



Epistemologías Evolucionistas y Organización Biosemiótica.

En busca del Constructivismo Contemporáneo¹.

Carlos J. Blanco Martín

Universidad de Oviedo.

Resumen

En este trabajo nos proponemos pasar revista al lugar que ocupa la Psicología en el seno de varias tendencias constructivistas contemporáneas, deudoras más o menos conscientes de la tradición Kant-Baldwin-Piaget. Partimos de la tesis de la relativa marginación que ha sufrido la Psicología en la reciente emergencia de tesis constructivistas en campos como la Epistemología Evolutiva, la Epistemología Evolutiva Constructivista de O. Dietrich, y la Biosemiótica de C. Emmeche. Al final se ensaya una tabla para hacer una evaluación comparativa de ciertos puntos centrales de sus enfoques.

Abstract

In this paper we propose a revision about the place in that Psychology is set, through several constructivist contemporary currents. All of them are, more or less, consciously inheritors from the tradition Kant-Baldwin-Piaget. We start in the following point: Psychology has been located in a relative edge in the context of recent emergency of constructivist theses in fields like Evolutionary Epistemology, Dietrich's Evolutionary Epistemology Constructivism, and Emmeche's Biosemiotics. Finally, we essay a comparative table in order to state an evaluation of some central points of those views.

Palabras clave: constructivismo, naturalización, epistemología evolutiva, biosemiótica, instrumentalismo, función.

Key words: constructivism, naturalization, evolutionary epistemology, biosemiotics, instrumentalist theory, function.

¹ Dirección postal de contacto: c/ Espino, nº 13 1º A, Ciudad Real, 13003.
Correo electrónico: cjblanco@igijon.com

Introducción.

Una revisión de los enfoques constructivistas actuales corre el peligro de convertirse en un catálogo in-forme de posturas diversas, inconexas e incompatibles entre sí. Se vuelve obligada, entonces, la tarea de tomar unos pocos hilos conductores que nos permitan orientarnos, como Teseo, en el laberinto del constructivismo. Esa misma elección es una presuposición: éste rótulo del *constructivismo* no designa un moderno Minotauro, una especie de monstruo conceptual que abarca todo tipo de ideas y autores. Puede semejarse a esto si nos fijamos exclusivamente en las intenciones confesadas de los autores así como en la terminología externa de las publicaciones.

Muchos enfoques son reconocidos en nuestro trabajo como constructivistas, y este reconocimiento ya es una tesis: nada más (y nada menos) que una *interpretación*. Vemos a otros como constructivistas partiendo de la tesis general de una ligazón fundamental entre *Conocimiento* y *Vida*, tomando ambas ideas como facetas de una misma actividad funcional que, al menos desde el momento en que hay seres orgánicos sobre nuestro planeta, viene dándose en cada uno de ellos, y en todos ellos, hasta el día de hoy sobre unas bases crecientes de logro operatorio. Las operaciones de los seres orgánicos presentan *ab initio* una lógica de supervivencia y evolución en las escalas individual y filética (ontogénesis y filogénesis), y su construcción sobre capas ya consolidadas y, en parte, modificables, también es cognoscitiva, y no sólo biológica o supervivencial.

Dos son, pues, los cabos del hilo de Ariadna al que nos hemos agarrado: las ideas de *Vida* y *Conocimiento*. Lo hicimos así porque ya desde hace unos años reconocimos que cada uno de ellos se ligaba de manera inextricable al otro. Tener constancia de esta ligazón ya constituye una tesis que en sí misma es constructivista *en general*, y posee un gran alcance ontológico si se analizan con detalle todos los caminos por medio de los cuales la literatura científica o filosófica contemporánea permite reconstruir una idea en términos de la otra. No tomarse esta paciencia que – en sí misma es constructivista, repetimos- supone engrosar las filas de los que toman la solución “gordiana”. Todo nudo de problemas (que también son relaciones) puede cortarse de un solo tajo, y de ese modo aparentemente sencillo se cree resuelto el asunto. Tal corte fue la “solución” del mecanicismo contemporáneo, ciertamente anterior al darwinismo y en esencia ajeno a él, pero que terminó por fundirse en una sola ortodoxia –*neodarwinismo*- en el cambio de los siglos XIX al XX, bajo la forma de un proyecto *parcelador* para las dos disciplinas científicamente más comprometidas en este nudo: la Biología, supuesta “ciencia de la vida”, y psicología, la “ciencia del conocimiento”. El *neodarwinismo* y toda suerte de enfoques mecanicistas y reductores, en ambas ciencias, vinieron a acordar la solución “tajante” y gordiana. Por medio de una exclusión, el constructivismo se reconoce a sí mismo en muchos de los intentos por ver los hilos de engarce entre *Vida* y *Conocimiento*. Unas continuidades que se alzan críticamente contra el actual predominio cartesiano y dualista que se haya en la base del mecanicismo. Ni la vida ni los procesos cognitivos tendrán que ser vistos como *máquinas* en acción (*res extensa*) sino como procesos de acción misma, creadores de sus propias estructuras (incluidas las morfologías). Tendremos que dejar al margen las corrientes espiritualistas y finalistas que, siendo igualmente adversarias del mecanicismo, participan por igual del dualismo cartesiano al pasar a quedarse con la *rex cogitans*, sólo concebible como espiritualidad pura si aceptamos en el mundo orgánico una mecánica igualmente pura.

Pasaremos revista a los enfoques que hemos considerado, en general, *conectores* y no *disociadores*, tratando de evaluar sus respectivos logros, sus virtudes y defectos, pero siempre reconocidos por la tesis general (o si se prefiere, mínima) del constructivismo que ya hemos mencionado. Todo conocimiento supone construcción

del propio organismo dado en el curso de sus acciones. Éstas suponen realmente el contenido y la expresión de la vida orgánica, y los logros funcionalmente eficaces y consolidados se cristalizan en estructuras tanto morfológicas como en capas de acción fundantes de la acción misma. Por su parte, y como contenida en esta tesis general se entiende que hay una acción recíproca entre el curso individual y el curso filético de los animales. La tesis es muy general y matizable, y no se enuncia aquí como dogma. Más bien pretende recoger una proposición compleja que, en todo o en parte, pueda ser contrastada o compartida por distintas tendencias vigentes hoy, en Psicología, Epistemología o Biología. Con esa tesis general vamos a comparar diversas escuelas y autores. En la crítica sucesiva podemos redondear más la tesis general constructivista, ver precedentes históricos y fertilidad para avanzar hacia posturas más matizadas. Sólo en este diálogo a múltiples bandas podemos dar mayor entidad a la proposición general enunciada.

En apariencia, los enfoques que aquí vamos a comentar son muy heterogéneos. En efecto proceden de ámbitos especializados muy distintos, y con un escaso dialogo recíproco. Ponerlos aquí juntos servirá para suplir dicha falta de diálogo.

En una primera parte (I) tratamos enfoques epistemológicos en un sentido “clásico”. La Epistemología Evolutiva centroeuropea, el instrumentalismo, el enfoque de Olaf Dietrich o la escuela de Erlangen ha producido escritos cuyo contenido es propiamente de “filosofía” –teoría de las ciencias o teoría del conocimiento, aunque sus títulos o cargos sean, con frecuencia de carácter científico. En general constituyen excepciones muy interesantes en el pobre panorama vigente de la epistemología, por cuanto que toman al Minotauro de la construcción del conocimiento por sus propios cuernos, asumiendo seriamente bien las implicaciones de la teoría de la evolución, o bien la ontogénesis de los conocimientos (rara vez ambas dimensiones a la vez). Sus carencias no desmerecen del todo sus méritos ante la estéril y abundante literatura filosófica sobre la “naturalización” del conocimiento (Ambroggi, 1999), que muy escasamente recoge las aportaciones históricas e ineludibles de la Psicología y la Biología.

En una segunda parte (II) pasamos revista los enfoques biosemióticos. Hay una reciente lista de autores, entre los que destacan Claus Emmeche y Jesper Hoffmeyer, que presentan importantes aportaciones a una especie de *teoría general de la vida*, o más en general, una filosofía del *mundo orgánico* que apuntan –en ciertos momentos- en un sentido constructivista. Su formación es biológica, aunque el talante (y alcance) de sus escritos siempre es filosófico. Se trata de una filosofía de la biología que no siempre rinde su justa cuenta a las aportaciones de la psicología experimental y del desarrollo, y es más bien oscilante en cuanto al reconocimiento de sus predecesores: Von Baer, Peirce, Uexküll, Sebeok, Baldwin o Piaget...Quizás todos ellos juntos a la vez. El enfoque biosemiótico, invocando estos nombres, trata en gran medida de *completar a Darwin*, así como luchar en minoría contra la ortodoxia neodarwinista. Ya un tanto distanciados del vitalismo propio de la filosofía natural romántica, descubren en el *signo* la unidad fundamental de las ciencias de la vida en lugar de, o al lado de la célula. Este enfoque se completa con enfoques claramente *funcionales* (o relacionales) de la Biología, haciendo uso abundante de tradiciones y hechos que en esta ciencia quedaron un tanto marginadas históricamente, precisamente por su funcionalismo exorcizado por la doctrina de la *res extensa*, pero que renacen en los modelos de Vida Artificial y Biología Teórica (*Umwelt*, selección orgánica, organicismo, teoría de sistemas, etc.).

En esta segunda parte, veremos que también los enfoques biosemióticos se esfuerzan por conectar el conocimiento con el mundo orgánico, como dos caras de una misma moneda: los seres vivos que siguen su curso evolutivo tanto en la escala individual como en la historia de la especie. Sin pretenderlo muchas veces, también

constituyen una epistemología biológica, a la par que una filosofía natural de nuevo cuño que se alza minoritaria ante el mecanicismo campante. Presentar conjuntamente estos dos amplios bloques de corrientes, epistemología evolutiva (I) y biosemiótica (II) se justifica por su mismo cariz complementario. Ambas ramas tratan de construir un puente entre Vida y Conocimiento (o viceversa), pero oscilan (y se excluyen mutuamente) precisamente en las dos grandes "teorías" o niveles en que las propias ciencias de la vida (psicología incluida) se debaten desde el siglo XIX: *evolución*, y *teoría del organismo*. Cuestiones como el origen de la vida, la relación entre lo físico y lo cognitivo, o entre significado y significante, p.e., son algunas de esos problemas en tierra de nadie, y que estos autores pretenden enlazar.

I

La epistemología evolutiva. Realismo biológico. Aproximación crítica e historia.

La Epistemología Evolutiva (a partir de ahora E.E.) es una de las corrientes principales del programa de Naturalización del Conocimiento, que a partir de una proclama inicial de Quine (1969) en los años 50, se abre en dos ramas, una americana, psicologista, y otra, centroeuropea, de corte biologista (Ayestarán, 2000). Esta segunda clase, que nos ocupará en primer lugar, está formada por aquellas teorías del conocimiento que asumen que la evolución posee un carácter constructivo sobre órganos y conductas animales (Ursúa, 1993; Pacho, 1995; García y Muñoz, 1999). Los organismos, sometidos al medio selector natural, deben *adaptarse* a él, como remedo de la adecuación escolástica *intellectus et rei*. El conocimiento se adecua (adapta) a la naturaleza formada por las cosas en sí (realismo). Konrad Lorenz, un zoólogo, funda en unión de otros autores eminentes, la etología como rama de su disciplina que estudia la conducta a al luz de la evolución. El conocimiento es visto como instrumento (órganos, capacidades, acciones) que logra la adaptación a un medio natural, preexistente y arracional. Las representaciones de los animales y del hombre, por más que sean falibles, se ajustan a esa realidad por mor de supervivencia, de manera análoga a las aletas de un pez, o las pezuñas del caballo. La analogía fundamental entre órganos, por un lado, y acciones y representaciones, por el otro, es el gran hilo conductor de la E.E. Un medio selector incuestionable a nivel ontológico, con leyes fijas, es el tercer elemento que funda el ajuste entre sujeto (razón, organismo) y objeto (*res*, realidad).

La E.E. no surge de la nada. Inmediatamente después del impacto de la obra de Darwin, *El Origen de las Especies*, surge en muchos científicos y filósofos la intención de alzar una teoría de corte biológico sobre la génesis y desarrollo filogenético del conocimiento. Para entonces, mitad del XIX, las visiones tradicionales –v.gr. *agenéticas*– del conocimiento eran: empirismo, racionalismo, e idealismo trascendental. De estas tres tradiciones, fue la última, la epistemología kantiana, la que encerraba una teoría del conocimiento susceptible de naturalizarse. Hume había dado un primer paso (Rábade, 1975). En él culminaba el ciclo del empirismo inglés tratando de encontrar leyes de formación del conocimiento humano. Leyes de la mente ajenas a los decretos divinos o a dictados innatos al alma humana. No obstante, tales leyes emulaban las de la física newtoniana, en el sentido de ser consideradas eternas, rectoras de la formación de conocimientos desde siempre. Kant anduvo más acertado, inspirado como estuvo por la biología naturalista de su época, pese a desconocer el evolucionismo. La epigénesis de los conceptos, el sistema formador del que se sirve el entendimiento para elaborar conceptos, es la alternativa al preformacionismo (innatismo en filosofía) y de la *generatio aequivoca* (equivalente al empirismo británico, formación de conocimiento a partir de lo que no es conocimiento) (Flórez, 1999). El

Kant (1999) de la *Crítica del Juicio* (&77), explica un intelecto arquetípico con fuerza productora análoga a la fuerza que posee la naturaleza, si bien este cariz constructivo de la inteligencia no se pudo poner en diacronía evolutiva. Tres corrientes, al menos, aprovecharon el legado kantiano a partir del ecuador del siglo XIX, y una vez se fueron asimilando las consecuencias que la obra darwiniana tuvo en todos los campos del saber. Las tres son, el funcionalismo (Fernández, 1988), el pragmatismo (Faerna, 1996, 1999), en filosofía, y el estudio del desarrollo epigenético, en psicología y biología². Todas ellas se pueden interpretar como derivaciones *naturalizadoras* del idealismo trascendental kantiano. Esto es, se trata de desarrollos de un programa aún no evolutivo, que ya estaba presente en la epistemología de Kant. Pero es conveniente, antes de seguir, decir unas palabras sobre qué cosa es esta de “naturalización”.

Literalmente se puede definir como la acción o proceso de convertir algo en “natural”. Esta idea parece una contradicción. Uno puede preguntarse qué cosas o sucesos hay que no fueran naturales. A lo menos dos, las sobrenaturales (que nadie *conoce*, en términos kantianos, y en las que sólo algunos *creen*), y otras, las artificiales que, aun requiriendo de la casualidad y la intención del hombre, no por ello dejan de ser naturales una vez formadas, y se incorporan a ella. “Convertir” en natural algo que, previamente, no lo era, y aquí hablamos del conocimiento y de la epistemología, no deja de parecer algo paradójico. Y sin embargo esta enorme paradoja fue la que conoció en sus carnes la tradición epistemológica europea tras la crisis de los grandes sistemas idealistas. Darwin, sin pretenderlo y desde el ámbito no newtoniano de los naturalistas, fue el enterrador definitivo de una epistemología que, por debajo de todas las pretensiones ontológicas (realismo, idealismo, materialismo) daba por sentados y logrados sus contenidos. Todas estas teorías eran *agenéticas*. La Verdad y nuestros conceptos encajaban o se reflejaban mutuamente. Pero era fundamental reconocernos como miembros de una especie con larga genealogía en nuestra gradual conquista de conceptos (entre ellos el mismo concepto de *verdad*), emparentados con otras especies que también en curso evolutivo y a su modo conocen y conquistan los conceptos necesarios en su historia de supervivencia. *Naturalizar*, por tanto, quiere decir incorporar nuestro relato sobre la estructura, validez, alcances, clases, etc. de conocimiento, al más global (y en el límite, cósmico) cuadro general de la historia de la vida en la que el conocimiento forma parte indivisa de ella, y es la vida misma. Funcionalismo, pragmatismo y estudio de la ontogénesis cuentan entre las tres corrientes que más hicieron por fundar un relato evolucionista del conocimiento.

No sólo son corrientes de pensamiento las que fundan una disciplina. También cuentan las efectivas “cristalizaciones” científicas, esto es, las ciencias que en la práctica desarrollaron un programa empírico en orden a investigar como algo natural, la *epigénesis de nuestros conceptos*. Cristalizaciones de ciencias como la psicología experimental y comparada, verdaderos preludios de la etología, y todas estas ciencias, deudoras por igual del kantismo y el darwinismo, aparecen hoy difuminadas en la E.E.

El programa naturalista del conocimiento expresado por Lorenz, Riedl, Vollmer, Wuketis y otros proceden –por declaración expresa– de Kant. De un Kant “naturalizado” de forma darwinista, a saber, un raro criticismo que postula que la

² Gould (1977) y Salthe (1993) son ejemplos de la persistencia de unas “leyes” del desarrollo, lógicas tanto como cronológicas, que permiten ordenar diacrónicamente la aparición de estructuras. Primero, las más generales, después, se van diferenciando las más particulares. Esta legalidad en el desarrollo, postulada por Baer (1828), relaciona las categorías estructurales con las temporales, al igual que vincula la ontogénesis con la filogénesis. Del mundo de los naturalistas, estas leyes que especifican de manera notable la epigénesis (Mauerpertuis, Kant) del siglo XVIII, tuvieron por fuerza que entrar en las teorías del conocimiento, como en Baldwin o en Piaget.

misma naturaleza modifica sus propios “moldes” y los hace estallar para crear otros nuevos (Pacho, 1999). Las estructuras del conocimiento animal y humano, del mismo modo que sus pautas de acción y su morfología son el resultado de adaptaciones pasadas. Se puede y se debe hacer una biología teórica, esto es, un relato evolutivo general de todas las estructuras vivientes, que no sólo son morfológicas. Lorenz, el padre fundador de la E.E., es también uno de los padres de la Etología. Y ésta disciplina, lejos de estudiar mentes de animales, como se supone harían sus predecesores de la Psicología Animal, debe reconocer “estructuras”, incluidas las estructuras de conocimiento objetivas y causadas por la selección natural. En este punto, Lorenz albergó un proyecto muy similar al de Piaget: una ciencia general del conocimiento, que es tanto como decir de la vida, y viceversa. Pero el constructivismo de Lorenz es más que discutible: la selección natural se parece a un *dator formarum*, a un Dios transcendental que selecciona todo lo que es bueno (se adapta), precisamente porque es bueno. El plano ontogenético, las conquistas individuales del animal, queda por completo descuidado a favor de un preformacionismo y una nula perspectiva comparativa (Lehrman, 2001). Piaget se destaca frente a Lorenz, siguiendo a Baldwin, por poner en interconexión el plano ontogenético y el filogenético, como veremos.

La E.E. desconsidera por tanto la madeja de acontecimientos vitales que se dan en el proceso de formación del ser individual, v.gr. Ontogénesis. Los animales son expresión directa de máquinas ya diseñadas de forma cuasiperfecta por obra y gracia de la selección natural. Los éxitos funcionales (en extremo, la función selectiva) de la madpe naturaleza pasan a llamarse “adaptaciones”, y a su vez, se considera bueno lo que ha sido beneficiosamente adaptado. La historia evolutiva es una historia de éxitos, circularmente considerados tales, por que las estructuras exitosas se han adaptado con éxito en el pasado, durante un cierto lapso de tiempo y en determinado lugar.

En este cuadro, el aparato constructivista de Kant, de quien Lorenz y seguidores se reclaman deudores queda muy desvirtuado. Su *a priori* es, en rigor, un innatismo. Lorenz habla de estructuras filéticamente heredadas de los antepasados, que –sin mediación en la biografía del animal- se transmiten a la descendencia. Lorenz sigue siendo un epistemólogo *transcendental*, en el sentido lógico del término, a saber, el de una transmisión lineal genealógica de estructuras morfológicas y cognitivas al margen de la experiencia y de cómo los animales construyen la experiencia. Qué hace variar o girar esa transmisión es cosa que queda excluida de la investigación, y por ende, del constructivismo, por cuanto que es asumida que la acción selectiva (causal) es eterna y fija, frente a los ensayos múltiples en las formas vivas. Lorenz sigue siendo realista, además, por cuanto que esas adaptaciones son criterio de la verdad. Criterio circular, es decir, malo. Porque si bien esta E.E. sigue un cierto instrumentalismo al decir que lo bueno (o verdadero) es aquello que ha resultado útil, y esto les liga con los pragmatistas y nominalistas del pasado, lo útil y adaptado es aquello que hace sobrevivir y resulta retenido.

Haciendo un tributo justo, Lorenz y otros etólogos fundadores de una “biología del conocimiento”, han convencido a toda una difusa comunidad científica (especialmente naturalistas) acerca de la continuidad entre evolución morfológica y evolución cognitiva, pero su mezcla de realismo ontológico con instrumentalismo epistémico, falla por completo a la hora de ofrecer una teoría de la Evolución como construcción. El desarrollo aparece como pre-programado, y poco peso es el que se concede a las experiencias ontogénicas. Hay una interacción de muchos factores diferentes, tanto en la evolución como en el desarrollo. Al igual que no hay representaciones preexistentes (la E.E. concede un representacionalismo casi cartesiano con su énfasis en la “adaptación” al medio) o instrucciones que moldeen el organismo (los poco afortunados “instintos” u otros conceptos mejorados de corte innatista) tampoco hay nichos preexistentes o ambientes meramente externos que

configuran a los organismos. La evolución es el cambio en los sistemas de desarrollo (Oyama, 2001). Los diversos elementos que conforman un sistema en desarrollo son los que *coevolucian*. Los organismos construyen sus nichos (Laland et al, 2001).

Los cambios que los organismos llevan a cabo raramente son considerados en los análisis evolucionistas. En diversos grados, los organismos eligen sus propios hábitats. Escogen y consumen recursos, generan detritus, y construyen importantes componentes de sus propios ambientes (nidos, agujeros, madrigueras, senderos, telas, cápsulas pupales, presas, y ambientes químicos) y también destruyen otros componentes. Además, muchos organismos eligen, protegen y proporcionan ambientes de protección (*nursery*), para su descendencia. Lewontin ha argumentado que la metáfora de la adaptación fuera reemplazada por la metáfora de la construcción. Laland *et al* arrancan de esta propuesta para proponer la idea de “construcción de nichos”. A través de este proceso, los organismos no sólo moldean la naturaleza de su mundo, sino también determinan en parte las presiones selectivas a las cuales ellos y sus descendientes están expuestos.

Lehrman realizó en 1953 una crítica del concepto de instinto manejado por Lorenz³. Johnson (2000) examina cómo el concepto del instinto surge ya en la psicología desde los primeros evolucionistas (Darwin, Romanes, Morgan) y hacen de él un concepto capital los funcionalistas (James) y quizá excesivo en el vitalismo finalista de McDougall. Las listas crecientes de instintos, y su utilidad como recursm explicativo provocan la reacción conductista. Los instintos eran entidades que paralizarían la investigación en psicología del desarrollo. Puede haber ciertas unidades no aprendidas de reacción, pero lo que llamamos conductas instintivas son meros nombres o etiquetas, donde siempre puede hallarse influencia ambiental en esas coordinaciones en sí mismas complejas. Dos concepciones del instinto surgieron en esa etapa behaviorista. Instinto en el sentido más metafísico o teleológico (como en McDougall, e instinto en un sentido fisiológico, como grupo de movimientos o sucesos fisiológicos (Dunlap). Los siguientes autores empezaron a aceptar el sentido fisiológico del término instinto, en detrimento del sentido finalista: además de Dunlap, Beach, Lashley y Hebb. El término instinto definitivamente campeó en la literatura europea, especialmente en lengua alemana. La etología surge con más desarrollo teórico y un rango mucho más amplio de observaciones y de especies distintas. La crítica de Lehrman se comprende en el contexto de esa entrada masiva del término instinto a partir de la etología. Pero con ello, la etología “biologicista” corta amarras con la tradición psicológica (experimental y comparada). Dicha indigencia de tradiciones es transmitida por los sucesores a la E.E.

Aproximación e historia de las posturas instrumentalistas.

La tesis central del instrumentalismo es muy sencilla y vieja. La mente es un *órgano* (instrumento) y todos sus actos y contenidos no son nada, salvo *medios* instrumentales al servicio de un fin que les trasciende. Ni éste fin, ni el medio deben entenderse como instancias ontológicas (idea, sustancia, verdad, ente).

3 . (Lehrman, 2001; orig. de 1953) Es una crítica importante al aparato terminológico de Lorenz y de la etología clásica. Lehrman ve a Lorenz como un preformacionista cuando dice (p. 35): “...un protozoo no es un hombre más simple. Es una clase diferente de organismo, con conducta que depende de diferentes modos de su estructura”. “El análisis de organizaciones estructurales a partir de las cuales emergen diferentes patrones conductuales muestran que conductas similares en diferentes niveles filéticos a menudo son productos terminales de selección evolutiva que llevan a comportamientos similares, pero derivando de diferentes estructuras de tal manera que el proceso subyacente y los mecanismos no son los mismos” (p. 35).

El pirronismo, y otros escépticos, fueron los primeros instrumentalistas del mundo antiguo. En el medievo lo fueron el nominalismo y sus doctrinas sobre el cariz instrumental del signo y las suposiciones.⁴ El instrumentalismo extremo niega la *sustantividad* a la mente humana, que se reduce a un curso de contenidos y procesos (empirismo de Hume y de Mach), niega que las teorías científicas o filosóficas sean algo más que organizaciones cognitivas de la experiencia humana, válidas no tanto para su aproximación a la Realidad, o alguna otra entidad más allá de la experiencia (idea, verdad, ente). Las teorías son, en definitiva, secuencias exitosas de operaciones que poseen un valor de logro medido sólo por referencia a la supervivencia del individuo, la especie, o del mismo sistema de operaciones del organismo (Blanco, 2002).

Este es un enfoque epistemológico que, pese a su longeva vida (tanta como la del escepticismo), sigue en activo con renovados bríos dentro de los constructivismos modernos⁵. Tras la crisis de los grandes sistemas idealistas del siglo XIX, y por lo tanto, tras la crisis del Sujeto (o el Espíritu, la idea) y de sus correlatos (Mundo, Dios, Realidad), era de esperar un brote de visiones más modestas relativas al *órgano cognitivo*, mente o cerebro, y su labor meramente auxiliar en la captación, selección, y edificación de teorías sobre el mundo. El darwinismo puso en común ese *órgano* humano con el de los otros animales. Común origen, funcionalidad de cara a la supervivencia, comunes atributos de estructura y funcionamiento, etc.⁶ La filosofía natural romántica, muchas veces antievolucionista, intuyó la idea del *Umwelt*, mundo fenoménico y vivido de cada especie, irreductible a los mundos fenoménicos de las otras. Cada *Umwelt* sería una mónada autosuficiente de experiencias de la especie, y una fusión puramente subjetiva del medio y del organismo. Uexküll desarrollará este importante concepto en el siglo XX, como construcción a partir de movimientos y percepciones orgánicas. El mundo es, irreductiblemente, una construcción de cada especie.

Otras tendencias, a las puertas del s. XX sacarán partido de esta crisis de los grandes sistemas idealistas, en que tomaron parte el auge del darwinismo y la consolidación de la psicología científica. Rebajar ontológicamente a la Mente, dejar de considerarla como sustancia (aristotelismo, platonismo), espejo (empirismo, racionalismo), sistema de facultades (escolasticismo, positivismo, kantismo), era equivalente, de manera definitiva a su presentar su reducción a la condición de simple instrumento. Como instrumento, fue cosa susceptible de investigación empírica, susceptible de conocerse por sus funciones, al margen de compromisos metafísicos. Los resultados y las operaciones de la mente ya no pudieron entenderse en sentido trascendente (el bien, la verdad, la belleza). La ciencia empírica (fisiología, zoología, psicología) logra hacer de la mente instrumento, parte y causa inmanente de la propia supervivencia e integridad orgánicas.

Kant pudo beneficiarse de la ciencia no mecanicista (historia natural) de su tiempo, y acertar en su planteamiento organicista de la finalidad. La finalidad debe entenderse, según el filósofo, por la referencia que la parte guarda respecto al todo. La disposición estructural (total) de las partes es irreductible y confiere un sentido a las

⁴ Desde Occam, llega esta corriente al auge pleno del renacimiento y del humanismo hasta Ossiander, Belarmino, y finalmente, Vico y su *verum est factum*. La verdad está en lo que el hombre hace antes que en una realidad en sí.

⁵ El caso más llamativo hoy, es el "Constructivismo Radical" de E. von Glassersfeld (1987), muy consciente de sus precedentes filosóficos, algunos de los cuales ya hemos mencionado.

⁶ Estos fueron golpes duros asestados contra el racionalismo cartesiano. Lo que el darwinismo lograra científicamente, ya había sido iniciado en la metafísica de los románticos alemanes. La filosofía natural propendía a subordinar el entendimiento a instancias prerracionales o irracionales, como la Voluntad o el Instinto. Aquí Schopenhauer también se inscribe en esta línea de un "evolucionismo metafísico" a partir de una Voluntad indiferenciada.

partes. Kant no pudo saber de una historia evolucionista de esas partes, pero la Mente y sus conceptos fueron comprendidos en sus días no como cosas sustanciales ni participaciones de algo más allá de la experiencia. Más bien se vieron como medios instrumentales para la consecución de logros dentro de la propia experiencia. La reflexión filosófica sobre tales logros, en rigor, una teoría de la función, no pudo hacerse en tanto no se desarrollaran (tras fallecer Kant) las ciencias del individuo orgánico que sirven como paradigma de esa función. Zoología, psicofísica, psicología (comparada, experimental, infantil). Las facultades mentales, todavía presentes en la terminología de los filósofos, pasaron a ser modos de hacer y de lograr: clases de estrategias. Categorías de la acción que, por cierto, son transversales a diferentes tipos de organismos (incluidas especies biológicas y culturas humanas diferentes). Las estrategias y modos de hacer, por fin, no fueron ya por más tiempo partes mecánicas o partes sustanciales de algo metafísico y global. Ellas son funciones desarrolladas por agentes naturales en cuya ausencia ciertos efectos, ciertas causalidades, nunca podrían ser. Nos referimos a las acciones animales cuya causalidad no brota de meras fuentes inorgánicas. Es 'organocéntrica', parte del mismo agente y de ciertas estrategias suyas implicadas siempre en la autorregulación.

Los filósofos, posteriores a Kant, a lo largo de todo el siglo XIX establecieron con frecuencia una aparente *analogía* entre el conocimiento *animal*, considerado instrumental por excelencia visto a la luz de su autorregulación y supervivencia, y el conocimiento *humano*, incluida su más alta cota, la ciencia. En realidad se trató de una metonimia. Los animales, gracias al darwinismo y al establecimiento de una psicología comparada, mostraron con claridad a la ciencia el carácter estratégico (definido por sus logros y composiciones de acciones complejas a raíz de otras simples) de las estructuras y las funciones mentales. Conceptos, recuerdos, mapas mentales, etc. podrían extrapolarse al conjunto organizado de conceptos humanos que constituyen una ciencia, p.e. la Física, sin solución de continuidad. La Mente no era otra cosa que aquello (el logro) capaz de hacer un sujeto orgánico, sea hallar la salida del laberinto, en el caso de la rata, o mandar un cohete a la Luna, en el caso humano. No se trata tanto de poseer verdades cuanto de minimizar falsedades y errores, manteniendo estructuras de actos funcionalmente útiles en tanto que aumenten las posibilidades de acción eficaz en el futuro.

La historia de las teorías instrumentalistas del conocimiento es compleja. No es este el lugar para hacerlo. Tras la crisis del idealismo romántico, dos grandes cauces se abren hasta el mar del constructivismo actual. El cauce *positivista*, hace de la mente una máquina de relacionar y hace de ella misma un mero sistema de relaciones. El segundo cauce, el curso *pragmatista*, privilegia una relación esencial que organiza (función de funciones) a las demás: la supervivencia del sujeto orgánico, del cual es parte natural su órgano de conocimiento, la mente misma. La contribución de esta mente es inherente y esencial a las funciones de la vida (adaptativas, supervivenciales) y la inclusión del conocimiento en el seno de funciones orgánicas que confieren estabilidad al sujeto es necesaria. Autores como Piaget y Popper, distanciados del cauce positivista, tanto como del vitalismo, heredan esta visión funcional del órgano de conocimiento, del sujeto mismo. Mas será Popper quien se deje arrastrar por las viejas tendencias escépticas, ahora renombradas como falibilistas. Un cuento de hadas eficaz hubiera sido tan bueno como nuestras teorías físico-matemáticas para nuestra *adaptación*. El caso (contingente) es que ésta se dé. Mientras Piaget hace del propio sujeto el juez y el arquitecto de sus mismas construcciones, progresivamente complejas y abarcadoras, y por ende, intersubjetivas, Karl Popper hace del medio un juez selector, la criba de conjeturas. La teoría de Popper casa bien con la visión neodarwinista de la selección biológica. Los errores se pagan con la vida. Los aciertos serán mutaciones seleccionadas y retenidas.

“...todo nuestro conocimiento es hipotético. Es adaptación a un entorno en parte desconocido. A veces logra éxito y a veces no, siendo resultado de ensayos anticipatorios y errores inevitables, así como de la eliminación de tales errores. Algunos de los errores que han entrado en la constitución hereditaria de un organismo son eliminados mediante la eliminación de su portador, esto es, del organismo individual. Pero algunos errores logran escapar, y esta es una de las razones de nuestra falibilidad: nuestra adaptación al entorno jamás es óptima, es siempre imperfecta.” (Popper, 1992, p. 85)

Por lo demás, también el enfoque popperiano entronca bien con las vertientes del positivismo austríaco de finales del s. XIX (Avenarius, Mach). La mente es mecanismo de adaptación y autorregulación. Ella misma es un aparato. El conocimiento es el funcionamiento de ese aparato (Blanco, 2001). Por eso Popper extiende su sombra sobre la E.E. centroeuropea, a través de Lorenz, Wuketis, etc. Porque el aparato cognitivo es pensado en términos morfológicos. El mismo es una construcción diseñada por el medio y la selección natural que opera en ese medio. Se seleccionan aparatos raciomorfos (Riedl, 1984) y otras estructuras mentales pensadas en analogía estrecha con sus bases anatómicas, única forma de construcción admitida por el realismo biológico. En Piaget, en cambio, se sigue otra senda: la de los pragmatistas americanos y Baldwin, para quienes la construcción recae sobre estructuras de acción. Círculos de operaciones que, desde luego, involucran estructuras somáticas, pero que se “cierran” funcionalmente sobre sí mismos en el curso de la vida animal (ontogénesis) obrando a su vez sobre la evolución de la especie. Ni el ambiente en sí, ni la estructura somática en sí, poseen una primacía causal en la evolución de los conocimientos. Tan solo el propio sujeto es el constructor y juez selector de sus propias estructuras cognitivas, por vía de una selección individual. No es necesario recaer pues, en el escepticismo ni en el instrumentalismo epistémicos. La propia eficacia de las estructuras incorporadas es medida de su verdad, sin necesidad de un contraste (para Popper y la E.E.) imposible o metafísico con la realidad exterior.

Dentro de esta tradición pragmatista, pero desbordándola con su insistencia en los símbolos como paradigmas de relación en la naturaleza, tiene una importancia fundamental el marco relacional de Ch. S. Peirce (no sólo hay substancias y causalidad entre substancias, sino relaciones semióticas que envuelven el mundo mecánico). Igualmente la incorporación de los modernos niveles de organización de la ciencia biológica, no disponibles en la epistemología clásica nos arroja un panorama muy cambiado.

La ventaja de un enfoque relacional en teorías constructivistas recientes es que nos ahorramos, ora los ‘grados de perfección’ ora las ‘diferencias específicas’ de la metafísica tradicional. El hiato entre medias de cada nivel puede ser ‘puenteado’ con la nueva ontología generada desde las teorías biomoleculares y citológicas, reinterpretadas aquí por medio de una estructura semiótica à la Peirce, que hace al sujeto cómplice de la realidad. Los “grados de realidad” dependen de la participación que el sujeto tiene en las experiencias, que distan de ser entregas que las cosas hacen a la mente. La jerarquía de seres de desigual realidad, afecta a los signos. Al igual que aquellos entes de razón medievales entraban a formar parte de la realidad como las cosas mismas de la realidad extramental, también los signos de Peirce son como “embajadores” de la realidad, más o menos fieles a ella, más o menos ficticios según su eficacia no ya para estar en lugar de otra cosa, sino para trascender la cosa y llevarnos a otra. Todo está en movimiento, frente al cosmos pre-dado y pre-estructurado de la metafísica clásica. Por ello, el falibilismo de Peirce, que se transmite a Popper y también a toda la epistemología evolucionista (E.E.), es un presupuesto epistémico necesario para toda esta disciplina. Al igual que Kant, se habla de unos

límites al sujeto, y los límites no son prefijados por la realidad en sí, sino por la misma apropiación y génesis que de los conceptos hace el propio sujeto. Peirce dice que el pensamiento de algo determina el pensamiento siguiente. La dinámica de la mente es una subespecie de la dinámica de los acontecimientos y acciones de un centro capaz de emprenderlas. El dinamismo es a un tiempo cósmico y cerebral, para Peirce, un dinamismo cognitivo según trayectorias. Y este es un legado, por cierto, no ajeno a la dialéctica de Hegel quien también trató de “dinamizar” el idealismo de los límites de Kant, y totalizarlo, y que está presente de manera más o menos consciente en la E.E.

Ahora bien, estos nuevos dinamicismos (darwiniano, hegeliano, peirceano) solían “mirar” hacia delante. Cuando se rebobinan hacia atrás estas doctrinas y nos preguntamos ¿quién fue el primer sujeto? ¿y el primer signo? No encontramos nada novedoso: hay un recurso al “caos primigenio” a partir del cual se producen diferenciaciones. No hay un constructivismo *por capas* en estas filosofías evolutivas, pero aún no constructivistas. En el siguiente apartado tratamos de exponer dos enfoques que heredan las virtudes y defectos de las tradiciones naturalizadoras que acabamos de comentar. Tanto el enfoque de Diettrich como la Escuela de Erlangen se reclaman a un tiempo “constructivistas” y “antirrealistas”, en la más pura tradición kantiana. Son enfoques “modernos” en el sentido historiográfico, lo cual implica – filosóficamente- una serie de tics idealistas de aquella época ya rebasada, moderna y no postmoderna. La persistente desconexión de epistemología y ontología, el idealismo separador de límites en “ciencia” y cosas en sí, la renuncia a perspectivas totalizadoras. En su lugar se esboza una visión constructivista por capas que aglutine dialécticamente la construcción de conocimientos y la segregación de capas de realidad que le es concomitante. Vamos a ello.

Epistemologías constructivas y antirrealistas. La epistemología evolutiva constructivista de Diettrich, la escuela de Erlangen : hacia un constructivismo no instrumentalista por capas.

a) EEC [Epistemología Constructivista Evolucionista]de Olaf Diettrich.

En el apartado anterior señalábamos la larga historia que las posturas instrumentalistas han conocido hasta el día de hoy, fecha en que gozan de tanta aceptación. En su versión extrema, el instrumentalismo niega aquello que es instrumentado: un *algo* real, el *noumenon* desconocido al margen de las acciones subjetuales. Hasta tal punto ha tenido seguidores en el siglo XX, que autores claramente realistas en lo ontológico, como Lorenz y sus seguidores de la E.E. pueden caer con frecuencia en un instrumentalismo epistémico al hablarnos de sus “aparatos” evolutivamente diseñados para conocer la “verdad” ajustada a dichos instrumentos. El físico O. Diettrich opta por un instrumentalismo más consecuente con las implicaciones ontológicas de la Evolución, v.gr., suponer no ya una realidad en sí, estática, a la que nos acercamos en grados distintos, sino *dinámica*, que conocida sólo por nuestros aparatos cognitivos, remite en realidad al *estrato de partida* para las nuevas construcciones del sujeto: única realidad y única medida de la realidad. Revisar someramente la interesante epistemología de Olaf Diettrich nos puede ser útil para comprobar cómo éste físico metido a epistemólogo desdeña todo residuo de realismo, ontológico y epistémico, al tiempo que aboga por un instrumentalismo necesariamente enraizado en la teoría de la evolución. Sin embargo, con grandes diferencias con respecto de Lorenz y la E.E., la evolución es vista por él como dato bruto de su no-ontología, (si se nos permite decirlo así, en alusión a que Diettrich niega la categoría realidad, o la considera una mera categoría mental totalizadora, aunque útil) quizá debido a que Diettrich se empeña en entender la mente como conjunto de “aparatos” y no sutiles construcciones logradas históricamente. Parece como si en los autores de la

E.E. pesara más su profesión de biólogos, aunque lastrada por el realismo, y en Diettrich, en cambio, su condición de físico.

Diettrich propugna una Epistemología Constructivista Evolucionista. Procede del campo de la física, como vimos. En epistemología, sus referencias a Piaget son constantes, asimismo dice “ampliar” las perspectivas de la E.E.

“Realidad” es una categoría mental adquirida filogenéticamente. De alguna manera se puede comparar la evolución orgánica con el geniecillo maligno de Descartes. La evolución ha encontrado útil disponer de un concepto de realidad independiente de nuestras operaciones, para fijar con seguridad *invariantes* que sí puedan ser conmutables.⁷

La evolución cognitiva es un proceso de conquista, más que de descubrimiento (presunto descubrimiento de una realidad en sí). La aplicación de operadores cognitivos comienza con los órganos animales de cognición (sensopercepción), y se completa con las teorías no-clásicas de la ciencia actual, especialmente *desbordantes* de la percepción animal: mecánica cuántica y teoría relativista (Diettrich, 1991, 1992, 1994ab, 1995, 1998, 2001). En matemática, cabe citar, entre otras conquistas, el teorema de Gödel (Diettrich, 1994c). La evolución orgánica marca una especificidad antropológica en lo que atañe a la evolución cognitiva (Diettrich, 1992, 1998). No tiene mucho sentido pensar que habrá un lenguaje universal (lógico-matemático) para comunicarse con inteligencias extraterrestres que son producto de una historia evolutiva muy diferente. De alguna manera hay un *Umwelt* para cada especie, y ese medio es subjetivo con respecto a cada especie, el conocimiento se puede denominar “universal” sólo dentro de los límites de nuestra especie, en cuanto invarianza de conocimientos. Por eso, no hay más adaptación que la de nuestras nuevas invariantes construidas acopladas a las que ya son parte de nuestra historia evolutiva. Por así decir, nos adaptamos a nuestras propias operaciones, y no a una realidad independiente. La realidad en sí debería conmutar con todas los operadores imaginables y esto es imposible. La realidad no es operacionalizable y no hay un instrumento cognitivo (físico-matemático) que pueda operacionalizar el todo.

Sorprende que en esta apuesta de Diettrich por un “pluralismo interno” de las dos ciencias de las que habla (matemática y física) no haya ni rastro de un pluralismo externo, (otras muchas ciencias), a pesar de que su epistemología se fundamenta en hallazgos de la biología y de la psicología, a las que ni siquiera nombra. Diettrich nos *enseña* una cosa, precisamente por lo que (acaso sin intención) *oculta*: que hay dos clases de pluralismo epistemológico, el interno y el externo. El repite en varios artículos las tesis exclusivas del primer pluralismo: las categorías físicas y matemáticas son *abiertas* y –evolutivamente- siguen trayectorias sin fin. ¿No es capaz de salir del centralismo de la física, salvo para fundar una base constructivista (psicobiológica) de esta ciencia y de las matemáticas? Debería mostrársele a Diettrich.

⁷ La ciencia busca invariantes, por medio de una conmutación de operadores en el sentido del álgebra. Los operadores cognitivos conmutan con las operaciones experimentales, y de ahí obtenemos invariantes. Las matemáticas han co-evolucionado con nuestros operadores cognitivos, son sistemas de operadores filogeléticamente homólogos. Los axiomas, en analogía con el concepto de realidad natural para los físicos, deben ser vistos como invariantes que se obtienen a partir de la ontogénesis cognitiva de los seres humanos. El movimiento orgánico y la construcción de invariantes es la base de la construcción del espacio, y de la geometría como ciencia. De igual manera, de las operaciones del contar construiríamos la noción del tiempo, así como la aritmética como ciencia, al igual que Piaget, describe la naturaleza de las matemáticas, alejado del platonismo. Las ciencias matemáticas tratan de realizar extensiones, que son de dos tipos, cuantitativas y cualitativas. Los resultados de Gödel parecen demostrar una extensión cualitativa, de manera análoga a como la relatividad y la mecánica cuántica. Por extensión cualitativa se entiende una imposibilidad de conmutar los operadores experimentales y los operadores perceptivos.

que también hay una extensión cualitativa (sincrónicamente) y una diferenciación evolutiva (diacrónicamente) de las categorías científicas en su interrelación externa de las unas con las otras, y que la biología, la psicología y muchas otras disciplinas cuentan en este proceso. Debería tener en cuenta que los “operadores cognitivos” de los que tanto nos habla, no pueden reducirse a su vez a la mera condición de instrumentos físicos (medidores, calibradores, receptores, etc.), por más que tengan la peculiaridad “orgánica” de resultar sujetos de cambio evolutivo y ponerse al servicio de individuos orgánicos, frente a los instrumentos-operadores que fabrican los físicos, que son resultado de una evolución histórico-cultural. Queda completamente difuminada la cuestión de cómo, por qué, para qué, surgen invariantes no exclusivamente fisiológicas (homeostasis, homeotermia, esquemas meramente sensomotores), vale decir, esquemas operatorios que ya, sin lugar a dudas, se pueden entender como esquemas de conocimiento.

“Teoría” no sólo un sistema artificial que describe regularidades naturales pre-dadas. “Teoría” es más bien cualquier *invariante* que llega a ser incorporada como carga al individuo o especie. La regularidad está construida por los individuos e incorporada a la evolución. La incorporación teórica se haya en estricta continuidad con la incorporación de invariantes cuya concordancia no se mide con respecto a un medio exterior (adaptación), sino con la propia trayectoria evolutiva de la especie. La verdad no es una adaptación al medio exterior. Las regularidades son invariantes adquiridas por los sujetos, cuya eficacia se mide por la historia y ajuste de las adquiridas en estratos previos.

Estos operadores cognitivos son entendidos bajo la dialéctica piagetiana de asimilación/acomodación. Por obra de esa dialéctica, el organismo no se ajusta al medio para sobrevivir o para conocer La Verdad. Más bien el sujeto se hace la verdad: “la realidad, por así decir, es el resultado de su propia historia”. Diettrich combina la trayectoria de operaciones de un individuo (ontogénesis) con la historia intergeneracional de conquistas evolutivas, individuales y colectivas. Los organismos establecen unas relaciones recursivas no estables, que han de estudiarse conforme a lo que él llama ‘Genética no-lineal’, y a nivel orgánico se verá que el individuo “tira hacia delante” la realidad, vale decir, la construye, por medio de la asimilación-acomodación.

No todo son deudas y carencias en la propuesta de éste autor. Se puede apreciar en Diettrich un atisbo de constructivismo por capas, tal y como traté de definirlo en Blanco (2000c). Esto es, en lugar de emergencia de nuevas fases irreductibles a las precedentes, se trata de explicar cómo los nuevos estratos de términos forman tramas estabilizadas o invariantes, dependientes genéticamente de la base que les precede, pero irreversibles y no reducibles a dicha base. La base precedente es una infraestructura determinante, social y productiva en el tramo histórico de nuestra especie, por tanto, dialéctica y “polémica” (en sentido etimológico) en su misma naturaleza. Este mismo tramo histórico cuenta como la capa determinada genéticamente a partir de ciertas invariantes logradas de forma consolidada por nuestros antepasados homínidos. Así pues, lejos de impugnar toda suerte de continuidad entre filogénesis, historia, evolución cultural-cognitiva (tramos o capas acaecidas en una escala de millones de años, milenios y siglos, respectivamente), el constructivismo está obligado más bien a ofrecer el relato de cómo la continuidad en sí misma es tejida con tan brusca alteración en cuanto al ritmo, cronología, aceleración, vehículos de asimilación y acomodación. Es un relato del cambio en la potencia casual (creciente) de las operaciones que, si se siente hoy como *aceleración* (por obra de la tecnología y fluidez de comunicación) no será por otro motivo que por el basamento, la infraestructura ya lograda en las capas previas de operatoriedad consagrada en los ecosistemas, culturas o nichos de conocimiento.

Diettrich, fundándose en el enfoque de la epistemología biológica, pero también en Piaget, excluye la categoría “realidad”. Nos dice que no se puede operacionalizar la totalidad de los fenómenos. Esto sería como pretender obtener una invariante de la totalidad de nuestras acciones. La evolución medida en millones de años, y sobre todo, los últimos y cruciales miles de años, podría haber dispuesto para nuestra especie un sustituto “dinámico” del geniecillo maligno de Descartes. La evolución nos da un a priori engañoso, que no es más que conquista empírica o a posteriori de la especie. Ese a priori nos dice: “Establecerás invariantes cognitivas con el sudor de tu frente como si hubiera un invariante absoluto en el que confiar e insertar toda construcción parcial”. Y entonces se hizo la realidad. Esta no existe para el constructivista, salvo como concepto límite o ficción útil en tanto que no se han obtenido –en la historia de la ciencia- estructuras teóricas de alto rango, aunque siempre parcial.

b) La Escuela de Erlangen.

Este grupo de filósofos germanos, agrupados en torno a la figura de Paul Lorenzen, posee una sólida formación científica, y su campo de trabajo es la epistemología de tipo constructivista. Por tal entienden un punto de vista deudor de Kant, equidistante por igual del neopositivismo (en todas sus variantes, fenomenista, axiomático, etc.) y de la hermeneútica. Por medio de una estrategia de “introducción” progresiva de conceptos, por medio pasos o capas, reconstruyen las teorías de las ciencias por un regreso sobre bases protocientíficas. Las respectivas protociencias son, en rigor, esquemas de acción subjetual, verdaderas condiciones de posibilidad de cada disciplina, ya fuere ésta empírica, formal, social, etc. Una muestra accesible a diversos trabajos en inglés, se ofrece en la recopilación de Butts y Brown (1989). El librito de P. Lorenzen (1982) *El Pensamiento Metódico*, en nuestra lengua, es muy sugestivo y clarificador.

En esta escuela también se puede adivinar un cierto constructivismo por capas, es decir, que asuma un a priori graduado en el mundo de la vida. Desde el punto de vista constructivo, a decir verdad, no hay axiomas ni definiciones o postulados. Todos estos conceptos son, más bien “introducciones” (o términos ‘introducidos’) según la Escuela de Erlangen. Los a prioris kantianos, desprendidos de toda experiencia, son interpretados aquí más bien como comienzos o “fundamentos”. Estos fundamentos no son nada al margen de nuestra conducta intencional, pero ahora al servicio del método. Los a priori son esquemas de acción práctica. Tras de cada concepto dado en su nivel propio (ya observacional, ya teórico) hay que emprender reconstrucciones, que llegan hasta los términos que los sujetos de acción han introducido en su construcción.

Dos son los niveles en que puede hacerse esa suerte de reconstrucción:

a) Metódico. En este plano, se abandona explícitamente el realismo o el platonismo pues aquí no ha lugar una realidad independiente de las construcciones científicas, ya se traten de fenómenos, datos o esencias. El constructivismo metódico, como se entiende literalmente la palabra *método* (pasos), debe trazar la secuencia de pasos, y en este caso de *los primeros pasos* (axiomas, definiciones, estipulaciones) son los que más peligro corren de contraer indebidamente compromisos ontológicos. Esto parece objetable –“metafísico”- si se hace de manera arbitraria y apriorística. La escuela de Erlangen se separa de las epistemologías fundacionalistas, aquellas que buscan un fundamento bien sea en experiencias internas, bien en estructuras objetivas externas al propio sujeto.

b) Dialógico. Es el otro nivel. Se trata de ofrecer reconstrucciones dialógicas del proceso científico. Incluso el llamado “contexto de descubrimiento” no

está exento de una comunicación mutua entre sujetos S-S, en lugar de meras aplicaciones de discursos a nuevos objetos. Si el método es el nivel en que reconstruimos paso a paso la fábrica de los hechos, el plano dialógico sería hacer lo propio con la norma. No se descubren hechos.

En estas epistemologías constructivistas se trata de hacer ver cómo el sujeto se convierte en “rector” de su propio método, *guía* y no obediente pasivo a unas Reglas del Método. En este caso, es una superación del racionalismo, pues no admite ni siquiera para las matemáticas una situación privilegiada de ciencia modelo, o de lenguaje formal ejemplar. En tal sentido, las mismas matemáticas se podrían entender como ciencias empíricas que toman como base material para sus desarrollos formales las operaciones de un sujeto humano capaz de mover objetos, en estricta homología con el acto de contar. Piaget establece la continuidad estricta y genética entre la infraestructura de las operaciones algebraicas y geométricas de todo sujeto inteligente que las consolida en su desarrollo, y los conceptos “introducidos” para una construcción matemática de cariz gnoseológico. El espacio del geómetra es “empírico-constructivo”, en la medida en que es la resultante de los movimientos posibles que un niño *haría* partiendo de su propio cuerpo y de los objetos que están bajo el radio de su manipulación. Las operaciones aritméticas susceptibles de una formalización o estructura gnoseológica se consolidan no a raíz de primitivos o axiomas, como indica el formalismo de tantos libros de texto, sino a través de una historia ontogenética de resultados operacionales del “contar” (mover, agrupar y separar) objetos, tal y como se hace con las bolas de un ábaco. La circularidad pasa a ser un requisito fundamental de toda epistemología constructivista, pues los resultados de operaciones corpóreas (mover objetos, agruparlos o separarlos en el espacio) informan continuamente al sujeto sobre las nuevas posibilidades de movimiento en ese espacio, que lejos de ser un a priori, o un concepto primitivo abstracto, primero es ante todo- posibilidad de nuevos movimientos y de nuevas unidades formales de coordinación de movimientos. Las Reglas del Método (con qué partir, cómo analizar y agrupar, revisar) evidentemente resumen la elevación de unidades cada vez superiores en la secuencia de acción, acción informada de los resultados y posibilidades subsecuentes. Así pues, el sujeto no obedece nunca a reglas, más bien las crea a través de su acción. Espacio y tiempo, bien decía Kant, sólo se comprenden en y por referencia al sujeto. Mas, por su parte, sólo hay sujeto donde hay haces de operaciones que se autocorrigen y se autoproducen informadas por sus resultados. Por manera que la percepción de objetos en el espacio y la noción misma del espacio se construyen a resultas de secuencias de operaciones como mover, agrupar, separar (y con la ayuda de la memoria, prever nuevos movimientos y resultados). La percepción se comprende por el movimiento. Y éste, recíprocamente, se comprende por la percepción. No es la percepción un “movimiento suave” (del alma, al decir de los griegos antiguos), sino su concepto *necesariamente* complementario, y viceversa. No se puede reducir una clase operaciones a otra, y de su dialéctica brota el espacio, un a posteriori, una construcción, vista ahora desde este flanco. Otro tanto se diga del tiempo, y su vínculo genético con las operaciones ordinales y el contar.

II

En la Introducción ya señalábamos la actualidad que ha vuelto a cobrar en ciertos autores (en su mayor parte biólogos o trabajadores en el campo de la Vida Artificial), la idea de von Uexküll del *Umwelt*, mundo percibido propio de la especie, y en estrecha articulación con esto, el concepto de *signo*, como organizador del campo biológico. Trataremos de ver qué hay de valioso en la epistemología de estos autores,

y en su caso, en qué medida se acercan a nuestra proposición general del constructivismo.

¿Constructivismo biosemiótico?

En los últimos años han aparecido publicaciones numerosas de una corriente de la biología teórica, la biosemiótica, (Emmeche y Hoffmeyer, 1991; Hoffmeyer y Emmeche, 1991; Emmeche, 1991; Emmeche, 2003) que pretende alzarse como alternativa al mecanicismo. El organizador de esta corriente fue Thomas Sebeok, (Sebeok y Umiker-Sebeok, 1992) que redescubre importantes ideas de Uexküll. Se quiere hacer de los actos comunicativos, a todas las escalas, las unidades básicas de la ciencia de la vida: el signo y la semiosis, antes que las células o los organismos. Estos intercambios semióticos generan ambientes subjetuales, y no energéticos, propios de cada especie y de cada término implicado en la comunicación. Claus Emmeche y Jesper Hoffmeyer, dos biólogos pertrechados en los nuevos conocimientos de la vida artificial (el primero, especialmente) y la biología molecular (el segundo) rehabilitan estas ideas, en plena explosión de conceptos informacionales que la biología tanto como las ciencias cognitivas han ido conociendo en sus diversos campos

Es evidente que el mecanicismo predominante cortaba de un solo golpe el nudo gordiano de la biología. O al menos eso se creyó: el mismo nudo en el que se cruzan dos hebras de problemas en interrelación. El problema de la construcción de unidades estructurales en biología, y la cuestión del establecimiento de relaciones diacrónicas (“verticales”) y sincrónicas (“horizontales”) entre ellas. Construcción y comunicación pedían, desde los tiempos de Aristóteles, un término de enlace: la forma, posesión y control a cargo de elementos informacionales, no sólo causales. Un conjunto de partes ensambladas de acuerdo con un programa de construcción y transmisión, fue el eje ontológico (la “ontodefinition” de ser vivo, según Emmeche) del programa mecanicista una vez beneficiado por el avance de la Genética. Ese programa será visto como revisable por leyes fijas de selección ambiental. Estas son, reunidas, el metaprograma de la selección natural que actúa sobre la determinación genética de los organismos.

Hay tres disciplinas nuevas en Biología y un tanto heterodoxas con respecto a la corriente ortodoxa vigente: el neodarwinismo fundado (microscópica o reduccionistamente) en la biología molecular y la teoría del gen. Nacen en el siglo XX, en el orden en que las citamos aquí, y han venido a abrazarse mutuamente por obra y gracia de un término comodín: la información. Lo curioso es que la biología estándar contra la que se alzan también acude a este término con asiduidad. Biología Teórica, Biosemiótica y Vida Artificial son los nombres de estas herejías, que ya no lo son tanto, si bien su implantación universitaria parece minoritaria o complementaria, cuando no claramente meta-científica.

La Biología Teórica parece, en esencia, el resultado del esfuerzo de Waddington por reunir especialistas en distintas ramas, como la suya propia, embriología, que vivían asfixiadas por el geneticismo reduccionista. El estudio del desarrollo ontogenético no podía verse como un despliegue o activación de un programa. La epigénesis tiene lugar como el recorrido “histórico” de un embrión a través de un paisaje ontogenético. La verdad es que otros autores se lanzaban en los años 30, 40 y 50 a una “biología teórica” en la que el organismo era entidad suficiente para la ciencia de la vida, e incluso protagonista de sus acciones y logros (Bertalanffy, Piaget) pero sus pretensiones metateóricas generales difuminaban un tanto aquellos puntos que defendían específicamente en biología ante el neodarwinismo y el reduccionismo imperantes.

Con antecedentes románticos, pasando por Peirce, Uexküll, y finalmente Sebeok, los biosemióticos proponen su propia “Biología Teórica”, y al igual que éstos, reivindican un tratamiento informacional en las ciencias de la vida. La Biosemiótica, partiendo de una visión relacional de los seres vivos, *extiende* el concepto de comunicación

Emisor→Signo→Receptor

Entre los seres vivos, dando por sentado que no sólo los animales pluricelulares hacen las funciones de Emisor y de Receptor en los distintos intercambios de información, sino que incluso simples células (Emmeche y Hoffmeyer), o plantas (Kull), o incluso complejos químicos infracelulares podrían hacer las veces de Emisor o Receptor (quimiosemiosis, pansemiosis). Se entiende que estos dos extremos del esquema de la comunicación no son definitivos a nivel ontológico. La unidad de análisis es el signo, el término mediador entre sistemas semióticos. La célula será una unidad fisiológica, pero el signo (mediador de la información) es el concepto organizador de las ciencias de la vida. Nosotros nos vamos a ceñir en este artículo a las posturas más moderadas, como la de Claus Emmeche, que sigue reconociendo en la célula una unidad fisiológica central a la par que mínima unidad semiótica. Por otro lado, la producción articulista de este autor, partiendo de la Biosemiótica, cada vez va más en dirección hacia una Biología Teórica en general y una filosofía natural. Además, se ha centrado mucho en la tercera corriente que nos ocupa: la Vida Artificial.

Por motivos de espacio, y ante la necesidad de un estudio específico, renunciamos a analizar esta corriente en profundidad, hasta ayer una herejía entre muchos biólogos. Sólo al final del artículo comentaremos algo en el apartado “Biología Teórica y Complejidad”. La noción de información se amplía, no ya sólo con técnicas robóticas y cibernéticas, sino con nuevas ramas de las matemáticas (caos, complejidad), a las que Emmeche y otros autores parecen muy abiertos, y atentos.

Así pues estas tres “herejías” se van incorporando a la universidad y a la investigación tomando como hilo conductor la *información* (sea en un sentido semiótico, matemático, fiscalista). La propia genética, la bioquímica y biología molecular hacen un uso temprano de esta jerga. Pero es una jerga que resume, como ocurre con la idea de “computación” en la ciencia cognitiva, una causalidad fiscalista. Nos interesará especialmente ver la recuperación en un sentido constructivista del carácter funcional de relaciones entre términos vivientes, que implica cognición en todos los niveles en que se logre un ciclo de acción repetida que termine por convertirse en capa básica para iniciar nuevos ciclos operatorios de complejidad crecida. Con este sentido –funcional- del concepto de información, trataremos de separar el grano de la paja. Vayamos haciéndolo con un poco de historia.

El origen de los términos informacionales en las ciencias de la vida concierne hoy por igual a estas tres corrientes: 1) biología teórica, 2) biosemiótica y 3) vida artificial⁸. Acuñar el concepto de *gen*, como alternativa definitiva al preformacionismo

⁸ En 1907 W. Johannsen acuñó el término gen y estableció la distinción genotipo/fenotipo. Su motivación era alejarse del preformacionismo que se asumía entre los mendelianos de los primeros tiempos. Podemos suponer que no lo consiguió (Moss, 2000): El gen es una unidad dependiente del contexto. El concepto de un código de información genética, esta claramente formulado por Crick en los 50. Históricamente los biólogos moleculares de esta década ya lo usan. Es tiempo en el que se gesta el “dogma central” de la biología molecular de la herencia, tal y como Crick lo expresó. *Información* sobre todo en el sentido de secuencia de sentido único, 1)ADN, 2)ARNm, 3)proteínas. Además de información como *secuencia*, información en el sentido informal, abreviatura de una causalidad fiscalista.

data de principios del siglo XX, y el éxito de las explicaciones deterministas en genética, permitieron el maridaje entre mecanismo y forma. Pero la idea de un “programa” genético no pudo ser anterior a la idea misma de un programa informático (Aspray, 1993, Blanco, 1994, 1997). Es decir, no es anterior a los años 40. Y aún así, primero se concibe en un nivel abstracto, lógico-matemático, por obra de von Neumann, y Schrödinger, y el libro de éste de 1944, *¿Qué es la vida?* desde el punto de vista de un físico (Schrödinger, 1944). Un nuevo materialismo brota en estos años, a punto de ser desarrollada la máquina computadora con programa almacenado. Una “memoria” con instrucciones lógicas contenidas en una máquina capaz de funcionamiento operativo sobre las mismas partes mecánicas. Ya no sólo es el universo un programa externo newtoniano que rige desde fuera dichas partes por interacción mecánica. Además de leyes hay constricción interna. Parecía que la forma se reconciliaba con el mecanismo. Fox Keller (2001) llama la atención ante el hecho de que la introducción de la teoría de la información y de la cibernética, hacia 1960, en los campos de la biología molecular y la genética, no contemplara inicialmente una localización precisa de los programas –en sentido computacional- en el ADN o en los genes, sino más en general en la masa celular. Pero pronto este reduccionismo de la localización de los “programas” se realizó en la literatura.⁹

F. Dyson, (1999) en su libro *Los orígenes de la vida*¹⁰ también señala el gran impacto que el libro de Schrödinger, y las teorías de los autómatas celulares de von Neumann en aquellos tempranos años 40. La metáfora del ordenador se aplica aquí para comprender con claridad qué es básico en la vida, la replicación o el metabolismo. Dyson es partidario del metabolismo, y en esto coincide con las teorías de Maturana y muchas teorías de la Vida Artificial. El hardware equivale a las proteínas, responsables del metabolismo de las células primigenias. El software serían los ácidos nucleicos, responsables de la replicación (por hablar de forma rápida y simplificada).

Richard Dawkins (1979, 1988) y su concepto de meme, ilustra perfectamente en concepto mecanicista de “información” tal y como se ha entendido en genética y en teoría neodarwinista: unidades discretas de herencia cultural, añadidos a los genes, unidades discretas de herencia biológica. Los mecanismos de propagación y asimilación, tienen que ver con procesos como la imitación (mímesis) y la memoria (*mneme*). La enseñanza, el aprendizaje y la proliferación de estos cuantos de información adquirida culturalmente son algo así como transplantes de cerebro a cerebro. Dawkins necesitó de estos procesos psicológicos: operaciones de retención y conservación de los memes (memoria), proliferación en poblaciones por medio de la imitación, la pedagogía, etc., formación de constelaciones de memes que se replican conjuntamente. Pero el mecanismo replicador y, a los efectos, multiplicador,

La información nunca va de la proteína al ADN. Hay quien hace una crítica del uso nada claro que del vocablo “información” se hace en biología molecular, afirmando que es poco más que una metáfora que se hace pasar por concepto teórico, y lleva a confusiones en esta ciencia: (Emmeche, 1999a).

⁹ Esta nueva manera de hablar, en la que el único poder activo –o agentividad- se localizaba en los genes, en detrimento del citoplasma o del resto de elementos que intervienen en el desarrollo, conoció un éxito inmenso debido al libro de F. Jacob, *La Lógica de lo Viviente*, (Jacob, 1986) y al visto bueno de otras autoridades sagradas de la ciencia, como Schrödinger, que según ciertas críticas, p.e. E. Fox Keller (2001) sin duda, es resultado de la imposición de un discurso de poder.

¹⁰ Según Dyson (1999) el hardware habría aparecido antes que el software. El metabolismo sin replicación. Los organismos sólo con hardware se automantienen, pero un organismo sólo con software replicador es un mero parásito, con los cual se requieren entes metabólicos. Dyson, propone una evolución en dos grandes fases (1, metabolizadores, 2, replicadores) para explicar el origen de aquellos primeros seres vivos, en una línea coincidente con la de Margulis.

ensombrece del todo los términos que resumen sistemas operatorios de un sujeto, de cada sujeto. Este queda reducido a un cerebro (también es un depósito de genes) que transmite, que replica estos bits de información. El mero hecho de concebirlas como unidades discretas de información, vengan de donde vengan, emparenta esta concepción con la de Fodor (1975) y su “lenguaje del pensamiento”, pues aquí también hay unidades combinatorialmente manipulables en el cerebro, digitalmente coleccionables y replicables. En ningún momento se plantea la posibilidad de que estos trozos de información se adquieran por construcción analógica, vale decir, operatoria, donde el ‘a priori’ esté no en trozos y bloques de contenido disponibles en el ambiente o en el cerebro, sino en los sistemas de operaciones (esos sistemas son, en rigor, funciones), que dan por supuesto que actúan sobre variables y no sobre términos (o bloques) constantes ni rígidamente ligados (a un contenido innato ni aprendido en la cultura). Las funciones operacionales son relaciones sobre relaciones, Los términos ensartados en la relación tan sólo forman una “objetualidad” de manera pasajera, y su estabilidad no equivale nunca a una constancia, pues sólo las funciones definen sus objetos y no a la inversa (Dawkins, 1979, 1988).

Más recientemente: a partir de los 70 y 80 hay una explosión de metáforas lingüísticas e informacionales en biología. De la lingüística estructural (de Chomsky), tenemos el trabajo de Florkin (1974) “Concepts of molecular biosemiotics”, sobre evolución molecular. En realidad, aquí está presente Saussure y no Peirce. Distingue entre sincronía y diacronía, habla de *biosemes* como una secuencia de aminoácidos en una enzima, asegurando el reconocimiento de un substrato. Los biosemes forman *biosintagmas*, o configuraciones asociativas, y así sucesivamente. Al negar toda “psicología” a estos procesos químicos diádicos (estructurales: significante-significado) Florkin se muestra, al parecer como un estructuralista rígido, según el viejo método de analizar unidades y componentes, según el cual no hay verdaderas operaciones, sólo asociaciones de elementos. Justo es lo que le pasa a la lingüística estructural, que niega al sujeto estable operatorio real.

Las metáforas estructuralistas de la lingüística, como se reducen de una manera simplificada a la relación diádica entre significado y significante (u otra análoga) pueden tener fácil cabida en el nivel de la bioquímica, pues se corresponden fácilmente a resúmenes de relación igualmente diádica de causas y efectos. En cambio, para Emmerche (1994), acudiendo más a la Semiótica que a este tipo de lingüística, señala que la misma idea de una *quimiosemiosis*, o reconocimiento molecular por debajo de la célula, debe ser criticada por que en ella no hay - dice expresamente- un sujeto (Emmeche, 1994b). Así pues, a diferencia de otros, Emmeche no es pansemiótico: “Un intérprete implica la idea de un organismo”. Y aquí vemos cómo el interpretante lo entiende en un sentido operatorio, citando el efecto Baldwin: la percepción y la elección del hábitat que hace el organismo es determinante en las rutas de la evolución. El interpretante es operador, esto es, modificador. Y por debajo de un ser unicelular en la mera química, no hay tales operadores.

Otras aproximaciones lingüísticas a la biología, como la de F. Jacob habían establecido una analogía entre genética, inmunología y s. Nervioso, por un lado, y la memoria humana, por el otro. Por su parte Goodwin (1982), habló de una “biología cognitiva”, el organismo como sistema cognitivo pero también en un sentido estructural, chomskyano más que semiótico. Jerne (1985), describe el sistema inmune al modo lingüístico, poseedor de una ‘gramática generativa’. Estamos todavía ante unas intentonas que se limitan a incorporar jergas sacadas de Saussure o Chomsky, esto es, de la lingüística estructural y generativa. Sólo puede ser compatible con un enfoque constructivista una idea netamente funcional de las relaciones entre términos vivientes o subcelulares. De lo contrario sólo conseguiríamos expedientes- resumen de relaciones causales fisicalistas.

Frente a estas aproximaciones estructuralistas, la de Claus Emmeche es funcionalista: en diversos trabajos insiste en que biosemiosis implica funcionalidad, y a su vez funcionalidad implica cierre operatorio. Su filosofía de la ciencia está presidida por el concepto de *prototipicidad* (Emmeche, 1999b, 2000a). No hay una definición esencial de la vida, sino una lista de rasgos o propiedades, que no pueden ser tomados como condiciones necesarias y suficientes. Estos son tres, y en este orden de implicación: biosemiosis, función, cierre operatorio. Tres rasgos que están lógicamente interconectados. Reconoce que el concepto de función es ya viejo y debatido en la filosofía de la biología. Funcionalidad y biosemiosis tienen en común esto: son relaciones. En biología podemos hablar de relaciones de una parte con respecto al todo (p. e. un órgano funcionalmente puesto al servicio del todo, o funcionalidad entre órganos, entre partes). Hay funcionalidad, nos dice, mereológica (referida a las partes) y teleológica (a fines) (Baas y Emmeche, 1997; Emmeche, 1997, Emmeche, Koppe y Stjernfelt, 1997, 2000; Emmeche y Niño-El-Hani, 1999^a). Pues bien, esto sólo acontece en las categorías de lo viviente. Para ello, hace falta encontrar el prototipo escondido en sistemas muy diversos que poseen un cierre operatorio no perfecto, que da lugar a perturbaciones e interacciones con el medio, cierre del que expresamente nos dice es el resultado de hábitos contraído a lo largo de una historia natural. Ese cierre puede degenerar o puede estar abierto sin fin, y sigue evolucionando por obra de incorporaciones o inserciones de elementos procedentes del medio, vale decir, aumenta la complejidad funcional. En este sentido, se hace necesaria una transición de lo no-vivo, a lo vivo en sentido primordial y, finalmente, a lo vivo en general. Aunque pudieran darse cierres operatorios en el sentido químico, otros aspectos prototípicos de lo que se entiende por Vida, así como la ausencia del intérprete es lo que evita hacer referencia a un ser vivo por debajo de la célula. Explícitamente nos dice que un intérprete sólo puede ser, o bien un organismo, o la parte de un organismo, u un “cuasi-organismo” (quizá un robot o un sistema generado en un proyecto de Vida Artificial) tras de lo cual sólo tenemos como *prototipo oculto* la célula simple procarionta.

Esto implica tomar partido por una forma intermedia entre (a) el reduccionismo de la biología molecular, donde el reconocimiento y la información siempre aparecen reducidas a causas físico-químicas, y (b) las visiones holísticas y más bien metafísicas de la pansemiótica y el pampsiquismo. Siempre hay un contexto en el cual una molécula *tiene su sentido* para otra estructura química: su reconocimiento e interacción se dan en un ambiente, la célula, y ésta a su vez está interpretando en el contexto de un organismo, del medio intercelular o, propiamente, en el medio ecológico. Hay, por lo tanto funcionalidad del tipo todo-parte, y hay también una historia natural: toda micro-relación detectada a nivel subcelular sólo se puede contextualizar en un marco envolvente de macrorrelaciones que posee una historia, y que “da sentido” a la forma (el *hábito*) de interacciones de esas moléculas (Emmeche, 1998). Sin embargo éste tipo de funcionalidad todo-parte sólo es resultado de una historia evolutiva de hábitos y de logros. Es una funcionalidad ya “atrapada” en una estructura cristalina, por así decir. En su seno sigue operando, pero aparece un tanto estática y difícil de disolver o trastocar la propia cristalización. Esto es, nuestro autor solo recurre a un tipo de funcionalidad “ya resuelta”, que exige una génesis y una evolución dentro de una visión completa de la vida.

La llamada “Revolución Cognitiva” hizo de la mente un sistema procesador de información (Blanco, 1997). Más discretamente, desde los años 40, la célula, en una escala de integración de la vida todavía más fundamental, también empezó a verse como una computadora (Emmeche, 1994b, 1997) (Hoffmeyer, 1998)

Sin embargo, en esta biología computacional (y en ramas derivadas, como p.e., cibernética, conexionismo, vida artificial, los sistemas complejos adaptativos, etc.) se toma en serio la idea de que la célula no es un mero centro de interacciones causales

químicas, y por ende, físicas. Algunos insisten en que la célula es un centro “inteligente”, en un sentido computacional. Se ha hablado de la Célula como un órgano de memoria, de la célula como intérprete de mensajes un contexto de trayectorias morfogenéticas (René Thom, la propagación de la forma). Oyama (2001) incluye trabajos donde la célula figura como ser activo e inteligente (en algunos sentidos) en su teoría de los sistemas contingentes en desarrollo. Hoffmeyer, la toma como intérprete en el sentido semiótico de Peirce (Emmeche y Hoffmeyer, 1991). Thure von Üexkull (1992) describe la célula como entidad con su propio *Umwelt*; Waddington, la célula como sujeto de decisiones. Y un largo etc.

Este tipo de visiones también se han dado en el ámbito de la neurociencia, cuyas unidades básicas de procesamiento, las neuronas, no dejan de ser células especializadas, que no se limitan a enviar y recibir impulsos (como la mayoría de las neuronas de los sistemas conexionistas del estilo PDP, Procesamiento Distribuido en Paralelo, con pequeñas cajas negras) (Rumelhart et al. 1986) sino que poseen un cierto “comportamiento” como en la teoría de D.O. Hebb, al referirse a conexiones neuronales “dependientes del uso” (Hebb, 1949; Blanco 2000b). Se puede decir que este famoso psico(bió)logo fue el mentor del conexionismo, movimiento que no surge de la nada y que encuentra al menos en Cajal y ciertos discípulos suyos unos predecesores insuficientemente conocidos. Las neuronas, como entidades microscópicas, no sólo “explican” la acción, como quiere la neurociencia reduccionista de nuestros días, sino que ellas mismas son individuos agentes de su propia acción, en el curso de toda la embriogénesis y luego en todo el ciclo vital del animal. Ellas migran y toman contacto atendiendo a hábitos contraídos y respuestas contextuales. La famosa “sinapsis de Hebb” es un modelo simple de *funcionalidad por hábito* – inexplicable por causas fisico-químicas más básicas, aunque sí necesarias en una célula que cuenta como ambiente para su acción al menos con otra célula ante la que responde. Los hábitos contraídos por las células hebbianas se pueden interpretar como “aprendizajes” (por los conductistas), “comunicaciones” (por los semióticos), retroalimentaciones (por los cibernéticos), etc., pero en cualquier caso son *relaciones funcionales* emprendidas por individuos activos que activan los procesos fisico-químicos correspondientes dentro y fuera de sus somas, y no a la inversa, como pretenden los reduccionistas. Aquí, por funcionalidad ya se debe entender algo más específico que la relación todo-parte, y parte-parte en el contexto de un todo. Esto es, la funcionalidad antecede y presupone la construcción de las estructuras estabilizadas, y de las relaciones *mereológicas* de Emmeche. La funcionalidad como génesis de nuevas estructuras en el desarrollo individual del organismo, siempre en contexto con su ambiente, provocadora de cambios microanatómicos y de nuevas bases para nuevos cursos y clases de acción, no ha estado ausente de la propia tradición de la neurociencia, con Cajal a la cabeza, que exigiría, así pues, en su meollo una psicobiología propiamente funcional.

Y sigue de ahí, de Hebb y de la psicobiología funcional, una inmensa tradición experimental que estudia los efectos del aprendizaje y de alteraciones en el ambiente (deprivación, ambientes enriquecidos, etc.) una tradición experimental que procede directamente de Cajal y sus discípulos, D.O. Hebb. Se distinguen al menos dos escalas de plasticidad dependiente del uso: (a) Plasticidad del desarrollo, y (b) aprendizaje y memoria como relaciones funcionales cristalizadas y posibilitadas por cambios microanatómicos en el cerebro. La primera (a) caracterizada por una sobreproducción de sinapsis en momentos críticos de desarrollo, seguida de una muerte selectiva. Los contactos sinápticos son transitorios en un primer momento, pero requieren de ulteriores confirmaciones o estabilizaciones. El origen de esta idea se remonta a las teorías de Flechsig acerca de la maduración neural, teorías que, a su vez, recuerdan a las de Haeckel: la ontogenia recapitula (en orden temporal) la filogenia. Las razones aducidas para resucitar esta hipótesis consisten en decir que, por medio de un periodo

crítico de extrema plasticidad neural, a lo largo del desarrollo embrionario y poco después del nacimiento, se simplifica y se aligera la "carga" de información que debe contener el genoma.¹¹

Estas ideas, de confirmarse, pueden tener una enorme importancia, ya que habría una enorme similitud entre los procesos de *desarrollo neural* (a) y los procesos de aprendizaje y memoria (b) que prosiguen a lo largo de la vida, incluso adulta, del organismo. En el caso de estos últimos, parece como si respondieran a la incapacidad que los sistemas nerviosos tienen para "predecir" o "adelantarse" a los cambios muy concretos y específicos que van a tener lugar en la experiencia individual. Se puede pensar que la evolución no ha diseñado un único sistema de "almacenamiento de información" y que la adaptación es más eficaz si la modificabilidad microanatómica se da con una exactitud de detalle creciente y una plasticidad mayor en estas tres escalas: 1º) filogenética, 2º) ontogenética (*developmental*) y, 3º) finalmente conductual. Ebbeson (1984) ha relacionado --en la línea de Haeckel-- la filogenia con la ontogenia de los circuitos neurales, mientras que ya Hebb (1949) había relacionado la ontogenia con la plasticidad "conductual" (el aprendizaje y la memoria).

Lorente de Nó y el propio Cajal hicieron referencia al *comportamiento* neuronal. La neurobiología del desarrollo ha ido tratando a las células nerviosas como sujetos en movimiento, de toma de decisiones, buscadores de dianas y acoplamientos, etc. La propia mortandad de neuronas en las fases tempranas de desarrollo *depende* del "comportamiento" y la "historia funcional" de estos sujetos microscópicos. Ebbeson (1984) lanzó una provocativa sugerencia, partiendo de la idea de Haeckel: la ontogenia recapitula la filogenia, Ebbeson formuló su teoría de la "parcelación", según la cual, tanto en el desarrollo del embrión evolucionando hacia un ser individual, como en la filogénesis de las especies, los SNs no ganan en interconectividad, que es una idea muy popular asociada con una mayor complejidad neural, sino todo lo contrario, cuanto más "desarrollado" está el cerebro de un embrión (en el caso de la ontogénesis) así como más desarrollado el SN de una especie (por ejemplo los primates comparados con los peces, ratas, gatos, etc.), más "parcelado" se encuentra en regiones o subsistemas específicos, que han de diferenciarse entre sí precisamente por una pérdida de conexiones con otros sistemas y subsistemas. En el caso ontogenético, que es el que nos interesa aquí, esta pérdida de conectividad se daría, efectivamente, por medio de procesos apoptóticos. En las primeras fases, el sistema nervioso embrionario de los vertebrados aparece como una suerte de masa indiferenciada. Hay en él una exuberancia conectiva. El progreso hacia un sistema maduro implica una pérdida en esa exuberancia, parcelando diversos sistemas. La sobreproducción de neuronas en el embrión individual sería análoga a la sobreproducción de especies. Por otro lado, el aumento en la diferenciación del SN está relacionado con un aumento en la migración de neuronas, así como con un aumento en los cambios selectivos en las conexiones. Así mismo, se da una citodiferenciación, esto es, en el SN desarrollado (onto y filogenéticamente) se dan más tipos de neuronas.

De la misma manera que hay una importante tradición de psicobiología o neurociencia muy funcional y centrada en la célula, ya casi desde sus orígenes, a

¹¹ Este tipo (a) de plasticidad sería una forma de "almacenar información", a una escala ontogenética, caracterizada por sobreproducción de sinapsis potenciales y ulterior "poda" de aquellas que resultan inadecuadas. Su distribución sería uniforme entre poblaciones homólogas de neuronas (b). El segundo mecanismo de plasticidad, "dependiente de la experiencia", *experience-dependent*, se refiere a la amplia producción de sinapsis ocurrida *localmente*, también seguida de una selección. Según esto, el aprendizaje sería una forma de expresarse la plasticidad de los sistemas neurales, posible incluso en la adultez de los mamíferos, idea que ya fuera sugerida por pioneros de la neurociencia como Tanzi y Cajal.

pesar de la prevalencia actual del reduccionismo, en la biología computacional también se trata de hacer de la célula en general (más allá de la neurona) un agente altamente organizado, que realiza en su interior complejas computaciones, además de la información recibida y transmitida al medio.

Más allá de los códigos nerviosos y hormonales que la neurociencia computacional trata de simular, en la biología computacional de la célula se han de tomar en cuenta “códigos metabólicos” intracelulares (Thomkins). Con todo el riesgo de “homunculizar” (Dennett, 1978) la célula y sus orgánulos, e incluso las moléculas, se introducen términos informacionales e incluso “cognitivos” (intencionales).

Véase, p.e. el concepto de “reconocimiento molecular”. Stjernfelt (1992) lo describe como un caso de “percepción categorial” a nivel químico. Los autómatas celulares, cómo no, dan lugar microscópicamente a los autómatas moleculares.

Hay una biología computacional (y Vida Artificial) realista, que admite como idea perfectamente natural que la naturaleza computa a todos los niveles. Evidentemente, esa idea tiene truco, pues se dan como pre-ordenados unos entes discretos básicos que, por emergencia (*bottom-up*) esto, es, de abajo a arriba dan lugar a fenómenos de complejidad. Emmeche tiene la precaución de discutir este realismo desde un flanco meramente metodológico, esto es, ajeno a preconcepciones ontológicas sobre la madre naturaleza y sus cortes -igualmente- naturales. Se trata de un *irrealismo* de modelos, fundado en la practica de modelar y “ver qué es lo que sale” (emergencia). Ya en los primeros tiempos de la cibernética, se hablaba de modelos y cortes (*distinciones* para el establecimiento de partes ordenadas jerárquicamente) *dependientes del observador*.

Pues bien, esa dependencia del observador, que hace distinciones, es la predomina en el antirrealismo de Maturana y Cía. Como cuestión de hecho, los autómatas celulares de von Neumann, y otros tantos sucesores suyos, como los de Langton, tienen muy poco de reales. En este sentido, el antirrealismo de ciertas epistemologías que se dicen llamar “constructivistas” es coordinable con lo poco realistas que son los modelos y simulaciones, y nos tememos que hay en esto un intento de buscar coartada (Emmeche, 1992^a, 1992b, 1993, 1994ab, 1997, 2001c). El rasgo que más caracteriza la postura de Emeche quizá sea su apreciación de lo funcional como relación no mentalista ni mistificada, relación siempre envuelta dentro de las computaciones.

En efecto, detrás de toda computación hay estados físicos y relaciones casuales que crean y modifican estos estados físicos. Por cada computación hay una función, esto es, una relación de relaciones físicas. La cuestión es que no hay naturaleza sin funciones, entre las cuales se encuentran esas mismas relaciones causales construidas por un sujeto (que es más que un observador, es un establecedor de nexos casuales y otros nexos funcionales). Emmeche (1994b), cuando plantea si la computación es una propiedad intrínseca y natural de un sistema, o si por el contrario es relativa a un observador intencional, está en realidad rozando el problema ontológico de las funciones, pues los algoritmos que instruyen secuencias de computaciones son, en realidad, registros de funciones que han de ordenar, a su vez, secuencias (o masas en paralelo) de cambios fiscalistas en una determinada estructura. La ciencia, en diversas ramas, encuentra cómodo el uso del ordenador y de los modelos computacionales porque este aparato electrónico, junto con las técnicas de manipulación simbólica y de cálculo a él asociadas, son los contextos ejemplares de relaciones funcionales, es decir, relaciones sobre relaciones fiscalistas. El nivel computacional, si se quiere, es ‘real’ a efectos descriptivos, tanto como el nivel fiscalista. Tan ‘real’ en el plano de la descripción como *El Quijote* de Cervantes, o una fotografía del periódico, como los textos o imágenes de todo tipo, independiente de su posible relación con objetos físicos y situaciones ‘objetivas’. En cuanto ‘artefactos’ construidos por científicos y programadores, esos algoritmos son construcciones

culturales igualmente objetivas. Pero su carácter *funcionalmente epistemológico* estriba en que son notación y ordenación (relaciones, por tanto) de relaciones fiscalistas.

Información comunicada en contexto. La alternativa biosemiótica.

La información biológica, como señalan Hoffmeyer y Emmeche (1991a) es siempre un proceso plural en el que intervienen al menos dos clases de unidades cualitativamente diferentes por un lado, el signo, como unidad básica de relación, y que Hoffmeyer entiende también con unidad fundamental de la biología. Por otro lado, el cigoto, como unidad estructural o morfológica.

La interacción entre estas dos clases de unidades se define siempre como una conversión recíproca de los dos tipos de códigos que les corresponde: analógica y digital, respectivamente. El cigoto es el “usuario” mínimo de información que cursa en desarrollo. “Él” es el punto de partida, el a priori analógico que ya ha recibido una herencia digital (el ADN) hace, quizá, miles de generaciones. El signo es, por su parte, comunicación vertical (herencia) entre las generaciones tanto como comunicación horizontal (ecológica) entre los seres desarrollados a partir de esos cigotos. Signos y cigotos organizan el campo de la biología, siempre en un sentido relacional. El contexto es visto como el fondo de innumerables relaciones de entre las cuales destaca aquella que interese estudiar. Los biosemióticos entienden el pluralismo como la creación y mantenimiento de emergencias en el nivel de comunicación vertical, jerarquías genealógicas junto a las relaciones ecológicas, u horizontales, (Eldredge y Salthe, 1984). La teoría de los Sistemas en Desarrollo (Oyama, 2001), encaja con lo más fundamental del enfoque biosemiótico, pues pretende dar cuenta de las rutas alternativas (contingentes) de construcción partiendo de relaciones dadas en contexto, semióticas más que causales, por tanto. Las estructuras, como las relaciones mismas, llegan a estabilizarse de forma sensitiva al contexto de diversas maneras.¹²

Poner el mínimo estructural de la biología en el cigoto tiene sus razones. Y estas son razones relacionadas con la ontogenia. Emmeche no estaría dispuesto a sostener un pampsiquismo, que identifique cualquier interacción en contexto (cuasi-semiótica) con procesos vivientes y distinciones a todos los niveles incluido el nivel “por debajo de la célula”. El análisis *constitutivo* del sujeto de relación permite ver éste siempre como un *usuario* de hábitos –en el presente- y el *resultado histórico* de una estabilización de hábitos, bajo la égida de Peirce. De hecho, Emmeche (2002^a) adopta una versión débil de la *causación descendente* en el sentido de lo que él llama *mereología* (del griego, *meros*, parte) (Emmeche, 2002^a; Emmeche, 1994b). La causación que ya puede incoar un sujeto celular, hacia los niveles más bajos (físicos, químicos) no se entiende en la vieja línea del substancialismo, o dualismo. El emergentismo, en este sentido fuerte que Emmeche rechaza, se comprometía con los mismos problemas metafísicos en torno a la interrelación entre sustancias radicalmente heterogéneas (Blanco, 1998). Más bien, Emmeche se refiere a la función

¹² Para la ontogenia del sistema nervioso estos enfoques son de particular interés. Las migraciones, los crecimientos, los ensamblados de circuitos, su parcelación ontogénica, etc. las neuronas parecen como dotadas de finalidad, y susceptibles de reforzamiento y otras “experiencias” sensibles al contexto (no sólo químico, no sólo intercelular, sino también contingente, a saber, lo que hacen otras células del microambiente... Creemos que no sólo son metáforas didácticas o expositivas de los biólogos. El mismo Cajal tuvo este tipo de ideas la referirse a las células como individuos, con movimientos “ameboides” y con una vida poblacional más animada que la de una simple “circuitería” (*hardware*) especialmente en la ontogénesis...

selectiva que los niveles altos de organización, verbigracia el *sujeto*, realiza sobre combinaciones de constituyentes materiales en los niveles más bajos. La causación descendente en un sentido débil parece coextensiva con la vieja causa formal aristotélica. “Se refiere a la forma de una determinada entidad o proceso como no reducible a causalidad efectiva o material. A menudo es descrita por conceptos como ‘la estructura de’, ‘organiza a’ (Emmeche et al, 2000b; p 16). En la causación débil hacia abajo, el nivel organizacional superior es el “todo”, o la estructura o la forma en que los constituyentes están dispuestos. Siempre se puede practicar un reduccionismo “constitutivo”, analizando el todo en sus partes, pero no un reduccionismo físico mecánico. En esto, Emmeche se separa del emergentismo fuerte, en la práctica, se distancia del vitalismo, cuya tesis es que los niveles superiores son irreducibles constitutivamente a niveles inferiores. Los procesos moleculares y bioquímicos de una célula no explican a ésta como totalidad causadora per se. Además este vitalismo también es un cortocircuito para la causación ascendente (*upward*). Estos procesos subcelulares no pueden enseñarnos cómo funciona la totalidad. La postura que los autores llaman “*Medium downward causation*”, que tampoco coincide con la versión débil de Emmeche et al., se define así: “una entidad de alto nivel llega a ser a través de una realización de uno de entre los muchos posibles estados de bajo nivel –con los previos estados del alto nivel como factor de selección.” (Emmeche et al, 2000b; p. 11). Esta idea puede ser interpretada como “condición límite”, en el sentido matemático. Estas condiciones son selectivas de los estados de bajo nivel pero, nótese, ya se dan por supuestos estos estados de alto nivel, como preexistentes y capaces de actuar. Esta sería la postura de Sperry, que está lejos del vitalismo o causación fuerte hacia abajo, pero la de Sperry es una filosofía igualmente sustantivadora del nivel formal u organizacional. En efecto el emergentismo “moderado” de Sperry no da cuenta - *genéticamente* diríamos nosotros- del desarrollo mismo de esos niveles. En esta crítica de Emmeche et al formulan no podemos por menos de coincidir, pues en coherencia con Sperry tendríamos que admitir una especie de estructura ordenada jerárquicamente, a la manera escolástica, inamovible con respecto a toda gnoseología de esa estructura. Además, decir que la mente mueve los niveles inferiores, sin *interactuar* físicamente con ellos (Sperry) es una especie de “*supervenience* (relación sobrevenida) inversa”

En los escritos de Hoffmeyer se va más allá. La célula haciendo uso de su propia actividad, es resultado de una historia de hábitos, que cuenta entre sus episodios principales la formación de membranas (Hoffmeyer, 1998): Hay en la membrana algo así como un *minimum* de semiosis. Las membranas semipermeables son el germen de la dualidad organismo-ambiente. En su interesante trabajo “*Origin of Species by Natural Selection*”, Dice Hoffmeyer: “la vida y la semiosis coevolucionaron a través de procesos pre-bióticos de cierre de membrana seguidos por un proceso de interiorización, en el cual las membranas construyeron una asimetría entre sus interiores y exteriores excluyentes”. Se trata de algo así como una colonización del espacio interno. Esta topología arquitectónica es un hábito de la materia para afrontar las condiciones externas. La misma evolución de la vida es la historia natural de la aparición de signos, y en el signo ya se debe dar una estructura topológica al menos dual, que es el dentro y el afuera. Pues otro gran paso de esta señalización ha sido la aparición de los metazoos, que en su desarrollo embrionario consisten no en obedecer alguna suerte de *bauplan* (plan fundamental del organismo) sino que consisten en las interacciones secuenciales (“semióticas”) a partir de linajes celulares en interacción con señales que reciben de su medio (formado por gradientes moleculares, por otras células, o placas, tejidos, etc. de células ya con-formadas). Ningún tegumento biológico proporciona una distinción absoluta entre interior y exterior de un organismo. La membrana celular de un huevo fertilizado es, necesariamente, más porosa que la mayor parte de ellos. Debido a que ella regula gran parte del tráfico entre lo interno y

lo externo, la membrana celular es en sí misma un agente activo a la hora de moldear el cuerpo que ella contiene. Estos hechos constituyen una llamada de precaución contra las concepciones del organismo como un individuo autónomo, aislado del mundo externo por una frontera estática o preexistente. Incluso así, la membrana celular, dinámica y permeable, define un límite que la evolución no ha ideado de manera marginal, sino que está dotado de una significación vital absoluta. La piel, o la membrana celular, tiene como finalidad inicial mantener las cosas juntas, a saber, la proximidad entre las grandes moléculas y estructuras subcelulares que se necesitan para el crecimiento y el desarrollo. (Fox Keller, 2000)

Kalevi Kull (2000a), otro biosemiótico dedica un artículo al efecto Baldwin, uniendo, por un lado la interpretación funcional del genoma, y por otro, la interpretación semiótica de la lectura y uso que el genotipo, v.gr. la célula, hace del genoma. En la primera, se debe tener en cuenta que una gran parte del genoma no está activada, y la que está es en *función del uso* que se va haciendo de él (y por tanto, se da una evolución neutralista –Kimura- y no seleccionista). En la segunda parte, la actividad del organismo se entiende como una “lectura” e “interpretación” que el fenotipo hace del genoma, haciendo uso –y exclusión del genoma no relevante- el organismo busca el sentido del texto que sólo es relevante como material disponible. En el sentido de von Neumann, tenemos de nuevo la idea de una información latente o potencial: es el uso (hábito, selección y eliminación) la que da vida a ese depósito de símbolos. También podríamos encontrar aquí un ejemplo de “causación descendente”. En el trabajo de Emmeche *et al* veíamos que ésta era fundamentalmente selectiva – una causa formal ejercida sobre niveles más profundos de disposición de la materia. Y ¿qué es esa ‘interpretación’ de listas de símbolos digitales, salvo una selección realizada por el propio organismo, de ciertas pautas de acción que se tornan estables por su propia eficacia? Esa adaptación orgánica no tiene por qué palpase estadísticamente en términos de reproducción diferencial. Una población de individuos “respondientes” ante las mismas condiciones ecológicas descubrirán e incorporarán semejantes hábitos, que en el lapso de las generaciones son selecciones también estabilizadas de esa parte funcional del genoma que ahora se está aprovechando como guía de la evolución. No hace falta pensar en ningún mecanismo ‘lamarckiano’ que trastoque (causal-eficientemente) el genoma. Tendríamos, en el tema de la ‘potencialidad’ del genoma, una consideración netamente funcional del mismo, que evita su cosificación. Por otro lado, en la visión ‘interpretativa’ que el uso ejerce sobre esas potencialidades, tendríamos un ejemplo de causa descendente no-fuerte, donde la metáfora de la lectura y de la hermeneútica de los textos genómicos sirve para dar cuenta de la *infinitud* que ahora se nos abre respecto a la acción de los organismos, con las constricciones ecológicas y físicas que sean menester.

Biología Teórica y de la Complejidad.

No están claros los límites entre la disciplina de la Biología Teórica, y la filosofía de esta disciplina. Mucho menos lo están con relación a los campos de la biosemiótica, la psicología y la Vida-Artificial, por citar algunos. Baste recordar el honor que toca rendir a Waddington como fundador de esta corriente, así como sus estrechas relaciones con el enfoque de Piaget, la cibernética, y la E.E. fundada por Lorenz y sus seguidores. De todas estas estirpes tan diversas, armados además por los avances de la física y química de los procesos irreversibles y de la teoría de la computación, así como la robótica, procede el nuevo campo de los sistemas complejos adaptativos.

En esta biología teórica, hay autores que coinciden en la idea del “doble código”, aunque las terminologías varíen. Kull lo expresa en términos de oposición

entre copia y traducción”¹³ Mientras que Dawkins (1999) en *El Río del Edén* nos habla de las especies como colecciones de genes fluyendo en un río de tiempo que, de cuando en cuando, se separan y se dicen adiós para siempre, sólo guiadas por la replicación en fenotipos no-sólo-corporales. Kull opone un *textualismo* centrado en la ontogénesis. No hay tal cosa como los *memes*: la lectura analógica de unos signos codificados en los genes es algo mucho menos mecánico y unívoco que la lectura de un contador. Por su parte, H.H. Pattee (1996), que también postula un doblete tanto para la biología como para las ‘ciencias de la complejidad’, asigna al sujeto solamente esa función de *medida*, claramente fisicalista (ver también nuestro epígrafe sobre Diettrich) y su fisicalismo residual al contar al sujeto como mero observador, que para los físicos vale decir, un lector de contadores). Según este fisicalismo no hay nada más que: aparatos, medidas, o sea, observadores, y leyes naturales. Finalmente, entre medidas y leyes se produce un cierre semántico.

Hoffmeyer cifra en la formación de superficies, membranas en las células, el hecho radical de la biología, posibilidad de creación del *Umwelt*, permite hacer las mediaciones dentro-fuera, y fuera-dentro. Así, la vida, el hábito y el signo son coextensivos para Hoffmeyer (1998) por obra de la aparición de “superficies dentro de superficies”¹⁴

En la consideración de la célula como sujeto se mezclan, usando la distinción de J. Maynard Smith, dos tipos de niveles causales, *remoto* (funcional y evolutivo) y *próximo* (bioquímico y fisiológico) (Ariew, 2001). Por supuesto, la separación de esos dos niveles es mantenida por el mecanicismo y la biología ortodoxa, pero se puede colar en la propia caracterización de la célula como sujeto semiótico (Emmeche y Niño-El Hani 1999). En las causas que Maynard Smith denominaba “próximas”, debe manejarse una definición de vida que incluya entidades no vivientes en interacción. Emmeche va en la línea correcta, creo, al tratar de recuperar la causación formal, de inspiración aristotélica, que además se extiende a las causas remotas de la biología (explicación funcional y evolutiva). Se ve la causación formal como el tipo de explicación que permite unir esos niveles, remotos y próximos. La causación formal, dice Emmeche (1997b), consiste en explicar una estructura o proceso en términos de un patrón espacio-temporal. Así, por ejemplo en embriología, el origen y el movimiento de las células desemboca en un patrón espacio-temporal de la parte formal de un embrión (Emmeche, 1997b, nota 66). En verdad que restaurar la doctrina de Aristóteles de las cuatro causas supone restaurar al menos una buena parte de su filosofía organicista, que era más o menos un sistema, es decir que el propio aristotelismo es una red de implicaciones o dependencias. Asumir otras causas además de la eficiente supone, con las actualizaciones empíricas necesarias, correr con el riesgo de ir reintroduciendo otros conceptos necesariamente relacionados. Y eso mismo tenemos también con la idea de “potencialidad”. Así, p.e. cuando John von Neumann, uno de los padres de la “complejidad”, por ser un padre de la teoría de la información, distingue entre información pasiva y activa, está resucitando los términos “potencia” y “acto”. En un principio, la existencia de programas en una memoria frente al *uso o función* de ellos, fue una idea clave del cognitivismo. Pero hoy, con el auge de las teorías de los sistemas complejos, podemos reconocer que la materia toda, en tanto sometida a la 2ª ley de la termodinámica, puede ser comprendida como

¹⁴ Según Hoffmeyer, estos serían los pasos necesarios para el origen de la vida: cierre autocatalítico (descrito por Kauffman), 2) establecimiento de asimetrías entre el interior y el exterior (superficie cerrada), 3) protocomunicación (una comunidad de superficies), 4) redescrípción digital (dualidad de códigos, analógico y digital, que es una especie de reformulación biosemiótica de la distinción de Hull entre replicadores e interactores, 5) formación de ‘interfaces’, o sea, bucles entre el interior y el exterior.

información –neguentropía- esto es, como una cierta actualización de sus potencialidades (no hay materia absolutamente caótica, siempre contiene información porque “va en contra del caos”).

Emmeche revisa dos puntos de vista relativos a la complejidad. Uno es el punto de vista *Internalista*. La complejidad supone un conjunto de propiedades inherentes al propio sistema. La heterogeneidad de partes ya supone una cierta “causalidad *intrínseca*” Los componentes internos, altamente organizados imponen tendencias o estructuraciones posibles, con independencia de los factores ambientales o ajenos al sistema. El otro punto de vista es el *externalismo*. La selección natural es la demandante de cambios internos, fundamentalmente por eliminación. La complejidad de un sistema tendrá que moverse dentro de unos límites, el ‘umbral de von Neumann’. Sobrepasando este límite, el sistema degenera y la colección de partes se desune. Entre estos márgenes de complejidad necesaria para la supervivencia (externa) pero con economía (interna) de partes, podemos tratar de entender qué define un ser vivo. Los artículos de Emmeche no tienen miedo a la *definición* de esta forma de ser, la vida, si bien al volver a las definiciones en la ciencia (al margen de sus exposiciones didácticas) no es preciso aceptar una suerte de esencialismo. Introducir definiciones en términos de condiciones necesarias y suficientes parece ir contracorriente en la ciencia actual, donde predominan los puntos de vista escépticos, instrumentalistas y operacionalistas. *Vida* no es un concepto imprescindible para hacer experimentos y para la práctica metodológica de los biólogos. Sin embargo, todos los investigadores deberían recordar la autonomía del campo de lo vivo que Lamarck, (y Treviranus, Burdach) concedieron a esta ciencia, frente al reduccionismo físico y químico. Los seres organizados vivos ya fueron demarcados frente a otras especies de entidades. En la base está Kant, cuando sostuvo que un producto organizado de la naturaleza es aquel en que cada parte es recíprocamente fin y medio. Es evidente que en los seres altamente organizados, entre ellos los vivos, la relación medios-fines dentro de un todo, y de las partes como medios para el todo, abre la brecha al problema epistémico de las partes observables. Así, de entre las partes, si estas son parte de una totalidad viva algunas operaciones son de medida y de observación. El mecanicismo clásico, resumido en la frase “ciencia independiente del observador” es inútil en las ciencias biológicas y en el paradigma de la complejidad. Esto lo afirma H.H. Pattee (1996). Una simple célula ya no es simple en la medida en que su actividad es “instrumento” (medio) + sujeto (todo, fin). La medida más simple viene dada por la propia conducta del organismo a nivel local. El binomio medida+observaciones (vale decir, sujeto), significa establecer, ya, el cierre semántico (no necesariamente semiosis) que distingue de todas las otras interacciones físicas del paradigma clásico. La complejidad pide un punto de vista relativo al observador que se vierte sobre el sistema. El sistema puede, incluso, contar con partes observantes que son constitutivas del sistema (Ashby ya habló de la cibernética relativa al observador, y otro pionero, H. A. Simon, aludió a la posibilidad de que una jerarquía de niveles sea requisito para el reconocimiento del sistema como tal, esto es, observable. Con la “complejidad” está aconteciendo algo parejo que con la “intencionalidad” (Searle, etc.): ¿será relativa al observador? ¿Es intrínseca?

Y esto nos devuelve al concepto de “forma”, que Emmeche resucita a partir de su vieja raíz aristotélica. La forma (a diferencia de la materia, inobservable sin su estructura, ya en el sentido neguentrópico) ya va soldada siempre al sujeto observador que la construye o la entresaca de entre otras formas. Los biosemióticos necesitan ver la forma como signo que transporta contenido, sólo de forma relacional (relativa) al sujeto y al contexto. Las incursiones de E. en la Vida Artificial le permiten oscilar entre el enfoque estructural, que de suyo es el aristotélico-escolástico hasta llegar a Saussure, y el peirceano, mucho más fluido y relacional. Saussure, sólo recogía un aspecto significativamente epistémico (relativo al sujeto) para la forma: la distinción.

Un signo tiene un valor posicional en el sistema (aspecto objetivo, relativo al sistema) y *distintivo*, en sí mismo en cuanto reconocible por el sujeto.

Los biosemióticos hablan de esta superación del estructuralismo, que es un enfoque plano, bidimensional, en el fondo dualismo sujeto-objeto, por la triangularidad de Peirce, que además es relativa hasta el infinito, pues un elemento se resitúa en cualquiera de los vértices del triángulo. Nada es intrínsecamente, signo, o sujeto, o significado.

Los primeros trabajos, y los firmados conjuntamente con Hoffmeyer, siguen en esta línea. Pero los que versan sobre aspectos filosóficos de la biología así como los que tratan sobre Vida Artificial, se preocupan en general sobre la información en la biología, y sobre un punto de vista anti- neodarwinista en general. En algunos momentos se muestra muy crítico con el pan-semiotismo (Emmeche, 2000b).

El suyo parece un materialismo no-reduccionista y anti-mecanicista. Salvo en alguno de los pasajes ya mencionados, referidos al efecto Baldwin y la conducta de los animales, su papel de "actores" en la evolución queda muy difuminado ante el grueso de sus reflexiones epistemológicas. Es un filósofo de la biología, de talla sin duda, que refresca por su articulación sistemática de enfoques (biosemióticos, embriológico-constructivistas, computacionales A-Life, etc.). Mas falla, de momento la psicología en esta nueva articulación. Y eso que ya hemos visto que su concepción "suave" de la causación descendente le daría pie a ello, frente al gremio de los filósofos (analíticos) de la mente, tan enamorados de la neurociencia en sus argumentos. Es perspicaz, y sabe encontrar un mecanicismo puro y duro en la autopoiesis de Maturana, por más que Maturana no quiera saber nada del concepto de Representación (la única noción por la que la ciencia cognitiva logra el salvoconducto de no ser tragada por la física-matemática según sus propios postulados). Tampoco Maturana quiere la teleología en su sistema. Sólo la Autonomía definida en un sentido muy estricto. Sólo compartirían Emmeche y Maturana ese cariz autónomo de la biología, garantizado por la red de producciones. En la red de producciones capaz de generar su propia red hay, no obstante un "escalón" ontológico (o sea, dos superficies o niveles distintos, que se deben vincular operatoriamente) y aquí entra la *mereología* que a Emmeche tanto interesa. La red autopoyética contiene entes vivos y no vivos. Para Maturana la autopoiesis genera la autopoiesis- la célula como maquina autopoyética, de la que excluimos semiosis y teleología, es vista por Maturana como una máquina química. Es, sí, unidad organizada que se produce a sí misma como totalidad y sus componentes.

El 'cierre' no está escalonado. No hay pluralidad entre niveles constructivos. Los procesos circulares "llegan" a ser circulares. La autonomía de Maturana guarda un aroma tautológico. ¿No será que los dos tipos de regeneración o *poiesis* encubren la pluralidad, propiamente?

En síntesis

No vamos a poder concluir tesis alguna a partir de un panorama tan abigarrado como el que se ha descrito en las páginas que preceden. El hilo conductor fue la presencia de enfoques, autores, o tesis concretas de signo constructivista en las distintas disciplinas, especialmente, éstas: Filosofía, Psicología y Biología. No todos los enfoques constructivistas fueron atendidos, pues hay muchos más que aquí no están representados, y que podrían figurar de acuerdo con nuestros criterios. Para establecerlos, nos hemos centrado en aquellas teorías epistemológicas y filosofías de la naturaleza, que sirvan como puente de unión entre las ideas de *Vida* y *Conocimiento*. Esa unión misma es uno de los componentes de una teoría constructivista. Pero en aquellas teorías que habíamos encontrado, en principio, más afines, al menos atendiendo a sus propias proclamas y rótulos, como por ejemplo

“Biología del Conocimiento” o “teoría evolucionista del conocimiento”, hemos podido comprobar que una mera unión de sintagmas no garantiza de manera inmediata, y sólo por ello, una epistemología *verdaderamente constructivista*. ¿Y qué rasgos nos permitirían acercarnos a ella? Para esta empresa hemos improvisado un cuadro clasificatorio. En él se pueden ver a simple vista las afinidades entre los enfoques comentados, aunque algún otro enfoque que se cita de pasada en el texto se ha dejado fuera a la espera de análisis más profundos. Con rápidas respuestas de “sí” o “no”, que requieren a veces de mucha matización, se podrá ver si los distintos enfoques son “Realistas” en lo epistemológico, en lo ontológico, o por el contrario propenden al instrumentalismo tal y como hemos descrito esta corriente más arriba. Ni qué decir tiene, a estas horas, que el constructivismo más genuino se aparta de manera equidistante del realismo tanto como del instrumentalismo, si bien históricamente ésta corriente haya servido de forma polémica para combatir el realismo (o su contrafigura misma, el *idealismo*). En la columna “Funcionalismo” hemos de situar las posturas más propias del constructivismo tal y como aquí lo hemos interpretado. Pero como quiera que no es el único rasgo (“prototípico”) a tomar en cuenta, se recomienda leer la presencia y ausencia colectiva de los otros rasgos, pues también incumben, ya que nuestro diagnóstico no pretende ser del tipo “todo o nada”.

	Realismo epistemológico	Realismo ontológico	Instrumentalismo	Funcionalismo
E.E.	NO	SI	SI	NO
Diettrich	NO	NO	SI	SI
E. Erlangen	NO	NO	NO	SI
Emmeche	¿SI?	¿SI?	SI	SI

Como se puede apreciar, las corrientes comentadas, a excepción de la E.E. pueden ser diagnosticadas como contrarias al realismo, al menos en sentido ontológico. Una marca de clase del constructivismo es la crítica a todo concepto de realidad entendida como cosa en sí, autosuficiente e independiente de las actividades del sujeto constructor de conocimientos. En la más estricta tradición kantiana, la propia realidad, o las sustancias, no son sino categorías ordenadoras de nuestra experiencia y que la dotan de sentido en la vida. El realismo ontológico de Claus Emmeche está referido al *mínimum* ontológico requerido para la realización de operaciones, esto es, al substrato biológico necesario para que un ser sea llamado sujeto. Sólo en este sentido nos arriesgamos a clasificar a este autor como realista. Su “cosa en sí” es – como substrato – un nivel de organización mínimo en la vida capaz de semiosis y de iniciar operaciones, y no meras señales bioquímicas y físicas. Debemos matizar, y por ello ponemos interrogantes a su adscripción a los dos realismos, que Emmeche se inclina hacia un cierto irrealismo pragmático e instrumental cuando escribe sus comentarios sobre la vida directamente concernidos con la *A-life* (Vida Artificial). Sin embargo, cualquier “ontodefinition” de las propuestas por Emmeche se debe entender en un sentido funcionalista. La célula como mínimo sujeto operatorio (psicobiológico) se define por lo que ella es capaz de hacer, como ya ocurre con cualquier animal (excluimos aquí el análisis operatorio de las plantas de K. Kull). Esta definición funcionalista del sujeto, celular y animal como agentes operatorios, también predomina en la columna de comparaciones, haciendo exclusión de la E.E., cuyo *adaptacionismo* está unido de manera indisoluble a su realismo, y a su *mecanicismo* a la hora de entender la evolución como “dadora de formas” a la que se ajustan los seres, en un molde trascendental en el que ya se excluyen los propios sistemas operatorios conquistados por ellos. Diettrich se muestra funcionalista en lo que toma de Piaget,

v.gr. el proceso de obtención de invariantes cognitivas, si bien reducido a una mera conmutación de operadores. Los filósofos de Erlangen describen al sujeto, de manera muy funcionalista, como “rector” de sus propios conocimientos, desde un fondo vital *protocientífico*, que se debe adquirir en la ontogénesis del ser humano, y cuyo desarrollo en las más altas cotas del método científico no parece regirse por ningún criterio trascendental o metafísico. La misma lógica funcional estabiliza los conocimientos “verdaderos” en función de las propias capas básicas del sujeto. El sujeto es constructor de conocimientos estrictamente hablando, y no un moldeador de sí mismo ante algo que le trasciende. Nada más lejano del instrumentalismo, que tanto abunda en los constructivismos modernos, y que por resabios distintos, predomina sin fundirse del todo con él, como se aprecia en el esquema. Uno de esos resabios es el mecanicismo, el de la E.E. y el de Diettrich. Conocer es un medio instrumental para sobrevivir, adaptarse o salir adelante. El otro resabio es la metafísica pansemiótica. Emmeche, como los otros autores biosemióticos, que interpretando a Peirce a veces parecen entender que el *conocimiento* –bajo la especie de lo eterno, o de una evolución cósmica- no es más que un aspecto de una estructura relacional, por más que se valore sobremanera su importancia a la hora de lograr una mayor integración de ciertas unidades vivientes en su medio, por vía de una selección orgánica o causación funcional (*downward causation*), que trastoque las mismas relaciones fisicalistas habidas en el universo. El realismo ontológico de Emmeche destaca frente a otros semióticos, antirrealistas, en la medida en que su emergentismo concede realidad, funcional pero no sustancial, a los procesos cognitivos. La realidad viviente, entendida en sus términos como *mereología*, está definida por su cariz funcional: la relación entre las partes, y de éstas con el todo. No es importante que haya sustancias y componentes, para entender qué es el substrato de operatoriedad. Lo decisivo es que ese substrato ya es un *minimum* de relaciones funcionales que trastocan la causalidad fisicalista.¹⁵

Invitando al lector a un mayor debate y estudio de éstas y otras corrientes del constructivismo, aquí dejamos entrever que no puede haber una “esencia” fija de elementos constructivistas compartidos por todos ellos. Más bien hay rasgos que separan o acercan a estas corrientes entre sí, y cada una con respecto a un prototipo. Algún “sí” o algún “no” que figura en la tabla exige matizaciones y presenta dudas. Más bien representan acercamientos o alejamientos a una postura filosófica simplificada. Se admite que una teoría constructivista se aleja de posiciones realistas, y se acerca más a las tesis instrumentalistas y funcionalistas. Pero hay anomalías en ese esquema tan simplificado, pues nuestro trabajo sirvió para comprobar que también ganan peso otros rasgos y combinaciones de tesis originales. Este nos parece el caso de Claus Emmeche haciendo balance comparativo con las otras corrientes aquí examinadas.

Referencias Bibliográficas

- AMBROGI, A. (1999): *Filosofía de la ciencia. El giro naturalista*. Palma: Universidad de las Islas Baleares.
- ARIEW, A. (2001): “Ultimate vs. Proximate Distinction in Biology Revisited”, en http://www.uri.edu/artsci/phl/ult_prox.pdf.
- ASPRAY (1993): *John von Neumann y los orígenes de la computación moderna*, Gedisa, Barcelona.

¹⁵ Este autor presenta con claridad una ecuación interesante: Biosemiosis = funcionalidad = cierre operatorio.

- AYESTARÁN, i. (2000): "Naturalismo", pps. 415-419 en en MUÑOZ, J. y VELARDE, J. (eds.): *Compendio de Epistemología*.
- BAAS, N. y Emmeche, V. (1997): "[On emergence and explanation](#)", *Intellectica* 1997/2, no.25, pp.67-83 (también: the SFI Working Paper 97-02-008. Santa Fe Institute, U.S.A).
- BLANCO (1994): Reseña de Aspray (1993), en *Arbor*, CXLIX N° 585, pps.165-168.
- BLANCO (1998): "Elementos críticos para una psicología materialista", *Análisis y Modificación de Conducta*, 1998, Vol. 24, n° 94, 257-299.
- BLANCO, C.J. (2000^a): "Cognitivismo", pps. 120-124, en MUÑOZ, J. y VELARDE, J. (eds.): *Compendio de Epistemología*.
- BLANCO (2000b): "Conexionismo", pps. 135-139 en MUÑOZ, J. y VELARDE, J. (eds.): *Compendio de Epistemología*.
- BLANCO, C.J. (2000c): "Constructivismo", pps. 148-153 en MUÑOZ, J. y VELARDE, J. (eds.): *Compendio de Epistemología*.
- BLANCO, C.J. (2002): "La naturalización del psiquismo. Estudio crítico", *A parte rei*, n° 21, mayo de 2002. <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/natura.pdf>
- BRADIE, M. (1986): "Assesing evolutionary epistemology", *Biology and Philosophy*, 1, 401-459.
- BUTTS, R. y BROWN, J. (1989): *Constructivism and Science*, Kluwer, Amsterdam.
- DAWKINS, R. (1979): *El gen egoísta*, Labor Barcelona
- DAWKINS, R. (1988): *El relojero ciego*, Labor, Barcelona.
- DAWKINS, R. (1999): *El río de la vida*, Labor, Barcelona.
- DENNETT, D. C. (1978): *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology*, Cambridge, MIT Press.
- DIETRICH, O. (1991): "Induction and evolution of cognition and science", en Gertrudis Van de Vijver (Ed.): *Teleology and Selforganisation. Philosophica Nr. 47/II*.
- DIETRICH, O. (1992): "[Darwin, Lamarck and the Evolution of Science and Culture](#) ", *Evolution and Cognition*, 1st Series, Vol.2, No. 3.
- DIETRICH, O. (1994): "[Cognitive and Communicative Development in Reality free Representation](#)", *Intellectica*, 1994/1, 18, pp.71-111.
- DIETRICH, O. (1994): "[Is there a theory of everything? On the evolution of physical and mathematical knowledge](#)", *Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications*, Vol 80, p. 166-170.
- DIETRICH, O. (1994): "[Heisenberg and Gödel in the Light of Constructivist Evolutionary Epistemology](#)", *Ludus Vitalis*, Vol. II, Nr. 2, pp. 119-132.
- DIETRICH, O. (1995): "[A Constructivist Approach to the Problem of Induction](#)", *Evolution and Cognition*, Vol. 1, No.2. <http://www.vub.ac.be/CLEA/people/diettrich/-ref13>
- DIETRICH, O. (1998): "[Some Relations between Organic and Cognitive Evolution](#)", In: van de Vijver, G., Salthe, S., Delpo, M.(Eds), *Evolutionary Systems*. Kluwer, Dordrecht, p. 319-340.
- DIETRICH, O. (2001): "Foundations of Science", special issue on [The Impact of Radical Constructivism on Science](#)", vol.6, no.4: 273-341.
- DYSON, (1999): *Los orígenes de la vida* Cambridge University Press, Madrid,.
- EBBESON (1984): "Evolution and ontogeny of neural circuits", *Behav. Brain Sci*, 7, 321-366.
- ELDREDGE y SALTHER (1984): Hierarchy and evolution. In *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, R. Dawkins y M. Ridley (eds), 1, 184-208. Oxford: Oxford U. Press.
- EMMECHE, C. & Hoffmeyer, J. (1991): "[From language to nature - the semiotic metaphor in biology](#)", *Semiotica* 84 (1/2): 1-42.
- EMMECHE, C (1991): "[A semiotical reflection on biology, living signs and artificial life](#)", *Biology & Philosophy* 6(3): 325-340.
- EMMECHE, C. (1992): "[Life as an abstract phenomenon: is Artificial Life possible?](#)", pp. 466-474 in: Francisco J. Varela and Paul Bourguin (eds.): *Toward a Practice of Autonomous Systems. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*. The MIT Press, Cambridge, Mass.
- EMMECHE, C. (1992): "[Modeling Life: A note on the semiotics of emergence and computation in artificial and natural systems](#)", pp. 77-99 in: *Biosemiotics. The Semiotic Web 1991*, Thomas A. Sebeok & Jean Umiker-Sebeok, eds., Mouton de Gruyter Publishers, Berlin and New York.

- EMMECHE, C. (1993): "Is life as a multiverse phenomenon?", pp.553-568 in: Christopher G. Langton, ed.: *Artificial Life III* (= Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XVII), Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
- EMMECHE, C. (1994): *The garden in the machine. The emerging science of artificial life*. Princeton University Press, Princeton.
- EMMECHE, C. (1994): "The computational notion of life", *Theoria - Segunda Epoca* 9 (21): 1-30.
- EMMECHE, C. (1997): "Defining life, explaining emergence", en <http://www.nbi.dk/~emmeche>.
- EMMECHE, S. Køppe and F. Stjernfelt (1997): "Explaining emergence: Towards an ontology of levels", *Journal for General Philosophy of Science* 28: 83-119.
- EMMECHE, C. (1997): "Aspects of complexity in life and science", *Philosophica* 59: 41-68.
- EMMECHE, C. (1998): "The Agents of Biomass", p. 64-79 in: Andreas Jürgensen & Carsten Ohrt (eds.): *The Mass Ornament. The mass phenomenon at the turn of the millenium*. Kunsthallen Brandts Klædefabrik, Odense.
- EMMECHE, C. & Charbel Niño El-Hani (1999): "Definindo vida, explicando emergência", *Série Ciência e Memória*, No. 02/99 (CNPq, Observatório Nacional, Rio de Janeiro).
- EMMECHE, C. (1999): "The Sarkar challenge to biosemiotics: Is there any information in a cell?", *Semiotica* 127 (1/4): 273-293.
- EMMECHE, C.(1999): "The biosemiotics of emergent properties in a pluralist ontology", pp. 89-108 in: Edwina Taborsky, ed.: *Semiosis. Evolution. Energy: Towards a Reconceptualization of the Sign*. Shaker Verlag, Aachen.
- EMMECHE, C. (2000): "Closure, Function, Emergence, Semiosis and Life: The Same Idea? Reflections on the Concrete and the Abstract in Theoretical Biology", pp. 187-197 in: Jerry L. R. Chandler and Gertrudis Van de Vijver (eds.): *Closure: Emergent Organizations and Their Dynamics*. Annals of the New York Academy of Sciences, volume 901. New York: The New York Academy of Sciences.
- EMMECHE, C. S. Køppe and F. Stjernfelt (2000): "Levels, Emergence, and Three Versions of Downward Causation", pp. 13-34 in: P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann and P. Voetmann Christiansen, eds.: *Downward Causation. Minds, Bodies and Matter*. Århus: Aarhus University Press.
- EMMECHE, C. (2000): "Transdisciplinarity, theory-zapping, and the growth of knowledge", *Semiotica* 131 (3/4): 217-228. (a review of Floyd Merrell, 1996: *Signs Grow: Semiosis and Life Processes*. Toronto: Toronto University Press).
- EMMECHE, C. (2001): "Biology and the unity of science", *Sats - Nordic Journal of Philosophy* 2(1): 153-162. [a comment on Jan Faye, 2000, *Athenes Kammer*. Copenhagen: Høst].
- EMMECHE (2001): "Bioinvasion, globalization, and the contingency of cultural and biological diversity - some ecosemiotic observations", *Sign Systems Studies* 29 (1): 235-262.
- EMMECHE (2001): "Does a robot have an Umwelt? Reflections on the qualitative biosemiotics of Jakob von Uexküll", *Semiotica* 134 (1/4): 653-693.
- EMMECHE (2002): "The chicken and the Orphean egg: On the function of meaning and the meaning of function", *Sign Systems Studies* 30 (1): 15-32.
- EMMECHE, Kalevi Kull, Frederik Stjernfelt (2002): *Reading Hoffmeyer, rethinking Biosemiotics*. Tartu: Tartu University Press.
- EMMECHE (2002): "Taking the semiotic turn, or how significant phylosophy of science should be done", *Sats - Nordic Journal of Philosophy* 3 (1): 155-162. (review of: Günther Witzany: *Life: The communicative structure. A new philosophy of biology*. Norderstedt: Libri Books on Demand, 2000)
- EMMECHE (2003): "Biosemiotics", p. 63-64 en: J. Wentzel Vrede van Huyssteen (ed.): *Encyclopedia of Science and Religion*. New York: Macmillan Reference.
- FAERNA, A. (1996): *Introducción a la teoría pragmatista del conocimiento*, Madrid, Siglo XXI
- FAERNA, M.A. (1999): "El problema del conocimiento y la actitud naturalista eb filosofía", pps. 57-81 en J. Muñoz y E. García (eds.): *La Teoría evolucionista del conocimiento*.
- FERNANDEZ, T.R. (1988): "Conducta y evolución: historia y marco de un problema, *Anuario de Psicología*, 39, 99-136.

- FLOREZ (1999): *La Filosofía en la Europa de la Ilustración*, Madrid, Síntesis.
- FLORKIN (1974): "Concepts of molecular biosemiotics and molecular evolution", en *Comprehensive Biochemistry* 29A,1-124.
- FODOR, J. A. (1975): *The Language of Thought*, N. York, Harper & Row.
- FOX KELLER, E. (2001): "Beyond the gene but beneath the skin", pps. 299-312, en Oyama et al, *Cycles of Contingency*.
- GARCIA, E. y MUÑOZ, J. (1999): *La Teoría evolucionista del conocimiento*, Madrid, Editorial Complutense.
- GOODWIN (1982): "Genetic epistemology and constructionist biology". *Revue Internationale de Philosophie* 36: 527—548.
- GOULD, S. J. (1977): *Ontogeny and Phylogeny*, Cambridge Mass., The Bellknap Press.
- HEBB, D.O. (1949): *The Organization of Behavior*, N. York, Wiley.
- HOFFMEYER, J. Y EMMECHE, C. (1991): "Code-duality and the semiotics of nature", pp. 117-166 in: Myrdene Anderson and Floyd Merrell, eds.:*On Semiotic Modeling*. Mouton de Gruyter, Berlin & New York.
- HOFFMEYER, J. Y EMMECHE, C. (1991): "From Language to Nature. The Semiotic Metaphor in Biology" *Semiotica*, 84 (1/2), 1-42.
- HOFFMEYER, J. (1992): "Some Semiotic Aspects of the Psycho-Physical Relation: The Endo-Exosemiotic Boundary". In Thomas A. Sebeok and Jean Umiker-Sebeok (eds.)*The Semiotic Web 1991: Biosemiotics*, Mouton de Gruyter, Berlin, 101-122.
- HOFFMEYER, J. (1995): "The Semiotic Body-Mind", *Cruzeiro Semiótico*, No 22/25, Norma Tasca (ed.) *Special Issue in Honour of Professor Thomas A. Sebeok*, pp.367-383.
- HOFFMEYER, J. (1996): *Signs of Meaning in the Universe*, Bloomington, IN: Indiana University Press.
- HOFFMEYER, J. (1996): "Evolutionary Intentionality", In E. Pessa, A. Montesanto, and M.P.Penna (Eds.):*The Third European Conference on Systems Science, Rome 1.-4. Oct. 1996*, Edzioni Kappa, Rome, pp 699-703.
- HOFFMEYER, J. (1997): "Biosemiotics: Towards a New Synthesis in Biology"*European Journal for Semiotic Studies*, Vol. 9 No. 2, pp 355-376.
- HOFFMEYER, J. (1997): "Semiotic Emergence", *Revue de la pensée d'aujourd'hui*,vol. 25-7, No 6, pp.105-117
- HOFFMEYER, J. (1998): "Surfaces inside Surfaces. On the Origin of Agency and Life", *Cybernetics & Human Knowing*, Vol. 5 (1), 33-42..
- HOFFMEYER, J. (2002): "The Biology of Signification" *Perspectives in Biology and Medicine* Vol. 43 (2) pp. 252-268.
- HOFFMEYER, J. (2002): "Origin of Species by Natural Translation", *Athanos* anno XII, nuova serie n. 4, pp. 240-255.
- JACOB (1981): *Le jeu des possibles. Essai sur la diversité du vivant*, Paris, Fayard.
- JACOB, F. (1986): *La lógica de lo viviente*, Barcelona: Salvat
- JERNE, N. K. (1985): "The generative grammar of the immune system", *Science*, 229, 1057-59.
- JOHNSON, Th. (2001): "Toward a Systems view of development: an appraisal of Lehrman's critique of Lorenz , pps. 15-23, en Oyama, S. (ed.): *Cycles of contingency*.
- KANT (1999): *Crítica del Juicio*, Madrid, Espasa- Calpe.
- KULL (2000a) K.: "Organisms can be proud to have been their own designers", *Cybernetics and Human Knowing*, Vol 7 (1), pps 45-55.
- KULL (2000b): "Copy versus translate, meme versus sign, development of biological textuality, for *European Journal of Semiotic Studies*, 2 , pps 101-120.
- LALAND et al (2001): Niche construction, ecological inheritance, and cycles of contingency in evolution, pps 117-126,Laland, K., Odling-Smee F.J., Feldman, M.W. en Oyama et al (eds.) *Cycles of Contingency*.
- LEHRMAN (2001): "A critique of Konrad Lorenz's Theory of Instinctive behavior, . pps. 25-39, en OYAMA, S. (ed.): *Cycles of contingency*.
- MERRELL, F. (1996): *Signs Grow: Semiosis and Life Processes*. Toronto: Toronto University Press.
- OYAMA (2001): *Cycles of Contingency*, Cambridge, Mas., MIT Press
- PACHO, J. (1995): *¿Naturalizar la razón? Alcance y límites del naturalismo evolucionista*, Madrid, siglo XXI.

- PACHO, J. (1999): "El a priori del saber y saber del a priori en las teorías evolucionista y trascendental", pps.93-111, en García, E. y Muñoz, J. (eds.) : *La teoría evolucionista del conocimiento*.
- PATTEE (1996): "The Problem of Observables in Models of Biological Organizations" en *Evolution, Order, and Complexity*, E. Khalil, y K. E. Boulding (eds), Londres: Routledge.
- POPPER, K. (1992): *Hacia un mundo de propensiones*, Madrid, Tecnos.
- QUINE, W. (orig. 1969/1974): "Naturalización de la epistemología", pps. 93-119 en QUINE, W. v.O. *La relatividad ontológica y otros ensayos*, Madrid: Tecnos
- RÁBADE, S. (1975): *Hume y el fenomenismo moderno*, Madrid, Gredos.
- RUMELHART et al. (1986): *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Cambridge: MIT Press.
- SALTHER, S. (1993): *Development and Evolution Complexity and Change in Biology*, Cambridge, Bradford/MIT Press
- SCHRÖDINGER, (orig. 1944/ 1967): *What is life, and Mind and Matter*, Cambridge, Cambridge University Press,
- SEBEOK y UMIKER-SEBEOK, (1992): *Biosemiotics. The Semiotic Web 1991*, Berlin/N. York, Mouton de Gruyter.
- STJERNFELT (1992): "Categorical perception as a general prerequisite to the formatin of signs? On the biological range of a deep smiotic problem in Hjelmslev' s a well as Peirce's semiotic", pps 427-454 en SEBEOK y UMIKER-SEBEOK, (1992): *Biosemiotics. The Semiotic Web*.
- STJERNFELT, F. (2000): "Mereology and semiotics", *Sign systems Studies* 28: 72-98.
- ÜEXKULL, Th. V. (1992): "Varieties of semiosis", pp. 455-470 en SEBEOK y UMIKER-SEBEOK, (1992): *Biosemiotics. The Semiotic Web 1991*.
- URSÚA, N. (1993): *Cerebro y conocimiento. Un enfoque evolucionista*, Barcelona, Anthropos.