario resulta igualmente difícil de sustentar biológicamente. Por una parte, un módulo cognitivo con un diseño tan complejo, comparable al del ojo, difícilmente podría haber evolucionado en el relativamente corto período de tiempo que los autores señalan. Worden (1995) ha estimado matemáticamente que la máxima cantidad de información (de diseño útil) que pudo almacenar el genoma en el tiempo evolutivo que nos separa de los chimpancés consistiría en aproximadamente 5 Kilobytes, equivalente a un programa computacional de 300 líneas. Esta cantidad es insuficiente para contener el complejo módulo lingüístico innato que postulan los autores de este escenario, y confirma el conocido hecho de que la evolución actúa sobre estructuras preexistentes en lugar de generar estructuras nuevas.

Mientras tanto, de acuerdo con los modelos de robótica que revisamos en la sección 2.3 y tal como concluimos en la sección 2.4, en condiciones ecológicamente reales la evolución es un proceso inherentemente dinámico, donde múltiples variables actuando en conjunto dan lugar a soluciones corporizadas y situadas al medio ambiente. De esta manera, la óptica adaptacionista del escenario de Pinker, Bloom y Jackendoff, que asume al lenguaje como un rasgo aislado del resto de la cognición, así como una historia evolutiva fundamentada en un sólo factor adaptativo (la comunicación de estructuras proposicionales), resulta ser una excesiva simplificación de las causas y mecanismos evolutivos. Sin duda la selección natural es el principal mecanismo que participa de la evolución de rasgos complejos, pero suponer que capacidades cognitivas como el lenguaje puedan ser reducidas a rasgos simples y unitarios, que evolucionaron de manera independiente del resto del cuerpo y la cognición resulta en una visión simple y sesgada, similar a la que se produce al estudiar la conducta animal en un laboratorio en lugar de hacerlo en su contexto ecológico. Dentro de la complejidad y variadas funciones que puede presentar el lenguaje en la especie humana, las cuales implican presiones

selectivas actuando a distintos niveles, podemos mencionar algunas distintas de la comunicación, como las relacionadas con el pensamiento (Fitch et al, 2005), cohesión social (Dunbar, 2003), o su vinculación con otros mecanismos cognitivos como los relacionados con el control motor (Lieberman, 2003; Corballis, 2003b), cognición social y atención compartida (Tomasello y cols., 2005) o sistemas de navegación y razonamiento espacial (Hauser y cols., 2002).

Más allá de cualquier escenario monocausal, los procesos evolutivos son multifactoriales y dinámicos, e involucran a los organismos como totalidades integradas a su medio ambiente. En este contexto, junto con la selección natural es necesario considerar el rol de otros mecanismos de cambio, como los que vimos en la sección 2.2. En el siguiente escenario, veremos que se logra una aproximación más integral y realista a la evolución de la facultad del lenguaje, aunque conservando algunos problemas relacionados con la perspectiva formalista.

5.1.2 Escenario de Hauser, Chomsky y Fitch

Esta propuesta (Hauser, Chomsky y Fitch, 2002; Fitch, Hauser y Chomsky 2005; Hauser y Fitch, 2003) asume la perspectiva chomskyana actual del lenguaje, y por lo tanto debe dar cuenta de un módulo lingüístico basado en una sintaxis autónoma, que en términos minimalistas corresponde a un sistema computacional simple capaz de generar recursividad (estructurar expresiones jerárquicamente). A diferencia del escenario anterior, que definía al lenguaje como un rasgo unitario y distinto de las demás especies, estos autores lo descomponen en partes, en busca de homologías que permitan discriminar qué componentes de la facultad del lenguaje son compartidos con otras especies y cuales son únicamente humanos. Esta distinción tendría la ventaja de poder ser contrastada a través de estudios comparativos (ver sección 4.2). En palabras de los autores (Fitch y cols, 2005)

Pero considerando al lenguaje como un todo no fraccionado, no hay ningún tipo de dato disponible: el “lenguaje” no fosiliza y es único de la especie humana. Entonces, desde una perspectiva empírica, no hay y probablemente nunca habrán datos capaces de discriminar entre todas las especulaciones plausibles que han sido propuestas sobre la(s) función(es) original(es) del lenguaje, así como para la música, el razonamiento matemático o una multitud de otras interesantes habilidades humanas. (p. 5).

A través de los datos comparativos, los autores concluyen que gran parte de los componentes del lenguaje son homólogos a mecanismos que operan en otras especies, aunque presentes de manera rudimentaria, con diferencias más bien cuantitativas que cualitativas. Entre los que se enumeran:

- Sistema conceptual: se encuentra presente una amplia variedad de animales estudiados, donde se demuestra su capacidad de adquirir y emplear conceptos abstractos, como herramientas, colores, números, etc. (cf. Vonk y MacDonald, 2004).
- Teoría de la mente: que consiste en la capacidad de “leer la mente” de los demás y así comprender y predecir sus deseos e intenciones, hecho relevante para aspectos

pragmáticos del lenguaje. Algunos estudios (controversiales) en primates indican que poseerían esta capacidad, ya que pueden tener un sentido de sí mismos y reconocer estados mentales en sus pares (cf. Premack (1990) y Byrne (1995), citados por Soto y García (1997)).

- Producción del habla: según los autores, la laringe humana no difiere de la presente en la mayoría de los demás mamíferos en un sentido obviamente relacionado con el lenguaje. Más aun, la posición descendida de la laringe, rasgo humano que permite la articulación de sonidos complejos, puede observarse en varios mamíferos al momento de vocalizar, cumpliendo funciones tales como facilitar la identificación individual y exagerar el tamaño aparente del emisor. Luego, el descenso permanente de la laringe habría evolucionado tempranamente en los homínidos, mucho antes del advenimiento del lenguaje, y con otras funciones.
- Percepción del habla: la capacidad de percibir y discriminar distintas categorías lingüísticas (como fonemas prototípicos) e incluso idiomas ha sido encontrada en neonatos, primates y otros animales, a través de estudios que evalúan la habituación y deshabituación a estímulos (cf. Kuhl y Miller (1975) y Kluender y cols. (1987), citado por Hauser y cols. (2002)). En consecuencia, postulan que la percepción del habla puede ser producto de funciones auditivas generales que no evolucionaron específicamente para el lenguaje, sino para otras funciones comunicativas o cognitivas.
- Imitación vocal: ésta es una capacidad humana necesaria para aprender un léxico arbitrario y compartido. La imitación se encuentra altamente desarrollada en algunos animales, como los delfines o pájaros cantores, no obstante es rudimentaria en monos y primates (cf. Fitch, 2000).
- Mecanismos de aprendizaje: estudios en primates muestran que son capaces de atender, memorizar y extraer el orden o relaciones entre ítems visuales o auditivos que les son exhibidos, generando computaciones estadísticas con la información obtenida. Esta capacidad sería homóloga a mecanismos de aprendizaje estadístico presentes en humanos, y que son particularmente relevantes para adquirir un lenguaje (cf. Fitch y Hauser (2004)).

Finalmente, los autores sostienen que posiblemente sólo el mecanismo computacional para la recursión es únicamente humano y habría evolucionado recientemente. Este mecanismo es característico del lenguaje en tanto permite recombinar unidades significantes en una ilimitada variedad de estructuras, cada una con un significado diferente, y si bien algunos primates poseen mecanismos de aprendizaje estadístico que les permiten estructurar frases simples, éstos son limitados y no dotados de recursión. Este componente actuaría además como un sistema de interfaz que articularía a los sistemas ya mencionados conceptual-intencional y sensorio-motor del lenguaje, generando automáticamente (como subproducto) las demás cualidades y detalles complejos que presenta el lenguaje, gracias a constreñimientos neurales/computacionales del cerebro. Respecto a cómo evolucionó este componente, los autores dudan que haya sido como una adaptación para el lenguaje, y se inclinan por que éste provenga de preadaptaciones originalmente diseñadas para funciones como

navegación, cuantificación numérica o relaciones sociales. Por lo tanto, consideran factible que este rasgo tenga un homólogo en otros animales, opción que dejan abierta a la investigación empírica.

En suma, esta propuesta considera que la facultad del lenguaje en un sentido amplio constituye una adaptación humana modelada por selección natural, y que posee, entre otras, la función de comunicar. Ahora bien, al fraccionarlo en componentes, cada uno de ellos tendría una historia evolucionaria independiente, y probablemente algunos de ellos no serían adaptaciones para el lenguaje o la comunicación, a diferencia de Pinker, Bloom y Jackendoff que afirman que la totalidad del lenguaje es una adaptación para la comunicación. Mientras tanto, la recursión sería el único componente únicamente humano y no habría evolucionado como una adaptación para la comunicación sino para otro tipo de operaciones mentales recursivas, o bien no sería adaptación alguna, sino producto de constreñimientos neurales propiciados por un aumento del tamaño de la corteza cerebral.

El presente escenario nos parece mejor fundado biológicamente que el de Pinker, Bloom y Jackendoff, principalmente por la aceptación de que el lenguaje comparte gran parte de sus mecanismos con el resto de la cognición y la perspectiva evolucionista no restringida a la selección natural, que incluye preadaptaciones e incluso constreñimientos físicos propios del crecimiento, complejidad y autoorganización cerebrales, particularmente para explicar el componente recursivo del lenguaje.

Sin embargo, el escenario de Hauser, Chomsky y Fitch se enmarca dentro de una visión formalista del lenguaje con un menor componente innato que la del escenario anterior (ver sección 3.3 para una comparación entre ambas posturas), proponiendo una competencia lingüística basada en principios y reglas simples, que se origina evolutivamente de mecanismos de recursividad e interfaz entre otros sistemas cognitivos. No obstante estas diferencias, este escenario debe justificar evolutivamente aspectos claves del formalismo, como lo es una noción del lenguaje sintactocéntrica y aislada de sus funciones, la cual no nos parece compatible con una facultad que evolucionó a partir de la confluencia de múltiples rasgos cognitivos distintos del lenguaje. Asimismo, en la sección anterior vimos lo biológicamente implausible de asumir la existencia así como la evolución de reglas lingüísticas innatas en el nivel cerebral, de manera que aquellas críticas pueden extenderse a este escenario también.

Por otra parte, la descomposición del lenguaje en partes y la indagación en el origen evolutivo de cada una de ellas por separado, resulta ser un ejercicio evolutivo artificial, que no se condice con la naturaleza dinámica de la evolución, en donde las soluciones adaptativas resultan de la acción integrada del organismo, en función de explotar al máximo las condiciones medio ambientales que se le presentan. Esta visión simplificada de la evolución queda de manifiesto ante el declarado interés por parte de los autores por encontrar “los componentes únicos de la facultad del lenguaje”.

Este interés por estudiar la facultad del lenguaje a través de estudios comparativos tiene además el problema de asumir que un determinado fenómeno cognitivo observado de manera similar en distintas especies es producto de mecanismos cognitivos similares. No olvidemos que una perspectiva dinámica de la cognición (y especialmente la noción

de “mente extendida” que vimos en la sección 3.5) demuestra justamente que la cognición de los organismos se extiende más allá de su cerebro, incluyendo al cuerpo y ambiente. De esta manera, un rasgo cognitivo similar puede ser ejecutado a partir de una distinta disposición de medios cognitivos, corpóreos y ambientales. Así, por ejemplo, si bien tanto humanos como perros son capaces de caminar, ambos emplean sus recursos cognitivos y explotan al ambiente de manera distinta al momento de hacerlo.

En este mismo sentido, creemos discutible asumir, como lo hacen los autores del presente escenario, que existe una continuidad entre los sistemas de comunicación de animales no humanos y de nuestra especie. Así, si bien diversos animales poseen sistemas de comunicación gestuales y vocales simples, sería dudoso afirmar que a través de ellos sean capaces de transmitir conceptos o símbolos, ya que provienen de disposiciones innatas involuntariamente ejecutadas frente a determinados contextos (como p. ej. las llamadas que hacen los monos vervet ante la presencia de un depredador). Como señala Deacon (1997), esta clase de sistemas comunicativos se asemejan a la risa del hombre, que además de su carácter involuntario y contagioso es capaz de generar respuestas emocionales (cambios de humor) en los demás, sin alcanzar a constituir un sistema de comunicación lingüístico. A juicio del autor, la diferencia clave entre el lenguaje y los sistemas de comunicación no humanos radica en que estos últimos son simples mecanismos asociativos y de imitación, mientras que el lenguaje constituye un sistema simbólico referencial complejo, donde el significado de un concepto se encuentra determinado por su relación referencial con otros conceptos, y no directamente a un objeto u acción en el mundo. Además, ambos sistemas de comunicación tienen sustratos cerebrales distintos. Mientras la capacidad de elaborar un sistema simbólico de alto orden depende de zonas corticales bajo control voluntario, las llamadas de los primates son producidas por regiones subcorticales autónomas (op. cit.).

En sintonía con los argumentos de Deacon, en esta tesis afirmaremos que los medios cerebrales que evolucionaron para el lenguaje son distintos de los encargados de producir sistemas de comunicación en los primates u otros animales. Dado que a lo largo de la evolución la cognición humana ha extendido su información más allá de sus propios recursos neurales, privilegió el desarrollo de mecanismos cognitivos voluntarios y no autónomos para administrar y aprovechar al máximo los recursos que deposita en la cultura y el ambiente. Este es el caso del lenguaje. En las secciones finales nos extenderemos más sobre este punto.

5.2 Perspectiva cognitivo-funcional

5.2.1 Escenarios de Arbib, Corballis y Lieberman

En la presente sección, expondremos algunas propuestas para la evolución de la facultad del lenguaje que tienen una base neuroanatómica, y que aportan una perspectiva evolutiva biológicamente fundada y compatible con la dimensión corporizada y situada del

lenguaje que hemos argumentado hasta aquí.

Parte de la corteza premotora (región F5) del cerebro de monos se relaciona con la manipulación de objetos y es considerada homóloga al área de Broca en humanos. Estudios de Rizzolatti y cols. (citado por Arbib y Bota, 2003; Arbib, 2003) encontraron que en esta área algunas neuronas se activan cuando el mono ejecuta la acción de manipular objetos, al igual que las demás neuronas F5, pero además se activan cuando éste observa una acción más o menos similar ejecutada por el experimentador (u otro mono). Estas neuronas fueron denominadas “neuronas en espejo”, y al sistema capaz de generar y reconocer acciones que éstas conforman en el área F5 se le llama “sistema de neuronas en espejo para la manipulación de objetos” (SNE).

El neurocientista Michael Arbib postula que el lenguaje evolucionó desde este SNE, el cual no habría evolucionado originalmente para la comunicación, y sería precursor de sistemas de comunicación gestual previos a la evolución del lenguaje hablado. A continuación se explican las etapas que este autor define para la evolución del lenguaje (Arbib, 2003):

1. Manipulación de objetos
2. Sistema de neuronas en espejo para la manipulación de objetos: descrito previamente, se encuentra en monos y empareja observación con ejecución.
3. Sistema simple de imitación para la manipulación de objetos: el SNE permitiría reconocer y luego ejecutar pequeñas secuencias de acciones dirigidas a objetos y habría sido favorecido por la liberación de las manos producto del bipedalismo. Este modo rudimentario de imitación puede observarse actualmente, tras repetida instrucción, en monos.
4. Sistema complejo de imitación para la manipulación de objetos: que permitiría adquirir imitativamente secuencias nuevas y más complejas tras un simple intento. Esta innovación, clave para la evolución del lenguaje, sería una directa extensión del SNE, y ya estaría inserta en la línea homínida (que llega al Homo sapiens), hace unos 5 millones de años.
5. Sistema de comunicación braquio-manual: el sistema de imitación anterior se relacionaba con acciones dirigidas hacia objetos basada en la observación, mientras que en esta etapa, la imitación no se dirige hacia un objeto concreto sino que tiene la intención de hacer a un observador pensar en algo relacionado con lo que se está haciendo. Este tipo de imitación tiene intención comunicativa, y habría desarrollado progresivos grados de abstracción hasta alcanzar gestos divorciados de sus orígenes pragmáticos, y pareados con un significado más o menos definido. Estos “protosignos” braquio-manuales habrían sido complementarios a sistemas ya existentes de comunicación, basados en un discreto número de “llamadas” y gestos orofaciales para expresar emoción y estados sociales que pueden observarse aún en algunos monos, y ubicado en una región cerebral distinta de F5.
6. Sistema de comunicación basado en vocalizaciones: el sistema de comunicación braquio-manual de la etapa anterior, derivado del SNE y localizado en la región F5 (análoga a Broca en humanos), habría “reclutado” al sistema vocal de llamadas ya

existente, aportándole mayor control motor, propiedades combinatorias y simbólicas, dando lugar a una “proto-habla”. La progresiva vinculación entre la región de la corteza cingulada responsable del sistema vocal con la región F5 habría ocurrido gracias a procesos de colateralización cerebral, que habrían coevolucionado con cambios en la anatomía del tracto vocal, posiblemente desde el *Homo erectus*.

Lenguaje: el progresivo desarrollo de la proto-habla en el contexto del *Homo sapiens* 7. moderno, habría permitido el cambio desde marcos relacionados con acción y objetos, a estructuras con verbo y argumento, y luego a sintaxis y semántica. Estos avances hacia lo que conocemos hoy como lenguaje tendrían por lo tanto un origen cultural y no biológico, gracias a la acumulación generacional de innovaciones lingüísticas.

De este escenario se desprende que las llamadas de los primates modernos –tales como la “llamada del leopardo” que alerta tal peligro en los monos vervet- no podrían considerarse homólogas a las vocalizaciones de los primates humanos, en tanto éstas podrían inventarse y aprenderse a través del aprendizaje en la comunidad, a diferencia de llamadas que se originaron por evolución biológica. Sin embargo, éstas tendrían un rol precursor de la proto-habla homínida, en conjunto con los sistemas de comunicación gestuales. Esta fusión de los sistemas de comunicación vocal, manual y orofacial que dieron origen al lenguaje, explicaría también porqué el habla normal es acompañada y enriquecida por movimientos y gestos, así como que las lenguas de señas puedan ser tan complejas como cualquier lenguaje humano hablado.

Una perspectiva similar es la de Corballis (2003a, 2003b), quien sostiene que las vocalizaciones efectuadas por primates son involuntarias y automáticamente gatilladas por ciertas situaciones, y por lo tanto difícilmente podrían corresponder a exaptaciones para la comunicación intencional. Además, observa que los primates poseen mayor control intencional sobre sus extremidades, así como los chimpancés emplean gestos para comunicarse y pueden aprender un lenguaje de señas simple, equivalente al de un niño de dos años. Estas observaciones llevan al autor a postular que el lenguaje evolucionó a partir de gestos corporales, particularmente de manos, brazos y cara, mientras que las llamadas de los primates no estarían implicadas en este proceso, a diferencia de lo que sostiene Arbib.

Corballis sitúa también el origen de estos gestos en el SNE presente en monos, el cual habría conformado las bases para la evolución de una etapa comunicativa puramente gestual. Esta etapa precedería al lenguaje hablado, ya que la anatomía del aparato vocal y sus mecanismos cerebrales de control debían seguir considerables cambios antes de hacer posible el habla. Este hecho encontraría respaldo en el registro fósil, ya que cambios anatómicos que indirectamente permiten inferir la presencia de alguna forma de habla, como la ampliación del canal hipogloso y el engrosamiento de la región torácica del canal espinal (ver sección 4.1 para mayor detalle) indicarían que recién el antepasado común entre el *Homo sapiens* y los Neandertales, hace unos 500.000 años, habría poseído alguna forma rudimentaria de habla, fecha muy posterior a los posibles sistemas de comunicación gestual presentes en el género *Homo*. Por otra parte, la capacidad de comunidades sordas para desarrollar completos sistemas de

comunicación basados en señas, proveería tal vez la mayor evidencia de que el lenguaje pudo haber sido puramente gestual, sin pérdidas en complejidad o expresividad. Una vez conformado un sistema de comunicación gestual en los tempranos homínidos, el control cortical sobre los gestos habría evolucionado hacia la lateralización hemisférica, alcanzando el control intencional sobre la musculatura vocal, que aparentemente en primates es subcortical y ya está lateralizada. De esta manera, el lenguaje de gestos habría sido progresivamente acompañado por vocalizaciones, las cuales habrían adquirido mayor refinación y comenzado gradualmente a reemplazar al lenguaje de gestos, dadas las ventajas prácticas que el lenguaje oral posee sobre éste (como p. ej. que funciona en la oscuridad, permite liberar las manos y concitar la atención de un mayor número de receptores), hasta alcanzar el lenguaje como lo conocemos hoy. Una manera de comprender mejor este escenario, es visualizar al habla como un conjunto de gestos, compuestos por los movimientos de los labios, la lengua, el velo del paladar y la laringe. Es interesante destacar que, a diferencia de Arbib, este autor se inclina por la existencia de un lenguaje gestual gramaticalmente complejo previo al hablado, que habría evolucionado como una adaptación biológica (hecho que puede resultar compatible con la evolución de una gramática universal innata, pero que preferimos situar aquí dada su cercanía con los demás escenarios de orientación cognitivo-funcional).

En este contexto, relativo a considerar que el lenguaje evolucionó desde preadaptaciones vinculadas con el control motor, Lieberman (2003) aporta una perspectiva distinta. Al igual que Hauser, Chomsky y Fitch (ver sección 5.1.2) este autor cree que las bases biológicas para la habilidad lingüística humana están presentes, en forma primitiva, en otras especies animales. Sin embargo, en lugar de focalizar lo característico de la evolución del lenguaje en la sintaxis, lo hace en los mecanismos anatómicos y neurales responsables de la producción del habla. La evolución de cambios anatómicos en el tracto vocal y laringe habrían permitido la emisión de una mayor variedad de frecuencias sonoras, que hacen posible la articulación de mensajes sonoros más complejos y eficientes, situación que sería responsable de la ventaja selectiva que el descenso de la laringe habría tenido, por sobre el riesgo de asfixia (la laringe descendida aumenta el riesgo de que al deglutir alimentos éstos se atasquen en la vía aérea). Además, los mecanismos neurales encargados de regular la producción y la comprensión del lenguaje hablado habrían evolucionado conjuntamente con los cambios anatómicos, y tendrían un origen subcortical, particularmente en los ganglios de la base, involucrados en el aprendizaje y el control de programas motores. Esta base subcortical habría evolucionado previamente por selección natural permitiendo respuestas motoras rápidas y adaptativas a los cambios y oportunidades ambientales, y sería responsable de sistemas funcionales de regulación no sólo motora, sino también relacionados con la actividad cognitiva en general, integrando y coordinando la información sensorial con otras funciones cerebrales. Así, tanto el pensamiento como la conducta motora tendrían una base neural común para tareas secuenciales y jerárquicas, que junto a progresivas asociaciones con la corteza, serían responsables de la producción del habla y la regulación de una sintaxis compleja.

Los escenarios que hemos expuesto en esta sección, permiten correlacionar la evolución de cambios anatómicos y conductuales relacionados con el lenguaje, con cambios en el cerebro. De esta manera, queda en evidencia cómo las conductas

complejas son reguladas por sistemas neurales que involucran diferentes estructuras neuroanatómicas, las cuales tienen orígenes y funciones relacionadas con otras áreas de la cognición. Estas observaciones son compatibles con una visión corporizada de la facultad del lenguaje, además de incorporar factores pragmáticos y sociales, todos elementos necesarios para construir un escenario multifactorial y biológicamente plausible. Sin embargo, nos parece que estas propuestas aportan una visión parcial de la complejidad de la dinámica evolutiva, faltando una descripción más completa del rol ambiental y la activa participación de los organismos los procesos. Además, la participación de determinadas estructuras neurales en la evolución del lenguaje debe ser considerada como un factor más dentro de una multitud de otros cambios y procesos de autoorganización que acontecieron durante la filogenia, siendo todo enfoque monocausal inconsistente con la naturaleza dinámica de la evolución. En este sentido, las propuestas que acabamos de revisar pueden ser mejor consideradas como aportes empíricamente fundados para un escenario integrador y más completo. En las secciones siguientes veremos otras propuestas que permiten complementar los escenarios ya vistos, y aproximarnos aun más a una perspectiva dinámica de estos procesos.

5.2.2 Escenarios de Tomasello y Deacon

A diferencia de lo que ocurre con el formalismo, para una aproximación cognitivo-funcional la adquisición del lenguaje no depende de una gramática universal innata, sino que emerge de capacidades cognitivas generales en conjunto con la interacción social y comunicativa del niño. De acuerdo con Michael Tomasello (2000; 2003), el aprendizaje del lenguaje se iniciaría al año de edad, cuando el niño es capaz de captar la intencionalidad de las acciones de los demás y prestar atención a éstas. Gracias a esta capacidad, comienza aprender imitativamente el uso de entidades culturales que poseen una dimensión intencional, como el uso convencional de herramientas y símbolos. Inicialmente, el niño adquiere las construcciones simbólicas (gramaticales) que oye y las reproduce para expresar sus propias inquietudes comunicativas, comprendiendo el significado de estas construcciones y comenzando a discernir sus constituyentes internos así como los patrones de uso de cada uno de ellos. Luego, a partir de estos constituyentes, el niño comienza construir y utilizar comunicativamente sus propios esquemas y categorías lingüísticas, los cuales adquieren progresiva complejidad, dando lugar a expresiones gramaticalmente bien constituidas (ver sección 3.5 para mayor detalle).

Para Tomasello, este proceso gradual de gramaticalización que permite adquirir una lengua se desarrolla gracias a habilidades y capacidades cognitivas generales que no son específicas del lenguaje (p. ej. categorización de objetos y eventos, capacidades de memoria, etc.). En tanto, el aspecto de la cognición determinante para la emergencia del lenguaje sería la capacidad de participar en actividades colaborativas que involucran intencionalidad compartida, la cual constituiría una adaptación únicamente humana y no originada específicamente para la función lingüística, sino para la “cognición social” (capacidad también denominada “teoría de la mente”, y que consiste en entender a otros en analogía con uno mismo), siendo la comunicación simbólica una consecuencia natural

de esta capacidad.

Para comprender mejor esta situación, el autor describe la conducta de los primates más cercanos al hombre, los chimpancés (Tomasello y cols., 2005). En ellos existen formas de comunicación gestual que son aprendidas y empleadas de manera intencional, es decir, de manera flexible para circunstancias comunicativas particulares. Sin embargo, estos gestos sólo son usados para atraer la atención o requerir una acción de otros dirigida a sí mismo (p. ej. relacionadas con juego, sexo, etc.), y nunca de manera referencial, es decir, dirigida a atraer la atención del otro sobre un objeto o evento externo. Por lo tanto, la intención de influenciar la atención y los estados mentales de otros no se encuentra presente en los chimpancés, y sería una actividad únicamente humana que habría aparecido tras la división de las líneas evolutivas de humanos y chimpancés, hace unos seis millones de años.

En suma, la propuesta de Tomasello sostiene que lo que permitió la emergencia del lenguaje en la especie humana fue la evolución de habilidades y motivaciones para colaborar unos con otros en actividades que comparten intenciones y metas. Esta capacidad colaborativa habría otorgado ventaja selectiva a quienes la poseyeron, al poder competir en forma grupal y de manera más eficiente sobre los demás; por lo tanto, esta capacidad habría evolucionado por selección natural, posiblemente en un período cercano a la aparición de los humanos modernos. Luego, exceptuando posibles adaptaciones del aparato auditorio-vocal propias del lenguaje, no habrían acontecido más adaptaciones relativas al lenguaje, y las construcciones gramaticales de las distintas lenguas serían producto de procesos históricos de gramaticalización, determinados por la evolución cultural y no biológica de la especie humana. La estructura gramatical que presentan las distintas lenguas, sería entonces una creación humana realizada a lo largo de la historia, cambiante de acuerdo al contexto ambiental en que se encuentra, tal como señala Tomasello (2003):

[...] todos los símbolos y construcciones de un lenguaje dado no son inventados de una vez, y una vez inventados suelen no permanecer iguales por mucho tiempo. Más bien, los símbolos y construcciones lingüísticas evolucionan y cambian y acumulan modificaciones durante tiempos históricos, en tanto los hombres los usan entre ellos y los adaptan a circunstancias cambiantes. (p.102).

Por otra parte, las estructuras gramaticales de las distintas lenguas poseen ciertos aspectos comunes, denominados universales lingüísticos ya que aparecen en prácticamente todas las formas de lenguaje conocidas y cuya existencia ha sido explicada por los formalistas por medio de una gramática universal innata, que determinaría la adquisición del lenguaje para una forma gramatical específica. No obstante, para una orientación cognitivo-funcional estos universales no dependen de una gramática innata, sino de constreñimientos propios de la cognición humana y la comunicación (ver secciones 3.4 y 3.5). De acuerdo con el autor, existen tres fuentes para los universales lingüísticos, y por lo tanto tres factores que modelan la aparición del lenguaje en la especie humana:

(1) Aspectos funcionales del lenguaje y la comunicación (2) Habilidades cognitivas y de inteligencia general (3) Procesos cognitivos relacionados con aspectos sensorio-motores del lenguaje

Según señala el autor, sólo (3) podría corresponder a capacidades que evolucionaron específicamente para el lenguaje, mientras que (2) se basaría en estructuras homólogas a las presentes en primates, no modificadas para la función comunicativa. Mientras tanto, los factores propios del lenguaje y la comunicación (1) tendrían un origen no biológico, aunque su rol en la evolución y adquisición del lenguaje no es clarificado por el autor y parece ocupar un lugar marginal en su escenario evolutivo. De acuerdo a Tomasello, la capacidad cognitiva responsable de que estos tres factores entren en juego y generen el lenguaje, tanto en la ontogenia como en la filogenia, es la intencionalidad compartida.

La propuesta de Tomasello aporta una perspectiva funcionalista para la evolución del lenguaje, al situar la emergencia de éste en torno a la intención comunicativa y la interacción social, y además realiza una explicación biológicamente más plausible que los escenarios formalistas para la adquisición y evolución de lenguaje, al no recurrir a representaciones innatas ni a un gran número de adaptaciones específicas diseñadas para éste. Sin embargo, nos parece que esta propuesta resulta demasiado simplista. Por ejemplo, podríamos compararla con el escenario de Hauser, Chomsky y Fitch (ver sección 6.1.2), con la diferencia de que Tomasello considera que, exceptuando eventuales cambios sensorio-vocales que no especifica, el aspecto del lenguaje únicamente humano sería la cognición social en lugar de la recursividad. De esta manera, se describe un escenario de causalidad simple que no toma en cuenta la naturaleza dinámica, multicausal y autoorganizativa de la evolución de los organismos. Si bien Tomasello menciona los tres factores que acabamos de señalar implicados en la emergencia del lenguaje, se limita a mencionarlos y no los desarrolla ni evalúa su rol dentro de la evolución de esta facultad. Así, por ejemplo, creemos improbable que el mayor volumen cerebral que presenta el hombre con respecto a los chimpancés se deba meramente al desarrollo de la cognición social e incrementos inespecíficos de inteligencia general, sin que factores propios del lenguaje, la comunicación y mecanismos sensorio-motores relacionados hayan coevolucionado con el resto de la cognición para lograr la emergencia de una capacidad tan compleja y determinante para el hombre como es el lenguaje.

Una perspectiva más compatible con un escenario evolutivo multifactorial y dinámico para el lenguaje es la de Terrence Deacon (1997, 2003a, 2003b). Según este autor, durante la evolución de los homínidos incurrieron presiones selectivas sobre el tracto vocal y el cerebro que provocaron cambios adaptativos para el lenguaje, generados por la dinámica coevolutiva entre demandas de procesamiento para la comunicación simbólica y constreñimientos neurales del cerebro mismo.

Deacon señala que, a diferencia de los sistemas de comunicación animal, el lenguaje humano consiste en un sistema simbólico, donde la referencia (el significado) de estos símbolos o palabras depende de su relación con otros símbolos y objetos del mundo. Al combinar estos símbolos unos con otros para formar frases y oraciones, se produce un complejo mapeo de relaciones referenciales entre ellos, del cual emergen constreñimientos semióticos que determinan la organización combinatorial entre los símbolos, y por lo tanto su estructura sintáctica. De esta manera, el autor afirma que los universales lingüísticos no son ni innatos ni aprendidos, sino el reflejo de constreñimientos semióticos inherentes a cualquier sistema simbólico referencial. En la

sección 6.2 los explicaremos con mayor detalle.

Un ejemplo análogo a los constreñimientos semióticos puede encontrarse en el concepto matemático de “número primo”, el cual resulta de la manipulación divisoria de un sistema simbólico numérico y se encuentra presente en distintos momentos de la historia de la humanidad. Sería erróneo afirmar que este concepto corresponde a una idea innata, una invención cultural o ha evolucionado: su universalidad estaría dada porque se encuentra implícito en cualquier sistema matemático suficientemente complejo.

Estos constreñimientos semióticos habrían actuado como presión selectiva para la co-evolución del cerebro y el lenguaje, motivando los siguientes cambios:

1. En el cerebro, generando predisposiciones neurales para facilitar el descubrimiento y procesamiento de estos constreñimientos. La naturaleza sistémica de la referencia simbólica requiere de asociaciones entre distintas regiones cerebrales, por lo que el procesamiento del lenguaje se encuentra distribuido entre distintas regiones, hecho consistente con estudios de neuroimagen que evalúan la activación del cerebro durante tareas lingüísticas. Asimismo, Deacon sostiene que la localización de regiones cerebrales relacionadas con el lenguaje así como la lateralización hemisférica, son un producto ontogénico, derivado del aprendizaje y uso del lenguaje, y no adaptaciones o módulos específicos. La evolución habría dado lugar a la ampliación de la capacidad de procesamiento y conectividad entre distintas áreas cerebrales, destinadas fundamentalmente a favorecer procesos de aprendizaje y no a especificar conductas innatas. El principal cambio evolutivo cerebral relacionado con el lenguaje sería la expansión de la corteza prefrontal, seleccionada para satisfacer las demandas de memoria, atención y aprendizaje asociativo requeridas para la comunicación simbólica. Además, regiones relacionadas con capacidades de articulación y percepción de sonidos se habrían hecho más eficientes, en conjunto con otras regiones dirigidas a facilitar la adquisición del lenguaje.

2. En las lenguas, permitiendo la continuidad de las lenguas que mejor se adaptaban a los constreñimientos cerebrales relacionados con su aprendizaje y procesamiento. Las lenguas se adaptaron a los cerebros y los cerebros se adaptaron a las lenguas, pero los cambios en las lenguas son mucho más veloces que los cambios biológicos, y por lo tanto las lenguas son las que hicieron la mayor parte de la adaptación, incorporando a su sintaxis los patrones más compatibles con las limitaciones y predisposiciones propias del cerebro humano, y especialmente el cerebro de los niños. Respecto a esto último, Deacon señala que diversos animales presentan períodos críticos de aprendizaje durante su juventud, durante los cuales la inmadurez cerebral parece ser particularmente sensible a estímulos y a la adquisición de conductas relevantes para su supervivencia, conductas a veces complejas e imposibles de ser adquiridas por las especies adultas. Este fenómeno ha sido observado también en estudios que intentan enseñar lenguaje a chimpancés, cuando en las fases de entrenamiento los ejemplares jóvenes exhiben una espontánea disposición y capacidad para aprender habilidades simbólicas, superior a la de los chimpancés adultos. Dado que los chimpancés no poseen lenguaje en estado salvaje y por lo tanto no se encuentran adaptados a él, el autor interpreta estos estudios como una prueba de que el período crítico de aprendizaje que muestran los niños para aprender el lenguaje es debido a propiedades inherentes a procesos de maduración

cerebral, presentes en otras especies, y por lo tanto no a una predisposición innata específicamente diseñada para aprender el lenguaje, como señalan los generativistas. Dado que el lenguaje era adquirido más eficientemente por niños y así se aseguraba su replicabilidad y transmisión cultural, existieron presiones selectivas para que las regularidades de las lenguas se adecuaran a las edades en que podían ser precozmente aprendidas. Por este motivo, las lenguas serían las que se habrían adaptado al cerebro de los niños y no al revés, y la especial capacidad de los niños para aprender lenguaje sería una mera enjuta o factor incidental de la maduración cerebral, y no el producto de un módulo cognitivo específicamente diseñado con para esa función.

La interacción dinámica entre los constreñimientos semióticos y constreñimientos cerebrales de procesamiento y esquematización, junto con requerimientos propios de la función comunicativa, fueron las presiones selectivas sobre las cuales los lenguajes se moldearon y autoorganizaron a lo largo de la evolución.

La idea de que el mismo uso del lenguaje sería responsable de las presiones selectivas que permitieron su evolución, se corresponde con el efecto Baldwin, el cual consiste en que ciertos hábitos adquiridos por un organismo son capaces de alterar su contexto adaptativo, generando presiones selectivas capaces de favorecer la evolución de predisposiciones (genéticas) que favorezcan la expresión de los hábitos o conductas inicialmente aprendidas (ver sección 2.2). La idea de que el lenguaje habría evolucionado de este modo ya había sido afirmada por Pinker y Bloom (1990), quienes postularon que el efecto Baldwin podría haber sido el mecanismo que permitió la evolución de una gramática universal innata, a partir de hábitos lingüísticos aprendidos y transmitidos socialmente, que luego fueron progresivamente internalizados y reemplazados por contenido gramatical innato. Esta interpretación del efecto Baldwin, sin embargo, tiene un carácter pseudo-lamarckiano al postular el reemplazo de un hábito aprendido por un instinto mediante procesos de “asimilación genética” cuyos mecanismos subyacentes no son claros, y no tienen un sustento teórico que los haga biológicamente plausibles. Esta observación es realizada por Deacon (2003a), quien señala que si bien la hipótesis pseudo-lamarckiana de Pinker y Bloom para explicar la evolución de una gramática innata intenta ajustarse a una lógica darwiniana, resulta sin embargo biológicamente difícil de sustentar. El escenario de Deacon incorpora también al efecto Baldwin, aunque con un sentido distinto; en lugar de sostener que el conocimiento gramatical innato habría reemplazado sus menos eficientes antecedentes aprendidos, afirma que el componente de aprendizaje se hizo más importante, siendo el aumento de contenido innato innecesario en incluso contraproducente. Citando al autor:

Desde esta perspectiva, el proceso es completamente diferente en consecuencia a como Baldwin o Waddington habrían podido predecir. En algunos sentidos, la dinámica evolutiva que liga la conducta lingüística y la evolución del cerebro tuvo el efecto contrario: la des-diferenciación de predisposiciones innatas y un incremento en la contribución por un mecanismo de aprendizaje. Adicionalmente, estoy convencido de que una serie de sustentos adicionales para la adquisición y uso del lenguaje fueron asimismo aumentadas, desde un aumento en las capacidades de automatización a un incremento en la motivación para imitar, entre otros. Pero, nuevamente, esto no reemplaza o asimila una función ancestralmente adquirida. Lo que hay son modificaciones de sistemas auxiliares

que hacen mucho más fácil la adquisición por aprendizaje. (p. 9).

Entonces, el efecto Baldwin no consiste en la herencia de rasgos adquiridos por hábito en un sentido lamarckiano, sino que es comprendido como el proceso adaptativo mediante el cual la habilidad para aprender y heredar conductas aprendidas constituye una importante fuente de cambios evolutivos, proveyendo al organismo el acceso a un repertorio de potenciales adaptaciones, las cuales contribuyen de distintas maneras a facilitar el aprendizaje y la implementación de estas conductas, entendidas como conductas biológicamente ventajosas. Este proceso Deacon lo explica mediante el concepto de “enmascaramiento”, que se describe a continuación. En el genoma existen extensas regiones no expresadas fenotípicamente debido al efecto dominante de otros genes y a diversos factores epigenéticos, poseyendo los organismos capacidades auto-regulatorias y auto-organizativas que les permiten expresar estos genes bajo ciertas condiciones, como la falta de un gen relevante o alteraciones durante el desarrollo fetal. Estas capacidades no son bien conocidas, pero se han observado en experimentos con animales cuyos genes fueron alterados. Este hecho permitiría que en condiciones ecológicas, ciertas mutaciones deletéreas sean compensadas y hechas invisibles (enmascaradas) para los procesos de selección natural, o que ciertos rasgos genéticamente codificados puedan no expresarse bajo ciertas condiciones ambientales, no exponiendo estos rasgos a los procesos selectivos. Un ejemplo de este último caso sería el de animales salvajes, que bajo domesticación muestran una reducida expresividad de sus especificaciones innatas y una desdiferenciación generalizada de sus rasgos. Por otra parte, estos procesos implican también el “desenmascaramiento” de algunos genes que habitualmente permanecían inexpressados, y que de esta manera son incorporados a la dinámica adaptativa. De esta manera, a partir del enmascaramiento o desenmascaramiento de ciertos rasgos y genes, factores ontogenéticos como el aprendizaje conducen a la exposición diferenciada de los rasgos de un organismo, favoreciendo así la heredabilidad de las capacidades que participan activamente del aprendizaje y ejecución de las conductas aprendidas, como sería el caso del lenguaje.

En síntesis, el escenario evolutivo de Deacon sería el que sigue. En las primeras especies homínidas, el incipiente empleo de herramientas y sistemas de comunicación simbólicos (conductas que, de manera limitada, presentan los primates actuales) habría creado un nuevo nicho evolutivo (“simbólico”), radicalmente diferente del de sus ancestros (Australopitecos y otros primates). Estas nuevas presiones selectivas permitieron el desenmascaramiento de la selección para determinadas variantes fenotípicas previamente “neutrales”, favoreciendo así mutaciones que de otro modo no habrían sido posibles. Asimismo, habrían acontecido procesos de enmascaramiento de medios comunicativos innatamente especificados (como las llamadas de algunas especies de primates), posiblemente debido a la interferencia competitiva de los nuevos sistemas de comunicación. Así, en lugar de evolucionar sistemas altamente especializados y automáticos (como suponen los escenarios generativistas), habría acontecido el enmascaramiento y degradación de ciertas funciones innatamente especificadas. De esta manera, se habría dado lugar a una mayor simplificación estructural y plasticidad de diversas capacidades sensoriales, motoras y cognitivas, que en este nuevo contexto evolutivo habrían permitido un incremento de mecanismos generales de inteligencia, procesamiento y aprendizaje, favorables para la adquisición y

desarrollo de este nicho simbólico y cultural.

Lo que define el carácter baldwiniano de este escenario, es la inversión de la suposición común de que la estructura adaptativa precede a la función. En la propuesta de Deacon, los cambios estructurales en el cerebro relacionados con el lenguaje son inicialmente una consecuencia de cambios conductuales propios de este nuevo nicho simbólico, y no al revés. Luego, estos cambios cerebrales alteran nuevamente las conductas lingüísticas, desencadenando un proceso coevolutivo e intercausal entre los cambios adaptativos del cerebro con los del lenguaje. En las fases iniciales de la adaptación al lenguaje y sus constreñimientos semióticos, el cerebro requería de un amplio soporte externo para cumplir con este sistema simbólico básico, y lo hacía precariamente con adaptaciones sociales y capacidades de procesamiento que poseía previamente. Esta necesidad de cualquier medio de soporte para desarrollar las biológicamente ventajosas habilidades simbólicas, habría generado presiones selectivas capaces de producir extensas predisposiciones perceptuales, motoras, de aprendizaje e incluso emocionales, cada una de las cuales en alguna medida contribuyó a la eficiencia de los sistemas simbólicos de comunicación. Inicialmente, la comunicación simbólica habría sido multimodal, predominando el lenguaje de gestos, el cual habría coexistido y evolucionado conjuntamente con vocalizaciones, las cuales habrían adquirido tardíamente importancia para predominar en un tiempo cercano a la aparición del *Homo sapiens*. Dado lo ventajoso del lenguaje hablado como medio de comunicación simbólico en términos de codificación, rapidez, transmisibilidad y variación, se habrían creado presiones selectivas para que las estructuras preexistentes relacionadas con la articulación de sonidos, fueran reclutadas como preadaptaciones para la evolución de mecanismos neurales y del tracto vocal relacionados con la producción y percepción del habla, en un proceso baldwiniano similar a los ya descritos. Luego, la compleja dinámica coevolutiva de los lenguajes con las restricciones impuestas por los sistemas articulatorios, así como por los constreñimientos semióticos propios del lenguaje y del procesamiento cerebral, dieron lugar a la emergencia de regularidades y patrones estructurales en los lenguajes, que explican los aspectos universales de la gramática y la sintaxis.

De esta manera, el autor presenta un escenario coevolutivo entre el lenguaje y el cerebro, donde los organismos no fueron meros receptáculos de adaptaciones, sino que jugaron un rol activo en su evolución, a través de procesos de autoorganización y autorregulación que determinaron los efectos de la selección natural sobre ellos.

Hemos dedicado un amplio espacio para la propuesta de Deacon ya que la consideramos la más completa y compatible con la perspectiva dinámica que queremos destacar en esta tesis. En la siguiente sección profundizaremos sobre esta perspectiva, intentando definir un escenario evolutivo situado lo más cerca posible de la realidad biológica del lenguaje y su evolución.

EVOLUCIÓN DE LA FACULTAD DEL LENGUAJE DESDE UNA PERSPECTIVA DINÁMICA

6.1 El origen corporizado y situado de la facultad del lenguaje

Como hemos visto a lo largo de esta tesis, el lenguaje parece haber evolucionado a través de un proceso gradual y a partir de estructuras neurales preexistentes, hecho además consistente con la teoría evolutiva de Darwin, en el sentido de que los cambios adaptativos de los organismos se generan a partir de la modificación de estructuras más antiguas (v. Sterelny, 1999). Esto resulta más evidente aun dado el relativamente corto período en que aconteció la evolución del lenguaje, tiempo insuficiente para abarcar la formación de un módulo lingüístico *de novo* (ver las estimaciones de Worden citadas en la sección 6.1.1). Los escenarios de orientación cognitivo-funcional que hemos revisado en esta tesis se condicen con estas estimaciones, al postular que el lenguaje habría evolucionado desde regiones cognitivas relacionadas con el control motor, tanto corticales (ver escenarios de Arbib y Corballis, sección 5.2.1) como subcorticales (ver

escenario de Lieberman, sección 5.2.1), así como capacidades sociales y de inteligencia general (ver escenarios de Tomasello y Deacon, sección 5.2.2). Asimismo, estudios de neuroanatomía comparada sugieren que el lenguaje emergió durante la filogenia a partir de progresivas asociaciones entre distintas áreas corticales, principalmente sensoriales y motoras, dando lugar a regiones de conexión multimodal responsables del desarrollo del lenguaje, enfoque asociacionista propuesto inicialmente por Geschwind (cf. Catani y H. ffytche, 2005; Aboitiz y cols., 2006).

De este modo, esperamos que la facultad del lenguaje comparta mecanismos genéticos y neurales con otras áreas de la cognición. Esto contrasta con los argumentos formalistas, quienes defienden un módulo lingüístico autónomo y específico de dominio, y cuyas propuestas evolutivas criticamos en la sección 5.1.

Por otra parte, otro argumento referido por los autores formalistas son ciertos síndromes clínicos llamados “trastornos específicos del lenguaje”, en los cuales existe un déficit en el desarrollo del lenguaje sin que ello se explique a partir del compromiso en otras habilidades cognitivas o un deterioro intelectual generalizado (Pinker, 1994). Esto demostraría que el lenguaje posee mecanismos neurales propios, distintos del resto de la cognición, así como que evolucionó como un módulo separado. Un ejemplo de ello es el trastorno genético de la familia KE que discutimos en la sección 4.3. Sin embargo, no existe actualmente consenso respecto a la especificidad de los desórdenes lingüísticos de estos trastornos, entre los cuales suele existir gran variabilidad y compromiso de otras capacidades cognitivas (Karmiloff-Smith, 1999; Marcus y Rabagliati, 2006). Además, el gen asociado al trastorno de la familia KE (el FOXP2) se expresa también en otras partes del cuerpo, y se encuentra, con leves cambios, en otros animales; estos hechos hacen dudar de su exclusividad para con el lenguaje y llevan a suponer que no es más que “sólo un elemento en una compleja senda que envuelve múltiples genes” (Marcus y Fisher, 2003).

En tanto, otros argumentos empleados a favor de la modularidad provienen de casos donde pese a existir un retardo mental generalizado, las habilidades lingüísticas se hayan notablemente preservadas, como sucede con el síndrome de Williams. Sin embargo, los niños con este síndrome tienen preservadas ciertas capacidades extralingüísticas (p. ej. reconocimiento de rostros y reconocimiento de objetos comunes desde determinadas perspectivas), y patrones de déficit inusuales en otras áreas cognitivas. Además, presentan un empleo del lenguaje distinto de lo común (p. ej. usan palabras inusuales y poco frecuentes), hechos que cuestionan la especificidad de este síndrome y llevan a suponer que lo que sucede es más bien un desorden relacionado con el procesamiento de información (Bates, 1994). Así, las capacidades lingüísticas que impresionan como pertenecientes a un módulo independiente, serían en realidad producto de procesos metacognitivos de carácter general actuando en el dominio lingüístico (Karmiloff-Smith, 1995).

Desde una perspectiva anatómica y funcional del cerebro, acontece algo similar. Las afasias provocadas por daños en las regiones de Broca y Wernicke habían sido tradicionalmente argumentos a favor de que las funciones lingüísticas se asociaban a una estructura neural fija (cf. Catani y H. ffytche, 2005). Sin embargo, estudios en pacientes afásicos muestran que existen grandes diferencias en la presentación clínica de estos

síndromes (Bates, 1994), así como importante plasticidad, entendida como la recuperación de las funciones perdidas gracias a procesos de reorganización cerebral y habilitación de otras áreas para estas funciones, particularmente en niños (Obler y Gjerlow, 1999). Por otra parte, estudios de neuroimagen (que permiten relacionar la distribución del flujo sanguíneo cerebral en tareas específicas, con técnicas como PET y fMRI), muestran que la activación cerebral durante tareas lingüísticas no se concentra en áreas específicas (como Broca y Wernicke), sino que se distribuye funcionalmente por la corteza, mostrando cómo distintas regiones, e incluso ambos hemisferios, interactúan y son interdependientes (Kaan y Swaab, 2002; Bookheimer, 2002; Marshall y Fink, 2003).

De esta manera, la plasticidad que presentan el cerebro y la conducta lingüística sugieren que el lenguaje no subyace a un módulo específico de dominio, sino a sistemas neurales plásticos que también sirven para otras funciones (Bates, 1994). Asimismo, los genes por sí solos tienen poco que decir acerca de la especificidad. Como señalan Oldham y Geschwind (2006), si bien el genoma del chimpancé es en un 96% idéntico al nuestro, las diferencias fundamentales dependen poco de las diferencias entre aminoácidos codificados en los genes, sino más en las diferencias en la regulación de la expresión génica. De acuerdo a los autores, métodos que permiten detectar los niveles de expresión de miles de genes simultáneamente (denominados *microarrays*), han demostrado que existen redes de conectividad entre los genes que incluso son independientes de los niveles de expresión individual, por lo que la actividad de cada uno de ellos puede ser mejor estimada por su conectividad en la red que por las proteínas que codifican. Estos hallazgos son compatibles con lo señalado por Elman (1999), con relación a que los fenómenos del desarrollo son producto de un complejo sistema de interacciones entre genes, tejidos, órganos, medio ambiente, etc., lo cual es particularmente relevante para rasgos complejos como el lenguaje. Estas observaciones nos permiten sostener que la facultad del lenguaje emerge de esta compleja red de interacciones, y que por lo tanto no puede concebirse, ni su desarrollo ni su funcionamiento, como un módulo aislado del resto de la cognición y el cuerpo.

Resulta interesante agregar que los hallazgos interdisciplinarios que hemos señalado en esta sección, son perfectamente compatibles con el estudio del lenguaje mismo. Como señalamos en la sección 3.4, la lingüística cognitiva plantea un marco teórico afín con una visión corporizada de la emergencia de conceptos y esquemas lingüísticos. Un ejemplo de esta perspectiva se encuentra en Lakoff y Johnson (1999), quienes señalan que los conceptos provienen y son entendidos a través del cuerpo, el cerebro y la experiencia en el mundo. De acuerdo con los autores, los conceptos adquieren su significado gracias a la naturaleza corporizada y situada de la cognición, especialmente vía capacidades perceptuales y motoras. De esta manera, emergen esquemas preconceptuales corporizados, a partir de los cuales capacidades cognitivas generales derivan los demás conceptos. Esta derivación se llevaría a cabo a través de metáforas que permitirían que el significado de estas estructuras básicas fuera extrapolado a conceptos más abstractos, haciéndolos comprensibles. Así, por ejemplo, los movimientos son experimentados como cambios, y la elevación como un incremento, originándose la metáfora “más es arriba”, la cual permite comprender afirmaciones como “su elevado intelecto”, o “la alta tasa de interés”, etc. (Lakoff, 1993). Esta visión corporizada de la emergencia del lenguaje

corresponde a uno de los fundamentos de la lingüística cognitiva, la que además sostiene que gran parte de los mecanismos cognitivos que participan en este proceso no son específicos del lenguaje, sino relacionados con otros sistemas cognitivos, como los relacionados con la percepción, el razonamiento, el pensamiento causal y el control motor (Talmy, 2003).

Por último, en la sección 2.3 revisamos simulaciones de robótica evolutiva donde las soluciones adaptativas más sólidas y flexibles consistían en procesos descentralizados de “montaje blando”, donde mente cuerpo y ambiente se encuentran acoplados en función de la conducta. Mientras los dispositivos computacionales incorporados y centralizados resultan lentos, costosos y poco reactivos a los cambios ambientales, los sistemas corporizados y situados se adaptan mucho mejor a las contingencias del mundo, aprovechando al máximo los recursos disponibles (Clark, 1997). De esta manera, la robótica evolutiva es compatible con la lógica evolucionista que hemos visto en esta sección, la cual afirma que la facultad del lenguaje se originó de estructuras previamente existentes. Además, podemos agregar que estos experimentos permiten ver con claridad cómo la evolución de módulos y dispositivos computacionales aislados del resto de la cognición (de “montaje duro”) resultan poco eficientes desde un punto de vista evolutivo, sobre todo considerando el corto período evolutivo en que el lenguaje debió emerger.

En esta sección hemos expuesto aportes provenientes desde diversas disciplinas que, en conjunto, ofrecen una visión compatible con la naturaleza corporizada y situada de la facultad del lenguaje y su evolución, a su vez consistente con la perspectiva dinámica que intentamos desarrollar en esta tesis. En la siguiente sección mostraremos cómo a partir de estos cambios evolutivos de carácter general, pero integrados con el resto de la cognición y su entorno, es posible concebir la emergencia de una conducta compleja como el lenguaje.

6.2 La gramática como propiedad emergente de una facultad del lenguaje integrada con el resto de la cognición

Uno de los fenómenos lingüísticos más debatidos respecto a su origen es la estructura gramatical. Tal como expusimos en la sección 3.3, para los lingüistas de orientación formalista la estructura sintáctica de las lenguas se origina a partir de una gramática universal innata, propia de nuestra especie. Esto permitiría también explicar el aprendizaje del lenguaje, así como las regularidades gramaticales observadas entre las diferentes lenguas.

En contraste con los argumentos formalistas, en la sección 4.5 expusimos cómo a través de una concepción dinámica del lenguaje, implementada en redes neurales, podemos demostrar la emergencia de elementos lexicales, flexionales y sintácticos, a los que se pueden agregar categorías auditivas y articulatorias (MacWhinney, 1998). En la sección siguiente ampliaremos la discusión en torno al aprendizaje del lenguaje,

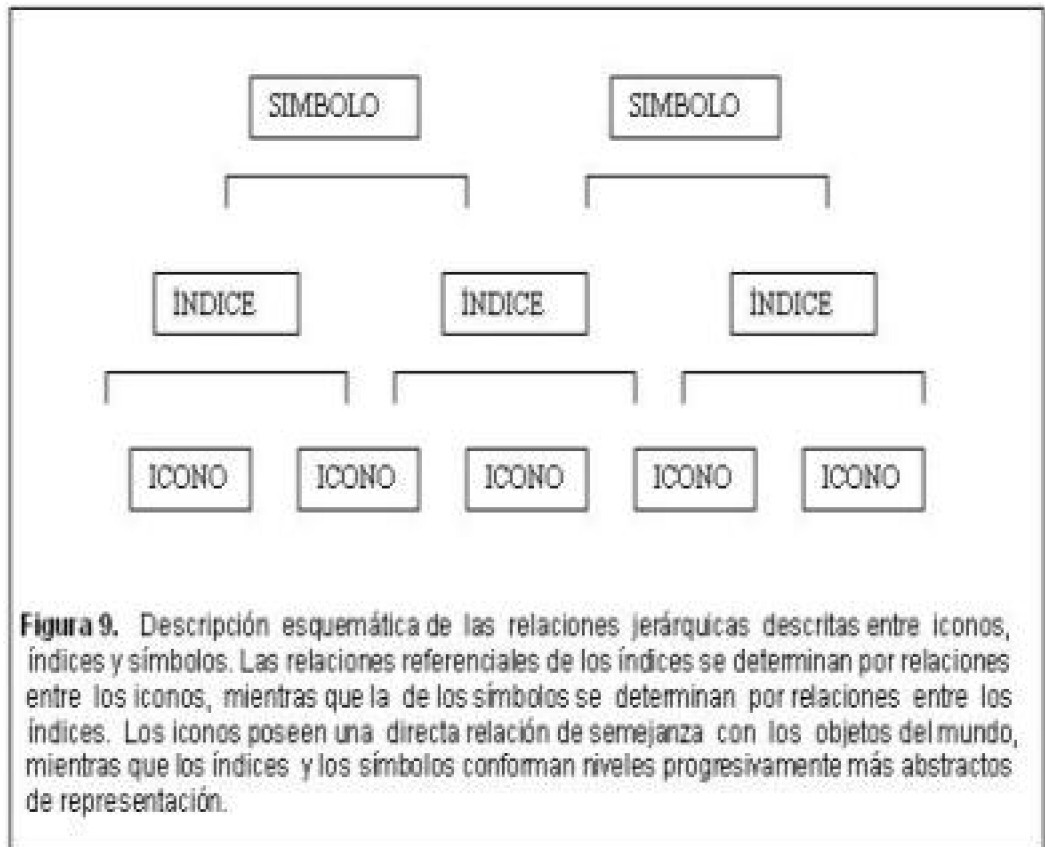
especialmente con relación a los modelos computacionales que respaldan cada propuesta. Mientras tanto, en la presente sección nos referiremos a los fundamentos generales que subyacen a la emergencia de la estructura gramatical, siempre desde una óptica interdisciplinaria y con énfasis en el origen evolutivo de los mecanismos cognitivos involucrados.

Como vimos en las secciones 3.4 y 3.5, desde una perspectiva cognitivo-funcional del lenguaje la organización sintáctica puede ser concebida como un producto emergente de las relaciones entre símbolos, fonología y discurso. Como señalan Lakoff y Johnson (1999), “la gramática de un lenguaje consiste en las altamente estructuradas conexiones neurales que conectan los aspectos conceptuales y expresivos (fonológico) del cerebro”. Esta perspectiva es coherente con la evidencia de las neurociencias, que como vimos en la sección anterior permite fundamentar la naturaleza corporizada del lenguaje, estando tanto la semántica como la fonología cimentadas en los sistemas sensorial y motor.

Durante la evolución de los homínidos, la progresiva conectividad entre regiones motoras y sensoriales requirió de un sistema integrador, envuelto en el procesamiento y control de la información asociada, el cual se ubicaría en la corteza prefrontal, zona que muestra una significativa expansión durante este período (Deacon, 1997). En este sentido, Aboitiz y García (Aboitiz y García, 1997; Aboitiz y cols., 2006) han propuesto que el lenguaje se originó a partir de extensas asociaciones cortico-corticales que conectan regiones temporoparietales y prefrontales, así como eventualmente componentes subcorticales. Dado que el sistema neural responsable de la memoria de trabajo corresponde también a conexiones temporoparieto-prefrontales, estos autores sostienen que el lenguaje evolucionó desde un primitivo dispositivo de memoria de trabajo, capaz de mantener “en línea” información sensoriomotora con la memoria de largo plazo durante la ejecución de ciertas tareas cognitivas. El progresivo desarrollo de esta región integradora habría permitido la emergencia de un sistema conceptual, que a su vez habría adquirido un correlato fonológico capaz de transmitir esta información al aparato vocal. Si bien los autores no descartan circuitos propios para la sintaxis, señalan que la organización sintáctica emerge del accionar intrínseco de la memoria de trabajo, al ordenar temporalmente información “en línea” y “traducir” expresiones de distinta modalidad, como por ejemplo, desde un código fonológico secuencial a uno episódico visuoespacial, capaz de representar “imágenes” del significado de las distintas expresiones.

Es interesante notar que las diferentes perspectivas que hemos mostrado, coinciden en la estrecha relación que existe entre la percepción, la formación de conceptos, el significado y el orden sintáctico de las lenguas. A diferencia de lo señalado por los formalistas, y en sintonía con la lingüística cognitiva, la sintaxis no se genera de modo independiente del significado de los conceptos. Como vimos en la sección 5.2.2, una relación de este tipo ha sido desarrollada por Deacon, en cuanto a que el orden sintáctico surge a partir de constreñimientos semióticos propios de un sistema referencial complejo como el lenguaje. En esta clase de sistemas, los símbolos (o conceptos) no pueden ser vistos como meras unidades transportadoras que pueden llevar cualquier significado (al modo de la ciencia cognitiva tradicional), ya que así se ignora la estructura jerárquica de relaciones referenciales que permiten la interpretación de cada símbolo. Esta estructura

se basa en las categorías semióticas de Peirce, entre las cuales figura la división de signos entre “iconos”, “índices” y “símbolos”. Dedicaremos un espacio para explicar estas categorías, ya que son importantes para comprender los aspectos característicos del lenguaje y el pensamiento humanos. Estos tres tipos de signos se esquematizan a continuación en la Figura 9:



De acuerdo con Peirce (1931-58, citado por Zeman, 1977), un icono es un signo que se asocia con un objeto del mundo de acuerdo a su semejanza, mientras que un índice se relaciona con un objeto del mundo a través de una relación existencial directa con él (causal o espaciotemporal). De este modo, por ejemplo, un retrato o un paisaje pueden ser una figura icónica de lo que representan. Un índice, en cambio, no guarda semejanzas con su objeto sino una relación existencial directa, como cuando un termómetro indica la temperatura, o signos físicos como el calor, rubor y dolor son indicados por el médico como inflamación. Mientras tanto, un símbolo se caracteriza a través de reglas o convenciones sociales que asocian una representación con otra. Así, una representación simbólica es independiente de cualquier semejanza o conexión real con un objeto, ya que surge desde disposiciones o hábitos de quien la interpreta, como cuando, por ejemplo, un anillo de bodas representa un matrimonio, o el significado de las palabras en general.

Es importante aclarar que los objetos particulares no son propiamente iconos, índices o símbolos, ya que estos signos corresponden a una interpretación semiótica hecha por un “interpretante”. Además, estos signos pueden ordenarse jerárquicamente de acuerdo

a su complejidad y grado de abstracción, siendo los iconos el nivel más concretamente ligado a los objetos, a partir de cuyas relaciones surgen los índices, mientras que los símbolos son interpretados en términos de relaciones entre representaciones indexicales. De acuerdo con Peirce (op. cit.), nuestro pensamiento opera a través de signos de distinto orden, siendo los símbolos el aspecto conceptual propio del pensamiento y la comunicación humanas. Esta idea es retomada por Deacon (1997, 2003b), quien la emplea para distinguir el pensamiento animal del humano, en tanto el primero consta sólo de relaciones icónicas y/o indexicales, mientras que el segundo posee además la capacidad para procesar símbolos. Volveremos sobre esta distinción más adelante en las conclusiones, al discutir las relaciones entre pensamiento y lenguaje.

Cada símbolo (o concepto) forma parte y determina su significado a partir de la estructura jerárquica subyacente, compuesta por relaciones con otros símbolos, todos ellos derivados de relaciones entre índices, los cuales a su vez se determinan por relaciones entre iconos. Así, el significado se enmarca dentro de esquemas semánticos relacionales, los cuales constriñen la estructura discursiva, resultando de ello aspectos sintácticos como la recursividad y el orden de los componentes de una oración. Como señala Deacon, esta estructura sintáctica es reflejo de los constreñimientos semióticos propios de cualquier sistema simbólico, sin que sea necesaria una gramática universal innata para explicarla. Como el mismo autor señala, esto es coherente con la lingüística cognitiva, en cuanto que los universales sintácticos reflejan los constreñimientos implícitos en la estructura del espacio semántico (Lakoff, 1987; Langacker 1987; citado por Deacon, 2003b).

Una visión similar, aunque más cercana a los sistemas dinámicos, es la descrita por Logan (2006), quien afirma que el pensamiento de los animales sólo alcanza el nivel indexical, el cual se caracteriza por estar asociado de manera perceptual y concreta a situaciones o eventos. Sería también el caso de los primeros homínidos, quienes desarrollaron capacidades cognitivas generales relacionadas con la fabricación de utensilios, el control del fuego, conductas sociales como la caza y sistemas rudimentarios de comunicación basados en gestos imitativos. Estas capacidades permitieron la adquisición de asociaciones indexicales cada vez más complejas y numerosas, las cuales sin embargo se veían limitadas por las capacidades cognitivas de los homínidos (p. ej. limitaciones de memoria de trabajo y procesamiento), y por lo tanto no otorgaban la abstracción necesaria para lidiar con la progresiva complejidad de la vida homínida. De este modo, siguiendo con Logan, se produjo la transición desde un pensamiento básicamente perceptual al pensamiento simbólico propio del lenguaje. Esta transición se explica por la sobrecarga de información y el caos resultante de la progresiva ampliación del pensamiento indexical, del cual se produjo un proceso autoorganizativo que catalizó la emergencia de pensamiento y lenguaje conceptuales. La transición catastrófica observada en este proceso corresponde a un cambio no lineal propio del carácter estocástico de los procesos dinámicos, durante el cual se pasa bruscamente de un estado estructural estable a otro. Este tipo de fenómenos depende de la organización interna de las múltiples variables que conforman al sistema, y se encuentra bien documentado en la teoría de sistemas dinámicos no lineales; además, se han descrito transiciones de este tipo también durante el desarrollo cognitivo (van Geert, 1991). El

proceso discontinuo a través del cual emergió el pensamiento y el lenguaje conceptual, correspondería a un fenómeno acontecido durante la filogenia, de modo que puede ser descrito como un ejemplo de equilibrio puntuado (cf. Gould y Eldredge, 1977). En este proceso, los conceptos actuaron como atractores para las múltiples asociaciones indexicales, de modo que poseen una significación dinámica de acuerdo a la interacción entre sus referentes. En el escenario de Logan, la emergencia de pensamiento y lenguaje conceptuales ocurre de manera simultánea, al contrario de lo señalado en escenarios formalistas como el de Pinker, Bloom y Jackendoff (ver escenario 5.1.1) y el propuesto por Bickerton (2003), quienes fundamentan la evolución del lenguaje a partir un sistema de pensamiento conceptual preexistente.

Logan también considera que las estructuras sintácticas emergen del uso y las relaciones entre los conceptos, de manera similar a Deacon y conforme a lo señalado por la lingüística cognitiva. De todos modos, esta emergencia es gradual, siendo en último término la transmisión cultural de las lenguas la responsable de las gramáticas como las conocemos hoy. Notemos que esta visión es también compatible con los escenarios de Arbib y Tomasello que vimos en las secciones 5.2.1 y 5.2.2. Una propuesta similar es la de Hurford (2003), quien señala que la facultad del lenguaje evolucionó a partir de un conjunto de preadaptaciones (p. ej. capacidades de simbolización rudimentaria, cooperación, gestos y sonidos, etc.), que junto con una creciente plasticidad y control voluntario sobre ellas permitieron la emergencia del lenguaje a través procesos culturales de gramaticalización.

Antes de concluir esta sección, es importante agregar que la fonología también muestra propiedades dinámicas y tiene implicancias sobre la emergencia del lenguaje en su conjunto. Si las unidades fonéticas son comprendidas como gestos articulatorios, producto de la actividad motora del tracto vocal, podemos comprender su emergencia en relación con los sistemas de comunicación gestuales braquiomanuales y orofaciales, todos los cuales implican el desarrollo de control muscular voluntario. De esta manera, la fonología puede comprenderse dentro de la emergencia de sistemas de comunicación multimodal, donde las ventajas selectivas de la expresión vocal hicieron que el tracto vocal adquiriera su conformación actual. En este sentido, Studdert-Kennedy y Goldstein (2003) postulan que los mecanismos para el aprendizaje y control vocal provienen de una extensión de los sistemas de neuronas en espejo para los músculos orofaciales (ver sección 5.2.1 para una exposición más detallada de este tipo de neuronas). Estos autores sostienen también que la emergencia de los gestos vocales puede ser comprendida como propiedades emergentes de un sistema dinámico, compuesto por los órganos del tracto vocal (lengua, labios, laringe, paladar, etc.). Así, la homogeneidad fonológica observada entre las distintas lenguas humanas puede entenderse como el resultado de las trayectorias de las unidades fonéticas hacia un atractor común determinado por los constreñimientos comunes del aparato vocal. Mientras tanto, las características fonológicas presentes en cada comunidad hablante de una lengua en particular pueden explicarse por procesos de autoorganización, donde los hablantes imitan y armonizan sus gestos vocales durante el aprendizaje y uso de sus respectivas lenguas. Por otra parte, la sistematización de las unidades sonoras permitió la codificación de un mayor número de expresiones, así como una más eficiente y veloz transmisión de información. De este

modo, si bien la fonología surge a partir de sistemas de comunicación y un tracto vocal preexistentes, su desarrollo permitió una expansión del léxico y la emergencia de una sintaxis más compleja, procesos que impusieron nuevas exigencias neurales en términos de procesamiento, memoria, percepción y control motor, generando nuevas presiones selectivas que deben ser comprendidas en un contexto coevolutivo y multicausal.

Una visión similar es la de Patricia Kuhl (2000), cuyas investigaciones sobre el desarrollo fonológico del niño son también compatibles con la perspectiva que hemos planteado en esta tesis. En primer lugar, la autora sostiene que los niños aprenden a discriminar y utilizar las categorías fonéticas propias de su lengua a través de mecanismos de percepción e inteligencia de carácter general, no específicos del dominio lingüístico. Esto lo logran gracias a que son capaces de explotar las propiedades estadísticas de la lengua que oyen, produciendo mapeos mentales orientados hacia atractores, que actúan como “magnetos” que dirigen el aprendizaje hacia los patrones fonéticos prototípicos de sus respectivas lenguas maternas. Este es un proceso dinámico donde la experiencia perceptual y motora del niño permite la emergencia del habla, de un modo compatible con la perspectiva cognitivo-funcional y dinámica que hemos planteado para la adquisición del lenguaje. El segundo punto que queremos destacar sobre los trabajos de Kuhl (2000, 2004), consiste en que la autora propone que durante la evolución del lenguaje los constreñimientos propios de los mecanismos de percepción y procesamiento auditivo habrían influenciado la selección de las unidades fonéticas usadas en las lenguas. De este modo, las lenguas existentes serían el resultado de un proceso evolutivo que seleccionó las categorías fonéticas más fáciles de aprender, para así hacer más eficiente y precoz el aprendizaje de las lenguas para el niño. Este proceso sería análogo al acontecido con los aspectos sintácticos de las lenguas, que también se adaptaron a los constreñimientos del cerebro del niño, como veremos en la siguiente sección.

6.3 La facultad del lenguaje como una adaptación para el aprendizaje

Uno de los mayores argumentos formalistas para defender la existencia de una gramática universal innata (y por lo tanto su evolución) es el “argumento de la pobreza de estímulo”, según el cual el único modo posible de explicar cómo los niños adquieren las complejas reglas gramaticales de su lengua es que ellos tengan previamente un conocimiento innato de ellas (ver sección 3.3). Este argumento ha sido fundamentado por estudios matemáticos que señalan que las reglas de un sistema lógico estructuralmente tan complejo como las gramáticas de las lenguas, no pueden ser inductivamente aprendidas, ni siquiera en teoría. Los primeros estudios de este tipo, conocidos como *learnability theory*, fueron realizados por Mark Gold (1967; citado por Pullum, 2003), y consisten en un algoritmo de aprendizaje que debe identificar la gramática de la lengua a la que está siendo expuesta. Esta exposición consiste en expresiones lingüísticas extraídas de una determinada lengua, la cual forma parte de un conjunto conocido de lenguas, las cuales

poseen distintas gramáticas. Gold demostró que ninguna de las lenguas propuestas eran identificables a partir de las expresiones aportadas. El único modo para que los algoritmos identificaran las gramáticas correctas era que se les presentara evidencia negativa, es decir, que les corrigieran explícitamente sus errores. Luego, dado que a los niños prácticamente no se les presenta evidencia negativa, es necesario que posean conocimiento gramatical innato que asista el aprendizaje de sus lenguas.

Sin embargo, el problema de estos estudios radica en que incurren en una extrema simplificación del proceso de aprendizaje. Por una parte, la gramática no posee un carácter estático durante la ontogenia. Como vimos en la sección 3.5, Tomasello señala que durante el aprendizaje del lenguaje el niño desarrolla progresivas construcciones gramaticales, que en un comienzo son distintas a las de los adultos. Estas dependen de factores maduracionales que van haciendo al niño capaz de construcciones de progresiva complejidad. Otro aspecto relevante señalado por Tomasello (2003) es que los niños no son simples receptores pasivos de expresiones lingüísticas, sino que, a diferencia de los animales, las comprenden como parte de una dinámica comunicativa intencional, donde se comparte la atención con el sujeto que las emite. De esta manera los factores involucrados en el aprendizaje son múltiples, e involucran diversos elementos cognitivos. Como señala van Geert (1994), los procesos de desarrollo cognitivo tienen un curso iterativo, y pasan de un estado a otro a través de transiciones que muchas veces no se correlacionan directamente con variables aisladas, sino que emergen del acoplamiento de todas las variables involucradas. Entre ellas destaca la existencia de constreñimientos del aprendizaje distintos en cada etapa del desarrollo, presentes en humanos y otros animales en etapas jóvenes, los cuales explicarían el período crítico de aprendizaje presente en la niñez sin recurrir a contenido gramatical innato (Deacon, 1997). De esta manera, el aprendizaje acontece en distintas etapas, pasando por distintos estados maduracionales de la cognición del niño, a los cuales se acoplan abstracciones gramaticales de distinta complejidad, que contrastan con las gramáticas rígidas de los modelos matemáticos de Gold.

Otros modelos matemáticos que generan controversia, son los de Komarova y Nowak (2003) (denominados *game theory*), los cuales simulan procesos evolutivos y exploran la evolución del lenguaje a partir de una comunidad de agentes cuya supervivencia depende de su capacidad para desarrollar lenguaje y comunicarse con él. Durante la evolución de estos agentes, los autores observaron que la selección natural tiende a favorecer la aparición de la sintaxis, hecho que ha sido empleado por autores formalistas como Pinker (2003) para reafirmar la evolución de reglas innatas para el lenguaje. Sin embargo, como señalan Christiansen y Kirby (2003), estos estudios no establecen claramente que los constreñimientos biológicos que posibilitan la emergencia de la gramática tengan que equivaler a una gramática universal en el sentido formalista, así como tampoco que deban ser específicos para el lenguaje. Por lo tanto, además de considerar las limitaciones de estos estudios (donde se emplean gramáticas rígidas, agentes y ecosistemas simplificados, etc.), podemos afirmar que no son incompatibles con modelos que explican la emergencia del lenguaje desde constreñimientos cognitivos más generales.

Por otra parte, y de acuerdo con Zuidema (2002), al igual que las simulaciones

matemáticas de Gold los modelos de Komarova y Nowak asumen implícitamente que cualquiera de las gramáticas dispuestas en el experimento son igualmente aprendibles, y por lo tanto cuando el mejor algoritmo posible no es capaz de aprender alguna de ellas, ésta es restada al número de gramáticas aprendibles. Sin embargo, esto no es así en la realidad. Dado que los procesos de aprendizaje que acontecen a lo largo de generaciones son dinámicos, existe en ellos una transmisión iterativa de gramáticas que son modificadas por los propios organismos, de acuerdo a sus constreñimientos de aprendizaje, sin restricciones *a priori* que determinen a las gramáticas. Esto puede observarse en modelos computacionales llevados a cabo por Kirby (2000), los cuales consisten en un conjunto de agentes que se comunican entre sí a través de concatenaciones de símbolos con significados simples (como p. ej. agente, objeto, predicado, etc.), sin una estructuración definida de antemano. Estas expresiones simbólicas son utilizadas por los agentes para convenir significados, y luego son transmitidas y aprendidas por generaciones de agentes. Es importante aclarar que en este caso los agentes se van renovando sin mediar selección ni cambios “biológicos” en ellos, sino sólo transmisión cultural. En las primeras etapas de la simulación, se observa una gran inestabilidad y variación entre las expresiones simbólicas, las cuales van haciéndose progresivamente más complejas. Con el tiempo, las lenguas tienden a estabilizarse y transmitirse fielmente de generación en generación, a través de una limitada exposición a ellos. Finalmente, y tras varias generaciones, los agentes desarrollan complejas expresiones simbólicas, que conforman un sistema de comunicación uniforme y poseedor de orden sintáctico y composicionalidad. Lo interesante de este trabajo es que a través de mera transmisión cultural, y en agentes sin constreñimientos sintácticos previos, se observa la emergencia de una sintaxis similar a la de una lengua. Además, vemos que al contrario de los modelos de Gold, Komarova y Nowak, donde las gramáticas son fijas y los algoritmos se deben adecuar a ellas, en estas simulaciones son las gramáticas las que se adaptan a los algoritmos de aprendizaje, cambiando dinámicamente durante el proceso iterativo de transmisión cultural. En tanto, en las simulaciones de Kirby el aprendizaje inicial de los agentes era limitado, pero luego se hizo constante entre los agentes, gracias a que las concatenaciones que más fácilmente se aprendían se transmitieron y “sobrevivieron” de generación en generación. Este hecho demuestra que las gramáticas más fácilmente aprendibles fueron las que evolucionaron, adaptadas a los constreñimientos de aprendizaje de los agentes. Como comentan Kirby y Christiansen (2003), mientras el argumento de la pobreza de estímulo es usualmente empleado para sugerir la existencia de fuertes constreñimientos biológicos previos a la aparición del lenguaje, para estos experimentos la restringida riqueza del estímulo es justamente el motor que dirige la evolución del lenguaje mismo. En otras palabras, “la pobreza de estímulo deja de ser un problema; en lugar de ella, la pobreza de los ancestros es la solución para el niño” (Zuidema, 2002).

Uno de los ejemplos más impresionantes respecto a cómo es posible el aprendizaje del lenguaje sin la necesidad de conocimiento lingüístico innato son las redes conexionistas, como las que vimos en los experimentos de Elman y MacWhinney en la sección 3.5. En ellos pudimos apreciar cómo sistemas de aprendizaje simples y de carácter general son capaces de aprender reglas gramaticales y otras conductas

complejas sin la necesidad de aprendizaje explícito. Al igual que como ocurre en el niño, estas redes pueden aprender a partir de entradas lingüísticas inconsistentes y no seleccionadas, contradiciendo el "argumento de la pobreza de estímulo" que proponen los formalistas. Un aspecto relevante del modo como estas redes se comportan, es que presenta varias similitudes con la forma como aprenden los humanos. Por ejemplo, Christiansen y Chater (1999) analizaron el aprendizaje de redes neurales con distintos tipos de secuencias recursivas, encontrando que las secuencias que causaron más dificultades fueron las estructuras con múltiples ramificaciones centrales y dependencia cruzada, las mismas que los humanos encuentran difíciles.

Otro ejemplo de la semejanza de las redes con el aprendizaje humano se aprecia en experimentos de Elman (1995, 1999), quien observó que durante la fase inicial del entrenamiento de redes conexionistas con entradas lingüísticas, éstas no tenían un buen desempeño. Por este motivo, decidió cambiar el esquema de entrenamiento por expresiones organizadas en progresiva complejidad, comenzando por las entradas gramaticalmente más simples. De esta manera, consiguió que en las fases finales del entrenamiento las redes tuviesen un buen desempeño, incluso con las frases complejas. El autor observó que este fenómeno se asemeja al modo como los niños aprenden, comenzado por simples estructuras hasta progresivamente alcanzar el lenguaje adulto. Sin embargo, los niños suelen oír expresiones del lenguaje adulto desde un principio, y no son expuestos a fases de progresiva complejidad como en el experimento, y si existe una limitación inicial en la captación del estímulo ésta debía provenir de la inmadurez cerebral del niño; un candidato para ello era la memoria de trabajo. Para evaluar la posible interacción entre el aprendizaje y cambios en la memoria de trabajo, Elman diseñó una red neural recurrente donde las unidades de contexto, que conforman la "memoria" del sistema, pudiesen ser alteradas a modo de limitar su capacidad inicial (por ejemplo, limitar su tiempo de procesamiento a 2 ó 3 palabras) y luego aumentarla gradualmente. Esta red fue expuesta a entradas complejas desde un principio, al igual que en el experimento inicial, y sin embargo consiguió un desempeño tan bueno como en el caso de la red cuyas entradas habían sido manipuladas. Resulta interesante comparar la ventajas de esta estrategia de aprendizaje incremental con la adquisición del lenguaje en el niño, donde acontece un proceso similar de maduración de sus capacidades cognitivas, de modo que es posible inferir que las limitaciones propias del desarrollo del niño permitirían explicar porqué son capaces de aprender más eficientemente un lenguaje que sus pares adultos. Otro aspecto interesante de estas observaciones es que la posesión de períodos críticos de aprendizaje no es una cualidad exclusivamente humana. Como señala Deacon (1997), un fenómeno similar aconteció con un pequeño bonobo ⁴ llamado Kanzi, el cual durante experimentos de aprendizaje de sistemas de comunicación gestual con su madre, sorprendentemente adquirió más destrezas comunicativas que ella, demostrando que su inmadurez lo hacía más susceptible para aprender. Este hecho indica que la especial sensibilidad propia de los niños para aprender una lengua no es una propiedad exclusivamente humana, sino que se debe a la mayor plasticidad propia de los niños y a procesos de maduración cerebral que también

⁴ El bonobo es un primate emparentado con el chimpancé común. No obstante, el parentesco con el hombre es el mismo para ambos casos, dado que su ancestro común se separó de la línea evolutiva humana hace aproximadamente seis millones de años.

existen en otras especies.

Estos experimentos sugieren que un dispositivo de aprendizaje general como lo es una red neural, no específica del dominio lingüístico, posee constreñimientos y predisposiciones similares al cerebro humano al momento de aprender las lenguas. Además, estos constreñimientos no son producto de una competencia lingüística innata propia de la especie humana, sino características propias de sistemas de aprendizaje en general, presentes en las redes y en otros animales.

En las simulaciones de Kirby revisadas en esta sección, vimos que la estructura de las lenguas puede emerger de su repetido uso y adquisición de generación en generación. Así, universales lingüísticos como la composicionalidad (que permite que el significado de una expresión lingüística sea una función del significado de las partes que la componen) surgen de la transmisión sucesiva de expresiones lingüísticas aleatorias en una población virtual. Además, conforme se transmiten generacionalmente, las lenguas se van haciendo cada vez más fáciles de aprender. Esto se explica porque las lenguas mismas evolucionaron de manera de adaptarse mejor a las propiedades del aprendizaje de estos agentes y así asegurar su transmisibilidad y subsistencia en el tiempo. Si extrapolamos esto a la evolución cultural humana, podemos desprender que las lenguas se adaptaron a los constreñimientos propios del aprendizaje del cerebro humano, de modo que la estructura de las lenguas sobrevivientes son justamente las responsables de que las aprendamos precozmente y con facilidad.

Para explorar esta posibilidad, Christiansen y Devlin (1997) construyeron 32 gramáticas simples distintas, cuya diferencia estaba en el orden como disponen las palabras (sujeto, verbo, afijos, etc.). De cada una de estas gramáticas se generó un conjunto de oraciones, con las cuales se entrenó una red neural recurrente a través de la presentación secuencial de estas oraciones. Tras la fase de entrenamiento, la tarea de la red era predecir la siguiente categoría léxica en una oración. Finalmente se evaluó con cuáles de las gramáticas la red tuvo un mejor desempeño. El resultado fue que con las gramáticas que tenían una estructura recursiva más consistente (con una estructura de frase uniforme y con reglas simples) la red hizo mejores predicciones de sus regularidades gramaticales, mientras que las gramáticas estructuralmente inconsistentes resultaron difíciles de aprender para la red. Luego los autores compararon estas gramáticas con una base de datos que contiene información tipológica sobre 625 lenguas, encontrando que las lenguas con recursividad consistente, que eran mejor aprendidas por las redes, eran mucho más frecuentes que las inconsistentes. La explicación a este hecho radicaría en que las construcciones gramaticales con una estructura recursiva inconsistente serían infrecuentes porque simplemente son difíciles de aprender y consiguientemente tienden a desaparecer. Notemos que estas observaciones son además coherentes con el escenario evolutivo de Deacon (sección 5.2.2), quien señala que los lenguajes coevolucionaron con el cerebro, sobreviviendo sólo los que mejor se adaptaron a la manera como el cerebro del niño aprende.

En esta sección hemos observado que el aprendizaje de agentes que poseen una conducta lingüística dinámica, transmitida de generación en generación, sugiere que la facilidad para adquirir las lenguas se debe a que éstas se han adaptado para facilitar su transmisión, y de este proceso emergen los universales lingüísticos, no siendo necesario

apelar a conocimiento innato para dar cuenta de estos procesos. Lo que se necesita para que las lenguas evolucionen, son agentes dotados de sistemas de aprendizaje de carácter general. De esta manera, podemos suponer que la facultad del lenguaje puede haber evolucionado en gran medida como parte de mecanismos de aprendizaje de dominio general, no diseñados originalmente para el lenguaje, los cuales permitieron la transmisión cultural de las lenguas y la subsiguiente adaptación de éstas a los constreñimientos propios del cerebro humano.

Antes de concluir con esta sección, haremos referencia a un planteamiento similar al nuestro, que señala que durante la evolución humana existió una co-evolución entre genes y “memes”, entendiendo a estos últimos como información cultural que es replicada y transmitida de generación en generación, siendo objeto de variación y selección, al igual que los genes⁵. En este sentido, Susan Blackmore (2001) propone que el momento clave en la evolución de los homínidos fue cuando éstos comenzaron a imitarse unos a otros, difundiendo así los primeros memes. Así, quienes eran capaces de aprender y transmitir fielmente los memes que eran evolutivamente ventajosos, obtuvieron ventajas selectivas, heredando a su descendencia esta capacidad (genética) y transmitiendo además esta conducta (memética). Si bien este fenómeno corresponde a una versión del efecto Baldwin, tiene ciertas diferencias. Blackmore sostiene que los memes alcanzaron gran autonomía, replicándose y transmitiéndose más allá del potencial beneficio que pudiesen tener para los genes. Por lo tanto, no fueron solamente un factor capaz de favorecer la evolución de mecanismos (cerebrales) relacionados con su aprendizaje y transmisión, como sucede con el efecto Baldwin, sino que en ocasiones favorecieron también la transmisión de conductas no necesariamente ventajosas. Así habría ocurrido con sujetos que fueron buenos imitadores y transmisores de memes, quienes funcionaron como vectores para un conjunto de ellos, varios de los cuales implicaban ninguna ventaja adaptativa. De este modo, por ejemplo, junto con transmitir memes ventajosos tales como construir herramientas útiles, técnicas para cazar o para hacer fuego, además imitaron y transmitieron memes como danzas, decoraciones corporales, ritos funerarios, etc. Dado que los memes son múltiples y se adaptan a distintas situaciones, los individuos no pueden discriminar claramente cuales de ellos son ventajosos evolutivamente o no, y por lo tanto los memes influyen de manera significativa en la evolución genética. En suma, de acuerdo con la autora, el cerebro evolucionó para seleccionar, aprender, transportar y transmitir estos memes. Lo interesante para efectos de esta tesis, es que Blackmore sostiene que el lenguaje es una buena manera de crear y transmitir memes con alta fecundidad y fidelidad. Así, la evolución de los memes favoreció los cerebros y las lenguas que mejor se adaptaron para transmitir información memética, de manera que el cerebro evolucionó como un sistema de copiado junto con los memes que copiaba. Esta idea es similar a la que proponemos en esta tesis, no obstante ubica a las lenguas junto con la cultura en general dentro de los memes. Esto nos parece útil para graficar el escenario multifactorial en que aconteció la evolución de la facultad del lenguaje, ya que durante la evolución las lenguas debieron competir con otros memes, sobreviviendo las variantes que mejor se adaptaron a los constreñimientos

⁵ La palabra “meme” resulta de una abreviación de la raíz griega *mimeme*, que significa “algo imitado”, y fue creada por Dawkins en 1976 con la finalidad de asemejarlo al término *gene* (gen en inglés) (v. Blackmore, 2001).

cerebrales. Además, es compatible con lo señalado en esta sección, en relación con que el cerebro evolucionó principalmente como un sistema de aprendizaje para el lenguaje, siendo las lenguas información cultural y no genética.

6.4 La evolución de la facultad del lenguaje desde una perspectiva dinámica: propuesta de un escenario evolutivo

A lo largo de esta tesis hemos citado evidencia empírica proveniente de distintas áreas para demostrar que es posible concebir el aprendizaje del lenguaje y los universales lingüísticos como productos emergentes del desarrollo ontogenético y filogenético de la especie humana, sin apelar a un módulo lingüístico innato en un sentido formalista.

En tanto, en la sección anterior argumentamos cómo la facultad del lenguaje guarda una estrecha similitud con la conducta de sistemas de aprendizaje de dominio general, como son las redes conexionistas. Sin embargo, en el título de dicha sección señalamos que el lenguaje corresponde a una adaptación para el aprendizaje, es decir, que existen cambios evolutivos relacionados con el lenguaje que explican su emergencia, y por lo tanto no corresponde a un simple dispositivo general de aprendizaje. Esto resulta evidente al observar que tanto la conducta lingüística como la arquitectura cerebral, el cuerpo y la cultura propias de la especie humana poseen una complejidad que supera cualquier modelo conexionista o simulación computacional.

Conforme a la naturaleza dinámica y corporizada de la evolución, creemos que el lenguaje evolucionó a partir de mecanismos de aprendizaje preexistentes en los primates, que inicialmente se desarrollaron gracias a las ventajas adaptativas que el aprendizaje confiere a las especies en general. Estas ventajas anteceden al lenguaje mismo, y se relacionan con la capacidad de responder y adecuarse dinámicamente a un medio ambiente cambiante, en lugar de depender de conductas innatas rígidas e inflexibles. Además, el aprendizaje generó la incipiente transmisión cultural de conductas útiles y ventajosas, las cuales fueron responsables de una importante ampliación de la cognición humana, que de acuerdo al concepto de mente extendida (ver sección 4.5) permitió que el hombre deposite información útil en la cultura. De esta manera, el hombre comienza a explotar al medio ambiente como depósito de información, el cual otorga grandes ventajas adaptativas a nuestra especie, ya que no depende sólo de sus propios recursos cognitivos, sino que actúa en conjunto con las herramientas que le ofrece el medio ambiente y la cultura. Por tanto, resulta lógico proponer que las presiones selectivas no apuntaron a aumentar la información genética, proceso lento e incierto, sino a aumentar la capacidad humana de estructurar nuestro entorno de acuerdo a nuestra conveniencia. Así, la evolución de la facultad del lenguaje debe entenderse dentro de un proceso más amplio, que se inició con las primeras formas de imitación y transmisión cultural, o como señala Blackmore, desde el origen de los primeros memes (ver sección anterior). Sin embargo, dado que el lenguaje constituye el medio más eficiente para generar cultura,

marca por lo tanto un punto de inflexión dentro del contexto de la expansión de la cognición hacia el medio ambiente (ver Figura 10).

En un sentido algo similar, Clark (1997) señala que el artefacto definitivo para lograr una máxima utilización de nuestro entorno está en el lenguaje. Con éste logramos representar los problemas que se nos presentan en un código simbólico más fácil de manipular, siendo estos símbolos entidades externas a nosotros, depositadas en la lengua pública propia de cada cultura. Gracias a que la evolución de las lenguas y de la cultura en general es mucho más rápida que la evolución de los genes, el éxito evolutivo de quienes comenzaron a utilizar lenguaje y a expandir su cognición al entorno, fue mucho mayor que el de quienes dependían sólo de sus genes para depositar información útil para su supervivencia y reproducción.

Es importante aclarar que en este caso los procesos cognitivos humanos no son propiamente computaciones simbólicas, como señala las ciencias cognitivas tradicionales, sino procesos básicos de representación paralela y distribuida que evolucionaron a modo de servir de soporte para el empleo de estructuras externas simbólicas y manipulables. Desde una óptica evolutiva, entonces, podemos decir que el lenguaje evolucionó gracias a pequeños cambios en nuestro cerebro y cuerpo que hicieron posible crear, procesar, aprender y transmitir una lengua colectiva.

Notemos que hasta este momento no hemos descrito adaptaciones específicas para el lenguaje, sino el uso de recursos cognitivos ya presentes, en cierta medida, en otros primates. Los chimpancés son capaces de desarrollar formas simples de comunicación gestual, que sin embargo sólo alcanzan a conformar asociaciones de tipo indexical con objetos y situaciones (en adelante adoptaremos la división de signos descrita por Peirce, que vimos en la sección anterior). Esto explicaría por qué estos animales sólo consiguen realizar acciones intencionales dirigidas a objetos o situaciones concretas en el mundo. El ser humano, en cambio, es capaz de realizar operaciones sobre símbolos cuyos referentes dependen de asociaciones de alto nivel de abstracción, entre índices y otros símbolos. Este tipo de pensamiento y lenguaje simbólicos, permiten formular conceptos cuyo significado no corresponde a hechos concretos, sino que generalizan sobre múltiples casos particulares (como p. ej. al emplear conceptualmente el número “cuatro”, no nos referimos a un caso particular de aquel número), y además nos permiten operar con cosas que son remotas tanto en tiempo como en espacio. Estas ventajas permiten desvincular el pensamiento de hechos y objetos concretos asociados perceptualmente, y emplear generativamente conceptos que pueden ser utilizados en diferentes situaciones o eventos, así como planificar hacia el futuro (Logan, 2006).

Además de su gran capacidad expresiva, favorable para la comunicación y la cooperación social, el lenguaje simbólico hace un uso más eficiente de capacidades cognitivas como memoria y procesamiento, ya que un símbolo es capaz de representar a varios índices (o relaciones causales y espacio-temporales) al mismo tiempo. Todas estas características dan cuenta de las ventajas evolutivas que otorga el alcanzar el nivel simbólico de pensamiento y comunicación.

Siguiendo con nuestro escenario evolutivo, un momento clave que marca el inicio de la evolución de la facultad del lenguaje fue justamente cuando emergieron los primeros

símbolos⁶. Como ya hemos señalado, este hecho probablemente aconteció gracias a un aumento de capacidades cognitivas generales, relacionadas con el aprendizaje, la memoria y el procesamiento e integración de información. El origen de estas capacidades sería producto de presiones selectivas originadas por el desarrollo incipiente de sistemas de imitación complejos, los cuales permitieron transmitir información cultural evolutivamente ventajosa. De acuerdo con el contexto dinámico que hemos fundamentado para los procesos evolutivos, podemos afirmar que estos cambios no se debieron a un sólo factor, y que probablemente entraron en juego procesos de autoorganización cerebral y cambios que comprometieron activamente al cuerpo y el entorno. Estamos de acuerdo con Logan (2006) en que la emergencia del pensamiento y lenguaje simbólicos puede ser comprendida dinámicamente como un proceso autocatalítico, donde la sobrecarga de información indexical llevó a un estado de autoorganización que alcanzó un nuevo equilibrio al procesar símbolos. En este sentido, tanto el lenguaje como el pensamiento simbólicos surgieron y se desarrollaron simultáneamente. Logan propone que este surgimiento fue un caso de equilibrio puntuado, es decir, un cambio brusco que dio lugar al *Homo sapiens* definitivo. Sin embargo, creemos que la emergencia del lenguaje fue un proceso gradual, iniciado en los homínidos antes del aumento de volumen craneal observada en el *Homo habilis* (ver sección 4.1). Esto se debe a que inicialmente las capacidades cognitivas no permitían un procesamiento efectivo de una gran cantidad de símbolos (p. ej. por limitaciones en la memoria de trabajo), y fue necesario iniciar un proceso coevolutivo entre las lenguas incipientes y el cerebro, donde el cerebro adecuó sus capacidades y las lenguas se adecuaron a los estreñimientos del cerebro, en un sentido similar a lo señalado por Deacon (ver sección 5.2.2).

Dentro de los cambios que precedieron y permitieron que el cerebro alcanzase los requerimientos mínimos para dar lugar a las primeras formas de transmisión cultural, y luego a la emergencia de los primeros símbolos, podemos señalar que un factor significativo fue la bipedestación, adaptación acontecida en los homínidos hace unos 4 millones de años y probablemente detonada por cambios ambientales en África que provocaron el reemplazo de la jungla por un hábitat seco y sin árboles. Notemos que este acontecimiento se sitúa antes de la significativa expansión del tamaño cerebral que se observa en los cráneos del *Homo habilis*, y por lo tanto habría detonado cambios cerebrales más bien relacionados con una redistribución funcional y establecimiento de nuevas conexiones que con un aumento de volumen neuronal. Esto se condice con la plasticidad que presenta el cerebro, y la posibilidad de hacer frente a nuevas instancias ambientales ocupando las estructuras disponibles sin la necesidad de crear otras nuevas. Un ejemplo pertinente al respecto, está en el cerebro del topo (Deacon, 2000). En el topo, sus ojos son sólo un residuo de una función visual poseída por sus ancestros evolutivos. Sin embargo, conserva las estructuras cerebrales relacionadas ancestralmente con la

⁶ Como dijimos en la sección anterior, la aparición de los primeros símbolos fue precedida por formas incipientes de transmisión cultural no simbólicas. Puede ser discutible si es posible la existencia de transmisión cultural sin recurrir a símbolos, sin embargo creemos posible la existencia de sistemas complejos de imitación, que transmiten información de tipo indexical previos a la aparición de símbolos. Esto puede haberse originado a partir del desarrollo de las neuronas en espejo, correspondiente a la etapa 4 del escenario de Arbib (sección 5.2.1).

visión, pero las emplea para procesar información de otro tipo. Dado que sus ojos no registran ninguna señal, su núcleo geniculado se ha habilitado para procesar información auditiva, mientras que donde otros roedores poseen corteza visual, el topo tiene corteza auditiva y somatosensorial. De acuerdo con Deacon, estos cambios son atribuibles a la competición de las neuronas por el espacio cortical, provocado por el reordenamiento de aferencias y patrones de conectividad. Este fenómeno autoorganizativo propio de la plasticidad cerebral ilustra cómo no son necesarios cambios anatómicos significativos para generar funciones distintas, y cómo la conectividad cerebral puede depender más del ambiente que de cambios genéticos. En este sentido, autores como MacWhinney (1999) han sostenido que el proceso de aprendizaje del lenguaje puede involucrar la reformación y reconexión de mecanismos cognitivos preexistentes, los cuales pueden ser de dominio general, empero incurren en una especial sintonización cuando funcionan localmente.

Volviendo a la bipedestación, ésta generó cambios en múltiples niveles, varios de los cuales han sido señalados por otros autores. Entre ellos figura la liberación e incremento del control voluntario sobre las manos, facilitando el uso de herramientas y armas (MacWhinney, 2002b) y la producción de sistemas de comunicación gestual (Corballis, 2003a; 2003b). Además, cambios posturales que modificaron mecanismos neurales relacionados con el control motor (Lieberman, 2003) y la distribución del tracto vocal y respiratorio (Hurford, 2003). Esta nueva postura implicó también cambios en la percepción visual, que involucraron una nueva relación con el entorno (Turbino, 2004). Todos estos factores influyeron de manera dinámica en la organización y conectividad neural, gracias a la plasticidad cerebral para adaptarse a nuevos contextos ambientales. De estos cambios, posiblemente uno de los más significativos para la generación de sistemas de comunicación y cultura fueron la liberación de las manos y el contacto visual entre los primates, además de la necesidad de interactuar en un nuevo medio ambiente, más desprotegido.

Las capacidades de aprendizaje e imitación existentes en los primates, fueron empleadas para estas incipientes formas de comunicación y cultura. Ya señalamos las fuertes presiones selectivas que esto conlleva, no obstante uno de los principales efectos de las capacidades de aprendizaje fue dar curso al efecto Baldwin. Tal como vimos con los algoritmos evolutivos en la sección 3.3, a través del efecto Baldwin el aprendizaje es capaz de aumentar la eficiencia de la evolución, acelerando la búsqueda de soluciones adaptativas adecuadas a las nuevas condiciones ambientales. De esta manera, la capacidad de aprender y utilizar los sistemas simbólicos y otras herramientas culturales emergentes fue favorecida por la selección natural, de modo que conductas adquiridas culturalmente promovieron cambios biológicos en los organismos. Como vimos de acuerdo al concepto de mente extendida, estos cambios tendieron más bien a favorecer estructuras neurales relacionadas con el depósito de información lingüística (y cultural en general) en el ambiente, mientras que las incipientes lenguas fueron adaptándose a los constreñimientos propios del aprendizaje cerebral (ver sección anterior). Así, se dio curso a un proceso coevolutivo baldwiniano similar al propuesto por Deacon y explicado en la sección 5.2.2.

Dado que la evolución cultural es mucho más veloz que la biológica, esta nueva

situación promovió no la innatización ni la codificación genética de información relevante, sino el desarrollo de capacidades cognitivas capaces de aprender, transmitir y ampliar aun más este reservorio cultural de información. Por ello, aprovechamos de señalar que coincidimos con los escenarios de Corballis y Deacon (secciones 5.2.1 y 5.2.2 respectivamente) en el sentido de que los sistemas innatos de comunicación que presentan algunos primates no constituyen preadaptaciones para el lenguaje, ya que las presiones selectivas promovieron una desdiferenciación de estos mecanismos para favorecer las capacidades de aprendizaje.

Volviendo al punto anterior, las presiones selectivas relacionadas con estas nuevas conductas provocaron adaptaciones cerebrales relacionadas con procesamiento y conectividad cortical (Deacon, 1997), que confluyeron en sistemas de memoria de trabajo ubicados en la corteza prefrontal (Aboitiz y García, 1997; Aboitiz y cols., 2006). Luego, acontecieron cambios en el volumen cerebral, que ampliaron cuantitativamente sus capacidades. De esta manera, se facilitó la integración funcional y el aprovechamiento de la distinta información sensoriomotora disponible, en un contexto corporizado y situado como el que expusimos en la sección 6.1. Las redes de memoria de trabajo, de manera similar a como sucede en las redes neurales recurrentes, permitieron la disponibilidad “en línea” de información proveniente de distintas regiones cerebrales y del ambiente, facilitando así el aprendizaje, la adaptabilidad y el aprovechamiento de los recursos cognitivos disponibles.

Es importante señalar que si bien a partir de los procesos baldwinianos de evolución se generaron cambios biológicos adaptativos que potenciaron las capacidades lingüísticas, estos cambios no tienen al lenguaje como único factor causal. Por ejemplo, el desarrollo de conectividad e integración sensoriomotora favorece también el control motor sobre las extremidades, la memoria de trabajo tiene también relevancia para el pensamiento y el procesamiento de información, y el aprendizaje se relaciona con la adquisición de conductas de diversa índole. Asimismo, las múltiples funciones que el lenguaje puede tener, además de la comunicación, entran en acción, como son la cooperación y cohesión social, la transmisión cultural de tecnologías, ampliar el pensamiento simbólico, etc.

De esta manera, sostenemos que la evolución del lenguaje siguió un curso dinámico, donde los cambios adaptativos resultaron de la acción conjunta de múltiples factores, siendo implausible cualquier escenario monocausal.

Hemos situado un eventual inicio de la evolución del lenguaje cercano a la bipedestación de los primates, no obstante es posible que hayan existido capacidades de aprendizaje y avances culturales previos favorecidos por distintas presiones selectivas. De todos modos, podemos sostener que la evolución del lenguaje aconteció como un proceso gradual, iniciado con sistemas de comunicación multimodales, consistentes en gestos braquiomanuales y orofaciales en conjunto con algunas vocalizaciones, acontecidos en los Australopitecos hace unos 4 a 5 millones de años. Estos nuevos mecanismos de comunicación crearon un nuevo nicho cultural, que inició la evolución baldwiniana y se vio impulsado fuertemente por las ventajas selectivas que la extensión de la mente humana hacia la cultura y el lenguaje produjeron en el ecosistema del momento. Así, los primates más desarrollados en este ámbito prevalecieron sobre los

demás, hasta llegar a la extinción definitiva de todas las demás especies del género *Homo*.

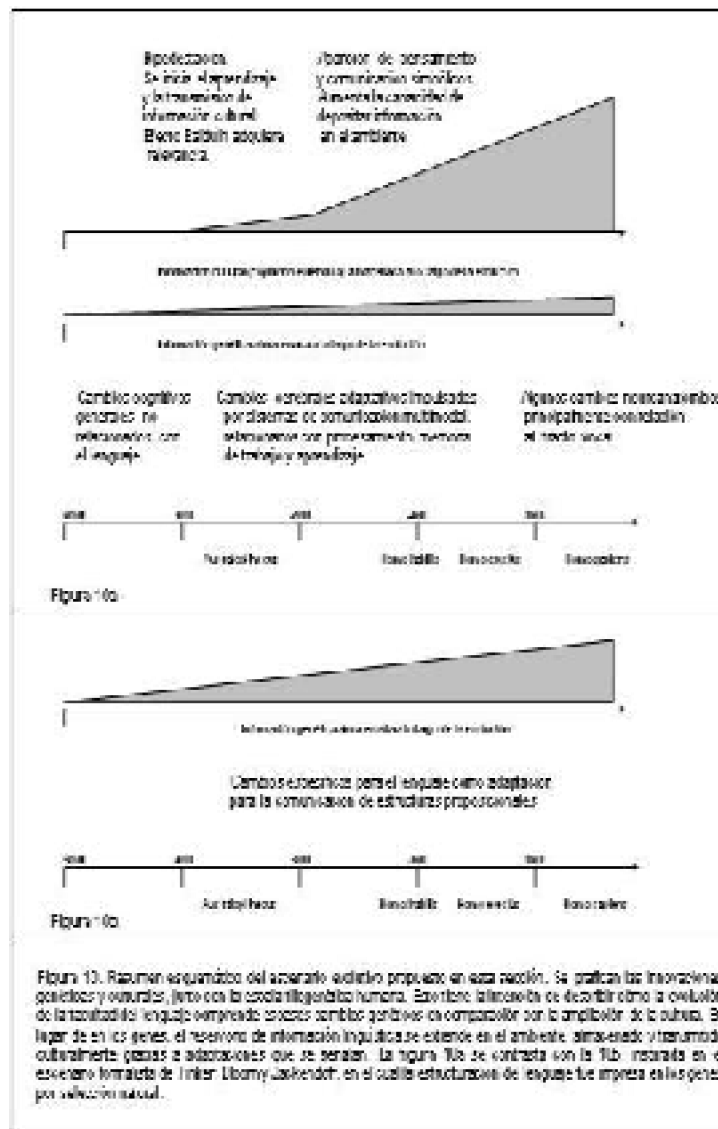
Los sistemas de comunicación multimodales evolucionaron junto con los homínidos durante miles de años, durante los cuales procesos autoorganizativos permitieron la predominancia tardía de las vocalizaciones por sobre los gestos, las que, dada su eficacia como medio de comunicación, impulsaron presiones selectivas para el desarrollo del tracto vocal, imponiendo asimismo nuevas exigencias para la evolución de capacidades cerebrales afines con el lenguaje. La evolución tardía del tracto vocal tiene respaldo empírico fósil y genético (ver secciones 4.1 y 4.3) y ha sido señalada en la mayor parte de los escenarios descritos en esta tesis. A nuestro parecer, el desarrollo de un aparato fonológico impulsó nuevas presiones selectivas sobre las estructuras neurales, aumentando la conectividad y la integración fonológica con las demás regiones cerebrales. Asimismo, dio lugar a un nuevamente al efecto Baldwin, promovidas por las presiones selectivas que el aprendizaje fonológico impuso sobre las estructuras anatómicas y neurales relacionadas con la producción y percepción del habla.

De esta manera, las lenguas fueron modeladas a lo largo de la evolución para adaptarse a las capacidades de aprendizaje y procesamiento cerebral, favoreciendo las lenguas transmisibles a edades más tempranas y en menor tiempo. Es importante señalar que la adaptación de las lenguas aconteció no sólo al nivel sintáctico (v. Christiansen y Devlin, 1997), sino también con sus aspectos fonológicos y pragmáticos (Kuhl, 2004). Asimismo, y de acuerdo con el efecto Baldwin, las lenguas motivaron cambios adaptativos en el cerebro (que ya hemos mencionado) y en los sistemas sensorial y motor relacionados con el lenguaje. Esta dinámica coevolutiva entre las lenguas y el cerebro, es similar a la propuesta por Deacon (1997), y constituye un aspecto clave de nuestro escenario, por lo que la discutiremos nuevamente en las conclusiones.

Finalmente, desde la emergencia del *Homo sapiens* la especie humana ha mantenido su conformación biológica estable, mientras que las lenguas han proseguido su evolución como entidad cultural, adaptándose a los nuevos contextos determinados por la cultura humana. Es importante señalar que, no obstante las lenguas se encuentran en continuo cambio, su estructura parece conservar una notable estabilidad una vez que las lenguas han alcanzado cierto nivel de complejidad. Esto puede ser producto de estados de equilibrio propios de la dinámica interna de las variables que interactúan durante la emergencia de esta estructura, dando lugar a “atractores” que limitan las gramáticas posibles. Algunas de estas variables corresponderían a constreñimientos universales propios del cerebro, de los sistemas sensorial y motor, de las lenguas mismas en cuanto sistemas simbólicos, de la interacción comunicativa humana, etc.

A lo largo de esta tesis hemos expuesto argumentos provenientes de distintas áreas de la ciencia cognitiva para señalar lo innecesario e implausible que resulta el postular una gramática universal innata para explicar el lenguaje. En el contexto de este escenario evolutivo, podemos insistir en que la evolución del lenguaje se fundamenta en cambios cognitivos generales, de capacidades que cumplen también funciones no lingüísticas, y cuya evolución favoreció que el lenguaje y su estructura se sitúen como parte de la cognición extendida en el mundo. A continuación, en la Figura 10, se grafica esta idea y

se compara con la visión formalista del lenguaje y evolución planteada por Pinker, Bloom y Jackendoff.



CONCLUSIONES

Creemos que esta tesis constituye un ejemplo de la utilidad que el estudio sobre el origen evolutivo del lenguaje puede tener para comprender mejor qué es y cómo caracterizar esta facultad. Asimismo, demuestra el papel central que el lenguaje ha jugado en la evolución de la cognición humana, llegando a ser, presumimos, el aspecto más característico de nuestra especie. En esta tesis también hemos confrontado distintas perspectivas de la lingüística, e investigado su plausibilidad de acuerdo al origen evolutivo del lenguaje. En este sentido, podemos concluir que las aproximaciones formalistas al lenguaje no parecen sustentarse evolutivamente, siendo los escenarios biológicamente mejor fundados los de orientación cognitivo-funcional. Más aun, creemos que la complejidad de los procesos biológicos que acontecen en contextos ecológicamente reales, son mejor comprendidos desde una perspectiva dinámica.

La teoría de sistemas dinámicos ha demostrado ser una herramienta útil para describir y explicar la conducta de sistemas complejos, como lo es la cognición humana en todos sus aspectos. De este modo, se ha instalado como una alternativa a los modelos computacionales de la ciencia cognitiva clásica, especialmente gracias a su proximidad con la realidad biológica de los procesos cognitivos. Resulta indudable que el cerebro, el cuerpo y el ambiente se encuentran acoplados en un continuo intercambio, mutuamente modulado, que acontece en tiempo real y que se encuentra situado en contextos ecológicamente reales. No obstante, el alto nivel de abstracción que poseen los sistemas dinámicos, especialmente cuando son representados matemáticamente, tiene el problema de alejarse demasiado de la explicación de ciertos fenómenos locales de la cognición, que poseen funciones específicas que pueden ser mejor comprendidas como

representaciones y estados internos.

La posibilidad de seguir un camino intermedio y complementario entre las perspectivas dinámica y computacional, ha sido abordada por autores partidarios de un enfoque dinámico de la cognición. Por ejemplo, Varela (1990) señala que nuestra decisión de permanecer en un ámbito emergentista o enactivo, en lugar de transitar hacia explicaciones computacionales sobre dominios específicos y definidos, dependerá en gran medida de nuestro interés por permanecer más cerca de la realidad biológica y más lejos de consideraciones pragmáticas. De todos modos, continúa el autor, si decidimos adoptar una explicación computacional sobre un ámbito local de la cognición, ésta debe ser comprendida sólo como una descripción aproximada, de un dominio que se encuentra encastrado en un sistema mucho más amplio.

Una visión más conciliadora y optimista es la de Clark (1997), quien sostiene que un enfoque dinámico caracterizado por sistemas corporizados y situados, de control descentralizado y con múltiples formatos de representación, es compatible con cierto grado de descomposición interna y estilos de explicación basados en el procesamiento de información. Si bien el autor cree que existen casos donde una explicación basada en computaciones y representaciones parece muy adecuada (como p. ej. al pensar sobre cosas o situaciones imaginadas), son casos susceptibles de ser complementados y enriquecidos con explicaciones basadas en sistemas dinámicos.

Creemos que la facultad del lenguaje corresponde a uno de estos casos donde un enfoque complementario puede resultar provechoso. Por una parte, el lenguaje corresponde a un sistema de símbolos estructurados gramaticalmente, de modo que resulta natural caracterizar, por lo menos en una primera instancia, al lenguaje como un sistema independiente, de funcionamiento computacional. Existen también casos donde puede resultar práctico concebir al lenguaje como un módulo dentro de la cognición, como sucede con el estudio de entidades clínicas como son las afasias o los trastornos del desarrollo que comprometen al lenguaje. Además, definir modelos formales sobre el funcionamiento del lenguaje tiene también la ventaja de proponer explicaciones precisas y empíricamente contrastables. Sin embargo, en esta tesis hemos expuesto cómo una vez que se profundiza en las bases neurológicas, cognitivas y evolutivas de esta facultad, surge la impresión de que su funcionamiento parece emerger de la interacción de múltiples áreas cognitivas, y mediante procesos que incluyen cambios de tipo estocástico que difícilmente pueden ser explicados de manera computacional. Ante este problema, en esta tesis hemos seguido un camino intermedio, donde intentamos ampliar los niveles explicativos computacionales con una perspectiva más amplia y biológicamente realista, como es la de los sistemas dinámicos. Como ya lo hemos señalado, la lingüística cognitiva constituye un ejemplo de integración entre polos formalistas y emergentistas del lenguaje. En ella se destacan conceptos dinámicos, como la relevancia que la experiencia corporal humana tiene en la formación de conceptos, y la importancia del medio ambiente y el contexto comunicativo en el aprendizaje del lenguaje, sin perder de vista que éste conserva una estructura sintáctica relativamente estable que lo caracteriza. Mientras tanto, si avanzamos aun más hacia una perspectiva funcionalista y dinámica, vemos que tanto los conceptos como la estructura gramatical de las lenguas son propiedades emergentes del accionar global del sistema de acuerdo al contexto

discursivo, exhibiendo una conducta cambiante, pero al mismo tiempo dotada de la robustez propia de los procesos dinámicos que poseen en su base constreñimientos iniciales en común. Si bien hemos presentado modelos computacionales, conexionistas y de robótica evolutiva que permiten fundamentar esta perspectiva dinámica, en la presente tesis hemos empleado los conceptos de los sistemas dinámicos (como p. ej. atractores, estados de equilibrio o conductas estocásticas) con un sentido más bien instrumental, sin pretender edificar una explicación matemática del funcionamiento de la facultad del lenguaje, sino aproximarnos lo más posible al complejo trasfondo biológico y ecológico en que ella transcurre, el cual es inherentemente dinámico.

De esta manera, concluimos que la facultad del lenguaje debe considerarse como parte integrada al resto de la cognición, y que emerge a partir de capacidades cognitivas compartidas por otros dominios cognitivos, en un proceso dinámico donde el cerebro, el cuerpo y el ambiente se constriñen mutuamente. Si bien el lenguaje constituye un nivel computacional de representación, los procesos cognitivos que subyacen a él no los son. En el cerebro el procesamiento es paralelo y distribuido, y se realizan operaciones más bien análogas, que se sirven de este nivel emergente de representación (el lenguaje) para complementar y reorganizar sus propios procesos.

Respecto a la evolución de la facultad del lenguaje, adoptamos también una postura dinámica, en favor del realismo biológico y ecológico necesario para aproximarse a esta clase de procesos. Con relación al carácter dinámico de la evolución podemos señalar que son procesos multidimensionales, donde acontecen múltiples variables de manera simultánea, dentro de las cuales se incluye la expresión de los genes (que también puede considerarse emergente), la interacción con otros organismos, la influencia de conductas adquiridas sobre la selección natural y la expresión genética, etc. De este modo resulta irreal describir la senda evolutiva de un organismo a través de procesos causales simples, siendo preferible hablar de cambios emergentes, y centrar el estudio en los múltiples mecanismos e interacciones responsables de estos cambios. Otros aspectos dinámicos propios de la evolución son el carácter corporizado y situado de sus modificaciones, las cuales surgen en gran medida de la reorganización de estructuras antiguas, y dependen de los constreñimientos recíprocos que los organismos establecen con su entorno. Así, la selección natural no consiste simplemente en un proceso pasivo de adaptación óptima a los cambios que presenta el medio ambiente, ya que los organismos modifican activamente su entorno, participando de la construcción de sus propios nichos evolutivos, y modificando así los efectos que la selección natural tiene sobre ellos y su descendencia. Este fenómeno es particularmente relevante para el caso de la evolución del lenguaje, ya que éste permitió externalizar los recursos cognitivos hacia el ambiente, como veremos más adelante.

No obstante las ventajas de esta visión dinámica, nuevamente nos encontramos con el problema de formular descripciones demasiado abstractas y contraintuitivas. Por ello, al igual que con el caso de los procesos cognitivos, adoptamos aquí un camino intermedio, donde en cierta medida simplificamos las causas y los procesos evolutivos en pro de una explicación comprensible y eventualmente implementable empíricamente, no obstante enriquecida por la teoría de sistemas dinámicos, y a sabiendas de que corresponde a una visión aproximada de un proceso más complejo.

Para el caso del lenguaje, esta perspectiva dinámica de la evolución es perfectamente compatible y respalda la concepción cognitivo-funcional de esta facultad que hemos planteado. En cuanto al escenario evolutivo mismo, señalamos que siguió un proceso coevolutivo entre mecanismos cerebrales generales y las lenguas mismas, iniciado a partir de capacidades cognitivas ya presentes, e impulsado por diversos factores. El antecedente principal de la aparición de los primeros sistemas de comunicación simbólicos fue la transmisión imitativa de conductas, evolutivamente ventajosas, y que dieron lugar a una incipiente cultura. Luego, cambios biológicos y conductuales motivados, entre otros factores, por la bipedestación, la mayor interacción social y las demandas cognitivas generadas por la incipiente cultura, permitieron que a través de procesos de autoorganización y la plasticidad cerebral emergieran los primeros sistemas de comunicación simbólicos. A partir de este punto, se inició un proceso evolutivo compatible con el efecto Baldwin, el cual resultó en una ampliación de mecanismos generales de aprendizaje, junto con capacidades de procesamiento, conectividad y memoria. Estos cambios permitieron un más efectivo aprendizaje y transmisión de las lenguas, procesos que se vieron más facilitados aun gracias a que las lenguas se adaptaron a los constreñimientos del aprendizaje cerebral. La progresiva ampliación de la cultura, mediada principalmente gracias al lenguaje, permitió el depósito de información útil en el medio ambiente, otorgando así nuevas ventajas adaptativas para el desarrollo del lenguaje. Este es un aspecto clave dentro de la evolución humana, y consiste en que lo que nos hace ser cognitivamente más capaces que nuestros ancestros evolutivos no es la posesión de facultades computacionales innatas, sino la capacidad de extender nuestra cognición hacia el ambiente, permitiendo así la proliferación y transmisión de información depositada en la cultura. Ahora bien, el lenguaje constituye el medio más importante para extender nuestra cognición y codificar información útil, de modo que su aparición resultó determinante para la evolución humana⁷

Finalmente, los sistemas de comunicación multimodales desarrollados desde los primeros homínidos, dieron lugar a la expresión vocal de las lenguas (modo más eficiente de comunicación), gracias a adaptaciones en los sistemas sensorial y motor relacionados con la producción del habla, ocurridas dentro de los últimos 200.000 años, previas a la emergencia del *Homo sapiens* definitivo. Una vez que nuestra especie alcanzó una conformación genética estable, continuó la evolución de la cultura humana, la cual se amplía y cambia mucho más velozmente que los genes, permitiendo así la gran expansión de la cultura humana y la modificación y control sobre su entorno observadas en los últimos 50.000 años.

Como hemos expuesto en esta tesis, la estructura gramatical fue un producto emergente de la coevolución entre el cerebro y las lenguas, y de la transmisión cultural de esta últimas. Por lo tanto, si bien existen numerosos cambios adaptativos cerebrales relacionados con el lenguaje, éstos se produjeron sobre capacidades generales relacionadas con el aprendizaje y procesamiento de estos sistemas simbólicos de comunicación, y no con relación a reglas o categorías innatas. Si no obstante insistimos en describir adaptaciones propias del lenguaje, difícilmente nos encontraremos con

⁷ Con relación a este tema, propuestas similares a la nuestra se encuentran en Dennet (1993), Deacon (1997), Clark (1997), Blackmore (2001) y Sterelny (2003).

adaptaciones puras, resultando más adecuado hablar de enjutas (p. ej. adaptaciones sobre ciertos constreñimientos del aprendizaje), exaptaciones (p. ej. cambios en el sistema respiratorio inicialmente adaptados para la bipedestación) o constreñimientos del desarrollo (p. ej. la gran plasticidad cerebral en etapas precoces del desarrollo).

Antes de pasar al siguiente tema, nos detendremos en un aspecto relevante de nuestro escenario, que es el proceso coevolutivo que aconteció entre el cerebro y las lenguas. Este proceso ha sido nuestro principal argumento para dar cuenta del aprendizaje del lenguaje y de la emergencia de los universales lingüísticos. Recapitulando, podemos señalar que en nuestra tesis hemos expuesto y contrastado dos posibles explicaciones para dar cuenta del aprendizaje de las lenguas y la existencia de universales lingüísticos. De acuerdo con la lingüística de orientación formalista, éstos son originados a partir de reglas gramaticales innatas codificadas en el genoma. Para una perspectiva cognitivo-funcional, en cambio, los niños aprenden sus lenguas gracias a su capacidad de conceptualizar y construir categorías gramaticales, mediada por su experiencia corporizada y su interacción comunicativa y social con los demás. Mientras tanto, los universales lingüísticos son usualmente explicados a partir de esta experiencia común de los seres humanos al adquirir y emplear el lenguaje, en conjunto con procesos de gramaticalización desarrollados por la interacción comunicativa de los sujetos a lo largo de la historia. Nuestro escenario propone, sin embargo, una visión distinta. En principio, coincidimos con esta caracterización cognitivo-funcional del aprendizaje y los universales del lenguaje, así como con que las capacidades cognitivas generales que intervienen en la emergencia del lenguaje y su estructura fueron modeladas por la evolución, sin llegar a conformar un módulo del lenguaje portador de una gramática universal innata. Nuestro escenario añade, empero, el hecho de que las lenguas se adaptaron a los constreñimientos del aprendizaje y procesamiento cerebrales, generando asimismo cambios adaptativos en el cerebro y en los sistemas sensorial y motor, en un proceso coevolutivo que llegó hasta el punto en que se conformó el *Homo sapiens* definitivo. Luego, las lenguas prosiguieron su adaptación al cerebro, “sobreviviendo” las lenguas que fueron transmisibles de manera más fácil y a edades más precoces (aprovechando así la mayor receptividad y plasticidad cerebral propia de los niños), así como las que resultaron más eficientes para la comunicación humana. Este proceso adaptativo tiene que haberse detenido en un determinado momento, posiblemente una vez que se estableció un equilibrio entre los constreñimientos del cerebro y los sistemas sensoriomotor con las lenguas, estado que puede ser comprendido desde un punto de vista dinámico como un equilibrio entre las variables del sistema, que dio lugar a atractores, que constriñen fuertemente las tipologías lingüísticas posibles⁸. Como ya hemos señalado, las variables que se presentan al momento de aprender y desplegar el lenguaje en el mundo tienen en su base constreñimientos universales, entre los cuales podemos incluir la estructura cerebral humana, la experiencia sensorial y motora en el mundo, las lenguas mismas en cuanto sistemas simbólicos, la interacción comunicativa

⁸ Resulta interesante agregar que este proceso de “maduración” que aconteció en las lenguas hasta alcanzar un equilibrio adaptativo con el *Homo sapiens*, tal vez permita explicar la tardía aparición de símbolos en el registro fósil, que data de hace unos 70.000 años, en contraposición con la aparición del *Homo sapiens* definitivo, hace aproximadamente 200.000 años (ver sección 4.1 para mayor detalle).

humana, etc. Si consideramos que estas variables son relativamente constantes, especialmente en las primeras etapas del desarrollo, podemos explicar dinámicamente la robustez de ciertas conductas del sistema (v. van Geert, 1994).

En el esquema siguiente resumimos nuestra postura, confrontada con las dos anteriores.

Perspectiva sobre el origen lenguaje	Explicación de la capacidad de aprendizaje del lenguaje y los universales lingüísticos
Formalista	Gramática universal innata, dentro de un módulo (adaptativo o no) del lenguaje.
Cognitivo-funcional	Capacidades cognitivas generales o adaptaciones no específicas del lenguaje. Procesos históricos de gramaticalización, posteriores a la conformación del <i>Homo sapiens</i> definitivo.
Dinámica (nuestro escenario)	Capacidades cognitivas generales modeladas por el efecto Baldwin para el aprendizaje y procesamiento de las lenguas. Adaptación de las lenguas al cerebro y sistemas sensorial y motor, inicialmente en un contexto coevolutivo con el cerebro, y luego sobre el <i>Homo sapiens</i> definitivo.

Figura 11. Esquema donde se comparan las distintas perspectivas para estudiar al lenguaje que hemos expuesto en esta tesis, junto con la propuesta correspondiente a cada una de ellas para explicar el aprendizaje del lenguaje y la existencia de una tipología lingüística universal.

Como podemos observar, de este escenario coevolutivo se desprenden implicaciones relevantes desde un punto de vista lingüístico, que además tienen diferencias con los de la perspectiva cognitivo-funcional que hemos revisado. Entre ellas, podemos sintetizar las siguientes:

(1) La adquisición de las lenguas se explica principalmente por la adaptación recíproca entre el cerebro y las lenguas, y particularmente gracias a que las lenguas se adaptaron a los constreñimientos del aprendizaje del niño. (2) Los caracteres universales de las lenguas (ya sea gramaticales, fonológicos o pragmáticos) son el resultado de esta mutua adaptación entre el cerebro (y sistemas sensorial y motor) y las lenguas. (3) Del punto anterior, podemos desprender que para explicar el aprendizaje de las lenguas no basta con apelar a capacidades cognitivas generales o algunas adaptaciones para el lenguaje (como lo hace la lingüística cognitiva). Es necesario, empero, considerar la propia adecuación de las lenguas a los constreñimientos del aprendizaje y procesamiento humanos, como principal causa de su fácil adquisición. (4) Hasta un momento determinado, las lenguas alcanzaron cierta estabilidad estructural, determinada por estados de equilibrio entre ellas y los constreñimientos cerebrales y sensoriomotores. Desde este momento, las lenguas han conservado una complejidad y estructura relativamente uniforme. (5) Del punto anterior, se puede inferir que los procesos de gramaticalización culturales (como los señalados por la lingüística cognitiva), sólo pueden ser responsables de los universales lingüísticos si se toman en cuenta antes de que las lenguas hayan

alcanzado su “madurez” estructural, y cesado, por tanto, su adaptación al cerebro. Posteriormente, lo que veríamos sería la evolución de las lenguas humanas (como p. ej. el tránsito del latín al castellano) sin una significativa alteración de las principales categorías gramaticales.

Es necesario agregar que todas estas conclusiones tienen carácter hipotético, y pueden ser, por tanto, validadas empíricamente, como veremos más adelante con relación a las simulaciones computacionales. No obstante, creemos que si este escenario coevolutivo adquiere mayor consistencia en el tiempo, dará lugar a nuevos paradigmas para lingüística.

Un problema que surge tras revisar nuestro escenario evolutivo es si podemos referirnos al lenguaje como una capacidad cognitiva distinta de las demás, o en otras palabras, como la “facultad” del lenguaje, o el “módulo cognitivo” del lenguaje. Este problema se debe a que hemos señalado que el lenguaje evolucionó a partir modificaciones menores de otros mecanismos cognitivos, y que por lo tanto comparte estos mecanismos con otras facultades mentales. Asimismo, hemos citado evidencia desde las neurociencias que sugiere que el procesamiento cerebral durante tareas lingüísticas no se concentra en áreas específicas, sino que se distribuye en la corteza y ambos hemisferios. Esta discusión ha aparecido en varias partes de esta tesis, generalmente en el contexto de una crítica a las perspectivas formalistas que conciben al lenguaje como un módulo cognitivo. Si bien esta tesis no pretende tratar en detalle el problema de la modularidad del lenguaje, podemos afirmar que nuestra propuesta evolutiva se opone a una caracterización del lenguaje como un módulo cognitivo innatamente determinado e informativamente encapsulado⁹. No obstante, dada la plasticidad que tiene la corteza cerebral, y gracias a las adaptaciones acontecidas en el cerebro para facilitar el aprendizaje y procesamiento de las lenguas, así como la selección que las lenguas tuvieron para adaptarse al cerebro humano, creemos que durante la ontogenia pueden generarse regiones cerebrales especializadas para el dominio lingüístico.

Además, gracias a la perspectiva dinámica que presentamos en esta tesis, podemos hablar del lenguaje como un fenómeno emergente, producto de la acción conjunta de múltiples mecanismos cognitivos y el ambiente, y que puede tener patrones conductuales complejos y específicos sin que éstos subyazcan a mecanismos específicos. Así, nuevamente podemos adoptar una postura complementaria sobre la cognición. Es decir, podemos referirnos al lenguaje como una facultad cognitiva, o como un módulo funcional, especialmente en contextos donde resulta práctico esta clase de descripción, siempre que comprendamos que ésta es una descripción aproximada, de una capacidad cognitiva que posee múltiples funciones, y que no puede ser comprendida cabalmente sin tomar en consideración al resto de cuerpo y el cerebro, así como su ontogenia y filogenia.

Otro tema relevante a considerar antes de finalizar esta tesis, son las complejas relaciones que existen entre el lenguaje, pensamiento y cerebro. Como señalamos al

⁹ El encapsulamiento informativo corresponde a uno de los aspectos más controversiales de la definición de módulo hecha por Fodor (1983), y afirma que los módulos sólo tienen acceso a información específica de su dominio cognitivo, y por lo tanto su procesamiento es automático y aislado del resto de la cognición.

comienzo de esta tesis, la ciencia cognitiva tradicional sostiene que el cerebro humano funciona como un sistema manipulador de símbolos, estructurado de acuerdo a ciertas reglas. De esta manera, el pensamiento sería esencialmente simbólico y su existencia sería previa e independiente al lenguaje propio de cada cultura. La facultad del lenguaje, en tanto, correspondería a un sistema modular que actuaría como interfaz para “traducir” este lenguaje mental a una lengua estructurada gramaticalmente¹⁰. En nuestra tesis hemos criticado los escenarios evolutivos (formalistas) que intentan sustentar evolutivamente esta idea, y hemos planteado un escenario compatible con una perspectiva cognitivo-funcional del lenguaje, donde esta facultad se haya integrada al resto de la cognición, no existiendo una delimitación tan clara entre pensamiento y lenguaje.

De esta manera, nuestra postura permite sustentar un relativismo lingüístico, de acuerdo con el cual las diferencias estructurales entre las lenguas tienen influencia sobre el modo como los individuos piensan y perciben el mundo. Esta idea no debe entenderse como un determinismo lingüístico absoluto, en tanto las lenguas son entidades que se encuentran en continuo cambio e interacción con las restricciones impuestas por la cognición humana y la cultura. Además, es necesario considerar la existencia de modalidades de representación e inferencia no lingüísticas, como veremos más adelante. De todos modos, nos parece interesante situar al pensamiento humano dentro de un contexto dinámico, donde pensamiento, lenguas y cultura se constriñen entre sí (Cf. Slobin, 2003).

En nuestro escenario evolutivo, hemos planteado que en especies animales distintas del hombre existen básicamente representaciones de tipo indexical e icónico. Las primeras consisten en relaciones causales o espaciotemporales con objetos del mundo, mientras que las segundas representan directamente a los objetos de acuerdo con su impresión sensorial. Creemos que estos modos de representación existen también en la especie humana, siendo ejemplos de inferencias de orden indexical las presentes en lactantes y en sujetos que no han adquirido lenguaje (Cf. Au, 1998). Mientras tanto, pensamiento de tipo icónico puede encontrarse en el pensamiento basado en imágenes mentales, que podemos constatar cotidianamente.

Como hemos descrito en las secciones anteriores, el progresivo desarrollo de capacidades cognitivas generales permitió el procesamiento de pensamiento asociativo de alto orden, provocando la emergencia de sistemas de representación simbólicos. Junto con cambios adaptativos del cerebro que coevolucionaron con las primeras lenguas, fueron ampliándose progresivamente las capacidades cognitivas necesarias para procesar, aprender y transmitir estos sistemas de comunicación y representación, ampliándose de este modo las posibilidades de operar con símbolos tanto para la comunicación como para el pensamiento. Así, el desarrollo (tanto filogenético como ontogenético) de la facultad del lenguaje permite la emergencia conjunta del pensamiento y la comunicación lingüística. De esta manera, en nuestra tesis no creemos que el

¹⁰ Esta visión corresponde al formalismo lingüístico que revisamos en la sección 3.3. Dentro de este ámbito, Pinker (1994) representa un ejemplo de esta postura, mientras que Jackendoff (2003) acepta una arquitectura modular para el lenguaje más flexible e interconectada con otros dominios cognitivos.

lenguaje haya evolucionado a partir de un sistema representacional simbólico preexistente, como señalan la mayor parte de los escenarios formalistas, sino que el lenguaje mismo constituye nuestro principal sistema de representación.

En nuestra tesis hemos citado frecuentemente experimentos basados en redes conexionistas, dada la cercanía que ellas tienen con el cerebro y la posibilidad de situarlas en contextos dinámicos y de robótica evolutiva. Junto con poseer una estructura básicamente similar al cerebro, estos modelos comparten características funcionales con él, como son el procesamiento paralelo, la plasticidad, la robustez y su mejor desempeño en tareas de aprendizaje donde el estímulo se incrementa gradualmente. Además, estas redes constituyen poderosos dispositivos de aprendizaje, capaces de operar con entradas no consistentes ni seleccionadas, tal como sucede con el aprendizaje del lenguaje. Gracias a que son sistemas de dominio general, no requieren de información previa para lograr aprender conductas complejas. De este modo, estos modelos resultan plenamente compatibles con nuestro escenario, donde el lenguaje emergió gracias a una ampliación de capacidades generales del cerebro, las cuales redundaron en que éste se convirtiese en un poderoso dispositivo de aprendizaje y administración de información externa a él.

Las redes neurales recurrentes, tienen también la ventaja de poder actuar en tiempo real, y así ser objeto de experimentación en contextos biológicamente realistas, como es el caso de los modelos de robótica evolutiva. Al realizar simulaciones con redes neurales y algoritmos genéticos, podemos ver en acción modelos simplificados de cognición corporizada y situada, así como el accionar dinámico de la evolución. Esto se ve favorecido gracias a la capacidad que poseen las redes recurrentes para adaptarse e integrar nuevos estímulos ambientales, hecho característico de la cognición humana y punto de partida para el efecto Baldwin. Creemos que este campo de experimentación seguirá siendo relevante para implementar escenarios evolutivos como el nuestro, así como demostrar cómo es posible la emergencia de conductas lingüística cada vez más complejas. En la medida que sea posible realizar simulaciones que recreen la mayor parte de las múltiples variables que acontecieron a lo largo de nuestra filogenia, podremos respaldar empíricamente nuestras propuestas. Un campo interesante de explorar, y que permitiría respaldar el escenario coevolutivo que hemos planteado, consiste en realizar simulaciones de computación evolucionaria y modelos basados en agentes donde se reproduzca la adaptación de las lenguas a sistemas de aprendizaje de dominio general, ojalá lo más parecidos al cerebro. De esta manera sería posible constatar si las dimensiones gramaticales, fonológicas y pragmáticas de las lenguas son seleccionadas en virtud de ser más fácilmente aprendibles. Además, esto permitiría explorar las variables que determinan los cambios en la complejidad de lenguas, si éstas alcanzan niveles de equilibrio en el tiempo, y cómo se producen sus cambios.

Nuevamente quisiéramos señalar, como lo hicimos en la sección 4.4, que esta clase de métodos sintéticos, basados en la construcción de sistemas y la observación de su conducta en entornos controlados, son complementarios con los métodos analíticos tradicionales, que consisten en la recolección de información desde organismos preexistentes. De esta manera, la información obtenida a partir de la observación de la conducta humana, la arqueología y los estudios comparativos, puede ser implementada

empíricamente a través de modelos computacionales y robots cuya estructura interna conozcamos, y así evaluar experimentalmente las hipótesis sobre la estructura cognitiva y las trayectorias evolutivas.

Asimismo, nuevas perspectivas surgen al crear simulaciones con ecosistemas no predeterminados, sin metas evolutivas definidas y observando la evolución a largo plazo de un alto número de agentes. Así, será posible observar cómo organismos y ambiente se modulan mutuamente, y además verificar la ventaja adaptativa de quienes desarrollan capacidades de aprendizaje y transmisión de conductas e información ventajosa, así como la extensión de ellas hacia su propio entorno

BIBLIOGRAFÍA

- Abotiz, F. y García, R. (1997). The evolutionary origin of the language areas in the human brain. A neuroanatomical perspective. *Brain Research Reviews*, 25, 381-396.
- Abotiz, F., García, R., Brunetti, E. y Bosman, C. (2006). The origin of Broca's area and its connections from an ancestral working memory network. En Grodzinsky y Amunts K (Eds.), *Broca's Region* (pp. 3-16). Nueva York, Oxford University Press.
- Arbib, M. (2003). The evolving mirror system: A neural basis for language readiness. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 182-200). Nueva York, Oxford University Press.
- Arbib, M., y Bota, M. (2003). Language evolution: neural homologies and neuroinformatics, *Neural Networks*, 16, 1237–1260.
- Au, T. (1998). Language and thought. En Wilson R, Keil F (1998), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (444-446). Cambridge, MIT Press.
- Baldwin, M. J. (1896). A New factor in evolution. *The American Naturalist*, 30, 441-451.
- Bates, E. (1994). Modularity, domain especificity and the development of language. *Discussions in Neuroscience*, 10, 136-149.
- Bates, E., Carnevale, G. (1993). New directions in research on language development. *Developmental Review*, 13, 463-470.
- Bechtel, W. y Graham, G. (1998). *A companion to cognitive science*. Oxford, Blackwell.
- Beer, R. D. (1996). Toward the evolution of dynamical neural networks for minimally

- cognitive behavior. En P Maes, M Mataric, J Meyer, J Pollack and S Wilson (Eds), *From animals to animats* (pp. 421-429). Cambridge, MIT press.
- Beer, R. D. (2000). Dynamical approaches to cognitive Sciences. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 91-99.
- Beer, R. D. y Gallagher, J. C. (1992). Evolving dynamical neural networks for adaptive behavior. *Adaptive Behavior*, 1(1), 91-122.
- Bickerton, D. (2003). Symbol and structure: a comprehensive framework for language evolution. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 77-93). Nueva York, Oxford University Press.
- Blackmore, S. (2001). Evolution and Memes: The human brain as a selective imitation device. *Cybernetics and Systems*, 32, 225-255.
- Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: New approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annu. Rev. Neurosci*, 25, 151-88.
- Brooks, R. A. (1986). A robust layered control system for a mobile robot. *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 2(1), 14-23.
- Buss, D., Haselton, M., Shackelford, T., Bleske, A. y Wakefield, J. (1998). Adaptations, exaptations and spandrels. *American Psychologist*, 5, 533-548.
- Cardona, G. R. (1991). *Diccionario de lingüística*. Barcelona, Ariel.
- Catani, M., H. ffytche, D. (2005). The rises and falls of disconnection syndromes. *Brain*, 128, 2224-2239.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MIT Press.
- Christiansen, M. H. y Devlin, J. (1997). Recursive inconsistencies are hard to learn: a connectionist perspective on universal word order correlations. En M. Shfto y P. Langley (Eds.), *Proceedings of the 19th annual cognitive science society conference* (pp. 113-18). Mahwah, Erlbaum.
- Christiansen, M. H. y Chater, N. (1999). Toward a connectionist model of recursion in human linguistic performance. *Cognitive Science*, 23(2), 157-205.
- Christiansen, M. H. y Kirby, S. (2003). Language evolution: the hardest problem in science?. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 1-15). Nueva York, Oxford University Press.
- Clark, A. (1997). *Being there: putting brain, body and world together again*. Cambridge, MIT Press.
- Clark, A. (2001). *Mindware: an introduction to the philosophy of cognitive science*. Nueva York, Oxford University Press.
- Clark, A. y Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58, 7-19.
- Corballis, M. (2003a). From mouth to hand: gesture, speech and the evolution of right-handedness, *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 198-208.
- Corballis, M. (2003b). From hand to mouth: the gestural origins of language. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 201-218). Nueva York, Oxford University Press.
- Cosmides, L. y Tooby, J. (1994). Origins of domain specificity: The evolution of functional organization. En L. Hirschfeld y S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind*:

- domain-specificity in cognition and culture* (pp. 85-116). Cambridge, Cambridge University Press.
- Croft, W. (2002). *Typology and universals*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Cuenca, M. J. y Hilferty, J. (1999). *Introducción a la lingüística cognitiva*. Barcelona: Ariel.
- Darwin, Ch. (1982). *El origen de las especies*. Madrid, EDAF.
- Davidson, I. (2003). The archeological evidence of language origins: states of art. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 140-157). Nueva York, Oxford University Press.
- Deacon, T. (1997). *The symbolic species: The coevolution of lenguaje and brain*. Nueva York, Norton.
- Deacon, T. (2000). Evolutionary perspectives on language and brain plasticity. *Journal of Communication Disorders*, 33, 273-291.
- Deacon, T. (2003a). Multilevel selection in a complex adaptive system: the problem of lenguaje origins. En B. Weber y D. Depew (eds.), *Evolution and learning: the Baldwin effect reconsidered*. (pp. 81-106). Cambridge, MIT Press.
- Deacon, T. (2003b). Universal grammar and semiotic constraints. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 111-139). Nueva York, Oxford University Press.
- Deacon, T. (2004). Monkey homologues in language areas: computing the ambiguities. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 288-290.
- Dennet, D. (1993). Learning and labeling. *Mind and Language*, 8, 540-547.
- Dunbar, R. (2003). The Origin and subsequent evolution of lenguaje. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (219-234). Nueva York, Oxford University Press.
- Eliasmith, C. (1989). The third contender: A critical examination of the dynamicist theory of cognition. *Philosophical Psychology*, 9, 441-63.
- Elman, J. L. (1995). Language as a dynamical system. En R. F. Port y T. van Gelder (Eds.), *Mind as motion: explorations in the dynamics of cognition* (pp. 195-223). Cambridge, MIT Press.
- Elman, J. L. (1999). Origins of language: a conspiracy theory. En B MacWhinney (Ed.), *The emergence of language* (pp. 335-346). Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates.
- Elman, J. L., Bates, E., Johnson, M. H., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D. Y Plunkett, K. (1996). *Rethinking innateness: a connectionist perspective on development*. Cambridge, MIT Press.
- Evans, D. y de Back, W. (2003). Synthetic evolutionary psychology. Consultado: 17 junio 2007, de Dylan Evans' Home Page. Sitio web: <http://www.dylan.org.uk/syntheticEP14.html>.
- Fitch, W. T. (2000). The evolution of speech: a comparative review. *Trends in Cognitive Sciences* 4(7), 258-267.
- Fitch, W. T. y Hauser, M. D. (2004). Computational constraints on syntactic processing in a nonhuman primate. *Science*, 303, 377-380.

- Fitch, W. T., **Hauser, M. D.** y Chomsky, N. (2005). The evolution of the language faculty: clarifications and implications [Reply to Pinker & Jackendoff]. *Cognition*, 97, 179-210.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, Bradford Books.
- Gould, S. J. (1991). Exaptation: a crucial tool for evolutionary psychology. *Journal of Social Issues*, 47, 43-65.
- Gould, S. J. y Eldredge, N. (1977). Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology*, 3, 115-151.
- Gould, S. J. y Lewontin, R. (1979). The spandrels of San Marco and de panglossian paradigm: a critique to the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, 281-288.
- Harvey, I. (1997). Cognition is not computation; evolution is not optimization. En W Gerstner, A Germond, M Hasler, y J Nicoud (Eds.), *Artificial neural network* (pp. 685-690). Springer, Berlin.
- Hauser, M., Chomsky, N. Y Fitch, W. (2002). The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve?. *Science*, 298, 1569-1579.
- Hauser, M. y Fitch, W. T. (2003). What are the uniquely human components of the faculty of language?. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 158-181). Nueva York, Oxford University Press.
- Hinton, G. E. y Nowlan, S. J. (1987). How learning can guide evolution. *Complex Systems*, 1, 495-502.
- Hopper, P. (1987). Emergent grammar. *Berkeley Linguistic Society*, 13, 139-157.
- Hualde, J. I., Olarrea, A. y Escobar, A. M. (2002). *Introducción a la lingüística hispánica*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hurford, J. (2003). The language mosaic and its evolution. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 38-57). Nueva York, Oxford University Press.
- Jackendoff, R. (1999). Possible stages in the evolution of the language capacity. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(7), 272-279.
- Jackendoff, R. (2003). Précis of foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution. *Behavioral & Brain Science*, 26.
- Jaimes, G. (2001). Teorías del conocimiento e investigación lingüística. En Bernal J (Ed), *Lenguaje y cognición* (pp. 109-132). Bogotá: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Kaan, E., Swaab, T. (2002). The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 350-356.
- Karmiloff-Smith, A. (1995). *Beyond modularity*, Cambridge, MIT Press.
- Karmiloff-Smith, A. (1999). Modularity of mind. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (pp. 558-560). Cambridge, MIT Press.
- Kirby, S. (2000). Syntax without natural selection. En Knight C, Hurford J, y Studdert Kennedy, M, (Eds.), *The evolutionary emergence of language* (pp. 303-323). Cambridge, Cambridge University Press.

-
- Kirby, S. y Christiansen, M. (2003). From language learning to language evolution. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art*. Nueva York, Oxford University Press.
- Komarova, N. y Nowak, M. (2003). Language, learning and evolution. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art*. Nueva York, Oxford University Press.
- Kuhl, P. K. (2000). A New view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Science*, 97(22), 11850-11857.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831-843.
- Lakoff, G. (1993). The contemporary theory of metaphor. En A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (pp.202-251). Cambridge, Cambridge University Press.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1999). Chomsky's philosophy and cognitive linguistics. En G Lakoff y M. Johnson (Eds), *Philosophy in the flesh* (pp. 469-512). Nueva York, Basic Books.
- Langacker, R. W. (1987). *Foundations of cognitive grammar* (vol.1). Standord, Standord University Press.
- Lepschy, G. (1999). Saussure, Ferdinand de. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (728-729). Cambridge, MIT Press.
- Lewandowski, T. (1995). *Diccionario de lingüística*. Madrid, Cátedra.
- Lieberman, P. (2003). Motor control, speech, and the evolution of human language. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 255-271). Nueva York, Oxford University Press.
- Logan, R. K. (2006). The extended mind model of the origin of language and culture. En N Gontier, J P van Bendegem y D Aerts (Eds), *Evolutionary epistemology, language and culture* (pp. 149-167). Dordrecht, Springer.
- MacWhinney, B. (1998). Models of the emergence of language. *Annual Review of Psychology* 49, 199-227.
- MacWhinney, B. (2002a). Language emergence. En Burmeister, P., Piske, T., and Rohde, A. (Eds.), *An integrated view of language development - Papers in honor of Henning Wode* (pp. 17-42). Trier, Wissenschaftliche Verlag.
- MacWhinney, B. (2002b). The gradual emergence of language. En Givón T y Malle B (Eds), *The evolution of language out of pre-language* (pp. 233-264). Amsterdam, John Benjamins.
- MacWhinney, B., Leinbach, J., Taraban, R. y McDonald, J. L. (1989). Language learning: Cues or rules? *Journal of Memory and Language*, 28, 255-277.
- Marcus, G., Fisher, S. (2003). FOXP2 in focus: what can genes tell us about speech and language?. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6), 257-262.
- Marcus, G. y Rabagliati, H. (2006). What developmental disorders can tell us about the nature and origins of language. *Nature Neuroscience*, 10, 1226-1229.
- Marshall, J. y Fink, G. (2003). Cerebral localization: then and now. *NeuroImage* 20, 52-57.

- Maturana, H. y Varela, F. (1984). *El árbol del conocimiento*. Santiago de Chile, Ed. Universitaria.
- Miller, G. A. (1990). The place of language in a scientific psychology. *Psychological Science*, 1, 7-14.
- Newmeyer, F. (1998). *Languaje form and languaje function*. Cambridge, MIT Press.
- Newmeyer, F. (2003a). Grammar is grammar and usage is usage. *Language* 79, 682-707.
- Newmeyer, F. (2003b). What can the field of linguistics tell us about the origins of language?. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 58-76). Nueva York, Oxford University Press.
- Ninio, A. (1992). The social bases of cognitive/functional grammar. Commentary on Tomasello, M. (1992), The social bases of language acquisition. *Social Development*, 1, 155-158.
- Ogler, L. K. y Gjerlow, K. (1999). *Language and the brain*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Oldham, M. C. y Geschwind, D. H. (2006). Deconstructing language by comparative gene expression: from neurobiology to microarray. *Genes, Brains and Behavior* 5, 54-63.
- Papineau, D. (2005). The Baldwin effect and social learning. En Zilhão A (Ed.), *Evolution, rationality, and cognition: A cognitive science for the twenty-first century* (pp. 85-102). London, Routledge.
- Parisi, D., Nolfi, S. y Cecconi, F. (1992). Learning, behavior and evolution. En Varela F, Bourgine P. *Towards a practice of autonomous systems* (pp.207-216). Cambridge, MIT Press.
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. London, Penguin.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. Nueva York, Norton.
- Pinker, S. (2003). Languaje as an adaptation to the cognitive niche. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (pp. 16-37). Nueva York, Oxford University Press.
- Pinker, S. y Bloom, P. (1990). Natural language and natural selection. *Behavioral and Brain Sciences* 13(4), 707-784.
- Pinker, S y Jackendoff, R. (2005). The faculty of language: what's special about it?. *Cognition*, 95.
- Plotkin, H. (1998). *Evolution in mind*. Cambridge, Harvard University Press.
- Pullum, G. K. (2003). Learnability. En *The Oxford international encyclopedia of linguistics* (pp. 431-434). Oxford, Oxford University Press.
- Ramsey, W. (1999). Connectionism, philosophical issues. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (pp. 186-188). Cambridge, MIT Press.
- Rumelhart, D. (1989). The architecture of mind: A connectionist approach. En M. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp. 133-159). Cambridge, MIT Press.
- Ruse, M. (1987). *Tomándose a Darwin en serio: implicaciones filosóficas del darwinismo*. Barcelona. Ed. Salvat.

-
- Sampedro, J. (2002). *Deconstruyendo a Darwin*. Barcelona, Ed. Crítica.
- Santos, J. (2005). El efecto Baldwin en la interrelación entre evolución y aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 9, 21-34.
- Slobin, D. (2001). Form-function relations: how do children find out what they are?. En M. Bowerman y S. C. Lewinson (Eds.), *Language acquisition and conceptual development* (pp. 406-449). Cambridge, Cambridge University Press.
- Slobin, D. (2003). Language and thought online: cognitive consequences of linguistic relativity. En D Gentner y S Goldin-Meadow (Eds.), *Language in mind: advances in the study of language and thought* (pp. 157-191). Cambridge, MIT Press.
- Smith, B. C. (1999). Situatedness/embeddedness. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (pp. 769-771). Cambridge, MIT Press.
- Smolensky, P. (1989). Connectionist modeling: neural computation/mental connections. En L. Nadel, L.A. Cooper, P. Culicover y R.M. Harnish (eEds.), *Neural connections, mental computation* (pp. 49-67). Cambridge, MIT Press.
- Soto, G. (2001). Perspectivas para la lingüística: más allá de la dicotomía formalismo funcionalismo. *Revista chilena de humanidades*, 21, 63-91.
- Soto, G. y García, R. (1997). Una visión al problema del origen del lenguaje en las ciencias cognitivas. *Lenguas modernas*, 24, 5-43.
- Sterelny, K. (1999). Evolution. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (pp. 290-292). Cambridge, MIT Press.
- Sterelny, K. (2003). Externalism, epistemic artefacts and the extended mind. En Schantz R (Ed.), *The externalist challenge. New studies on cognition and intentionality* (pp. 239-254). Gruyter, Berlin & Nueva York.
- Stillings, N. A., Feinstein, M. H., Garfield, J. L., Rissland, E. L., Rosenbaum, D. A., Weisler, S. E. y Baker-Ward, L., (1987), *Cognitive science: an introduction*. Cambridge, MIT Press.
- Stokhof, M. y Groenendijk, J. (1998). Dynamic semantics. En Wilson R, Keil F (Eds.), *The MIT encyclopedia of cognitive sciences* (247-249). Cambridge, MIT Press.
- Studdert-Kennedy, M. y Goldstein, L. (2003). The gestural origin of discrete Infinity. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art*. (235-254). Nueva York, Oxford University Press.
- Talmy, L. (2003). Concept structuring systems in language. En M Tomasello (Ed.) *The New psychology of language* (pp. 32-41). Mahwah, New Jersey & London, Lawrence Erlbaum.
- Tomasello, M. (2000). First steps toward a usage-based theory of language acquisition. *Cognitive Linguistics*, 11(1/2), 61-82.
- Tomasello, M. (2003). On the different origins of symbols and grammar. En M Christiansen y S Kirby (Eds), *Language evolution: states of the art* (94-110). Nueva York, Oxford University Press.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T. y Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral & Brain Sciences*, 28(5), 675-691.

- Turbino, M. (2004). Plasticidad y evolución: Papel de la interacción cerebro-entorno. *Divergencias. Revista de estudios lingüísticos y literarios*, 2, 43-59.
- van Geert, P. (1991). A Dynamic systems model of cognitive and language growth. *Psychological Review*, 98(1), 3-53.
- van Geert, P. (1994). *Dynamic systems of development. Change between complexity and chaos*. London, Harvester Wheatsheaf.
- van Gelder, T. (1996). Dynamics and cognition. En J. Haugeland (Ed.) *Mind design II* (pp. 421-450). Cambridge, MIT Press.
- Varela, F., Thompson, E., Rosch, E. (1997). *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. Barcelona, Ed. Gedisa.
- Varela, F. (1990). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales..* Barcelona, Ed. Gedisa.
- Vonk, J. y MacDonald, S. E. (2004). Levels of abstraction in orangutan (*Pongo abelii*) categorization. *Journal of Comparative Psychology*, 118, 3-13.
- Waddell, P. J. y Penny, D. (1996). Evolutionary trees of apes and humans from DNA sequences. En Lock y Peters (Eds.), *Handbook of human symbolic evolution* (pp. 53-73). Oxford, Oxford University Press.
- Worden, R. (1995). A speed limit for evolution. *Journal of Theoretical Biology*, 176, 137-152.
- Zeman, J. J. (1977). Peirce's theory of signs. En T. A. Sebeok (Ed.), *A perfusion of signs* (pp. 32-39). Bloomington, Indiana University Press.
- Zimmer, C. (2005). *Smithsonian intimate guide to human origins*. Nueva York, Smithsonian Books.
- Zuidema, W. (2002). Language adaptation helps language acquisition - a computational model study. En B. Hallam, D. Floreano, J. Hallam, G. Hayes y J. Meyer (Eds.), *From animals to animats 7 (Proceedings of the 7th international conference on the simulation of adaptive behavior, Edinburgh)* (pp. 417-418). Cambridge, MIT Press.