

# LA VIGENCIA DE LA METAFÍSICA EVOLUCIONISTA DE PEIRCE<sup>12</sup>

## TODAY'S VALIDITY OF PEIRCE'S EVOLUTIONARY METAPHYSICS

Eugenio Andrade<sup>3</sup>

### RESUMEN

En este artículo presento a Charles S. Peirce como un autor inmerso en los debates científicos de su época, cuya mirada integradora lo convierte en precursor de las actuales investigaciones sobre el comportamiento de sistemas auto-organizantes lejos del equilibrio y de una “síntesis evolutiva expandida” que no solo toma elementos de diversas ramas de la biología sino de la física. Esta capacidad de síntesis no debe sorprendernos si se examina la influencia del pensamiento evolutivo de Lamarck y Darwin, que junto con la mecánica estadística de Boltzmann y Maxwell ejercieron sobre la metafísica evolucionista Peirce. En este sentido presento la noción de “hábito” lamarckiano, como el factor mediador entre las perturbaciones provocadas por las circunstancias externas y las variaciones morfológicas heredables de los organismos, la cual por generalización contribuyó a la formulación de la categoría de la *terceridad*, mientras que la triada darwiniana variación, herencia y selección fue entendida como una especificación de las categorías de *primeridad*, *segundidad* y *terceridad*. Por otra parte, Boltzmann influyó en la aceptación del azar ontológico (*primeridad*) y la idea de una flecha del tiempo irreversible y continuo, asociada a la *terceridad*. Discuto cómo, en oposición a la recurrencia cíclica en un universo ergódico propuesta por Poincaré, Peirce propuso *ad hoc* la “ley de la mente” para salvar la flecha del tiempo irreversible y creativo. En el contexto de la ciencia del siglo XIX, era correcto postular la “ley de la mente” para salvar la idea de evolución como argumento irrefutable y convincente en contra de la hegemónica visión mecánica de la naturaleza que no podía explicar a) la determinación de las condiciones iniciales, b) la emergencia de comportamientos orientados a metas específicas, y c) las bifurcaciones evolutivas generadas en elecciones impredecibles. La influencia de Maxwell en Peirce, se percibe en las explicaciones sobre los efectos anti-entrópicos ordenadores, las contingencias temporales, las bifurcaciones en momentos críticos y la argumentación contra la ergodicidad del universo. Para finalizar, presento una reflexión sobre la vigencia de las ideas peirceanas sobre la “evolución agapástica”, donde la “elección individual”, el hábito, la inteligencia promueven la cooperación, la reciprocidad, la asociación simbiótica y mutualista, contribuyendo así al incremento del potencial creativo de la naturaleza.

**Palabras claves:** Peirce, Hábito, selección natural, azar, bifurcación, “ley de la mente”, Lamarck, Darwin, Boltzmann, Maxwell

1 Recibido: 22 de marzo de 2014. Aceptado: 15 de junio de 2014.

2 Agradecimientos a la Universidad Nacional de Colombia y, en especial, al Departamento de Biología, por todo su apoyo en el desarrollo de este artículo.

3 Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: leandrade@unal.edu.co

## ABSTRACT

In this contribution I present Charles S. Peirce as an author deeply immersed in the scientific debates of his time, with a synthetic mind that makes him a forerunner today's far from equilibrium self-organization and an advocate of an "expanded evolutionary synthesis" that takes into account elements from diverse branches of biology and also from physics. That should not be a surprise as it is examined the influences that Lamarckian and Darwinian evolutionary theories, and Boltzmann and Maxwell's mechanical statistical theories, exerted on Peirce's evolutionary metaphysics. Along these lines I show how the Lamarckian notion of habit, understood as the mediatory factor between organisms' perturbations provoked by external circumstances and heritable morphological variations, through its generalization contributed to the formulation of *thirdness* category, while the Darwinian triad variation, heredity and selection, was understood as an specification of Peircean categories *firstness*, *secondness*, and *thirdness*. Furthermore I show Boltzmann's influence on the acceptance of ontological chance that Peirce included into the category of *firstness* and the ensuing idea of an arrow of irreversible and continuous time, associated with *thirdness*. I discuss one of the reasons that moved Peirce to propose *ad hoc* the "law of mind" in order to save the creative and irreversible time arrow that was questioned by Poincaré's cyclic recurrence in an ergodic universe. Thus, in the context of XIXth century science, it was correct to postulate the "law of mind" in order to save the idea of evolution as a convincing and irrefutable argument against mechanistic hegemonic interpretations of nature that could not account for: a) the determination of initial conditions, b) the emergence of behaviors oriented to specific goals, and c) evolutionary bifurcations generated out of unpredictable choices. Maxwell's influence on Peirce is notorious in his accounts of ordering anti-entropic effects, temporal contingencies, bifurcations at unstable critical points and arguments against the ergodicity of the universe. To conclude I present a consideration over Peirce's "*agapastic*" evolution, where "individual elections", habit and intelligence promote cooperation, reciprocity, mutualistic and symbiotic associations that thus contribute to the increment of the creative potential of nature.

**Key words:** Peirce, Habit, natural selection, chance, bifurcations, "law of mind", Lamarck, Darwin, Boltzmann, Maxwell.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este artículo deseo mostrar algunos paralelismos, convergencias e influencias de la biología evolutiva de Lamarck y Darwin, así como de la mecánica estadística de Boltzmann y Maxwell, que se manifiestan en la metafísica evolucionista de Charles S. Peirce. De Lamarck, resalto su influencia sobre la noción de hábito como el factor mediador entre las perturbaciones de las circunstancias externas y las variaciones morfológicas heredables de los organismos. Del Darwinismo, el esquema tríadico (variación, herencia y selección) que apunta hacia la diversificación y ramificación permanente de los linajes. La influencia de estos dos autores hace de Peirce un filósofo en búsqueda de una síntesis entre Lamarck

y Darwin, puesto que está convencido del papel de la actividad los organismos en su propia evolución y que la selección natural supone elecciones individuales previas, es decir, una especificación de la noción más general del hábito. Por otra parte, muestro la influencia de Boltzmann en la aceptación del azar ontológico (*primeridad*) y la idea de una flecha del tiempo irreversible y continuo. Discuto cómo, en respuesta al planteamiento de Poincaré sobre la ergodicidad y recurrencia cíclica, Peirce impone *ad hoc* el hábito o “ley de la mente” como la mejor vía para salvar la flecha del tiempo creativo. A su vez, muestro la influencia de Maxwell en Peirce, que se percibe en sus explicaciones sobre la divergencia, los efectos anti-entrópicos ordenadores, las contingencias temporales o las bifurcaciones en momentos críticos y la argumentación contra la ergodicidad del universo. Concluiré mostrando que, en el contexto de la ciencia del siglo XIX, era correcto postular la existencia de la “ley de la mente”, la cual no coloca a Peirce más cerca del cartesianismo sino, por el contrario, lo convierte en un precursor de las actuales teorías de la complejidad y de las investigaciones sobre el comportamiento de sistemas auto-organizantes lejos del equilibrio. Para finalizar, presento una reflexión sobre la vigencia de las ideas peirceanas sobre el incremento del potencial creativo de la naturaleza y la evolución agapástica.

La formulación de teorías sobre la transformación de los seres vivos –“el misterio de los misterios”<sup>4</sup>– ha sido objeto de múltiples debates. Uno de los más álgidos sigue siendo el de si la evolución obedece a leyes equiparables a las leyes deterministas y/o estadísticas de la física, o si, por el contrario, es el resultado de contingencias históricas. La marcada preferencia que, a partir de Darwin, se ha dado a la segunda opción, no ha resuelto la inquietud sobre cómo compaginar las contingencias históricas con la búsqueda de leyes evolutivas de carácter físico. Esta discusión remite al problema de cómo explicar el cambio a partir de dos premisas heredadas de la visión mecánica de la naturaleza: leyes absolutas universales invariantes y un nivel fundamental constituido por átomos o partículas indivisibles e inmutables sobre el que actúan fuerzas externas. Aunque el mecanicismo comenzó a ser abandonado a lo largo del siglo XIX, a medida que se imponía el concepto de leyes estadísticas, el peso heredado del concepto newtoniano acerca de la pasividad de la materia ha hecho que el principio explicativo del movimiento y el cambio se busque en fuerzas externas, reviviendo una visión dualista que se manifiesta con insistencia en las explicaciones biológicas. En este trabajo, presento algunas reflexiones sobre las influencias de Lamarck y Darwin, así como de Boltzmann y Maxwell, en la metafísica evolutiva de Peirce, a la vez que discuto su actualidad y vigencia.

4 “El misterio de los misterios, que unas especies reemplacen a otras extinguidas”, J.F.W. Herschel carta a C. Lyell, 20 de febrero de 1836, en [Ruse 2001].

## 2. ANTECEDENTES

En la Antigüedad griega, Heráclito sostenía que el fuego era sustancia primordial del mundo, responsable de la intrínseca su actividad creadora.

Este mundo, que es el mismo para todos, no lo han creado los dioses ni los hombres. Ha sido siempre, es ahora y será siempre eterno, que se enciende y apaga con arreglo a leyes (Russell 1960, 26).

La ley universal, o *logos*, que rige el cambio se expresaba afirmando que de los contrarios surge la unidad, y de la unidad surgen los contrarios. Por tanto, el principio creador, la posibilidad de evolucionar y cambiar requiere de la tensión, la oposición, el conflicto y la lucha permanente. El carácter universal de la ley del cambio implica que los fenómenos de la naturaleza no se deben interpretar de un modo absolutamente rígido, puesto que oscilan entre dos extremos, día y noche, despertar y dormir, vida y muerte, etc. El *logos* es la expresión de una ley cósmica, o divina, que todo lo gobierna, pero la Divinidad no hay que buscarla en lo eterno e imperecedero, sino en el proceso evolutivo del cosmos, el cual por sí mismo confiere valor y significación (Jaeger 1997, 118). A pesar de que Heráclito partió de la realidad del movimiento como el tema central de la filosofía, mostrando que el cambio está presente en todo, prevaleció la búsqueda de invariantes, representada en alguna sustancia que permanecía estable detrás del cambio, como el *Arché* Jónico, o, por el contrario, como la existencia de formas invariantes que tendrían sede en el ultra-mundo de la perfección de las ideas o esencias describibles matemáticamente, según Platón, las cuales se realizaban imperfectamente en el mundo sensible.

En contra del mundo idealizado de las formas platónicas, y para salvaguardar la posibilidad del cambio, Aristóteles concibió la materia como el receptáculo o potencia que hace inteligible el cambiante mundo sensible mediante la actualización de las formas. La materia es, en esta filosofía, la potencia que busca la forma en el proceso morfogénético, mejor ilustrado en la embriogénesis de los seres vivos. Las sustancias en consecuencia poseen dos co-principios íntimamente asociados, forma y materia, ambos necesarios para explicar cualquier cosa existente.

En contra de Platón, Aristóteles tenía como referente el mundo de lo vivo, no el de matemática, al considerar que las formas vivientes se realizaban completamente en los miembros individuales de las diversas especies. La materia primera era el sustento de la potencialidad, razón por la cual carecía de toda propiedad y función distinta a la de asegurar la continuidad y la realidad del cambio sustancial (Mc Mullin 2010).

Por otra parte, Parménides concibió el cambio como ilógico, generando paradojas entre el ser y el no-ser, en contraposición al materialismo de Demócrito, que salvaba el cambio y el movimiento argumentando la existencia de un vacío en el que se desplazaban un indefinido número de corpúsculos estables e inmutables. Con el desarrollo de la edad media, se fue imponiendo una interpretación neoplatónica del cristianismo, basada en el antagonismo entre Dios y mundo, alma y cuerpo, espíritu y materia, ruptura que condujo a concebir la materia como un término genérico para describir cualquier objeto físico, intrínsecamente pasivo y dependiente del espíritu para su movimiento. Las operaciones del intelecto humano se consideraban como independientes de las operaciones del cerebro y, por tanto, eran tenidas como inmateriales, profundizando de esta manera el dualismo.

En el siglo XVII, Descartes propone que la geometría asegura la inteligibilidad del mundo, toda vez que la materia se define como equivalente a la extensión (*Res extensa*). Los cuerpos físicos o materiales se describen en términos de extensión, volúmenes, y formas reducibles a la geometría, y su movimiento requiere de dos principios: conservación y contacto directo entre ellos. De esta manera, se configura el esquema ontológico de la revolución científica deudora del neoplatonismo, aunque a partir de Galileo y Newton no necesitaba comprometerse con la existencia de una realidad ontológica suprasensible. Estos autores defendieron que el movimiento de los cuerpos obedecía a leyes universales absolutas que se manifestaban en el orden matemático del universo. Por su parte, Newton introdujo un cambio en la noción de materia, al identificarla con una propiedad medible, la masa, tanto gravitacional como inercial.

De esta manera, la revolución científica erradicó el sustancialismo, que utilizaba como recurso explicativo la hipotética presencia de una sustancia poseedora de las propiedades que justamente se querían explicar<sup>5</sup> y, en su lugar, adoptó el atomismo, hecho que amplió y consolidó la explicación mecánica. La caída del sustancialismo no fue inmediata, dado que tuvo repercusión en la doctrina química de Dalton en el siglo XIX, al postular que los átomos poseían las cualidades propias de los elementos correspondientes, y explicar las transformaciones de la materia mediante los diferentes tipos de arreglos moleculares en que podían participar, de acuerdo con sus afinidades y valencias (Villaveces *et al.* 1989).

5 El flogisto de Stahl, las propiedades metálicas del mercurio de Paracelso, los principios vitales o sustanciales etéreos propuestos inicialmente por Newton, que vehiculaban la acción divina sobre la materia inerte, confiriéndole vida, convirtiéndose posteriormente en la “fuerza vital” del calor para Lamarck, o en la *nîsus formativa* (*Bildungstrieb*) de Blumenbach. Incluso en la versión más depurada de las moléculas bióforas (*lebenstragen*) de Weismann se pueden ver rastros de esta concepción.

### 3. LA NOCIÓN DE HÁBITO EN LAMARCK Y PEIRCE

Contemporáneo al surgimiento de la química de Lavoisier, y anterior al nacimiento de la teoría mecánica del calor, pero bajo la égida del newtonianismo que había sido señalado como doctrina insuficiente por Diderot a mediados del siglo XVIII, Lamarck propuso una teoría que explicaba la transformación de las formas, recurriendo a una tendencia inherente de la naturaleza hacia la producción de formas con complejidad creciente —*plan de la naturaleza* (PN)—. Se trataba de una metáfora naturalista que debería reemplazar la idea de un “plan divino”, manifestado en la *gran cadena del ser* (GCS), epítome de la idea de continuidad, plenitud y perfección divinas. Para Bonnet, Dios habría creado todas las especies posibles en estado de semilla, las cuales continuaban desarrollándose y manifestando su perfección con el paso del tiempo, de acuerdo con un plan prefijado. Robinet (1786) se debate sobre cómo explicar esta tendencia progresiva a la perfección, preservando la idea platónica de la continuidad. Al respecto escribió:

En los seres inferiores, como los minerales y los vegetales, todos los fenómenos que ocurren los remitimos a la materia, como principal constituyente de tales seres. ... Ascendiendo un poco en la escala, comenzamos a dudar; nos sentimos indecisos. Observamos una espontaneidad de movimientos y de operaciones que descubren un principio activo que no podemos por menos que atribuirles. Sin embargo, esta actividad debe seguirse entendiendo como arrastrada e inflexiblemente determinada por la materia, de modo que, en tales sistemas, la materia y la actividad parecen predominar por turnos, siendo alternativamente lo principal y lo accesorio, según las circunstancias. El poder activo parece hacer esfuerzos por elevarse sobre la masa extensa, sólida e impenetrable a que está encadenado, peor, a cuyo yugo es obligado a someterse. En el hombre es evidente que la materia solo es el órgano mediante el cual el principio activo pone en juego sus facultades. Es un envoltorio que modifica su acción, sin el cual tal vez actuaría con mayor libertad, pero también sin el cual, quizá, no podría en absoluto actuar, y, sin el cual, desde luego, no podría hacer sensibles sus acciones. ¿No parece, una vez más, que el poder activo crece y se perfecciona en cuanto ser a medida que se eleva por encima de la materia? ... De acuerdo con esta hipótesis, tal sería la progresión de la fuerza activa inherente a la materia. Al principio, no sería sino la menor porción del ser. Mediante la multiplicación de los esfuerzos y los progresivos desarrollos, alcanzaría a convertirse en la parte principal. Me siento fuertemente inclinado a creer que esta fuerza es el atributo más esencial y más universal del ser y que la materia es el órgano mediante el cual esta fuerza mantiene sus operaciones. Si se me pide que defina la noción de tal fuerza, respondería, con cierto número de filósofos, que la imagino como una tendencia a cambiar mejor; pues todo ese cambio es una inmediata predisposición a otro cambio mejor

(Robinet 1786, “Vue philosophique de la gradation naturelle des formes de l’être”, citado en (Lovejoy 1983, 367-368)).

Para Lamarck, la continuidad se debe a que la naturaleza viviente posee una tendencia intrínseca a modificarse, yendo de lo más simple a lo más complejo, proceso que se reinicia permanentemente a partir de cada generación espontánea. El plan de la naturaleza contribuía a la temporalización de la continuidad, al explicar cómo, a partir de repetidos eventos de *generación espontánea* (GE), se reproducía el ascenso de la vida hacia formas cada vez más complejas (Lamarck 1809, 126-128). De este modo, en 1809, antes de Boltzmann, el tiempo para la biología transformista ya se había convertido en el continuo en que se manifiestan las producciones de la naturaleza.

En uno de los extremos de la serie encontramos los animales más perfectos en todos los sentidos, y cuya organización es más compleja; mientras que en el extremo opuesto de la misma serie se encuentran los más imperfectos que existen en la naturaleza, aquellos cuya organización es más simple, y que apenas se consideran dotados de animalidad (Lamarck 1809, 105).

Ante la imposibilidad empírica de ordenar los seres vivos en una progresión, o serie lineal de complejidad creciente, Lamarck atribuyó esta incongruencia al efecto de las perturbaciones accidentales provocadas por las circunstancias, y llegó así a aceptar la existencia de ramificaciones en las series progresivas, que para él eran más la excepción que la regla. Lamarck está más cerca de la idea de degeneración preconizada por Buffon, que de la de ramificación a partir de ancestros comunes, propia de Darwin.

El segundo principio de Lamarck se refiere al cambio de conductas, comportamientos, costumbres y hábitos, por parte de los organismos, como factor responsable de la modificación diferencial de los órganos debido al uso y desuso, en respuesta a las condiciones fluctuantes del entorno. Como afirma (Caponi, 2009), para Lamarck el medio ambiente genera respuestas fisiológicas que modifican la forma, sin que éstas constituyan mejoramientos o ventajas adaptativas. Es decir, las formas “previstas” por el plan no ocurren en la naturaleza, puesto que, en su producción, han sufrido desviaciones accidentales provocadas por el efecto perturbador de las circunstancias o el medio ambiente. Lamarck concibió el hábito como la agencia mediadora entre un medio ambiente fluctuante, azaroso en apariencia y el cambio heredable en la forma de los organismos. El hábito surge en los animales más simples por “la invasión de los fluidos expansivos provenientes del medio ambiente que abren una diversidad de rutas en el interior de los animales” de acuerdo con el esbozo de organización, y, por repeticiones sucesivas, estas rutas internas se

profundizan, convirtiéndose en la causa del modo como opera la naturaleza animal (Lamarck, 1802), (Burkhardt 1995, 168).

Para Lamarck, en los seres más simples esta actividad era mecánica, pero sin embargo constituía la base de las emociones, sensibilidad e inteligencia que se observa en los seres en los que la organización interna se ha hecho más compleja. Lamarck reiteradamente subraya la existencia de un espacio “interno”, propio de la vida, por oposición a uno externo, explicado por leyes mecánicas. Pero el “*sentimiento interior*” ejerce un tipo de intermediación, entre las necesidades impuestas a los organismos por sus circunstancias y la acción resultante que se consolida evolutivamente como hábito.

No es una sensación, es un sentimiento oscuro, un todo excitable infinitamente compuesto de partes separadas e intercomunicadas, un todo que cualquier necesidad sentida puede excitar, y que una vez excitado actúa inmediatamente, y que tiene el poder de hacer que el individuo actúe al instante. Así, el sentimiento interior reside en la unidad del sistema orgánico de sensaciones, y todas las partes de este sistema están ensambladas en un centro común [*fóyer*]. En este centro se produce la perturbación [*émotion*] que el sentimiento en cuestión puede experimentar, y allí reside su poder de inducir acción. Todo lo que se necesita es que el sentimiento interior se ponga en movimiento por una necesidad cualquiera, a partir de la cual instantáneamente pondrá en acción las partes que debe mover para satisfacer la necesidad. Esto ocurre sin que sea necesario ninguna resolución o acto de voluntad ... El hábito de ejercitar un cierto órgano o parte del cuerpo, con el fin de satisfacer necesidades recurrentes, hace que el sentimiento interior se ejercite en dirigir el fluido sutil. (Lamarck 1815, 238-239, corchetes añadidos).

Aunque el hábito actúa por necesidad mecánica –pues, según Lamarck, los organismos responden de la única manera que pueden hacerlo, al colocarlos como efecto de una interiorización de fluidos externos que, al actuar “desde adentro” de los organismos, logra mediar entre las fluctuaciones accidentales del entorno y lo que se transmite a las siguiente generación por herencia–, el hábito introduce sin duda un modo de pensar que, aunque preso del determinismo imperante de principios del siglo XIX, al final del mismo podemos ver reflejado en la categoría peirceana de la continuidad y del hábito, denominada como *terceridad*. Además, con el aumento de complejidad, las posibilidades de divergir se incrementan, superando el determinismo. El tercer principio, la transmisión transgeneracional de las modificaciones o la herencia de los caracteres adquiridos a consecuencia del uso y desuso, se convierte en el modo como se preservan los cambios de hábito, y explica el carácter acumulativo y progresivo de la evolución. En consecuencia la triada lamarckiana se describe como: *Input (circunstancias fluctuantes) → Mediación (hábito) → Output (herencia)*.



A causa del papel mediador de los hábitos, las formas orgánicas se producen en un contexto funcional dado por el medio ambiente. Al respecto, Caponi, (2009) recuerda que, para Lamarck, este ajuste a nivel fisiológico era causa de la modificación, pero el reconocimiento del hábito como respuesta adaptativa abrió la puerta a la interpretación neo-lamarckiana adaptacionista que fue compartida por Darwin. Peirce desarrolló al máximo la idea lamarckiana de mediación asociada al hábito, convirtiéndolo en un principio generalizador. Aunque todavía está por esclarecerse la conexión que pudo existir entre Lamarck y Peirce, es presumible que ésta haya surgido a través de su padre Benjamin, quien fue discípulo de Laplace y contemporáneo de Lamarck. No obstante, tal vez no sea necesario que haya existido una conexión directa, por cuanto el lamarckismo hacía parte del espíritu de la época, a lo largo de todo el siglo XIX y hasta las primeras décadas del XX. Se conoce además que Peirce, por su parte, simpatizó con la visión de Haeckel, influida por Lamarck.

En 1891, Peirce planteó que la existencia de leyes debe ser explicada. Las leyes naturales solamente se pueden explicar como resultado de la evolución, es decir que la explicación histórica es superior a la explicación física tradicional, presa del determinismo:

Law is *par excellence* the thing that wants a reason. (CP 6.12)

Now the only possible way of accounting for the laws of nature and for uniformity in general is to suppose them results of evolution. This supposes them not to be absolute, not to be obeyed precisely. It makes an element of indeterminacy, spontaneity, or absolute chance in nature. (CP 6.13)

Como anota Short (2007), debe existir alguna forma auto-mantenida de orden que, una vez surgido por azar, se preserva. Es decir, se debería aceptar el principio lamarckiano de la adopción de hábitos y aplicarlo no solo a los seres vivos, sino a la cosmología. Pero si las leyes mecánicas requieren de explicación, ¿no será que la tendencia a adoptar hábitos también la requiere? Por otra parte, Lamarck defendió denodadamente la hipótesis de la continuidad entre lo inorgánico, lo viviente y la inteligencia de los humanos. Emergencia y continuidad son compatibles en su sistema de pensamiento. Aunque existe una diferencia cualitativa entre lo orgánico o viviente (interno) y lo inorgánico o inerte (externo), insiste en que debe haber una continuidad entre ambos dominios, de lo contrario sería imposible explicar mecánicamente la emergencia permanente de la vida a partir de lo inorgánico.

Equivocadamente para Lamarck, este principio de continuidad entre lo inorgánico (inerte) y lo orgánico (viviente) se evidenciaba en la ocurrencia de repetidos eventos de generación espontánea, idea que venía siendo cuestionada

a partir de los experimentos de Redi y Spalanzani, para ser completamente rechazada posteriormente con Pasteur. Hoy en día se acepta un único origen de la vida en la tierra, hace aproximadamente cuatro mil millones de años, hecho que no invalida la hipótesis de la continuidad esencial entre la materia inerte y la organizada (vida), menos aún cuando el desarrollo y mantenimiento de la vida requiere de una interacción permanente y estrecha con factores abióticos, físicos e inorgánicos. En el contexto del problema sobre el origen de la vida, el nuevo nombre de la generación espontánea es la auto-organización.

Los aportes del sistema lamarckiano a la cosmovisión peirceana no se limitan a la inclusión de la noción de hábito, que prefiguró la categoría de *terceridad* como factor mediador, sino también al reconocimiento de un espacio “interno” que funciona como sede de la organización, o “*sentiment intérieur*”, el cual prefigura de una manera difusa aspectos incluidos en la categoría de la primeridad de Peirce, como la potencialidad, el impulso, la energía vital, etc., que hace posible responder a las condiciones cambiantes de vida, es decir, el hábito actúa porque existe un impulso interno en cada individuo que se deja encauzar por él.

#### 4. MECÁNICA ESTADÍSTICA Y TERMODINÁMICA EN EL SIGLO XIX

En contra de la tradición química, a principios del siglo XIX, la física impuso la idea de átomos cualitativamente neutros, reforzando la creencia de que lo permanente y estable se encontraba en ese nivel fundamental mecánico, reducible a magnitudes de longitud, espacio y tiempo, explicando el cambio macroscópico como un epifenómeno derivado de sucesivas reconfiguraciones y permutaciones de los distintos microarreglos atómicos de la materia. Esta visión, inspirada en Demócrito, fue defendida y ampliada por Laplace, cuando argumentó que, si se conociera el estado del universo en un instante, con la posición y velocidad de todas y cada una de las partículas que lo componen, ese conocimiento proporcionaría suficiente información como para predecir los estados futuros y reconstruir los pasados. El conocimiento de las condiciones iniciales sería suficiente para explicar el comportamiento futuro del sistema y reconstruir los estados pasados. La metáfora del “demonio de Laplace” capta la esencia del determinismo.

Debemos imaginar el estado presente del Universo como el efecto del estado anterior y como la causa del estado que seguirá. ... Un ser inteligente que, en un instante dado, pudiera conocer todas las fuerzas que animan la Naturaleza y la respectiva situación de los seres que la componen, y que, además, fuera suficientemente inmenso para someter esos datos al análisis, podría condensar en

una única fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del Universo, así como los del átomo más liviano, nada sería incierto para dicho ser, y, tanto el futuro como el pasado, estarían presentes ante sus ojos. (Laplace, citado en Stewart 1996, 16, subrayado añadido)

Según Laplace, las predicciones sobre el mundo físico, biológico y social podrían reducirse a un cómputo de posición y momento de las partículas indivisibles constitutivas del universo. A mediados del siglo XIX, Boltzmann y Maxwell concibieron un modelo estadístico que explicaba el flujo espontáneo de calor entre un cuerpo caliente y uno frío, hasta alcanzar un estado de equilibrio térmico. Considerando que un gas es una población de moléculas, la temperatura medida sobre el sistema macroscópico se explicaría por una distribución estadística de las velocidades de las partículas. La velocidad promedio de las partículas, a volumen, presión y composición química constantes, es una función de la temperatura medible del sistema en su conjunto. En consecuencia, la tendencia espontánea hacia el equilibrio, o estado de homogeneidad macroscópica, se explicaría por el movimiento azaroso y desordenado de las partículas. Un sistema físico en condiciones de cerramiento, es decir, al amparo de posibles perturbaciones externas, evoluciona espontáneamente hacia un estado de equilibrio, el cual corresponde al macro-estado más probable, puesto que hay más modos de obtener micro estados desordenados que ordenados. La evolución de sistemas cerrados tiende hacia el equilibrio dado por el desorden a nivel atómico o molecular, en otras palabras, por el incremento de entropía. En esta situación, es imposible extraer energía libre, puesto que el movimiento azaroso de las partículas en todas las direcciones, sin restricciones, impide aprovechar su energía cinética para ejecutar un trabajo. Maxwell se preguntó sobre la posibilidad de revertir un proceso que tiende a desordenarse e incrementar la entropía. Además, le preocupaba que, siendo la entropía una derivación estricta de leyes estadísticas aplicables a los grandes números, para sistemas compuestos de un número relativamente bajo de partículas, por simple efecto de muestreo pudiésemos esperar la aparición de configuraciones ordenadas, con diferentes grados de probabilidad, donde las configuraciones ordenadas tendrían posibilidades reales de aparecer en lapsos de tiempo razonables.

Si tenemos un gas confinado en un recipiente cerrado compuesto por dos cámaras separadas por un pequeño orificio y en equilibrio con su entorno, la única manera como se generaría un desequilibrio térmico entre los dos compartimientos sería por la acción de un ser (esencialmente finito) dotado de facultades tan agudas que puede distinguir cada molécula en su recorrido, y capaz de hacer lo que hasta el presente es imposible para nosotros ... Si este ser, que es capaz de ver moléculas individuales, abre y cierra el orificio que separa

las dos cámaras, de modo que permite únicamente a las moléculas más rápidas pasar de  $A$  a  $B$ , y a las más lentas de  $B$  a  $A$ , lograría aumentar la temperatura de  $B$  y disminuir la temperatura de  $A$ , sin gasto de trabajo en contradicción con la segunda ley de la termodinámica. (Maxwell 1871, en: Brillouin 1951. Traducido por E. Andrade en Andrade 2003, 28).

Maxwell estaría indicando que, además de las leyes mecánico estadísticas, debería ser necesario incluir el manejo y procesamiento de información para que un hipotético ser finito, capaz de detectar moléculas (demonio), pudiera ejecutar la tarea de generar orden mediante la obstrucción selectiva del flujo de partículas. Maxwell postuló, además, que el azar no se debe a un conocimiento insuficiente sobre la velocidad y posición de las partículas, sino que también se debe a la naturaleza misma de las cosas. Es decir, anunció la existencia de eventos naturales, altamente sensibles a las condiciones del medio, que hacen imposible la predicción de los estados futuros. Se rebela contra el determinismo newtoniano de un modo muy tímido, pero certero, al proponer que, lejos del equilibrio termodinámico, se dan comportamientos descriptibles como bifurcaciones impredecibles, de forma tal que el sistema, de su propia gana, hubiera hecho una elección inescrutable para nosotros.

There are certain cases in which a material system, when it comes to a phase in which the particular path which it is describing coincides with the envelope of all such paths may either continue in the particular path or take to the envelope (which in these cases is also a possible path) and which course it takes is not determined by the forces of the system (which are the same for both cases) but when the bifurcation of path occurs, the system, *ipso facto*, invokes some determining principle which is extra physical (but not extra natural) to determine which of the two paths it is to follow. When it is on the enveloping path it may at any instant, at its own sweet will, without exerting any force or spending any energy, go off along that one of the particular paths which happens to coincide with the actual condition of the system at that instant (Maxwell 1870, 731; subrayado añadido).

Aunque Maxwell no desarrolló modelos experimentales que permitieran poner en evidencia este comportamiento azaroso en el momento de “decidir” en un punto de bifurcación, estos fueron desarrollados un siglo después por Prigogine. Maxwell y Boltzmann dieron un renovado impulso a la visión mecánica que modificó sus premisas metafísicas, haciendo de las regularidades macroscópicas una consecuencia del azar a nivel de lo micro, explicado nítidamente mediante una ley estadística que revela un orden oculto subyacente. En consecuencia, el azar sería preferentemente epistemológico, aunque Maxwell aceptará además su posible carácter ontológico. La mecánica estadística, que se convirtió en la visión hegemónica a partir de la segunda mitad del

siglo XIX, dependía en últimas de la existencia de una población de corpúsculos individuales inmutables, aunque logró introducir un vector de tiempo, o medida del cambio, dado por el aumento de una magnitud definida, como entropía o desorden molecular, que daba lugar a las configuraciones macroscópicas más probables. Estos macro-estados son más probables porque poseen el máximo de micro-estados compatibles. La distinción entre micro y macro-estados, y entre individuos y poblaciones, se constituyó en la característica distintiva de la ciencia que aspira a modelar fenómenos poblacionales, no sólo en la física, sino sobre todo en la biología (genética de poblaciones y neodarwinismo) (Andrade 2009).

Por otra parte, siguiendo la intuición de Maxwell, la mecánica estadística llegó a entrever, al menos como paradoja, que los sistemas macroscópicos podrían presentar trayectorias no deterministas que se bifurcan, accesibles con diferentes grados de probabilidad, y que podrían surgir como resultado de la manipulación caprichosa de micro-estados. En otras palabras, la introducción de restricciones al azar microscópico, o de ligaduras que restringen el movimiento azaroso de los corpúsculos, generan un orden macroscópico, dependiendo de cómo se introduzcan las restricciones: una prefiguración de la idea de que las leyes no son absolutas, sino regularidades producidas por la introducción de restricciones locales. La manipulación de los micro-estados, por parte de un hipotético demonio, daría lugar a una diversidad de configuraciones macroscópicas. Esta es en esencia la visión de Maxwell, que, junto con las teorías de la evolución biológica, tanto de Lamarck como de Darwin, ejercieron en Charles Sanders Peirce una influencia decisiva.

## 5. DARWINISMO Y NEODARWINISMO

Considerado en su época por Boltzmann como el más grande hombre de ciencia del siglo XIX, Darwin propuso una explicación racional a la evolución de las formas de vida. Su tesis en los puntos que nos interesan para esta discusión podría resumirse de la siguiente manera. (i) Existe un desarrollo gradual de la vida, desde formas muy simples a formas cada vez más diferenciadas y adaptadas a su entorno. La evolución procede por desplazamientos mínimos del estado de equilibrio entre población y recursos, el cual se restaura por acción de la selección natural. (ii) A partir de ancestros comunes, la evolución se abre y ramifica permanentemente por causas que desconocemos y que, en ese sentido, podemos atribuir al azar. La aceptación de un azar a nivel epistémico colocó a Darwin en una posición difícil, que lo llevó a pensar en la posibilidad de un azar ontológico, aunque nunca lo defendió abiertamente:

“I am conscious that I am in an utterly hopeless muddle. I cannot think that the world, as we see it, is the result of chance; and yet I cannot look at each separate thing as the result of Design” [Darwin 1860]. (iii) En la naturaleza se da una lucha y competencia por los recursos (fuentes de energía), que lleva a que el más fuerte sobreviva y deje descendencia, y el más débil perezca. Este principio debe su inspiración a los trabajos de Malthus sobre el crecimiento de las poblaciones humanas, en el contexto de la revolución industrial inglesa de los siglos XVIII y XIX. Paradójicamente, la aceptación de la economía clásica inspirada en Smith disminuyó aún más la distancia entre Darwin y Newton (Depew & Weber 1995). (iv) Como resultado de la selección natural, las formas más adaptadas de vida incrementan su frecuencia en la población. (v) Si el futuro de los linajes depende de las contingencias históricas del presente, donde se define quienes sobreviven y quienes mueren, la explicación histórica pasa a ocupar un papel preponderante, dejando en segundo lugar las explicaciones físicas y químicas.

Investigadores como Francis Galton y Karl Pearson se dieron a la tarea de aplicar el método estadístico a la teoría de Darwin. Peirce entendió bien esta situación y alentó anticipadamente el programa de investigación del neodarwinismo.

The Darwinian controversy is, in large part, a question of logic. Mr. Darwin proposed to apply the statistical method to biology. The same thing has been done in a widely different branch of science, the theory of gases. Though unable to say what the movements of any particular molecule of gas would be on a certain hypothesis regarding the constitution of this class of bodies, Clausius and Maxwell were yet able, eight years before the publication of Darwin's immortal work, by the application of the doctrine of probabilities, to predict that in the long run such and such a proportion of the molecules would, under given circumstances, acquire such and such velocities; that there would take place, every second, such and such a relative number of collisions, etc.; and from these propositions were able to deduce certain properties of gases, especially in regard to their heat-relations. In like manner, Darwin, while unable to say what the operation of variation and natural selection in any individual case will be, demonstrates that in the long run they will, or would, adapt animals to their circumstances. Whether or not existing animal forms are due to such action, or what position the theory ought to take, forms the subject of a discussion in which questions of fact and questions of logic are curiously interlaced. (“The Fixation of Belief”, CP 5.364; 1877)

A partir del siglo XX, la genética de poblaciones adoptó los modelos estadísticos de Maxwell y Boltzmann, de modo que los genes de Fisher (1930) y Wright (1931) se reinterpretaron como las unidades atómicas de la vida,

donde los cambios en frecuencia de las combinaciones adecuadas de alelos definirían el curso evolutivo de los seres vivos. La contradicción entre una evolución adaptativa y promotora de diversidad, y la evolución del universo hacia un estado de equilibrio o muerte térmica, podrían resolverse, según Fisher, al aceptar que ambas son manifestaciones específicas de una ley más general que hace que, mientras el mundo de la vida “asciende” en organización y complejidad por acción de la selección natural, el universo “cae” en términos energéticos, en acuerdo con la segunda ley de la termodinámica. Si dos teorías, aparentemente disímiles, poseen la misma estructura formal, entonces deben corresponder a casos específicos de una misma ley.

Fisher se dedicó a construir una tal teoría, isomorfa a lo que conocemos como genética de poblaciones y que se identifica con el surgimiento del neodarwinismo. Fisher (1930) modeló la evolución como un cambio en las frecuencias génicas en la población, que va de estados de amplia variabilidad genética y poca adaptación, a estados de menor variabilidad y mayor adaptación, representados como el escalamiento de un pico adaptativo donde la amplitud corresponde a la variabilidad y la altura a la adaptación. Se trata de un modelo estadístico que permite prever una solución única para cualquier población que evolucione por variación aleatoria y selección natural, en condiciones de medio ambiente estables.

La simplicidad de este modelo fue criticada por Wright (1931), quien consideró que la suposición de que los genes actuaban independientemente como entidades separadas era incorrecta. El efecto de la interacción génica conducía a un modelo de “paisaje adaptativo con múltiples picos”, que da cuenta de la complejidad del proceso evolutivo. Wright corrigió el teorema fundamental de Fisher, diciendo que la tasa de incremento de *fitness* para cualquier población, en cualquier momento, es igual a su varianza genética, incluyendo los efectos de la mutación, migración, cambios ambientales y del muestreo aleatorio. De esta manera, se demuestra que los estados de equilibrio ocurren únicamente a nivel local en pequeñas subpoblaciones o demes, es decir, que no existe el equilibrio global que caracteriza a una población numerosa panmíctica (Wright 1931, 1932). No existe un estado de equilibrio global, sino una sucesión inestable e impredecible de equilibrios locales (*shifting balance*). En otras palabras, Wright anticipó que la evolución transcurre lejos del equilibrio, treinta años antes de que Prigogine propusiera una descripción y formalización del comportamiento de los sistemas lejos del equilibrio.

Los modelos centrados en los genes fueron extendidos al límite posteriormente por Williams (1966) y Dawkins (1976), para quienes la verdadera autonomía de los seres vivos es una proyección de la tendencia expansiva y manipula-

dora de los genes. Pero estas entidades autorreplicantes mínimas deben su estabilidad a factores termodinámicos y cinéticos dependientes de la afinidad química, en cuanto hacen parte de redes de reacciones químicas que hacen posible su replicación eficiente dentro de ciertos umbrales de error (cuasiespecies de Eigen (1971)). Es decir, las hipotéticas cadenas de RNA en el mundo prebiótico se replican permanentemente y varían, o mutan, en algún sitio de su secuencia informativa, dando lugar a una evolución por selección natural que retiene, e incrementa, la frecuencia de las estructuras plegadas más estables que presentan actividad catalítica.

## 6. PERTINENCIA Y VIGENCIA DEL “HÁBITO O LA LEY DE LA MENTE”

El darwinismo se considera como la teoría de mayor impacto en la ciencia del siglo XIX, opinión emitida por Boltzmann, quien anunció además una compatibilidad entre la visión mecánica de la naturaleza y el darwinismo, puesto que ambas sustentaban la idea de una flecha del tiempo (Schneider & Sagan 2005). En una reunión de la Academia de Ciencias del Imperio, en mayo de 1886, Boltzmann se refirió al progreso de la ciencia en los siguientes términos:

If we regard the apparatus of experimental science as tools for obtaining practical gain, we can certainly not deny it success. Unimagined results have been achieved, things that the fancy of our forebears dreamt in their fairytales, outdone by the marvels that science in concert with technology has realized before our astonished eyes. ... Nevertheless I think that is not these achievements that will put their stamp on our century: if you ask me for my innermost conviction whether it will one day be called the century of iron, steam or electricity, I will answer without qualms that it will be named the century of the mechanical view of nature, of Darwin. (Boltzmann, citado en: Schneider & Sagan 2005, 70)

No obstante, Peirce cuestionó esta supuesta compatibilidad, argumentando que el carácter aleatorio de las variaciones implicaba que el mecanicismo no podía explicar la evolución. No quedaba otra alternativa que introducir el “hábito o la ley de la mente”. Para entender este planteamiento, hay que empezar subrayando que, para Peirce, la mente y la vida eran propiedades de todo sistema físico que exhibe comportamientos indeterminados y espontáneos, sin intervención de ninguna sustancia sobrenatural separada de la materia. Más aún, el hábito o ley de la mente evoluciona, de acuerdo con las mismas leyes o principios que se aplican a cualquier fenómeno natural.

But if the laws of nature are results of evolution, this evolution must proceed according to some principle; and this principle will itself be of the nature of a



law. But it must be such a law that it can evolve or develop itself. Not that if absolutely absent it would create itself perhaps, but such that it would strengthen itself, and looking back into the past we should be looking back through times in which its strength was less than any given strength, and so that at the limit of the infinitely distant past it should vanish altogether. Then the problem was to imagine any kind of a law or tendency which would thus have a tendency to strengthen itself. Evidently it must be a tendency toward generalization, -- a generalizing tendency. But any fundamental universal tendency ought to manifest itself in nature. Where shall we look for it? We could not expect to find it in such phenomena as gravitation where the evolution has so nearly approached its ultimate limit, that nothing even simulating irregularity can be found in it. But we must search for this generalizing tendency rather in such departments of nature where we find plasticity and evolution still at work. The most plastic of all things is the human mind, and next after that comes the organic world, the world of protoplasm. Now the generalizing tendency is the great law of mind, the law of association, the law of habit taking. We also find in all active protoplasm a tendency to take habits. Hence I was led to the hypothesis that the laws of the universe have been formed under a universal tendency of all things toward generalization and habit-taking. (CP 7.515)

Peirce negó los atributos de universalidad e inmutabilidad que la revolución científica había conferido de modo incuestionable a las leyes de la naturaleza y, por el contrario, propuso que las verdaderas explicaciones había que formularlas en términos evolutivos o históricos. Pero la explicación evolutiva no consiste en una sucesión discontinua de contingencias históricas, sino que exige una continuidad creativa donde el presente contiene como potencia las realizaciones del futuro, las cuales son a su vez potencia de futuras realizaciones en un futuro más lejano. Esta continuidad radica en el hábito o tendencia que posee cualquier entidad o sistema natural a comportarse en situaciones futuras de un modo similar a las pasadas, posibilitando la aparición de regularidades. La explicaciones históricas son verdaderas explicaciones, pero su dominio de aplicación no se restringe al mundo social humano, ni al biológico, sino a la naturaleza en su conjunto.

(...) the only possible way of accounting for the laws of nature and for the uniformity in general is to suppose them results of evolution. ("The Architecture of Theories" CP 6.15; 1891)

Si las leyes naturales son evolutivas, no pueden ser absolutamente ciertas o deterministas. De acuerdo con Peirce (CP 6.15-16; 1891), las leyes mecánicas son insuficientes porque presuponen una causa extraña más allá del proceso, explican únicamente la homogeneidad, no la heterogeneidad, y son reversibles, mientras que el crecimiento y el desarrollo no lo son. A diferencia de

Boltzmann, para Peirce, la flecha del tiempo no se debía a los aumentos de entropía, sino al “hábito”, aunque aceptó que éste es similar a la ley de los grandes números, que genera procesos irreversibles.

The one primary and fundamental law of mental action consists in a tendency to generalization. Feelings tend to spread; connections between feelings awaken feelings; neighboring feelings become assimilated; ideas are apt to reproduce themselves. These are so many formulations of the one law of the growth of mind. (CP 6.21).

Logical analysis applied to mental phenomena shows that there is but one law of mind, namely, that ideas tend to spread continuously and to affect certain others which stand to them in a peculiar relation of affectibility. In this spreading they lose intensity, and especially the power of affecting others, but gain generality and become welded with other ideas. (CP 6.104).

En este punto, nos enfrentamos a una redundancia de las explicaciones, como lo señala (Reynolds 2002), puesto que tanto la “ley de la mente”, como el azar y la probabilidad, serían suficientes cada uno por su lado para sustentar la irreversibilidad de los fenómenos y, por tanto, la flecha del tiempo. Además, si la flecha del tiempo se debe a que la propagación y dispersión de los sentimientos y de las ideas obedece un principio análogo a la disipación energética, dada por la segunda ley, entonces, sin necesidad de recurrir al hábito peirceano, se hubiera podido sostener que la irreversibilidad física explicaba la flecha del tiempo. ¿Por qué razón, entonces, era necesario insistir en el hábito o ley de la mente?

Este problema se suscitó debido a que la irreversibilidad de Boltzmann había sido cuestionada por Poincaré en 1889, al sostener que, para un sistema de partículas newtonianas de energía y volumen finitos, el sistema retornaría infinitas veces al estado inicial. En consecuencia el universo sería ergódico, y, en un lapso de tiempo infinitamente largo, todas las configuraciones posibles podrían aparecer e, incluso, repetirse cíclicamente, haciendo dudosa la existencia de una flecha del tiempo, la cual se convertiría en un caso especial aplicable únicamente a sistemas lejos del equilibrio. Boltzmann terminó por aceptar esta objeción y afirmó lo siguiente en una carta a Ernest Zermelo (citada en Popper 1976, 160):

In such a universe, which is in thermal equilibrium as a whole and therefore dead, relatively small regions of the size of four galaxies will be found here and there. ... In the universe as a whole the two directions of time are indistinguishable, just as in space there is no up or down. However, just as at a certain place on the earth's surface we can call “down” the direction towards the center of the earth, so a living organism that finds itself in such a world

at a certain period of time can define the direction of “time” as going from the less probable state to a more probable one (the former will be the past and the latter the future) and by virtue of this definition he will find that his own small region, isolated from the rest of the universe, is “initially” always in an improbable state.

Peirce, entre tanto, tuvo que enfrentar dos alternativas excluyentes: o la irreversibilidad (flecha del tiempo), o la recurrencia (tiempo cíclico). Si la ley de los grandes números no garantiza la existencia de procesos irreversibles, tendientes a aumentos de complejidad, era imperativo introducir *ad hoc* el hábito para salvar la irreversibilidad, el tiempo progresivo e irreversible que, como el de Lamarck, conduce a aumentos de complejidad, algo que no estaba implicado en la ley de los grandes números.

One of the most marked features about the law of mind is that it makes time to have a definite direction of flow from past to future. The relation of past to future is, in reference to the law of mind, different from the relation of future to past. This makes one of the great contrasts between the law of mind and the law of physical force, where there is no more distinction between the two opposite directions in time than between moving northward and moving southward. (“The Law of Mind”, CP 6.127; 1892)

Peirce señaló acertadamente que un universo donde el tiempo fluye irreversiblemente presenta “grados de hábito”, o de regularidad estadística, que van desde las manifestaciones más espontáneas y libres, a la rigidez impuesta por una ley. El determinismo clásico de la ciencia, en el mejor de los casos, es una idealización del estado final del universo, pero, en el universo real en que vivimos, la espontaneidad, el azar, y ¿por qué no? la libertad, tienen un lugar objetivo. Es imperativo formular explicaciones evolutivas a la existencia de las leyes naturales, dado que, en un pasado remoto, la naturaleza se comportaba de un modo mucho más espontáneo, y, por consiguiente, los hábitos evolucionaron como las ideas, las formaciones geológicas y las especies biológicas.

Ante una física que veía como plausible la objeción de Poincaré a Boltzmann y que se inclinaba en su momento a favor de la ergodicidad del universo, mostrándose incapaz de distinguir entre pasado, presente y futuro, Peirce justificó la introducción de la ley de la mente para dar cuenta del tiempo evolutivo. Además, la experiencia subjetiva del tiempo debía complementar la imagen de la naturaleza elaborada por la física, idea desarrollada posteriormente por Henri Bergson (Andrade 2009). En las últimas décadas, a raíz de los descubrimientos de Prigogine y las formulaciones de la termodinámica de sistemas abiertos lejos del equilibrio, se acepta que el universo no es ergódico, y, por tanto, parece que el hábito o la “ley de la mente” ha perdido toda

su vigencia. Para resolver esta inquietud, hay que tener en cuenta que esta ley representaba para Peirce un nivel de mayor generalidad que la propia ley estadística y que, además, era necesaria para dar cuenta de: *a)* las condiciones iniciales, *b)* los comportamientos orientados a metas específicas, y *c)* las bifurcaciones evolutivas generadas en elecciones arbitrarias. Además, fue su persistente recurso al hábito, lo que le permitió anticipar ideas propias de la termodinámica de procesos irreversibles lejos del equilibrio y las teorías de la complejidad.

Veamos el primer punto. La tendencia a generar hábitos es necesaria para explicar las condiciones iniciales, entendidas a principios del siglo XX como la agregación originaria de átomos y partículas que dio lugar al universo, así como de las macromoléculas necesarias para explicar tanto el origen de la vida como el desarrollo de cada vida individual. Las condiciones iniciales a partir de las cuales el universo evoluciona se explicaban a fines del siglo XIX por la fuerza de gravitación universal de Newton, cuya existencia era imposible de explicar mecánicamente. Peirce sostuvo que las leyes mecánicas conservativas no explican el estado originario de la agregación masiva de millones de millones de moléculas, que equiparamos a las condiciones iniciales que la física asume *a priori*, sin dar cuenta de su aparición.

One fact remains unexplained mechanically, which concerns not only the facts of habit, but all cases of actions apparently violating the law of energy; it is that all these phenomena depend upon aggregations of trillions of molecules in one and the same condition and neighborhood; and it is by no means clear how they could have all been brought and left in the same place and state by any conservative forces. But let the mechanical explanation as perfect as it may, the state of things which it supposes presents evidence of a primordial habit-taking tendency. For it shows us like things acting in like ways because they are alike. (CP 6.262).

Igualmente, las condiciones para la formación de la vida presuponían un tipo de organización previa que hiciera posible la formación y agregación de moléculas orgánicas en moldes de arcilla, cristales y superficies minerales. De modo análogo, la agregación molecular que se da en cada ser vivo particular es el resultado de la nutrición y del crecimiento, puesto que la materia orgánica (el “protoplasma” en términos del siglo XIX) se formaba por medio de la transformación química de sustancias del medio (asimilación), bajo la influencia de la organización molecular existente. En ambos casos, la aparición de la ley de gravedad y la interiorización de materiales externos se hace de acuerdo con el propósito o intencionalidad resultante de una “mente”.

Moreover, all things have a tendency to take habits. For atoms and their parts, molecules and groups of molecules, and in short every conceivable real

object, there is a greater probability of acting as on a former like occasion than otherwise. This tendency itself constitutes a regularity, and is continually on the increase. In looking back into the past we are looking toward periods when it was a less and less decided tendency. But its own essential nature is to grow. It is a generalizing tendency; it causes actions in the future to follow some generalization of past actions; and this tendency is itself something capable of similar generalizations; and thus, it is self-generative. (CP 1.409).

Para evitar una antropomorfización de la causa final, al identificarla con un propósito fijo, hay que tener en cuenta que las metas hacia las cuales se orienta el comportamiento no son fijas, ni estáticas, sino que cambian con el tiempo. Para Peirce, al igual que para Aristóteles y Kant, las causas finales son necesarias para explicar las leyes naturales y las causas eficientes, es decir su historicidad. Hoy en día, para Kauffman (2009) y Short (2002, 2007), la causa final es la tendencia o propensión intrínseca a la actualización de potencialidades, dando lugar a funciones o tareas que se ejecutan de formas diversas, y no la tendencia orientada hacia la producción de formas concretas específicas. Pero cada vez que se actualiza un potencial, hay una actualidad que se potencializa.

Tanto Peirce, como Maxwell, estaban de acuerdo en que las leyes científicas se basan en el supuesto metafísico de que causas iguales siempre producen efectos iguales, suposición que no se cumple en un mundo como éste, en el que nunca vuelven a presentarse los mismos antecedentes, y nunca nada sucede dos veces (Menand 2001, 230). Las cosas nunca cesan de cambiar y los eventos se desvían del curso que dictan sus leyes, debido a la existencia del azar. Según Peirce, el problema de la agregación originaria podría resolverse recurriendo a la idea de azar, pero no tanto en el sentido de Poincaré y Boltzmann, sino en el de Maxwell.

We all have heard of the dissipation of energy. It is found that in all transformations of energy a part is converted into heat and heat is always tending to equalize its temperature. The consequence is that the energy of the universe is tending by virtue of its necessary laws toward a death of the universe in which there shall be no force but heat and the temperature everywhere the same. This is truly astounding result, and the most materialistic and anti-teleological. We may say that we know enough of the forces at work in the universe to know that there is none that can counteract this tendency away from every definite end but death. But although no force can counteract this tendency, chance may and will have the opposite influence. Force is in the long run dissipative; chance is in the long run concentrative. The dissipation of energy by regular laws of nature is by these very laws accompanied by circumstances more and more favorable to its reconcentration by chance. There must therefore be a

point at which the two tendencies are balanced and that is no doubt the actual condition of the whole universe at the present time. (W 4.551; 1884)

El efecto concentrativo del azar puede ser abordado de dos modos diferentes. (1) Dada la recurrencia de Poincaré, por puro azar es posible reproducir, en un tiempo infinito, los micro-estados “concentrativos” que tienen una probabilidad de ocurrencia astronómicamente baja, cercana a cero, como diría [Monod 1970]. En consecuencia, la explicación de las condiciones iniciales por esta vía tendría una probabilidad cercana a cero de ser cierta y, por tanto, queda descartada, por requerir periodos más largos que la existencia del mismo universo para poderse dar. (2)

De acuerdo con la paradoja del demonio de Maxwell, cuando mediante una acción mental se introduce una restricción al movimiento azaroso de los átomos constitutivos, más de una alternativa correspondiente a macro-estados “concentrativos” surge con una probabilidad que tiene oportunidades reales de realizarse, en los rangos de tiempo propios de los fenómenos físicos que inciden en los ciclos biológicos. La escogencia de las condiciones de agregación iniciales posibles depende, maxwellianamente hablando, del “capricho” del “demonio” (*its own sweet will*).

Si aceptamos que el universo es no ergódico, como en el fondo creía Peirce, la única alternativa plausible es la segunda, la cual impredeciblemente abre el universo hacia trayectorias hasta ahora inexistentes, que, a medida que se abren, condicionan la evolución futura, generando nuevas posibilidades y nuevas bifurcaciones que explican justamente la no ergodicidad del universo. Por tanto, en este sentido, el “hábito o ley de la mente” de Peirce, no suficientemente comprendida, mantiene toda su vigencia, siempre y cuando se interprete en el contexto de una física de procesos irreversibles, lejos del equilibrio termodinámico.

En segundo lugar, habíamos dicho que una de las características más sobresalientes de la mente radica en el comportamiento dirigido a metas inmediatas. La tendencia a cumplir ciertas metas no impone la manera como se deben alcanzar, limitándose únicamente a definir las características generales del estado final.

Para entender cómo opera la causalidad final en los sistemas físicos, recordemos que, cuando existe un estado o meta que se produce regularmente mediante una serie de causas mecánicas, si alguna de ellas se bloquea por algún obstáculo, la naturaleza utiliza otro proceso existente y, mediante el recurso de una serie causal diferente, tiende a la consecución de la misma meta. En el metabolismo, es frecuente que, al obstruirse una vía bio-sintética, se activen otras rutas dentro

del sistema reticulado de reacciones de síntesis y degradación. La acción del azar inevitablemente genera resultados teleológicos.

La causa final no permite reconstruir la serie de causas mecánicas que han dado lugar a una configuración en particular, pero sí explica la razón por la cual una configuración altamente improbable aumenta su probabilidad en un contexto funcional determinado.

... a tendency towards ends is so necessary a constituent of the universe that the mere action of chance upon innumerable atoms has inevitable teleological results. (Royce, citado en: Esposito 1980, 154).

La pregunta inevitable sobre cómo las leyes físicas, que son ciegas y no persiguen fines, pueden dar lugar a acciones que funcionan como si tuvieran propósitos, ha sido respondida de acuerdo con la teoría darwiniana, arguyendo que las variaciones azarosas de las formas biológicas, en caso de ser adaptativas, se seleccionan por el medio ambiente. Era la única respuesta viable dentro de un esquema definido por una física del siglo XIX que no cuestionaba el presupuesto de la pasividad de la materia.

La selección natural podría equipararse a una acción externa, dada por una ley mecánica, mientras que el fenómeno de la variación no. Aceptar que en la naturaleza hay innovaciones reales, en otras palabras, azar objetivo, es aceptar que las leyes mecánicas no siempre se cumplen, puesto que, por definición, los fenómenos aleatorios no obedecen ninguna ley.

En este punto, Peirce se pronunció a favor del azar ontológico, yendo más allá del mismo Darwin, quien había defendido el azar como un modo de hablar que se desprende de nuestra ignorancia. Darwin escribió:

I have hitherto sometimes spoken as if variations –so common and multiform with organic beings under domestication, and in a lesser degree with those under nature- were due to chance. This, of course, is a wholly incorrect expression, but it serves to acknowledge plainly our ignorance of the cause of each particular variation. (Darwin 1859a, 121)

La idea revolucionaria de Peirce con respecto al azar tiene un marcado acento maxwelliano (Esposito 1980, 169), y consiste en ver el azar como una exteriorización de procesos mentales generados en el interior de los sistemas organizados, que se manifiesta en las maneras impredecibles de responder a las circunstancias externas.

Wherever chance-spontaneity is found, there in the same proportion feeling exists. In fact, chance is but the outward aspect of that which within itself is feeling. (CP 6.265)

## 7. ¿QUÉ TIPO DE LEY ES LA SELECCIÓN NATURAL?

La selección natural es un concepto inspirado en las elecciones inteligentes y conscientes hechas por los cruzadores en el proceso de obtención de razas de animales y plantas.

I came to the conclusion that selection was the principle of change from the study of domesticated productions; and then, reading Malthus, I saw at once how to apply this principle. (Darwin 1859a)

Pero, a pesar de que Darwin aclaró insistentemente que la naturaleza no hace selecciones conscientes, sino que la selección natural es resultado de la reproducción diferencial y la supervivencia en la lucha por los recursos, es indudable que, en su época, constituía un tipo de explicación novedosa. Por esta razón, se vio obligado a incluir en la sexta edición del *Origen* la siguiente aclaración.

Others have objected that the term selection implies conscious choice in the animals which become modified; and it has even been urged that as plants have no volition, natural selection is not applicable to them. In the literal sense of the word, no doubt, natural selection is a false term; but whoever objected to chemists speaking of the elective affinities of the various elements? – and yet an acid cannot strictly be said to elect the base with which it in preference combines. It has been said that I speak of natural selection as an active power or Deity; but who objects to an author speaking of the attraction of gravity as ruling the movements of the planets? Everyone knows what is meant and implied by such metaphorical expressions; and they are almost necessary for brevity. So again it is difficult to avoid personifying the word Nature. (Darwin 1872, 63).

La ley de selección natural es un concepto referido a regularidades no deterministas, afín a las contingencias que se presentan en la lucha diaria por la subsistencia, en un proceso continuo que se está dando en todo momento y en todo lugar. El futuro impredecible de la evolución tiene que ver con lo que está ocurriendo en este momento, en el presente.

Natural Selection is daily and hourly scrutinizing, throughout the world, every variation, even the slightest; rejecting that which is bad, preserving and adding up all that is good; silently and insensibly working, whenever and wherever opportunity offers, at the improvement of each organic being in relation to its organic and inorganic conditions of life. (Darwin 1859a, 83, subrayados añadidos).

En cuanto ley, la selección natural tiene la pretensión de generalidad, a la vez que asegura la impredecibilidad a futuro. ¿Acaso en la impredecibilidad está lo



general? En este sentido, la selección natural puede entenderse como una especificación mucho más precisa de la noción más general del hábito peirceano. Si el futuro depende de lo que pase en el presente, la explicación histórica adquiere prevalencia sobre la física aunque, con el paso del tiempo, la termodinámica muestre la compatibilidad de ambas, por su dependencia de la ley universal del aumento de entropía, la cual se originó después de la expansión del universo como tendencia a recuperar el estado de equilibrio (Salthe 2004).

El neodarwinismo es una teoría basada en una lógica que resalta los aspectos externos individual y poblacional de la realidad, en otras palabras, enfatiza la existencia de genes discretos cuyas frecuencias de aparición en las poblaciones se describen mediante las leyes estadísticas formuladas por Boltzmann y Maxwell. Pero la selección natural, como actividad que se está dando en un presente continuo, abriéndose hacia el futuro, se enmarca sin duda dentro de la noción del hábito peirceano, que retiene, fija por un lado y elimina por otro, los hábitos que aparecen en los organismos individuales.

La contingencia en las condiciones de vida, dada por los múltiples factores que las condicionan, hace que sea imprevisible cuáles son las adaptaciones que van a tener éxito en ciertas condiciones específicas. Por tanto, la idea darwiniana de selección natural señala la existencia de una “causalidad final indeterminista” en los procesos de la naturaleza, en conformidad con la noción peirceana de hábito (Kauffman 2009).

Siendo la adaptación una medida de la capacidad retenida por selección natural que tienen los organismos de responder adecuadamente a las exigencias del entorno, sería irreducible a propiedades referidas a cada una de las partes. Por otra parte, el concepto mismo de adaptación podría ser reformulado, no en términos de una magnitud que puede ser mayor o menor, sino de una congruencia funcional y operacional entre el organismo y el entorno (Maturana & Varela 1992), que explica por qué, en determinado entorno, ciertas formas de vida pueden mantenerse y reproducirse en él.

## **8. EVOLUCIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS LEJOS DEL EQUILIBRIO**

Así como Maxwell anticipó las formulaciones de Prigogine, Wright anticipó las de (Kauffman 1993), quien formalizó la evolución de sistemas complejos adaptativos utilizando la imagen de paisajes rugosos con picos distribuidos aleatoriamente, a partir de datos genéticos que en la época de Wright eran desconocidos. De esta manera, se ha concluido que, para una misma población de organismos que evoluciona, así el medio ambiente sea estable, hay más de una solución o pico adaptativo posible. En las últimas décadas, (Prigo-

gine & Stengers 1984) redescubrieron la validez del *dictum* heracliteano “todo cambia”, y la urgencia de buscar un *logos*, o ley de cambio, que incluiría algo de azar y de necesidad, aunque la relación precisa entre esa antinomia no sea clara. Es decir, la ciencia ha ido mostrando que el orden matemático del universo no es absoluto, ni determinista, y que, tras los fenómenos eminentemente creativos, dinámicos y azarosos, subyace un tipo de lógica que en principio sería posible modelar.

Los debates del presente constituyen nuevas versiones de polaridades binarias recurrentes en las teorías biológicas, que se derivan, en últimas, del supuesto metafísico newtoniano de la pasividad intrínseca de la materia, no completamente superado por la visión mecánico-estadística. Se trata de polaridades que actúan como una *tensión esencial*, *sensu* Kuhn, favorable al desarrollo del conocimiento, pero cuya recurrencia insistente es un indicio de la necesidad de rehacer los presupuestos fundamentales. Estas dualidades se expresan, entre otras, como: (1) orden/desorden, (2) determinismo/azar, (3) materia/forma, (4) información/caos, (5) evolución/entropía, (6) equilibrio/desequilibrio, (7) preformismo/epigénesis, (8) estructuralismo/funcionalismo, (9) lamarckismo/darwinismo, (10) genes/medio ambiente, (11) genotipo/fenotipo, (12) naturaleza/crianza, (13) selección natural/auto-organización, (14) adaptación/deriva, etc.

Se discute actualmente la pertinencia de construir un esquema alternativo o “nueva nueva síntesis”<sup>6</sup> que permita integrar teorías aparentemente irreconciliables, dentro de una lógica que concentre su atención en la identificación de los grados de regularidad subyacentes a los procesos que, aunque indeterministas, no serían completamente aleatorios. Por otra parte, explorar las subunidades constitutivas fundamentales resulta insuficiente, si no se conocen los procesos e interacciones que permiten definirlos. Una ontología alternativa adoptaría la forma de un monismo dinámico, procesual, eminentemente creativo, que resalta, por un lado, el carácter histórico, contingente y múltiple de la realidad, y, por el otro, revela enteramente su compatibilidad con las leyes físicas.

La evolución biológica está inscrita en la segunda ley de la termodinámica, como lo han planteado Prigogine & Stengers (1984), Brooks & Wiley (1988), Salthe (1993), entre otros. Aunque la segunda ley de la termodinámica es la ley más general de evolución, no permite inferir nada acerca de los caminos o trayectorias específicas que siguen los procesos naturales en aumento cons-

---

6 *Nueva nueva síntesis* (NNS) en referencia a la denominada nueva síntesis que, a partir de 1948 bajo el liderazgo de Dobzhansky, Mayr y Simpson, logró unificar la taxonomía, la genética y la paleontología, en lo que se llamó el neodarwinismo. La NNS que se propone sería, en últimas, una generalización actualizada del darwinismo, atrayendo además las contribuciones de la microbiología, la biología del desarrollo, el comportamiento y la ecología, por un lado, y de la termodinámica, la teoría de la información y la física cuántica, por el otro.

tante de entropía. Es imposible predecir las trayectorias por las cuales se da la exploración de formas reales en el universo, puesto que las trayectorias futuras se posibilitan a medida que se actualizan las que están en curso. Además, es imposible definir con antelación por cuál de las alternativas habilitadas va a optar el sistema en cuestión. La ley de selección natural y la de la entropía van de la mano. Los sistemas más adaptados son los que tienen mayor acceso a los recursos y, por tanto, su ventaja radica en que disipan con mayor intensidad los gradientes de energía. La destrucción del medio ambiente heredado es una consecuencia inevitable del éxito evolutivo de los grandes depredadores, la especie humana en especial. El potencial para reducir los gradientes inducidos por la radiación solar se deriva del hecho de que los seres vivos interpretan señales del entorno que les permiten detectar los gradientes de energía, para usarlos, degradarlos y, así, sobrevivir. La abrumadora diversidad de especies y formas de vida es una manifestación de las múltiples maneras como las fuentes de energía se pueden utilizar y degradar. Los seres humanos somos disipadores de energía altamente evolucionados y, al hacerlo, estamos acelerando el proceso inevitable hacia el equilibrio y la muerte térmica (Salthe 1999, 2004). Con la visión de la termodinámica clásica, caen todos defensores del mito del progreso y mejoramiento permanente, pasando por los filósofos naturales alemanes, los defensores del lamarckismo, los creyentes en el mejoramiento adaptativo, darwinistas y neo darwinistas, los marxistas del siglo XX y los neoliberales del XXI.

Pero, cuando la entropía se estudia desde la perspectiva de sistemas alejados del equilibrio, revela su doble faz, es decir una cara “destruktiva” que coexiste con su contraria “creativa”. A mayor entropía, mayor diversidad de formas, arreglos o configuraciones que en realidad ocurren, y mayores los que, como posibilidad, pueden establecerse (Brooks & Wiley 1988). En otras palabras, evolución es entropía. Igualmente, mayor será el costo energético y la disipación de gradientes para su mantenimiento, pero mayores aún son las posibilidades de establecer nuevos tipos de relaciones e interacciones que conduzcan a un aumento del potencial creativo de la naturaleza. De acuerdo con Kauffman (2000), la vida es un evento altamente probable en el universo, que emerge de sistemas colectivos conformados por redes auto-catalíticas. En estos sistemas, cuando la diversidad de tipos de moléculas presentes aumenta aritméticamente, el número de posibles reacciones aumenta a una tasa exponencial y, con mayor probabilidad, algunos de los productos químicos generados en estas reacciones pueden a su vez catalizar otras reacciones del conjunto, reforzando la dinámica propagativa del sistema. En consecuencia, se genera un sistema diferenciable del medio ambiente que funciona como agente autónomo, en función de su propio interés, extrayendo y utilizando energía.

La entropía es también la ley de la dispersión en el espacio de formas posibles donde aumentan las tendencias a la diversificación y a la complejidad, sin que, por ello, deba afirmarse que obedecen a un pretendido plan de la naturaleza. Debe reconocerse la existencia de una entropía creativa, tendiente a incrementos de complejidad en la lejanía del equilibrio, así como una destructiva, tendiente a la degradación de los mismos cuando se aproxima a la condición de equilibrio. La causalidad final validada por la ley de la entropía responde tanto por la emergencia de niveles de organización de mayor complejidad, como por la tendencia a la degradación y absorción por los niveles inferiores atómicos y subatómicos.

Entre más aumenta la entropía global, más impredecibles se hacen las trayectorias locales que continúan con ese aumento. Por tanto, no existe ningún proceso determinista que obligue a que los sistemas de complejidad creciente tengan que adoptar las formas externas que presentan en la vida que conocemos aquí en la tierra, aunque los procesos de organización interna puedan ser análogos. La capacidad de procesar información del entorno, y la habilidad para decidir, no precisan de la forma que revisten los seres vivos y humanos actuales, sino que podrían estar corporizadas en una gran diversidad de formas posibles, todavía no realizadas.

A medida que aumenta la entropía, o disminuye la energía libre aprovechable a nivel local, más violenta es la competencia por la destrucción rápida de los gradientes de energía remanentes, como lo muestra la crisis ecológica y social de nuestro tiempo. La tendencia a los aumentos de complejidad tiene un costo energético, y lo único que puede predecirse es que los sistemas organizados terminarán por desintegrarse y ser absorbidos por los niveles inferiores o subatómicos, pero no sin antes haber desplegado un potencial creativo insospechado. En caso de emerger sistemas sociales altamente complejos, capaces de utilizar fuentes de energía inalcanzables para nosotros, nada impide que el proceso de complejidad creciente se continúe hasta donde sea físicamente posible, o, mejor, hasta donde la capacidad de los agentes permita aprovechar los recursos energéticos.

La ley de la mente aporta a la cosmovisión evolutiva un elemento de propósito y racionalidad que Peirce denominó "*agapism*", según el cual la fuerza fundamental de la evolución sería el amor, no la lucha, ni la competencia. Al igual que la cosmología de Anaximandro, el amor aparece como metáfora de una fuerza atractora y aglutinadora, que jalona todos los componentes del universo hacia la conformación de una totalidad armoniosa y coherente. Esta idea es compatible con la expresada por autores contemporáneos de Peirce, como Kropotkin (1902), quien vio la evolución como el resultado del apoyo mutuo, o Mereschkowski

(1905), como resultado de asociaciones simbióticas. Posteriormente, Margulis explica la aparición de la célula eucariótica como el resultado de complejas asociaciones de procariontes que pasaron de vivir en vida libre a convertirse en endo-simbiontes u organelos intracelulares (Margulis 1967, 1975). Recientemente, Bowles & Gintis (2011) argumentan que la cooperación ha sido el factor decisivo que ha jalonado la evolución humana.

El *agapism* reconoce el papel evolutivo de las acciones orientadas hacia metas específicas. Sin embargo, en contra de Peirce, se argumenta que los comportamientos intencionales se deben a una tendencia ciega de los sistemas estocásticos, a pasar de estados de no equilibrio al equilibrio, sin que el sistema tenga necesidad de elegir el estado de equilibrio al cual converge. Por extrapolación, no sería necesario recurrir a la existencia de una tendencia a adquirir hábitos en los organismos para explicar su comportamiento aparentemente intencional, pues bastaría con la selección natural. Pero el punto a rescatar de Peirce consiste en argumentar que, al menos en los seres vivos, los fines o estados finales constituyen un tipo de preferencia, así sean el producto de una “decisión caprichosa” y no se obtengan después de una exploración exhaustiva y aleatoria del espacio de posibilidades. Por ejemplo, la nutrición implica que los organismos aciertan en la elección de la fuente nutritiva, pero no ensayan todas las posibles fuentes nutritivas antes de decidirse. En consecuencia, las preferencias seleccionadas dan lugar a los hábitos que tienden a retenerse y profundizarse por selección natural, en la medida que favorecen el mantenimiento, crecimiento, perpetuación, reproducción y expansión de la vida.

El punto central en la discusión consiste en mostrar que la impredecibilidad está asociada a las elecciones individuales que hacen los agentes, hecho que es perfectamente compatible con el darwinismo. El concepto de elección individual caprichosa, ejecutado en un contexto funcional, reúne, a la vez, aspectos de azar y de respuesta a las condiciones del medio ambiente. Los seres vivos, como agentes autónomos, eligen al azar los ajustes fenotípicos que surgen como respuestas posibles ante las exigencias del medio externo.

Se trata de ajustes que obedecen a las dinámicas internas propias de los procesos metabólicos, fisiológicos, diferenciación celular, ontogenéticos y conductuales. Entre más apremiantes y urgentes sean las condiciones impuestas por la escasez de recursos, mayor será el azar involucrado en la decisión de los ajustes fenotípicos a adoptar. Entre más relajadas sean las condiciones, mayores serán las posibilidades de “evaluar” las posibles respuestas, antes de aventurar alguna. La propuesta de evolución por diversificación a partir de ancestros comunes, mediante acumulación gradual de variaciones adaptativas por acción de la selección natural, erradicó por completo la idea lamarckiana

del plan de la naturaleza. Sin embargo, el mecanismo lamarckiano de modificación de los hábitos, como respuesta al medio, jugó un papel destacado en la visión de Darwin y lo sigue jugando en las exploraciones teóricas de hoy en día (Gissis & Jablonka 2011).

## 9. EL PAPEL DEL HÁBITO EN LA EVOLUCIÓN DE LOS ORGANISMOS

Aceptar que los seres vivos son capaces de responder a las exigencias externas, ajustando procesos internos y orientando sus acciones hacia la captura de energía libre, equivale a reconocer el papel del hábito en la evolución. Nuevas acciones configuran nuevos hábitos, los cuales, mediante la modificación de los sistemas de herencia epi-genética y la subsiguiente asimilación y acomodación genética, pueden repercutir en la herencia genética de los organismos (Waddington 1957, 1961; Jablonka & Lamb 1998, 2004; West-Eberhard 2003). Los organismos no son seres pasivos maleables por el ambiente, sino que son agentes activos, transformadores de su entorno y constructores de nichos. Reconocer el papel del hábito en los organismos va de la mano con el reconocimiento de sus facultades mentales, algo que para Lamarck era consecuencia normal del desarrollo cerebral que hace de la inteligencia una expresión del “*sentimiento interior*”. De modo similar, Darwin explicó en detalle la continuidad entre los poderes mentales de los animales y de los humanos. En los capítulos, tercero y cuarto del *Origen del Hombre*, (Darwin 1871) hizo una pormenorizada comparación entre las facultades mentales del hombre y las de los animales inferiores.

No deja de sorprender la agudeza con que describe ejemplos y casos acerca de evidentes muestras de afecto, sobre la capacidad de sentir placer, dolor, felicidad e infortunio, así mismo como referencias a comportamientos intencionales y muestras de la capacidad de aprendizaje, inteligencia, memoria, imaginación y razón en los animales inferiores, y no únicamente en nuestros parientes más cercanos, como serían los simios. Igualmente, se refiere a las capacidades lingüísticas y comunicativas de los animales y cita una gran cantidad de casos que, según él, contradicen el sistema de pensamiento que hace de los animales unas máquinas inanimadas.

Es cierto que la descripción de casos y anécdotas es insuficiente, pero los estudios actuales, mucho más sistematizados y controlados, difícilmente niegan la intuición de Darwin de que existen comportamientos intencionales en los animales. Para Darwin, la pregunta sobre la existencia de elecciones conscientes en los animales no es problemática, puesto que la presuposición de que son improbables está fundada en la falacia del antropocentrismo, es decir, en

el prejuicio de que hay un hiato insuperable entre los humanos y los animales. Darwin (1881), en su estudio sobre la lombriz de tierra, se refiere a los juicios que las lombrices hacen sobre la forma de las hojas y su utilidad para bloquear los túneles, utilizando residuos de hojas.

In this case, the worms judged with a considerable degree of correctness how best to draw the withered leaves of this foreign plant into their burrows; notwithstanding that they had to depart from their usual habit of avoiding the foot-stalk. (Darwin 1881, 70).

Lamentablemente, en las primeras décadas del siglo XX, la explicación evolutiva de la inteligencia animal fue olvidada, cuando los investigadores se volcaron a favor de un conductismo que consideraba los animales como máquinas, entusiasmados por las posibilidades que abría la investigación sobre el comportamiento de ratas en laboratorio. Pero, si los animales son análogos a máquinas, queda sin explicar la aparición de la inteligencia humana. A partir de los años setentas del pasado siglo, la metáfora que describe los organismos como agentes que resuelven problemas planteados por el medio ambiente ganó terreno dentro del neodarwinismo, pero nunca se abordó decididamente a causa de prejuicios metafísicos que consideraban los procesos mentales como epifenómenos reducibles a factores mecánicos explicables genéticamente. Todas las acciones de los organismos se concebían como consecuencia de su éxito evolutivo, debido a la selección natural de mutaciones azarosas a escala del ADN. En otras palabras, la agencia era epifenómenica, la intencionalidad individual no era real. Mientras que el neodarwinismo vio la agencia intencional en los genes, acusó a los neolamarckistas de buscarla en los organismos. ¿Por qué no redefinir la idea de agencia para poderla incluir en todos y cada uno de los niveles? Agencia no implica determinismo, ni tendencia a cumplir propósitos prefijados, simplemente tiene que ver con el hecho de que las acciones a diferentes escalas (molecular, celular, organísmica, poblacional, ecosistémica) inciden sobre la evolución futura de esos mismos sistemas, exhibiendo grados de indeterminación e incertidumbre, como los que se presentan en el caso de las bifurcaciones en la lejanía del equilibrio térmico.

Hoy en día, estamos de regreso a la posición original de Lamarck y Darwin, que reconoce, en el comportamiento de los organismos, un tipo de acción mental cognitiva. No podemos olvidar que algunos autores, como Baldwin (1896), ya habían propuesto un factor de evolución, dependiente de la capacidad de aprendizaje de los animales. Zin Yan Kuo (1932) y David Lerman (1936), (citados en Johnston 2001), proponían ver en los instintos la fijación de comportamientos aprendidos. Por su lado, Griffin 1992 penetra en la mente animal y en sus sistemas de comunicación simbólica, recogiendo informa-

ción de observaciones y experimentos controlados. Recientemente, Jablonka & Lamb (1998, 2004) y Stewart (2004), entre otros, proponen mecanismos neolamarckianos en los que la conducta y el aprendizaje juegan un papel destacado para explicar el origen de las variaciones evolutivas.

## 10. AVANZANDO EN LA GENERALIZACIÓN DEL HÁBITO PEIRCEANO

Generalizar la ley del hábito de Peirce podría parecer un proyecto descabellado, pero Kauffman (2000, 9) ha recientemente propuesto que se debe avanzar en la propuesta de construir una “*Biología General*”, como una rama de la ciencia que estudie las propiedades y leyes que caracterizan a las biosferas en cualquier lugar del universo, y no solamente en referencia a la vida que conocemos aquí en la tierra. Esta biología general abordaría, por igual, el estudio de los organismos y poblaciones biológicas, y los sistemas sociales y culturales que estudian la economía y la sociología (Kauffman 2000, 219-229). La integración entre ciencias biológicas y humanas se fundamenta en que ambas tienen como objeto de estudio sistemas auto-organizantes, compuestos de organismos y humanos que interactúan de modo cooperativo y competitivo, en un medio ambiente que cambia a consecuencia de las estrategias que adoptan para sobrevivir.

La formulación de leyes evolutivas generales se facilita con la inclusión de la noción del “adyacente posible”, referida al conjunto de posibilidades inmediatas y disponibles para un sistema evolutivo en un momento particular de su historia, es decir, las posibilidades realmente accesibles, dadas las restricciones y circunstancias existentes. En un sistema organizado, el “adyacente posible” consiste en el conjunto de estados que no hacen parte del sistema pero que, sin embargo, son alcanzables en un paso desde el estado actual. Una vez realizados algunos estados, un nuevo adyacente posible aparece, expandiéndose indefinidamente e impredeciblemente con cada actualización del potencial existente.

We cannot say ahead of time all the possible constellations of matter, energy, process, and organization that is a kind of basic set for a biosphere in the sense that the atomic chart of the elements is a finite basis set for all of chemistry. (Kauffman 2000, 131).

La capacidad de crear nuevas posibilidades depende de la existencia de agentes autónomos, los cuales tienden a maximizar la expansión de su adyacente posible, ampliando y diversificando las posibilidades con el paso del tiempo, pero la sorprendente ampliación de estas posibilidades solo es posible teniendo



en cuenta el aspecto cooperativo –Peirce diría agapástico– de la evolución. Esta capacidad expansiva y creciente de la complejidad fue prevista por Peirce:

... there is probably in nature some agency by which the complexity and diversity of things can be increased; and that consequently the rule of mechanical necessity [determinism] meets in some way with interference. (CP 6.41; 1892)

Esta tesis constituye, para Kauffman, una candidata a cuarta ley termodinámica aplicable a sistemas auto-organizantes:

Biospheres enlarge their work-space, on average, as fast as they can. (Kauffman 2000, 209)

Para entender lo que significa hablar de agentes autónomos, hay que inevitablemente recurrir a la semiótica, dado que, para los agentes autónomos, las moléculas adquieren significados. En este punto, Kauffman recurre a la tríada peirceana signo, objeto, interpretante, como una relación irreducible y efectiva que determina la especificación y significación de lo que puede emerger y de lo que, en efecto, emerge. Los signos de Peirce se convierten en el verdadero material del pensamiento que determina los eventos y posibilidades futuras, y, por consiguiente, la aparición de los agentes autónomos equivale a la emergencia de los signos o relaciones triádicas. La significación y el sentido surgen de la interacción de los organismos con el medio ambiente, que permite la identificación de objetos por el contenido semántico que representa para ellos. Estos objetos no se identifican con relaciones causales, sino con acciones, afectaciones o motivaciones que influyen en los organismos, para quienes adquieren contenido semántico como “refugio”, “refrescante”, “posible alimento”, “lugar para dormir”, “dañino”, “atractivo para copular”, “placentero”, “peligro”, “frío”, etc.

There is no food significance in sucrose except when a bacteria swims upgradient and its metabolism uses the molecule in a way that allows its identity to continue (Varela 1997, 79).

Un universo de relaciones semánticas solo puede ser explicado históricamente, haciendo alusión a las interacciones, reconocimientos y ajustes estructurales que convierten a los factores del entorno significantes para la vida de los organismos. Se trata de relaciones que no solo han creado a los seres que conocemos, sino que contienen la potencia de nuevas relaciones que abren nuevos mundos de significación para la vida. La vida es el esfuerzo continuo de los agentes autónomos para dar sentido al entramado de relaciones de las cuales participa. Es una construcción autorrecursiva de metáforas, que guía

las acciones del momento presente, un proceso matemáticamente aún no formalizable, pero cuya lógica se puede explicar mediante las relaciones triádicas inspiradas en Peirce. En consecuencia, la biología general de Kauffman se convierte en semiótica.

La metáfora del universo como una mente, o mejor como un gran procesador de información, propuesta por Lloyd (2006), indica el camino hacia las nuevas construcciones ontológicas congruentes con lo que la ciencia sigue develando. Esta nueva metáfora, novedosa en apariencia, tiene como trasfondo que, a pesar de todo, existe un complejo entramado de operaciones lógicas, o, mejor, una diversidad de lógicas, que hacen posible la construcción permanente de la realidad. En este sentido, creo que la propuesta de Peirce es pertinente porque apunta hacia una explicación evolutiva detrás de una multiplicidad de lógicas (no una sola), las cuales fueron y van emergiendo a partir de procesos azarosos y creativos. En este sentido, el proceso de construcción de metáforas se convierte en la metáfora misma de la naturaleza viviente.

Siguiendo a Eco (1996, 1320), la interpretación de metáforas opera como un razonamiento abductivo, puesto que, para cada nueva metáfora que se propone, hay que construir el marco contextual hipotético –es decir, la regla– a partir de donde es posible inferir una explicación plausible de un evento. La metáfora se mantiene vigente para los casos que conforman el dominio de explicación original, o casos en que fue propuesta inicialmente, pero, por sucesivas iteraciones, extiende o estira su dominio de significación a nuevas situaciones, imprevistas anteriormente. Hay que proponer hipótesis o nuevos contextos de interpretación y validación, puesto que no preexiste una clave contextual unívoca. Estos contextos de interpretación validan las metáforas, así como la naturaleza manifiesta grados de regularidad que se validan dentro de ciertos rangos de aplicación. La invención de metáforas, como su interpretación, es un proceso creativo análogo a la abducción, fundamentado en la capacidad de reconocer similitudes entre eventos y hechos diferentes. Igualmente, la naturaleza opera estableciendo nuevos tipos de interacciones entre entidades en desarrollo, a medida que se descubren afinidades entre estructuras, o motivos, producidos evolutivamente, no preexistentes. Es un verdadero acto creativo de la naturaleza y del conocimiento, puesto que se trata de semejanzas que no se reconocían como tales antes de formular la metáfora, porque ni siquiera preexistían las condiciones para su aparición. No existen reglas metodológicas precisas para el descubrimiento de metáforas. La intuición se deja guiar por el hábito de múltiples maneras, constituyéndose en un acto de imaginación creativa, que revela la dimensión estética de la ciencia. Igualmente, el carácter intrínsecamente creativo de la naturaleza revela un profundo y sobrecogedor sentimiento de respeto a la vida en todas sus posibles manifestaciones.

## TRABAJOS CITADOS

- Andrade, Eugenio. *Los demonios de Darwin. Semiótica y termodinámica de la evolución*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2009.
- . *La ontogenia del pensamiento evolutivo*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Obra Selecta, 2009.
- Baldwin, James. “A New Factor in Evolution.” *American Naturalist* 30 (1896): 441-451, 536-553.
- Bowles, Samuel. Gintis, Herbert. *A Cooperative Species. Human Reciprocity and Its Evolution*, Princeton: Princeton University Press, 2011.
- Brillouin, Leon. “Maxwell’s Demon Cannot Operate: Information and Entropy I.” *Journal of Applied Physics* 22 (1951): 334-37.
- Brooks, Daniel. Wiley, E. O.. *Evolution as Entropy*, Chicago: University of Chicago Press, 1988.
- Burkhardt, Richard W. *The Spirit of System. Lamarck and Evolutionary Biology*, Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- Caponi, Gustavo. “Contra la lectura adaptacionista de Lamarck”, en: Alejandro Rosas (ed.), *Filosofía, Darwinismo y Evolución*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (2009): 3-17.
- Darwin, Charles. *The origin of species by means of Natural Selection or the preservation of favoured races in the struggle for life* (edition based on the text of first edition, London: Murray), London: ElecBook, 1997.
- . “Letter 2449 – Darwin to Wallace, 6 April 1859” (accesible [www.darwinproject.ac.uk/entry-2449](http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2449)).
- . “Letter to Asa Gray”, en: Francis Darwin (ed.), *Life and Letters of Charles Darwin*, Middlesex: The Echo Library, vol.II, 459 (accesible [www.echo-library.com](http://www.echo-library.com)).
- . “Letter 3822 – Darwin to Hooker, 24 November 1862” (accesible <http://www.darwinproject.ac.uk/darwinletters/calendar/entry-3822.html>).
- . *The Descent of Man And Selection in Relation to Sex* (vol. 1), London: Murray, 1871.
- . *The Origin of Species by means of natural selection or the rpeservation of favored races in the struggle for life*, London: Murray, 1872 (Sixth Edition).
- . *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms with Observations on Their Habits*, Chicago: Chicago University Press, 1985.

- . *El Origen de las Especies*, Barcelona: Edicomunicación, 2001.
- Dawkins, Richard. *The Selfish Gene*, New York: Oxford University Press, 1976.
- Depew, David. & Weber, Bruce. *Darwinism Evolving. Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*, Cambridge: The MIT Press, 1995.
- Eigen, Manfred. "Self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules", *Naturwissenschaften* 58 (1971): 465-523.
- Eco, Umberto. "Metaphor", en: M. Dascal, D. Gerhardus, K. Lorenz, G. Meggle (eds.), *Philosophy of Language. An International Handbook of Contemporary Research* 2 (1996): 1313-1323.
- Esposito, Joseph. *Evolutionary Metaphysics. The Development of Peirce's Theory of Categories*, Athens: Ohio University Press, 1980.
- Fisher, Ronald. *The Genetical Theory of Natural Selection*, New York: Oxford University Press, 1958.
- Gissis, Snait. Jablonka, Eva. *Transformations of Lamarckism. From Subtle Fluids to Molecular Biology*, Cambridge: The MIT Press, 2011.
- Griffin, Donald. *Animal Minds*, Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- Jablonka, Eva. & Lamb, Marion. "Epigenetic inheritance in evolution", *Journal of Evolutionary Biology* 11 (1998): 159-183.
- . *Evolution in four dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*, Cambridge: The MIT Press, 2004.
- Jaeger, Werner. *La Teología de los Primeros Filósofos Griegos*, México: Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Johnston, T. D. "Toward a Systems View of Development: An Appraisal of Lehrman's Critique of Lorenz", en: S. Oyama, E. Griffiths, R. Gray (eds.), *Cycles of Contingency. Developmental Systems and Evolution*, Cambridge: The MIT Press, (2001):15-23.
- Jonas, Hans. *The Phenomenon of Life: Toward a Philosophical Biology*, Chicago: University of Chicago Press, 1966.
- Kauffman, Stuart. *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, New York: Oxford University Press, 1993.
- . *Investigations*, Oxford: Oxford University Press, 2000.
- . "Towards a Post Reductionist Science: The Open Universe" (accesible [http://arxiv.org/PS\\_cache/arxiv/pdf/0907/0907.2492v1.pdf](http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0907/0907.2492v1.pdf))

- Kropotkin, Piotr. *Mutual Aid. A Factor of Evolution* (accesible [www.marxists.org/reference/archive/kropotkin-peter/1902/mutual\\_aid/index.htm](http://www.marxists.org/reference/archive/kropotkin-peter/1902/mutual_aid/index.htm)).
- Hausman, Carl. *Charles S. Peirce's Evolutionary Philosophy*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- Lamarck, Jean-Baptiste. *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, París: Pole HSTL du CRHST, Unité Mixte de Recherche CNRS/Cité des sciences et de l'industrie, 2001 (accesible <http://www.crhst.cnrs.fr>).
- . *Filosofía zoológica*, Barcelona: Alta Fulla, 1986.
- . “Histoire naturelle des animaux sans vertebres”, en : (Burkhardt 1995, 169-170).
- Lloyd, Seth. *Programming the Universe*, New York: Knopf, 2006.
- Lovejoy, Arthur. *La Gran Cadena del Ser. Historia de una Idea*, Barcelona: Icaria, 1983.
- Margulis, Lynn. “On Origen of Mitosing Cells”, *Journal of theoretical biology* 14 (3) (1967): 225-274.
- Margulis, Lynn. *Origins of Eukaryotic Cells*, New Haven: Yale University Press, 1975.
- Maturana, Humberto. Varela, Francisco. *The Tree of Knowledge. The Biological Roots of Human Understanding*, London: Shambala, 1992 (revised edition).
- Maxwell, James Clerk. “Letter to Galton – 28 February 1870”, en: J. C. Maxwell, *The Scientific Letters and Papers of James Clerk Maxwell: 1874-1879* (ed. Harman) (vol. 3), Cambridge: Cambridge University Press, (1990): 31.
- Maxwell, James Clerk. *Theory of Heat*, London: Longmans, Green and Co, 1871.
- Mc Mullin, Ernan. “From matter to materialism ... and (almost) back”, en: Davies, N. H. Gregersen (eds.), *Information and the Nature of Reality*, Cambridge: Cambridge University Press, (2010): 13-37.
- Menand, Louis. *El club de los metafísicos. Historia de las ideas en América*, Barcelona: Destino, 2001.
- Mereschkowski, C. “Over nature and origin. Chromatophoren in the Pflanzenreiche”, *Biol. Centralbl.* 25 (1905), 593-604, 689-691 (traducción al inglés: W. Martin, K. V. Kowallik, “Annotated English translation of Mereschkowsky's 1905 Paper “Over nature and origin. Chromatophoren in the Pflanzenreiche”, *Eur. J. Phycol.* 34 (1999): 287-295).

- Monod, Jacques. *El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la Filosofía Natural de la Biología Moderna*, Barcelona: Orbis, 1970.
- Popper, Karl. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, New York: Harper Torchbooks, 1968.
- . *Unended Quest*, Chicago: Open Court Publishing, 1976.
- Prigogine, Ilya. Stengers, Isabelle. *Order out of Chaos. Man's new dialogue with nature*, New York: Bantam Books, 1984.
- Reynolds, Andrew. *Peirce's Scientific Metaphysics. The Philosophy of Chance, Law and Evolution*, Nashville: Vanderbilt University Press, 2002.
- Riedl, Rupert. *Biología del conocimiento. Los fundamentos filogenéticos de la razón*, Barcelona: Labor Universitaria, 1983.
- Ruse, Michael. *El Misterio de los Misterios. ¿Es la evolución una construcción social?*, Barcelona: Metatemas, 2001.
- Russell, Bertrand. *La Sabiduría de Occidente*, Madrid: Aguilar, 1960.
- Salthe, Stanley. *Development and Evolution. Complexity and Change in Biology*, Cambridge: The MIT Press, 1993.
- . “Energy, Development, and Semiosis”, en: E. Taborsky (ed.), *Semiosis, Evolution, Energy: Towards a Reconceptualization of the Sign*, Aachen: Shaker Verlag, (1999): 245-261.
- . “The Spontaneous Origin of New Levels in a Scalar Hierarchy”, *Entropy* 6 (2004): 327-343.
- Schneider, Eric. Sagan, Dorion. *Into the Cool. Energy Flow, Thermodynamics and Life*, Chicago: University of Chicago Press, 2005.
- Short, T. L. “Darwin's concept of final cause: neither new nor trivial”, *Biology and Philosophy* 17 (2002): 323-340.
- . *Peirce's Theory of Signs*, Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- Stewart, Ian. *¿Juega Dios a los dados? La nueva matemática del caos*, Barcelona : Grijalbo, 1996.
- Stewart, John. *La Vie existe-t-elle? Reconcilier genetique et biologie*, París: Vuibert, 2004.
- Varela, Francisco. “Patterns of life: Intertwining identity and cognition”, *Brain and Cognition* 34 (1) (1997), 72–87.

- Villaveces, José Luis. Cubillos, Germán. Andrade, Eugenio. “Del Sustancialismo al Atomismo en la Química”, en: *Hacia una historia epistemológica de la química*, Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Enrique Pérez Arbeláez 8, (1989): 53-62.
- Waddington, Conrad. *The Strategy of the Genes*, London: Geo Allen & Unwin, 1957.
- . “Genetic assimilation”, *Advances Genetics* 10 (1961): 257-293.
- West-Eberhardt, Mary Jane. *Developmental Plasticity and Evolution*, New York: Oxford University Press, 2003.
- Williams, George. *Adaptation and Natural Selection. A Critique of Some Current Evolutionary Thought*, Princeton: Princeton University Press, 1966.
- Wright, Sewall. “Evolution in Mendelian Populations”, *Genetics* 16 (1931): 97-159 (reimpreso en S. Wright, *Evolution: Selected Papers* (ed. Provine), Chicago: University of Chicago Press, (1986): 98-160).
- . “The Roles of Mutation, Inbreeding, Crossbreeding and Selection in Evolution”, *Proceedings of the Sixth Annual Congress of Genetics* 1 (1932): 356-366 (reimpreso en S. Wright, *Evolution: Selected Papers* (ed. Provine), Chicago: University of Chicago Press, (1986): 161-177.