



*Scripta Philosophiæ Naturalis* 11 (2017)

ISSN 2258 – 3335

LA FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA  
DE CHARLES S. PEIRCE  
EN LA CIENCIA Y LA FILOSOFÍA CONTEMPORÁNEAS

Eugenio ANDRADE

*RESUMEN: El “idealismo objetivo” de Peirce postula una continuidad “mente-materia” donde el azar sería una manifestación mental que explicaría la evolución del cosmos y la vida como un proceso irreversible, creativo y tendiente a la actualización no determinista de una diversidad de formas que conducen a incrementos globales de complejidad. Mostrare las razones que justificaron esta propuesta a fines del siglo XIX, y cómo a partir de la aceptación de la segunda ley termodinámica y la teoría de evolución por selección natural, fue ignorada. Sin embargo, hoy en día se indaga la emergencia de niveles de complejidad organizacional creciente en el desarrollo y la evolución recurriendo a la termodinámica de sistemas abiertos lejos del equilibrio. La ley de la mente puede entenderse mejor reinterprelando las causas finales y formales, cuya acción conjunta se ilustra en el paisaje epigenético de Waddington, donde las elecciones contingentes entre alternativas realmente accesibles y equiprobables son determinantes de la forma final. El “idealismo objetivo” proporciona una ontología válida que se distancia por igual del absolutismo del azar y del determinismo rígido, al proponer que las series causales están enmarcadas dentro de un proceso siempre en curso de actualización contingente de un potencial físicamente permitido que crece con la emergencia de nuevos niveles de organización.*

*PALABRAS CLAVE: Peirce (1839-1914); Idealismo objetivo; azar; determinismo; ley mental; materia; contingencia; paisaje epigenético; elecciones; evolución.*

Eugenio ANDRADE

*ABSTRACT: Peirce's natural philosophy in contemporary science and philosophy. Peirce's "objective idealism" hypothesized "matter-mind" continuity where chance would be a mental manifestation that accounts for cosmic and life evolution as an irreversible, creative process that tends to the non-deterministic actualization of a diversity of forms so leading to global increases in complexity. I will show the reasons that justified this conjecture at the end of the 19th century, and also show that it was neglected with the acceptance of the second law of thermodynamics and the theory of evolution by natural selection. Notwithstanding, in the last decades, processes of increasing organized complexity in development and evolution are being investigated from the perspective of thermodynamics of open far from equilibrium systems. Thus, the law of mind can be understood by reinterpreting the formal and final causes, whose joint action is illustrated in Waddington's epigenetic landscape, where contingent choices between real accessible equi-probable alternatives determinate the final form. To end up "objective idealism" is a valid ontological perspective that is equidistant from the absoluteness of chance and rigid determinism, by explaining that series of mechanical causes are framed within an ever going process of contingent actualization of a physically allowed potential that grows with the emergency of new levels of organization.*

**KEYWORDS:** *Peirce (1839-1914); objective idealism; chance; determinism; mental law; matter; contingency; epigenetic landscape; choices; evolution.*

## INTRODUCCIÓN

La filosofía de la naturaleza de Peirce, conocida como "idealismo objetivo" se caracteriza por pensar la materia como mente atenuada o parcialmente muerta, y las leyes como hábitos fuertemente arraigados. Postula la continuidad ontológica entre mente y materia en contra del dualismo cartesiano y el mecanicismo, como condición para una teoría inteligible del universo (Guardiano 2011). Peirce abordó las grandes preguntas de la filosofía natural a la luz de la ciencia de su época e influenciado por el romanticismo, propuso una imagen del mundo que incluyera la subjetividad, la vida, el sentimiento y el pensamiento. Quiero mostrar cómo la ciencia del siglo XIX influyó en la formulación del idealismo objetivo, para contextualizar su aporte y limitaciones, y así mismo entender que a pesar de haber jugado un papel marginal en la filosofía de la ciencia del siglo XX, hoy en día ha recobrado interés en diversos círculos académicos. Se trata del Peirce de los años 1891 a 1893<sup>1</sup>, que entendió al mundo en proceso de evolución y desarrollo permanente, y en consecuencia esbozó una imagen del mismo, racional e intuitiva, alejada del utilitarismo cortoplacista.

---

<sup>1</sup> Publicadas en una serie de cinco ensayos en la revista *The Monist*: "Architecture of Theories" (1891), "The Doctrine of Necessity Examined" (1892), "The Law of Mind" (1892), "Man's Glassy Essence" (1892), "A Reply to the Necessitarians; Rejoinder to Dr. Carus" (1893).

Peirce intentó superar la herencia del dualismo cartesiano, mediante un compromiso inflexible a favor de la tesis de la continuidad ontológica entre mente y materia, o entre leyes psíquicas y físicas, respectivamente. En consonancia con otras posturas idealistas<sup>2</sup>, reconoció la existencia de una mente cósmica, la cual incluye a las partículas de materia<sup>3</sup>, de modo que el azar y las leyes físicas serían pensados como extremos de un continuo “mente-materia”, haciendo de la vitalidad y el sentimiento manifestaciones primordiales en la naturaleza. La mente cósmica evoluciona mediante la generación de formas cada vez más diversas y especificadas o diferenciadas que establecen nuevos tipos de interacciones entre ellas. Pero además, Peirce defendió un realismo epistemológico, al aceptar que ante los sujetos particulares y determinados se presenta una realidad (noúmeno) externa dinámica que existe independientemente de ellos y de su actividad. El realismo epistémico se funda en la distinción entre el pensamiento general a escala cósmica y el pensamiento particular de agentes racionales individuales, éste último asociado a sistemas materiales organizados inmersos en una mente cósmica inabarcable pero cognoscible parcialmente desde adentro por una gran diversidad de agentes, en oposición a un idealizado demonio de Laplace o de un dios newtoniano.

Pero a pesar de que todas las cosas forman parte de la mente cósmica, no todas son productos de la actividad exclusiva de algunos agentes como los humanos<sup>4</sup>. Existe por tanto un mundo real independiente de la inclinación, el deseo, o el conocimiento de los sujetos cognoscentes individuales, constituida por todos los entes, seres, sistemas, objetos, cosas existentes que conforman la mente cósmica universal, la cual Peirce identificó como el “objeto dinámico” del conocimiento. Putnam (1981) ha mostrado que esta perspectiva internalista constituye la alternativa congruente con el rechazo al dualismo. La afirmación de la realidad del “noúmeno”, independientemente de una exclusiva clase de sujetos individuales, hace que la objetividad pierda su carácter absoluto, como si existiera una única descripción verdadera para todos los sujetos. La objetividad pasa a depender de los esquemas sensoriales y estructurales (conceptuales), a través de los cuales los seres organizados perciben e interactúan con la realidad.

---

<sup>2</sup> “The metaphysical doctrine that the real is of the nature of thought; the doctrine that all reality is in its nature psychical.” *The Essential Peirce, Volume 1: Selected Philosophical Writings?* (1867–1893). P.xxii

<sup>3</sup> El idealismo objetivo según Peirce es congruente con: “the doctrine of F.W.J. von Schelling, that the relation between the subject and the object of thought is one of absolute identity. It supposes that all things exist in the absolute reason, that matter is extinct mind, and that the laws of physics are the same as those of mental representation” (W8:391).

<sup>4</sup> “[w]hen it is claimed that external objects are ‘mental,’ there need be no suggestion that they are parts of, or produced by, the minds of ordinary agents and inquirers. All that is urged is that they resemble minds in certain respects” (Hookway 2009, p.286).

El “big bang” o punto de partida en el relato cosmogónico de Peirce<sup>5</sup> sería un estado de “sentimiento puro”, o primeridad psíquica virtual, potencialidad real no actualizada, expresable como caos, azar o espontaneidad que constituye el principio de vida. Mediante un proceso evolutivo (terceridad), la espontaneidad de la mente (primeridad) da lugar a la materia, la cual produce comportamientos regulares de acuerdo a leyes físicas (segundidad). La mente sería lo que siente, desea y piensa<sup>6</sup>, y su actividad se manifiesta en una espontaneidad (azar) que operaría como condición de una tendencia generalizadora a establecer hábitos que explicaría la aparición de las leyes físicas, el espacio, el tiempo, la materia y en general los rasgos principales del universo que conocemos (CP 6.33). Peirce pensaba que en un pasado remoto, la naturaleza se comportaba de un modo mucho más espontáneo (primacía de la mente), y las leyes habían evolucionado de modo semejante a las formaciones geológicas, las especies biológicas y las ideas.

El planteamiento según el cual las leyes o tendencias organizativas surgieron y se mantienen por azar, ha sido debatido por especialistas en Peirce como Short (2007), y por filósofos como Espinoza (2014), pudiendo responderse que Peirce en el relato cosmogónico, además de sostener la prioridad originaria de un azar absoluto, plantea igualmente la preexistencia de una tendencia a adquirir hábitos (terceridad). Se trata de un razonamiento que no expresa una sucesión estrictamente temporal, sino que se refiere a una actividad simultánea y permanente del azar y la determinación, ambos entendidos como expresiones de la ley mental. Este razonamiento es semejante a la interpretación de las cuatro causas aristotélicas según la cual las causas formal y final, retroalimentan y dirigen la causa eficiente para que en efecto la materia adopte o actualice la forma biológica latente como potencia en la semilla y su medio circundante. Peirce insistía en la simultaneidad permanente y actuante de las tres categorías, primeridad (potencia), segundidad (acto) y terceridad (ley evolutiva), para justificar la existencia de una flecha del tiempo irreversible y creativo. De este modo las leyes de la naturaleza eran análogas a los “hábitos” de los seres vivos que exhiben una propensión a comportarse en situaciones futuras de un modo similar a las pasadas, posibilitando la aparición de regularidades. Todas las formas de vida constituyen

---

<sup>5</sup> [I]n the beginning, – infinitely remote –, there was a chaos of unpersonalised feeling, which being without connection or regularity would properly be without existence. This feeling, sporting here and there in pure arbitrariness, would have started the germ of a generalising tendency. Its other sportings would be evanescent, but this would have a growing virtue. Thus, the tendency to habit would be started; and from this with the other principles of evolution all the regularities of the universe would be evolved. (CP 6.33)

<sup>6</sup> “That which feels, wills, and thinks”. “In fact, chance is but the outward aspect of that which within itself is feeling”. (CP 6.265 Man’s Glassy Essence).

sistemas materiales organizados que exhiben comportamientos espontáneos y cambiantes, los cuales no obstante darían lugar a regularidades susceptibles de fijarse a lo largo del desarrollo y la evolución. Es decir la “mente” en la materia primigenia se manifiesta como un “sentimiento interior”, arbitrariedad y espontaneidad pura, definible como un caos, carente de regularidades y conexiones, que no obstante da lugar a regularidades y hábitos en proceso de afianzamiento. En consecuencia el azar peirceano es simultáneamente epistémico y ontológico, y es ante todo la exteriorización de lo que desde dentro de sí es “sentimiento” (CP 6.265)<sup>7</sup>.

De acuerdo a Peirce, la mente se manifiesta con mayor claridad en las instancias plásticas de la naturaleza como el pensamiento humano, y los seres vivos, cualquiera que sea su grado de organización. Es decir la ley evolutiva no es determinista, sino que implica grados de plasticidad y afinamiento, con capacidad de amortiguar diversos tipos de fluctuaciones externas e internas que dan lugar a verdaderas instancias de creatividad y de innovación evolutiva. La “ley de la mente” evoluciona, de acuerdo con las mismas leyes o principios que se aplican a cualquier fenómeno natural, por tanto no puede haber una ley inmutable absoluta que rija la evolución de la propia ley mental. En definitiva Peirce rechazó los atributos de intemporalidad, universalidad, inmutabilidad, inviolabilidad y precisión que la revolución científica había conferido de modo incuestionable a las leyes de la naturaleza, y en contraposición propuso que las verdaderas explicaciones había que formularlas en términos evolutivos. Pero la explicación evolutiva no consiste en una sucesión discontinua e inconexa de contingencias azarosas, sino que exige una instancia de continuidad (*synechism*) creativa que potencia o habilita futuros posibles, algunos de los cuales son actualizados en condiciones de entorno determinadas, actualizaciones que a su vez posibilitan realizaciones posteriores en un futuro más lejano. El determinismo se quiebra cuando consideramos que el paso de la potencia al acto puede satisfacerse mediante diversas series causales físicamente posibles, y no por una en específica, a pesar de que cuando miramos retrospectivamente un evento podemos inferir series causales determinadas.

Si la inteligibilidad debe basarse en dicha ley evolutiva, tendremos que resignarnos a una inteligibilidad parcial, siempre inacabada aunque en acuerdo con el espíritu progresista del siglo XIX, para Peirce la inteligibilidad aumenta permanentemente en extensión (ampliando la cobertura de cosas, hechos, eventos que pueden ser explicados) y en profundidad (incrementando la consistencia lógica y solidez de las explicaciones), sin nunca poder abarcar por completo al objeto dinámico. La radical

---

<sup>7</sup> 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).

división sustancial entre mente y materia ha sido fuente de muchas confusiones, una de las más conocidas es por ejemplo la falacia de la representación, que consiste en postular que lo real en sí es idéntico a lo real en tanto conocido o representado (Espinoza, 2009, 2010), por ejemplo justificar la indeterminación de la naturaleza en nuestra ignorancia. Argumentación que merece ser discutida. Comencemos por reconocer que nuestra ignorancia sobre el mundo externo nos permite hablar legítimamente de un azar, en este caso epistemológico. Se trata del azar que la gran mayoría de los científicos incluyendo a Darwin han aceptado y que no se atrevían a asegurar que tuviera un fundamento en la realidad objetiva<sup>8</sup>. Pero el idealismo objetivo además de reconocer este azar epistémico (subjetividad probabilística), acepta también un azar ontológico o real en la naturaleza (objetividad probabilística). Para los defensores del determinismo se plantea entonces el problema de cómo legitimar el segundo. La argumentación de Boltzmann y Maxwell sobre el hipotético movimiento azaroso de las moléculas que conforman un gas ideal fue aceptada en el siglo XIX. Peirce reconoció este azar a escala del mundo microscópico, y consideró que contribuía a justificar la objetividad del azar en la naturaleza, puesto que las regularidades macroscópicas se podían explicar estadísticamente en condiciones de frontera determinadas, a partir de la distribución de frecuencias para parámetros medibles de los componentes individuales en una población determinada. Es decir la ley estadística indicaba que a nivel de los componentes microscópicos, se da una tendencia a comportarse de la misma manera, pero dado que hay una gran cantidad de factores que influyen sobre los individuos de una población determinada, en estos se dan desviaciones azarosas de la tendencia marcada por el promedio.

No obstante, para Peirce también debía explicarse cómo se definen estos valores promedios, es decir había que discutir si la definición de los parámetros macroscópicos obedece a leyes o si por el contrario también hay un azar en su determinación, más exactamente en la definición de las condiciones de frontera o entorno. En el idealismo objetivo se reconoce que todas las cosas hacen parte de la mente cósmica, y por tanto actúan “como si” fueran sujetos cognoscentes (no humanos) que conocen algunos aspectos de sus alrededores inmediatos, para ajustar en consecuencia su estructura y así mantener un encaje funcional con su entorno local. El punto a destacar consiste en mostrar que en estos “sujetos” habría una ignorancia residual sobre su entorno inmediato que daría lugar a comportamientos impredecibles e independientes del

---

<sup>8</sup> “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 1859, 121).

conocimiento que han incorporado de sus alrededores. En consecuencia los observadores humanos que observan a otros observadores a diversas escalas, ignorando el grado de conocimiento que estos últimos tienen de su entorno, juzgarían que su comportamiento es intrínsecamente azaroso u ontológico. En este caso el equivalente análogo del “azar epistémico” de los otros observadores, se puede interpretar como “azar ontológico” desde la perspectiva de los observadores humanos que los observan. Salto epistemológico que se funda en el reconocimiento de que todos los sistemas naturales a diferentes escalas son sistemas observadores o sujetos de conocimiento, es decir desde una perspectiva internalista naturalizada no existe la falacia de la representación.

Pero el internalismo naturalizado sería válido solamente si se revelan patrones comunes muy generales, entre el comportamiento de entes, objetos, cosas, plantas, sistemas, máquinas, animales, humanos, etc. Propongo en consecuencia los siguientes puntos: 1) Poseer una estructura discreta plástica (macro-estado) demarcada del entorno por fronteras selectivamente permeables al entorno. 2) Poseer subsistemas constitutivos o micro componentes dentro de la frontera delimitada que pueden ser influidos por perturbaciones físicas generadas por objetos presentes en el entorno externo. 3) Formar parte de una comunidad inmersa en dicho entorno en el cual se definen las relaciones con otros sistemas semejantes, y con otros muy diferentes. 4) Capacidad de elegir entre al menos dos configuraciones macroscópicas equiprobables en condiciones locales específicas de entorno. 5) Retroalimentación de las acciones que inducen cambios en el entorno y que estabilizan al propio sistema. 6) Generación de restricciones en los subsistemas constitutivos o componentes micro, mediante la implementación del ajuste estructural escogido para acomodarse al entorno local (Andrade 2014). Estas características de los sistemas cognitivos poseen suficiente grado de generalidad como para ser aplicables a sistemas organizados a diferentes escalas y no únicamente para los niveles de organización celular y de los organismos<sup>9</sup> puesto que la tesis de la continuidad entre mente y materia se opone a la pretensión de definir límites tajantes entre lo inerte y lo vivo, entre sujetos y objetos y entre ontología y epistemología.

Estoy convencido de que por fuera del idealismo objetivo, la justificación del azar objetivo resulta ser una falacia, como señala Espinoza (2009, 2010). Pero si la ignorancia de los humanos impide pronunciarnos a favor de un azar ontológico, entonces no

---

<sup>9</sup> Para entender los sistemas físicos como cognitivos en el sentido de que procesan información procedente del entorno, recomiendo la propuesta denominada “Darwinismo cuántico” formulada por W.H. Zurek, la cual ha sido objeto de otro escrito (Andrade 2014).

resulta congruente y razonable que sí permita justificar un determinismo causal. Este problema tiene que ver con la perspectiva filosófica que adoptemos. El mecanicismo ha sido asociado a una visión externalista inspirada en Laplace según la cual existe una sola descripción completa y verdadera del mundo, reducible a un nivel básico fundamental determinante. Por el contrario desde una perspectiva internalista se justifica un pluralismo ontológico donde el mundo fenoménico se manifiesta a diferentes niveles relativamente autónomos, sin que alguno en especial determine causalmente a los otros, aunque todos se co-determinan entre sí.

Además, el determinismo causal en cuanto sostiene que todo lo real es necesario, contribuye a aliviar la incomodidad y desasosiego que implicaría pensarnos en un mundo azaroso, sin rumbo definido. Por el contrario para los defensores del idealismo objetivo, el azar, la indeterminación, la contingencia, permiten rescatar un sentido, al reconocernos como partes de una totalidad que nos envuelve y en la que estamos inmersos como agentes participantes que a escalas limitadas podemos introducir ajustes que incidan parcialmente en la realidad que efectivamente podemos modificar a niveles social, cultural, artístico, político, económico, tecnológico, sostenibilidad biológica, climático, ambiental, etc. En un mundo donde no todo lo posible llega a ser real, eventualmente cabrían instancias de libertad lo cual contribuiría a proporcionar un sentido, de un modo mucho más eficaz que el estar sometido al fatalismo de leyes deterministas. La espontaneidad libera, el determinismo mata.

#### LA FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA DE PEIRCE Y LA CIENCIA DE SU ÉPOCA

La ciencia y filosofía contemporáneas en cuanto herederas de la tradición decimonónica, han sentido la repercusión de idealismo objetivo, toda vez que Peirce lo formuló al reflexionar de un modo sintético y crítico sobre los aportes de Boltzmann y Maxwell en la mecánica estadística, y de Lamarck, Darwin y del paleontólogo Clarence King precursor de la idea de evolución por saltos, en lo concerniente a las teorías de la evolución biológica. Termodinámica y evolución biológica dos ciencias que explicaban la evolución de los sistemas físicos y biológicos, mediante el azar de los componentes constitutivos a nivel microscópico. Veamos: Boltzmann (1886) había anunciado la compatibilidad del darwinismo con la visión mecánico estadística de la naturaleza<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> “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



Compatibilidad reflejada en el hecho de que los seguidores de Darwin explicaban la evolución adaptativa a partir de variaciones azarosas en los individuos que se cruzan al azar en la poblaciones, así como la termodinámica explicaba la irreversibilidad del tiempo por el azar molecular que conduce a incrementos de la entropía (Schneider & Sagan 2005). Pero este isomorfismo solo se podría justificar si la segunda ley termodinámica y la selección natural se vieran como casos específicos de una ley más general.

Para Peirce, la ley general de evolución o transformación no podría ser equiparada a las leyes intemporales, absolutas e inmutables que Newton concibió para garantizar el orden determinista de la creación divina y que para los científicos se convirtieron en la posibilidad de entender lógicamente la naturaleza. Una ley general explica la aparición de otras leyes más específicas. El azar constituye una ausencia de leyes, pero cuando todavía no había organizaciones materiales, no existían entidades a las cuales se les pudiera atribuir comportamientos azarosos. Igualmente, la ley tampoco podría existir puesto que siempre está asociada a algún tipo de organización material así fuera muy primitiva y poco compleja. Peirce concibió las leyes como regularidades afianzadas en la historia del universo que emergieron y evolucionaron con las organizaciones materiales. El desafío de Peirce expresa el problema, todavía no resuelto, sobre cómo dar un reconocimiento objetivo al azar, sin caer en la absolutización del mismo, y en este mismo tenor cómo justificar epistémicamente la necesidad de las leyes, aceptando un azar ontológico. Problema que no se resuelve con afirmar el carácter estadístico de las leyes de la naturaleza, sino que para Peirce debería postularse un principio organizador que define los promedios en torno a los cuales la fluctuación azarosa tiene cabida. Una ley evolutiva fundada en la existencia de una continuidad como sustrato último de la realidad que sin embargo no preexiste a la materia sino que se va tejiendo y modulando a medida que ésta colapsa, se diferencia y aglomera en formas definidas, de acuerdo a patrones geométricos definibles.

De acuerdo con Peirce (CP 6.15-16), las leyes mecánicas son insuficientes porque presuponen una causa externa al proceso, explican la homogeneidad, no la diversidad y heterogeneidad, son reversibles, mientras que el crecimiento, el desarrollo y la evolución no lo son. Yendo más allá de Boltzmann, Peirce consideró que la flecha del tiempo irreversible se debía a los aumentos de entropía predichos por la segunda ley

---

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 1886, citado en: Schneider & Sagan 2005, 70).

de la termodinámica, la cual debía entenderse como una especificación de la “ley de la mente”<sup>11</sup>. De acuerdo a esta ley, la analogía entre la evolución, la propagación de las ideas y la disipación térmica era apropiada, considerando que las ideas surgen espontáneamente (a partir de otras preexistentes), adquieren vigor, se expanden y propagan, se mezclan y fusionan con otras, perdiendo intensidad pero ganando en generalidad<sup>12</sup>.

En este punto, nos enfrentamos a una redundancia de las explicaciones, como lo señala Reynolds (2002), puesto que si la experiencia subjetiva de la flecha del tiempo se compagina con la propagación y dispersión de los sentimientos y de las ideas de acuerdo a un principio análogo a la disipación energética, dada por la segunda ley de la termodinámica, entonces, sin necesidad de recurrir a la susodicha ley mental, se hubiera podido sostener que la irreversibilidad física explicaba la flecha del tiempo. ¿Por qué razón, entonces, era necesario postular la ley de la mente? A fines del siglo XIX este era un problema candente 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<sup>13</sup>, y en un lapso de tiempo infinitamente largo, todas las configuraciones posibles podrían aparecer por azar, e incluso, repetirse cíclicamente, haciendo dudosa la existencia de una flecha del tiempo, la cual se convertiría en un caso especial aplicable únicamente a subsistemas o regiones del universo alejadas del equilibrio. Boltzmann no sin reticencias aceptó esta objeción alegando que los estados en desequilibrio eran la excepción y por tanto solo se podría justificar la flecha de tiempo en condiciones muy específicas<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup> 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).

<sup>12</sup> 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 affectability. 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).

<sup>13</sup> En la interpretación mecánico-estadística de la termodinámica, la hipótesis de ergodicidad establece que el tiempo de permanencia en una subregión dada del espacio de fase de micro estados con la misma energía es proporcional al volumen de dicha región, o sea todos los micro-estados accesibles son igualmente probables a lo largo de un período prolongado. Hipótesis que se cumple únicamente para procesos estocásticos, en los que el promedio de una magnitud en el tiempo y el promedio estadístico para la población coinciden.

<sup>14</sup> En una carta de Boltzmann 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

Además, la segunda ley que prescribe el aumento irreversible de la entropía, conducente a incrementos del desorden molecular y a una muerte térmica en sistemas cerrados cercanos al equilibrio, no podía ser extrapolada a un universo donde se registra una tendencia a incrementos de complejidad. En consecuencia Peirce se pronunció a favor de salvar la flecha del tiempo y generalizar la irreversibilidad, introduciendo la “ley de la mente”<sup>15</sup>. Peirce señaló que un universo donde el tiempo fluye irreversiblemente presenta grados de hábito, descriptibles como regularidades estadísticas, que van desde las manifestaciones más espontáneas y libres, hasta la rigidez impuesta por una ley determinista como caso límite. El determinismo, en el mejor de los casos, es una idealización, pero, en el universo real en que vivimos, la espontaneidad, el azar, y ¿por qué no? la libertad, también deberían tener un lugar objetivo.

Ante el argumento de Poincaré a favor de la ergodicidad del universo que no distinguía entre pasado, presente y futuro, la “ley de la mente” era pertinente para salvaguardar el tiempo irreversible y evolutivo, el cual era tenido por evidente dada la experiencia subjetiva del mismo<sup>16</sup>. La “ley de la mente”, además de salvar la flecha del tiempo, daba cuenta de tres problemas filosóficos íntimamente relacionados, 1° el problema de la determinación de las condiciones iniciales, 2° la causalidad final como tendencia a incrementar la complejidad y potencial evolutivo, y 3° la necesidad de recuperar e interpretar el papel de la causa formal en los procesos de morfogénesis.

#### LA DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES Y LA NO-ERGOCIDAD DEL UNIVERSO

En la práctica científica se asume que si se conocen las condiciones iniciales de un sistema, es posible anticipar los resultados que asumirán ciertos parámetros medibles,

---

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.

<sup>15</sup> 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).

<sup>16</sup> La idea de que el tiempo subjetivo debería incidir en la imagen de la naturaleza elaborada por la física, fue desarrollada posteriormente por Henri Bergson (Andrade 2009).

siempre y cuando se conozca los invariantes locales (leyes) que regulan el comportamiento del mismo. Pero cuando nos preguntamos por las condiciones iniciales de la formación del universo, o la aparición de las primeras células, etc., este problema se hace más interesante. 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. Fuerza cuya existencia era imposible de explicar mecánicamente, si consideramos que las fuerzas eran consideradas como externas a las partículas de materia sobre las que actúa, antes que Einstein formulara la equivalencia entre masa inercial y masa gravitatoria. Razón por la cual Peirce sostuvo que las leyes mecánicas conservativas no podían explicar el estado originario de la agregación masiva de millones de millones de moléculas, que equiparamos a las condiciones iniciales<sup>17</sup>. Por otra parte era necesario asumir que las condiciones para la formación de la vida presuponen un tipo de organización autogenerada y preexistente<sup>18</sup> que hiciera posible la formación y agregación de moléculas orgánicas en caldos prebióticos, moldes de arcilla, cristales y superficies minerales.

A fines del siglo XIX, se discutían dos hipótesis acerca de cómo pudo haberse dado esta concentración o agregación originaria de partículas y/o moléculas. (1) Por azar en tiempo infinito. Según Poincaré, en un tiempo infinito, por azar, los micro-estados “concentrados” tendrían igual probabilidad de ocurrencia que cualquier otro micro-estado. Pero la explicación de las condiciones iniciales por esta vía debía ser descartada por requerir tiempos hiperbólicamente largos para tener oportunidad real de acaecer, siquiera una vez, mediante permutaciones azarosas en la historia del universo. (2) Por elección entre alternativas posibles en un tiempo razonable. De acuerdo con la paradoja del “demonio de Maxwell”, mediante una acción mental se introducirían restricciones al movimiento azaroso de los átomos, produciendo micro-estados que dan lugar a macro-estados ordenados con una probabilidad significativa que tiene

---

<sup>17</sup> 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).

<sup>18</sup> 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).

oportunidades reales de realizarse, en los tiempos hipotéticamente estimados para el origen del universo. Es decir las condiciones iniciales tendrían que ver con “decisiones” impredecibles acerca de la auto-imposición de restricciones.

Maxwell postuló que el azar no se debe únicamente al conocimiento insuficiente de las condiciones iniciales como velocidad y posición de las partículas, sino que también se debe a la naturaleza misma de las cosas, en el sentido que la materia en condiciones especiales (no equilibrio) es altamente sensible a perturbaciones de sus alrededores. La imprecisión en la definición de las condiciones iniciales, bien sea por ignorancia nuestra o por la alta sensibilidad del sistema material en cuestión, imposibilita la predicción de los estados futuros. De este modo Maxwell se distanció moderadamente del determinismo newtoniano, llegando a proponer que en la lejanía del equilibrio termodinámico tienen lugar comportamientos descriptibles como desviaciones de trayectoria impredecibles, como si el sistema de “su propia gana”, hubiera hecho una elección inescrutable para nosotros<sup>19</sup>. Aunque Maxwell no desarrolló modelos experimentales que permitieran poner en evidencia este comportamiento indeterminado en el momento de “decidir” en un punto de bifurcación, estos fueron desarrollados un siglo después por Prigogine haciendo mediciones cuantitativas sobre los cambios de concentración, a lo largo del tiempo, de las diferentes entidades químicas involucradas en la reacción de Belousov Zhabotinski.

Peirce, siguiendo a Maxwell, sostenía que el determinismo se basa en el supuesto metafísico de que causas iguales siempre producen efectos iguales, suposición que no se cumple en un mundo en el que nunca vuelven a repetirse exactamente las mismas condiciones y arreglos, ya que las cosas nunca cesan de cambiar y los eventos se desvían del curso esperado por las leyes mecánicas. Por tanto el problema de la agregación originaria debería resolverse recurriendo a la acción mental manifiesta en el momento de decidir la trayectoria a tomar, en el sentido propuesto por Maxwell. Es decir no se trataba de buscar los arreglos exitosos (micro-estados) explorando la

---

<sup>19</sup> 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) 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.

inmensidad de permutaciones aleatorias posibles entre componentes existentes que interactúan de acuerdo a una regla establecida, sino de abrirse a posibilidades completamente nuevas, donde entran en juego nuevos agregados y surgen nuevas reglas de interacción entre ellos que amplían el espacio de lo posible a tipos de configuraciones y arreglos completamente inéditos. La explicación de la creatividad de la naturaleza mediante la ley de la mente asume que la evolución ocurre mediante una serie de elecciones imprevistas entre configuraciones realmente posibles (altamente probables), evitando una exploración exhaustiva, sin restricciones, ni sesgos del espacio imaginario de lo posible, donde con probabilidades cercanas a cero se encontraría la configuración afortunada susceptible de ser seleccionada.

En las últimas décadas del siglo XX, a raíz de las formulaciones de la termodinámica de sistemas abiertos en desequilibrio y de la cosmología, se acepta que el universo no es ergódico, es decir que es abierto, y se expande aumentando el desequilibrio. En consecuencia la evolución no se explica únicamente como permutación aleatoria de componentes microscópicos puesto que no todas las posibilidades tienen oportunidad real de ser exploradas, sino que nuevos caminos y rutas se van definiendo y habilitando de modo imprevisto debido a la confluencia de una diversidad de factores en un momento y lugar determinados, con lo cual la contingencia histórica se convierte en un factor decisivo de la evolución. Contingencia que no implica discontinuidad, dado que cualquier cosa que irrumpa estaba contenida como una de las posibilidades reales en un tiempo inmediatamente anterior. Esta explicación implica aceptar que el estado actual de las cosas hubiera podido ser otro, debido a que el mundo de lo físicamente posible supera enormemente el ámbito de lo realmente existente. La ley de la mente de Peirce pasó casi inadvertida en un ambiente filosófico científico que hegemónicamente se inclinaba por el mecanicismo materialista y el determinismo, pero retrospectivamente podemos afirmar que estaba en la vía correcta para explicar la tendencia del universo a transcurrir por trayectorias hasta entonces inexistentes, que generan nuevas posibilidades y nuevas bifurcaciones que ahondan la no-ergodicidad, generando sistemas de mayor complejidad organizacional. De la discusión anterior se desprende que la ley de la mente reactiva el debate sobre la pertinencia de las causas finales en la naturaleza, la cual no habría que identificarla con un propósito predeterminado específico, sino con una tendencia general a alcanzar algunos estados accesibles que se habilitan a medida que los procesos ocurren.

## LA CAUSALIDAD FINAL

### COMO TENDENCIA A INCREMENTAR EL POTENCIAL EVOLUTIVO

Para Peirce, al igual que para Aristóteles y Kant, las causas finales eran necesarias para explicar procesos de cambio dirigidos como la ontogenia, en el que la potencia del huevo se actualiza en la forma adulta resultante. Pero la causa final no se circunscribe a llevar a feliz término el proceso morfo-genético, sino a alcanzar mayores grados de diferenciación que favorecen mayores grados de integración con el medio circundante, mediante el establecimiento de un entramado inédito de interacciones entre los distintos seres de la naturaleza. En este sentido Kauffman (2009) y Short (2002, 2007), sostienen que la causa final sería la tendencia o propensión intrínseca a la actualización de potencialidades, dando lugar a la exploración de formas, funciones o tareas nuevas, y no la tendencia hacia la producción de formas concretas altamente especificadas.

La tendencia a alcanzar ciertos estados no impone la manera de lograrlos, limitándose únicamente a definir las características generales del estado final. Para entender cómo opera la causalidad final, 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 accidental o no, la naturaleza mediante una serie causal diferente, dispara el proceso tendiente a la consecución de la misma meta. Jablonka (2014) cita como ejemplo un experimento reportado por Moore *et al.*, (2014) quien mediante técnicas de ingeniería genética, logró modificar en levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), la secuencia de ADN regulatoria del gen HIS3 que codifica para una enzima necesaria para producir el amino-ácido histidina, y la trasladó a la región de las secuencias de control del gen GAL1 que degrada la galactosa en glucosa. De esta manera al cultivar las levaduras en un medio rico en glucosa y carente de histidina, les indujo un severo estrés metabólico, puesto que ellas tendían a apagar el gen HIS en presencia de glucosa, mientras que se veían forzadas a prender el mismo gen HIS en ausencia de histidina. No obstante después de un periodo de 6 a 20 días el 50% de las células comenzaron a multiplicarse, utilizando todos los recursos disponibles para crecer y reproducirse. Se encontró que la mayoría de las levaduras sobrevivientes poseían una secuencia alterada en la región del ADN regulador de la expresión del gene GAL1. Pero lo más sorprendente fue encontrar levaduras que adoptaron diferentes soluciones adaptativas, en su mayoría asociadas a cambios genéticos y epigenéticos que afectan la expresión genética.

El azar entendido como exteriorización de una acción mental permite alcanzar un mismo estado final por diversas líneas de causalidad mecánica<sup>20</sup>, considerando que al sistema en cuestión subyacen múltiples configuraciones posibles con diversas probabilidades de acontecer, dependiendo de la interacción del sistema con su medio circundante unas configuraciones aumentan la probabilidad de aparecer sobre otras. En consecuencia se dan elecciones contingentes<sup>21</sup> que permiten alcanzar un estado final. Es decir, la causa final no prescribe la serie de causas mecánicas que dan lugar a una configuración en particular, pero sí explica la razón por la cual una configuración altamente improbable aumenta su probabilidad de aparición en un contexto funcional determinado. La pregunta inevitable sobre cómo las leyes mecánicas que son ciegas y no persiguen fines, dan lugar a acciones dirigidas, ha sido respondida por los darwinistas, arguyendo que las variaciones de las formas biológicas son ciegas y azarosas, pero en caso de resultar adaptativas, se retienen y seleccionan por el medio ambiente. Era la única respuesta viable dentro de un esquema definido por la física del siglo XIX que todavía aceptaba el presupuesto newtoniano de la pasividad de la materia, de modo que la selección natural se interpretaba como una fuerza o presión externa actuante sobre los organismos, sin responder al problema de cómo se generan las variaciones individuales en una población. En este último caso se trataría del azar en cuanto elección, al modo de Maxwell (Esposito 1980, p. 169), es decir como una exteriorización de procesos generados en el interior de los sistemas organizados que se manifiesta en las maneras imprevistas, para un observador externo, de responder a las circunstancias externas.

Así como Maxwell anticipó las formulaciones de Prigogine, Wright al proponer en genética de poblaciones modelos de evolución utilizando la imagen de paisajes adaptativos con múltiples picos distribuidos aleatoriamente, anticipó las modelaciones de Kauffman (1993). De manera que para una misma población de organismos, en un medio ambiente estable, hay más de una solución o pico adaptativo realmente posible y no uno solo como anunciaba Fisher. En las últimas décadas, Prigogine & Stengers (1984) han insistido en la urgencia de buscar una ley de cambio que incluiría algo de azar y de necesidad. Es decir, la ciencia ha ido mostrando que el orden matemático del universo no es absoluto, ni determinista, y que detrás de los fenómenos eminente-

---

<sup>20</sup> (...) ... 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).

<sup>21</sup> (...) ... 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).



mente creativos, dinámicos y azarosos, subyace un tipo de lógica aplicable a la elección de alternativas por parte de los sistemas organizados.

La segunda ley de la termodinámica posibilita la evolución biológica, (Prigogine & Stengers, 1984), (Brooks & Wiley, 1988), (Salthe, 1993), convirtiéndose quizás en la ley más general de evolución, aunque no permite inferir nada acerca de los caminos o trayectorias específicas que siguen los procesos naturales en aumento constante de entropía. Lo único que prescribe es que dichos caminos tienden a la consecución de estados de mínima entropía en lo estructural y de máxima disipación a escala global. Pero dada la existencia de puntos inestables en la lejanía del equilibrio, altamente sensibles a mínimas perturbaciones del medio interno y externo, es imposible predecir las trayectorias por las cuales se da la exploración de formas realmente posibles en el universo. Es decir esta ley explica como las formas actualizadas posibilitan nuevas rutas evolutivas o caminos hacia estados de mínima entropía estructural y de máxima disipación, pero es incapaz de definir con antelación por cuál de las alternativas habilitadas va a optar el sistema en cuestión en un momento y lugar determinados. 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 maximizan la disipación entrópica, adoptando configuraciones de entropía mínima. Los seres vivos captan fluctuaciones físicas del medio entorno y las interpretan como señales informativas que les permiten detectar los gradientes de energía, para usarlos, transformarlos y así sobrevivir. La diversidad de especies y formas de vida es una manifestación de las múltiples maneras como las fuentes de energía se pueden utilizar y degradar. Se ha aceptado que la disipación de gradientes de energía por los seres vivos acelera el proceso inevitable hacia el equilibrio y la muerte térmica (Salthe 1999, 2004), pero cuando la entropía se estudia desde la termodinámica de sistemas abiertos alejados del equilibrio, revela su cara “creativa”. A mayor entropía, mayor diversidad de formas, arreglos o configuraciones que en realidad ocurren (Brooks & Wiley 1988). De acuerdo con la interpretación ecológica de la segunda ley de la termodinámica (Jorgensen 1987), (Ho 1998), (Corning & Stephen 1998), (Kauffman 2000), (Ulanowicz 2009a,b) los incrementos de complejidad de los sistemas ecológicos se pagan con la transformación de los gradientes energéticos que favorecen la diversificación de los modos de almacenar energía aprovechable, que conllevan un incremento en la capacidad de sustentar nuevos tipos de interacciones que conducen a un aumento del potencial creativo y evolutivo de la naturaleza. De esta manera la ley de la mente de Peirce ha sido de hecho sustituida por una causalidad final validada por la ley de la entropía y complejidad creciente, en la medida que se comienza a reconocer que el universo es no ergódico.

De acuerdo con Kauffman (1993, 2000), la aparición de la vida celular se dio en un medio químico acuoso con estructura a escala supramolecular, conformado 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 (péptidos, micro-ARNs) en estas reacciones pueden a su vez catalizar otras reacciones del conjunto, reforzando la dinámica propagativa del sistema. En consecuencia, se genera con alta probabilidad un sistema diferenciado del medio ambiente que funciona como agente que extrae energía y la utiliza para su propio auto-mantenimiento.

Dado que entre más aumenta la complejidad, más impredecibles se hacen las trayectorias locales que continúan con ese aumento, no existe ningún proceso determinista que obligue a que los sistemas de complejidad creciente tengan que adoptar las formas específicas que se presentan en la vida que conocemos aquí en la tierra, aunque los procesos de organización de hecho exhiban numerosas analogías y convergencias estructurales. La interpretación ecológica de la entropía (Jorgensen 1987), (Ho 1998), (Corning & Stephen 1998), (Kauffman 2000), (Ulanowicz 2009a,b) es la ley de la dispersión de las formas existentes en el espacio real de interacciones que posibilitan tendencias a la diversificación y a la complejidad, y no en el espacio de formas matemáticamente posibles. A medida que disminuye la energía libre aprovechable a nivel local, más imperativa se hace la tendencia a establecer relaciones cooperativas, mutualistas y simbióticas que permiten acceder a nuevas fuentes de energía y a su almacenamiento estructural, aumentando así la capacidad de integración de otros organismos a la red eco-sistémica global. El mantenimiento de sistemas complejos tiene un alto costo energético, por lo que estos tienden a desintegrarse y ser absorbidos por los niveles inferiores menos complejos, a no ser que las fuerzas organizativas análogas a la ley de la mente prevalezcan. La diversidad en los modos de almacenar, aprovechar, transformar y reinvertir la energía favorece la estabilidad de sistemas complejos y disminuye la disipación entrópica hacia el exterior. Más aún en sistemas complejos y diversificados donde cada uno de los agentes participantes utiliza la energía no aprovechada por otros, aumenta la sustentabilidad llegando en el caso límite a una disipación mínima de entropía al entorno, dado que ha cristalizado un nuevo tipo de organización (Kauffman 2000), (Ulanowicz 2009a,b). Como resultado se genera un mundo estrechamente conectado de relaciones donde cada parte está en función de otras en la forma de un sistema autónomo con una alta correspondencia funcional entre micro-estados, macro-estados y entorno o entre genotipo, fenotipo y medio ambiente (Andrade, 2009).

La noción de selección natural fue inspirada en las elecciones conscientes hechas por los seleccionadores de razas en el proceso de domesticación y obtención de nuevas razas de animales y plantas<sup>22</sup>. Pero, a pesar de que Darwin aclaró insistentemente que la naturaleza no ejecuta 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 sospechosa de cierto mentalismo. Por esta razón, Darwin tuvo que añadir un párrafo rechazando dicha interpretación en la sexta edición del *Origen*<sup>23</sup>. Para la teoría de la selección natural el futuro impredecible de la evolución tiene que ver con la diversidad de factores que confluyen en un momento y lugar específicos<sup>24</sup>. En este sentido, la selección natural entendida, como actividad que se está dando en todo momento y lugar, abriendo el paso hacia el futuro, es sin duda una especificación de la ley de la mente de Peirce, en la medida que retiene, fija por un lado y elimina por otro, los comportamientos que surgen en las poblaciones de organismos en las condiciones de un medio ambiente específico. La contingencia en las condiciones de vida, dada por los múltiples factores que inciden en ellas, hace que sea imposible anticipar cuáles son las adaptaciones que van a tener éxito en ciertas condiciones específicas. Pero en contra de la interpretación del darwinismo que enfatiza la lucha y competencia individual, la ley de la mente otorga a la naturaleza una tendencia integrativa tendiente hacia la conformación de totalidades o sistemas armoniosos y coherentes. Idea 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 procariontas que pasaron de una vida comunitaria independiente a convertirse en endo-simbiontes u organelos intracelulares

---

<sup>22</sup> 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).

<sup>23</sup> 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).

<sup>24</sup> 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).

(Margulis 1967, 1975). Recientemente, Bowles & Gintis (2011) han sostenido que la cooperación ha sido el factor decisivo que ha jalonado la evolución humana.

Por otra parte la ley mental postula la existencia de comportamientos intencionales en contra de la presunción de que se trata de tendencias ciegas de los sistemas estocásticos, a pasar de estados de no equilibrio al equilibrio, por un único camino posible. Pero para Peirce en los sistemas organizados la definición de los fines o estados finales implica un tipo de preferencia, algo así como el producto de una “decisión” derivada de una sospecha o intuición que guía una exploración sesgada y parcial del espacio de posibilidades reales sin requerir de una exploración exhaustiva, ciega y aleatoria del mismo. De acuerdo a esta argumentación podemos concluir que: 1) Las preferencias seleccionadas dan lugar a los hábitos que se retienen por selección natural, en la medida que favorecen el mantenimiento, crecimiento, perpetuación, reproducción y expansión de la vida. 2) La imposibilidad de anticipar el curso de la evolución es una consecuencia de la indeterminación asociada a las elecciones individuales que hacen los agentes.

Whitehead desarrolló estas ideas al proponer un mundo dinámico poblado por entidades que toman decisiones<sup>25</sup> <sup>26</sup>, atenuando de esta manera un determinismo causal. La elección individual, ejecutada en un contexto funcional en respuesta a las condiciones del medio ambiente es indeterminada, ese decir la elección pudo ser otra sin haber violado ninguna ley física y causal, no obstante jugar un papel determinante en la definición de los estados futuros. Los seres vivos, como agentes autónomos, eligen los ajustes fenotípicos que surgen como respuestas posibles ante las exigencias del medio externo. Se trata de ajustes que obedecen a las dinámicas propias de los procesos quimio-metabólicos, fisiológicos, ontogenéticos o de diferenciación celular, y

---

<sup>25</sup> “But the act of decision is spontaneous; it cannot be predicted, or determined in advance. All the materials of transformation are already at hand; there is no need to appeal to vast reserves of hidden qualities”( Whitehead, 1969, p: 46).

<sup>26</sup> “What keeps entities distinct from one another, despite their continual interpenetration, is precisely their disparate manners, or their singular modes of decision and selection. Novelty arises, not from some pre-existing reserve, but from an act of positive decision. Even the sheer ‘givenness’ of the world cannot be postulated apart from ‘a “decision” whereby what is “given” is separated of from what for that occasion is “not given” ... every explanatory fact refers to the decision and to the efficacy of an actual thing”. “A decision is thereby an act of selection, consisting in processes of choosing, adding, subtracting, relating, juxtaposing, tweaking, and recombining. This is the only way to account for novelty, without appealing to anything that ‘floats into the world from nowhere’. Something new is created, each time that a decision is made to do things this way rather than that way; or to put this together with that, while leaving something else aside. Every such act is a new creation: something that has never happened before” (Whitehead, 1969, p.: 42-43).

conductuales, implementados en interacción directa con el medio circundante. Además, los ajustes podrían darse por reconfiguraciones estructurales en asociación con otras entidades como por ejemplo, por simbiosis intra y extracelular. La propuesta de evolución mediante acumulación gradual de variaciones azarosas por acción de la selección natural, indujo a rechazar el mecanismo lamarckiano de modificación de los hábitos, el cual había jugado un papel destacado en la visión de Darwin y lo sigue jugando en las exploraciones teóricas de hoy en día (Gissis & Jablonka 2011).

Aceptar que los seres vivos responden 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 exitosas configuran nuevos hábitos, los cuales, mediante la modificación de los sistemas de herencia epigenética y la subsiguiente asimilación y acomodación genética, pueden incluso repercutir en la herencia genética de los organismos (Waddington 1957, 1961; Jablonka & Lamb 1998, 2004; West-Eberhard 2003; Shapiro 2013). Los organismos no son seres pasivos maleables por el ambiente, sino 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 del instinto y la inteligencia una expresión de un “sentimiento interior”. De modo similar, Darwin explicó en detalle la continuidad entre los poderes mentales de los animales y de los humanos. Para Darwin, la pregunta sobre la existencia de elecciones conscientes en los animales no era problemática, puesto que la presuposición de que son altamente 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<sup>27</sup>.

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 solo en las últimas décadas se comenzó a abordar decididamente. Demora que se explica por prejuicios metafísicos que consideraban los procesos mentales como epifenómenos reducibles a factores deterministas explicables genéticamente. Todas las acciones de los organismos se concebían como consecuencia de su éxito evolutivo, debido a la selección natural de

---

<sup>27</sup> 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).

mutaciones azarosas a escala del ADN. En otras palabras, la agencia era aparente, la intencionalidad individual no era real. Mientras que en el neodarwinismo autores como Dawkins (1993) dotaron a los genes de agencialidad, se condenaba a los neolamarckistas por buscarla en los organismos. Pero, ¿por qué no redefinir la idea de agencia para poderla incluir en todos y cada uno de los niveles? La agencialidad sea nivel de los genes o de los organismos, no implica determinismo causal lineal, ni tendencia a cumplir propósitos específicos prefijados, simplemente tiene que ver con el hecho de que las acciones a diferentes escalas (molecular, celular, orgánica, poblacional, eco-sistémica) inciden sobre la evolución futura de esos mismos sistemas al retroalimentar sus efectos sobre ellos mismos. Además dado que un sistema puede presentar en un punto inestable crítico más de un camino posible de mínima producción de entropía, hace que la bifurcación pueda ser entendida como un proceso semejante a una decisión entre alternativas reales y viables, sin renunciar por supuesto a la legalidad impuesta por la física.

No podemos olvidar que autores, como Baldwin (1896), ya habían propuesto un factor mental de evolución denominado “selección orgánica”, dependiente de la capacidad de aprendizaje de los animales. Zin Yan Kuo en 1932 y David Lerman en 1936, (citados en Johnston 2001), proponían ver en los instintos la fijación de comportamientos aprendidos. Idea desarrollada por Griffin (1992) en sus estudios sobre los sistemas de comunicación simbólica en animales. Jablonka & Lamb (1998, 2004) y Stewart (2004), entre otros, proponen mecanismos asociados a las facultades mentales de los organismos como la conducta y el aprendizaje para explicar el origen de las variaciones evolutivas. La mente actuante explicaría la direccionalidad de procesos biológicos que no se limita a llevar a término el desarrollo ontogénico, sino que teje la malla de la vida (el “objeto dinámico” de Peirce) integrando a los organismos por medio del establecimiento de diversos tipos de nexos entre ellos.

#### LA CAUSA FORMAL COMO UN CONTINUUM ESPACIO TEMPORAL MODULABLE

Explicar la generación de formas organizadas a partir de partículas que se mueven al azar sería imposible a menos que dichas partículas estuvieran sometidas a fuerzas guiadas de acuerdo a una idea, arreglo o patrón. El arreglo espacial característico de las formas vivas tal como lo ha mostrado D’Arcy Thompson (1942), corresponde a patrones geométricos deformados por fuerzas mecánicas. La causa formal aristotélica podría entenderse como el conjunto de factores internos y externos involucrados en dicho proceso. En el caso de los seres vivos se requiere de un conjunto de factores

físicos, químicos, genéticos, epigenéticos, sociales y ambientales que orientan la producción de las formas de acuerdo a patrones físicamente permisibles. De esta manera el estado final se obtiene mediante la imposición de una direccionalidad a la acción de la causa eficiente que actúa sobre una materia plástica, conformada por una diversidad de moléculas y átomos, la cual posee el potencial de adquirir formas diversas. La espontaneidad de la auto-organización no anula la causa formal, de hecho los modelos de auto-organización más relevantes han sido descritos en la química orgánica para dar cuenta de la formación de agregados supramoleculares que despliegan patrones asimétricos debidos a factores estructurales y de entorno, dentro de los primeros esta la geometría de la moléculas, la distribución de cargas, la composición química, las afinidades químicas diferenciales, los puentes de hidrogeno, etc., y entre los segundos el medio ambiente acuoso, las condiciones de pH, temperatura, fuerza iónica, presión, etc.

El modelo del paisaje epigenético de Waddington constituye una de las maneras como la causa formal puede ser objeto de una modelación topológica. Se trata de una metáfora visual (ver figura 1) que muestra una bola que rueda hacia abajo (eje vertical corresponde a la entropía estructural) y hacia adelante (eje del tiempo) sobre una superficie ondulada e inclinada. La altura de las ondulaciones define umbrales de estabilidad térmica, encontrando ocasionalmente puntos inestables que ramifican el camino, habilitando así nuevas rutas por nuevos valles que se reconfiguran conduciendo el sistema en desarrollo a estados finales de mínima entropía. El modelo describe la tendencia espontánea de las células indiferenciadas toti-potentes a diferenciarse, desplazándose por un gradiente de potencial pasando de estados inestables (totipotencia), a estados finales de mayor diferenciación y estabilidad. La actividad de la célula en desarrollo es uno de los factores causales de la modulación y afinamiento del paisaje por cuanto es sensible a factores ambientales físico-químicos, incluyendo otras células en desarrollo con las que pueda interactuar, ajustando así permanentemente su estructura y regulando el prendido y apagado de los genes. Como resultado se obtiene una multitud de estados estables a los que se accede por vías de desarrollo canalizadas que amortiguan las perturbaciones tanto genéticas como ambientales. Es interesante resaltar que esta topología es susceptible de modulación y afinamiento a lo largo de la epigénesis, en otras palabras ocurre que como respuesta de las células en diferenciación a las influencias del medio ambiente, algunas pueden abandonar su trayectoria al insinuar una innovación o nuevo camino que podría llegar a estabilizarse y profundizarse evolutivamente (Waddington, 1976).

Eugenio ANDRADE

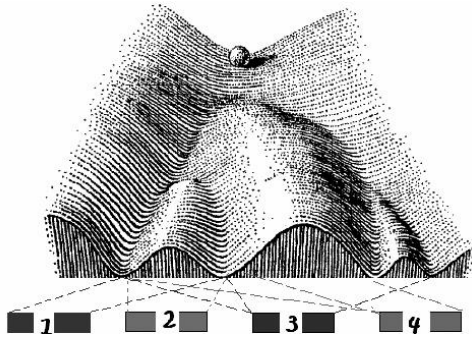


Figura 1. Paisaje epigenético de Conrad H. Waddington (1957). Modelo que ilustra como las vías de desarrollo celular se habilitan en puntos de bifurcación a medida que el proceso transcurre de un estado indiferenciado inestable (célula totipotente, arriba) a estados diferenciados estables (células diferenciadas, abajo). La superficie curva ondulada representa la modulación de las vías de desarrollo a consecuencia de la interacción permanente de la célula con el medio ambiente. Los cuadros numerados abajo representan las redes génicas que posibilitan la diferenciación. Las bifurcaciones representan puntos inestables en los que se decide una de las alternativas estructurales accesibles. Los valles representan las vías estables canalizadas donde actúan las restricciones y cuya profundidad corresponde a los umbrales de estabilidad termodinámica.

Waddington (1957, 1976) quiso mostrar que las células embrionarias se diferencian siguiendo vías estables que amortiguan el efecto de las mutaciones genéticas y las fluctuaciones del medio ambiente. No obstante la exploración de nuevas formas (cambio fenotípico) tiene lugar a causa de la actividad de las células que incide en la reconfiguración del paisaje epigenético, de manera que eventualmente pueden producirse formas nuevas. Las nuevas rutas de desarrollo además pueden llegar a estabilizarse convirtiéndose en una respuesta normal. En este modelo los puntos inestables ilustran un estado en desequilibrio equiparable a las bifurcaciones descritas por Maxwell y Prigogine (1984), para quienes una pequeña perturbación puede causar un gran impacto en estadios posteriores y los valles corresponden a los estados estacionarios “atractores”, mientras que las barreras constituyen las restricciones a las transiciones estocásticas entre ellos. Las restricciones físicas, químicas, genéticas, morfológicas, ontogénicas y ecológicas definen los umbrales de estabilidad, canalizan los cambios y abren el abanico de posibilidades que se van definiendo en el proceso de interacción de la célula en desarrollo con el medio ambiente local, demarcando de esta manera las tendencias y la direccionalidad del desarrollo ontogenético. A lo largo del desarrollo las células detectan las perturbaciones físicas y químicas, y en conformidad ajustan su estructura interna.



El mapeo cuantitativo de la superficie ondulante daría un modelo predictivo de la direccionalidad en el proceso de diferenciación celular. De acuerdo a Thom (1977, 1989), en principio podría derivarse una curva diferenciada de potencial para cada sistema dinámico, aunque posteriormente sostuvo que no era posible cuantificar el paisaje epigenético. Sin embargo Sauderns (1993) consideró que el modelo captaba de modo matemático las características generales de los procesos de desarrollo y diferenciación. Recientemente Bhattacharya et al (2011) han propuesto la existencia de un "pseudo-potential" probabilístico que serviría para cuantificar el paisaje epigenético donde la elevación de la superficie es inversamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia de un estado particular. Estos autores reportaron la computación de esta dinámica, para sistemas de dos genes y una red regulatoria con retroalimentaciones negativas y positivas, donde la altura corresponde a un cuasi-potencial derivado de ecuaciones determinísticas que describen la interacción entre dos genes. Además Ferrel (2012) ha propuesto interesantes modificaciones al modelo precisando que la irreversibilidad de la bifurcación ocurre en nodos "punto de silla" en el que se cierran unos caminos y se definen otros nuevos, debido a la competición entre células que define el destino final de las mismas. Banerji et al. (2013) reportaron que la entropía de la red conformada por los factores de crecimiento y diferenciación celular corresponde al potencial de diferenciación descrito por Waddington.

Si llegáramos a conocer la estructura íntima del paisaje adaptativo se podría mostrar como en efecto la bifurcación en las rutas de desarrollo sería compatible con un determinismo causal. Lamentablemente según Rosen (2000) esta situación es imposible de establecer puesto que las secuencias causales se retroalimentan constantemente, y proceden no solo de una diversidad de factores externos e internos que inciden sobre el sistema en desarrollo, sino que también incluyen los efectos de las acciones implementadas por dicho sistema en desarrollo hacia su medio interno y su medio externo circundante. Además, desde la perspectiva del propio sistema en desarrollo, existe un conocimiento incompleto o residual acerca del medio circundante, de manera que en la escogencia de la ruta permitida hacia estados de mínima entropía hay un factor de incertidumbre y por tanto de azar. En consecuencia se impone una reflexión sobre el indeterminismo, el cual no solo es epistémico en cuanto está referido a la ignorancia de los observadores humanos, sino también ontológico en la medida que está referido en este caso a sistemas biológicos en desarrollo que se enfrentan a una diversidad de alternativas y optan por unas pocas dejando otras posibles sin actualizar. Aceptar que los seres organizados actúan motu proprio en relación a su ambiente local, modulando y afinado el paisaje epigenético,

conduce a una atenuación del determinismo causal, acercándonos a una perspectiva más a fin al idealismo objetivo de Peirce.

### CONCLUSIÓN

Como he mostrado Peirce fue idealista en lo ontológico y realista en lo epistemológico, posición cercana en al menos tres puntos importantes con el materialismo actual: 1) Entender las mentes como organizaciones materiales, es decir en oposición al dualismo cartesiano afirmar la unidad de sustancia. 2) El rechazo a un idealismo epistemológico subjetivista y antropocéntrico, según el cual lo real depende de que sea conocido por los humanos. 3) La aceptación de un tiempo evolutivo irreversible tanto en cosmología como en biología. A pesar que el materialismo de los siglos XVIII, XIX y XX aceptaba el determinismo causal, con el auge del neo-darwinismo han surgido corrientes que inspiradas en Monod (1970) ven en el azar un sustento del materialismo, garante de la objetividad en rechazo a todo lo que suene a explicación teleológica. En este sentido autores como Mellaoux (2009) han ido más allá postulado la absolutización de la contingencia. Pero en contra de esta posición el idealismo objetivo defiende la existencia de una instancia de continuidad en el tejido íntimo de la realidad que lleva a rechazar el recurso a la contingencia absoluta, puesto que esta socavaría los fundamentos de la inteligibilidad. Es decir el idealismo objetivo aboga no por la eliminación de la contingencia, sino por su sujeción a una ley mental, o mejor, por su encuadramiento dentro de una perspectiva internalista que reconoce en los sistemas organizados una actividad cognitiva. En este sentido el idealismo objetivo sería compatible con otras versiones del materialismo contemporáneo como la que propone De Landa (2000), basado en las nociones de materia que se pueden inferir desde la termodinámica de sistemas lejos del equilibrio y quizás de la mecánica cuántica<sup>28,29</sup>.

---

<sup>28</sup> ... In other words, even the humblest forms of matter and energy have the potential for self-organization beyond the relatively simple type involved in the creation of crystals. There are, for instance, those coherent waves called solitons which form in many different types of materials, ranging from ocean waters (where they are called tsunamis) to lasers. Then there are ... stable states (or attractors), which can sustain coherent cyclic activity. ... Finally, and unlike the previous examples of nonlinear self-organization where true innovation cannot occur, there [are]... the different combinations into which entities derived from the previous processes (crystals, coherent pulses, cyclic patterns) may enter. When put together, these forms of spontaneous structural generation suggest that inorganic matter is much more variable and creative than we ever imagined. And this insight into matter's inherent creativity needs to be fully incorporated into our new materialist philosophies. (Manuel De Landa, *A Thousand Years of Nonlinear History* (New York: Swerve Editions, 2000), 16.

La ciencia y filosofía contemporáneas deben construir una ontología fundada en un monismo dinámico, procesual, creativo que resalta, por un lado, el carácter histórico, contingente y múltiple de la realidad, y por el otro, revela una íntima dependencia con la legalidad físico-matemática. Esta discusión nos remite a concebir las distinciones entre mente y materia como diferencias de modos de ser, aspectos predicables o relaciones de espacio (interno, externo), tiempo (pasado, presente, futuro) y modo (posible, actual, necesario), de una misma realidad que definimos como mental cuando reconocemos su potencial interno o intrínseco, y que definimos como material cuando la percibimos como la actualización o exteriorización en una forma estable, definida y dada (Andrade 2009), (Andrade 2014). En este sentido Whitehead (1969) propuso que los seres, cosas y entidades naturales deberían pensarse como organismos, es decir como sistemas conformados por sub-sistemas pertenecientes a múltiples niveles de organización integrados a un medio ambiente local y dotados a priori de impulsos, sensibilidad y propensiones. Todos y cada uno de los diversos estratos deberían tener un estatuto ontológico aunque no haya uno de control fundamental o prioritario sobre los otros, ni inferior, ni superior, ni intermedio. Cada estrato tendría ciertos grados de autonomía puesto que como sistema organizado sería capaz de percibir de acuerdo a la estructura de sus sensores, perturbaciones físicas externas y según la detección de regularidades en un contexto determinado, llegar a interpretarlas como señales (con contenido semántico o significación) que los induce a escoger: 1) una de entre al menos dos conformaciones alternativas accesibles mediante la imposición de restricciones a su organización interna, y 2) las acciones a ser implementadas hacia el exterior. Es decir la unidad entre un sistema en cuestión y su medio circundante, lleva a una reconfiguración permanente de las relaciones tanto internas como de las externas a cada nivel. Así la filosofía del organismo se aplica a cada entidad o sistema característico de cada nivel de organización y no únicamente a los individuos u organismos que describe la biología.

La distinción entre mente y materia cabe únicamente para referirse a modos de actuar y de ser, de relacionarse entre ellos, es decir sea como entidades o sistemas que selectivamente interactúan con algunas otras modificándolas, o como entidades o sistemas que pasivamente son influenciadas por otras. Es decir que en conformidad con el patrón de interacciones, una misma entidad o sistema definible por sus

---

<sup>29</sup> This was a real lesson concerning the nature of matter: complex systems tended to spontaneously simplify, giving rise to levels of organization and phenomena unanticipated by examination of the systems' fundamental units. But these emergent modes of behavior and organization were only evident when the systems were viewed at appropriated scales — they were not generated by the units acting like clockwork machines or programmed computers. (Newman 2010).

relaciones internas, puede estar actuando como “sujeto” u “sistema observador” (en modo mente) o como “objeto” o “sistema observado” (en modo materia). Este marco ontológico no se cimentaría en la distinción tajante entre sujeto y objeto que hemos desarrollado por extrapolación de nuestra propia experiencia cognitiva y la racionalización que hemos hecho de la misma, sino que se fundamenta en la aceptación de una realidad que se autoconstruye independientemente de nosotros los humanos y que existía antes de nuestra aparición, y seguirá existiendo después de nuestra extinción, pero que durante nuestra permanencia en el mundo hemos contribuido a modificar intensamente a mega escalas que inciden sobre la historia geológica de la tierra (antropoceno).

En esta ontología cualquier cosa es un sistema conformado por entidades a niveles escalares inferiores que a su vez son sistemas compuestos de otras entidades hasta un punto que no podemos definir ni resolver, mientras no tengamos más claridad sobre la constitución íntima de la materia-energía que genera y modula el continuum espacio-tiempo. Situación expresable metafóricamente como un estado originario no sustancial, homogéneo, sin “afuera” y sin “dentro”, un sustrato real inmanente de experiencia, de materia sin forma y/o de vida pre-orgánica, sin sujetos, ni objetos definidos, el cual daría lugar espontáneamente a una heterogeneidad de singularidades pre-individuales virtuales como condición de posibilidad para la actualización de novedades (Deleuze en Barroso 2005/2006), (Bryant 2011). Propuesta que redefine la realidad como proceso inacabado de actualización conducente a una potencialidad creciente. A medida que a partir de este estado originario se pone en marcha la actualización de algunas formas, se intensifica la heterogeneidad virtual original dando lugar a un nuevo nivel donde los dos modos de ser o manifestarse, mental y material, serían experimentados desde la perspectiva correspondiente a cada entidad particular en proceso de actualización.

De acuerdo al modo mental, las entidades o sistemas tienen perspectiva y actúan inmersas en un mundo circundante externo que se constituye como mediador en el establecimiento de relaciones, las cuales actúan restrictivamente sobre ellas mismas, estabilizándose como patrones estructurales internos. En este sentido deberíamos reconocer como hipótesis de partida una realidad caracterizada por la potencialidad, la indeterminación, la espontaneidad, las propensiones, la creatividad, la apertura, el desequilibrio, la auto-organización, la sensibilidad, la variabilidad sin restricciones, la potencialidad real, la capacidad de elegir, etc. En complementariedad a este modo mental, también es importante reconocer el modo material de las entidades o sistemas, el cual se pone de manifiesto dentro de ciertos umbrales de estabilidad en los que tiene

lugar la realización concreta de algunas formas, las restricciones estructurales, el cerramiento operacional, la definición de las fronteras, el comportamiento regulado por leyes, los estados estacionarios, la adaptación evolutiva, (Andrade 2003, 2009), (García Azkonobieta 2005).

La matemática revela el orden constitutivo del mundo de un modo objetivo, y por tanto ha servido a justificar un determinismo causal. Pero además de reflejar un orden evolutivamente alcanzado, podría verse como la creación y reprogramación permanente de un algoritmo que se itera en múltiples planos de realidad. El pasado se presenta, entonces como objetivo y se podría explicar como si hubiera estado causalmente determinado, es el mundo de lo actual, pero el futuro en cuanto es sede de posibilidades no actualizadas e imaginables, no tendría una geometría definida. No obstante a medida que se actualizan sistemas de materia organizada, la topología del espacio-tiempo, me atrevo a pensar que de modo semejante al paisaje epigenético de Waddington, se curva, reconfigura, modula, pliega y afina. El paso de lo posible a lo actual, se expresa como una acción continuada en un tiempo presente que permanentemente está sesgando la actualización de formas realmente posibles en las condiciones de frontera definidas por un entorno conformado por las entidades realmente existentes. Es decir en el presente se toman las decisiones contingentes que determinan la actualización de algunas potencialidades.

El tránsito del modo mental al material y del modo material al mental, se ilustraría como una cinta de Moebius donde hay una continuidad topológica entre las caras interna y externa. El paso del modo mental al material corresponde al proceso de actualización de potencialidades, es decir a las decisiones acerca de cuál de las posibilidades reales accesibles habrá de adoptarse internamente como restricción estructural y que al mismo tiempo se habrá de exteriorizar o manifestar en acciones proyectadas al exterior. Elecciones que a pesar de ser contingentes e impredecibles, determinan sin embargo los estados a ser actualizados. Este proceso de exteriorización define los sesgos estructurales a nivel individual y los consecuentes sesgos estadísticos en las poblaciones. Esta acción creativa se manifiesta en la forma de elección de ajustes posibles dada la interacción con el medio ambiente local en que actúan. Es decir, lo que se manifiesta estaba pre-contenido como posibilidades realmente accesibles dadas por las entidades existentes en la interacción con otras en el medio circundante, y con la elección se actualizan unas dejando sin actualizar otras. En el tránsito del modo mental al material, las relaciones internas (Bryant 2011) se estabilizan y dan soporte a la realización de identidades discretas. Si no hubiera posibilidad real de elegir, esta perspectiva naturalista caería en el determinismo dado por una secuencia lineal de

causas eficientes que peligrosamente nos llevaría a una regresión infinita, además que no podría asimilarse al esquema de evolución por diversificación y convergencias permanentes.

Por otra parte, el tránsito del modo material al mental, corresponde a la potenciación de actualidades mediante el establecimiento de conexiones, mediadas por el ambiente local, entre las entidades en proceso de actualización que conducen a la emergencia de niveles más complejos de organización. Como resultado la organización interna aumenta en grado, al dar lugar a sistemas que contienen un mayor número de subniveles, incrementando así las posibilidades a futuro. En esta instancia del paso del modo material al mental, las relaciones externas (Bryant 2011) conforman el entramado que hace posible la emergencia de nuevas entidades o sistemas, los cuales se consolidan una vez que un nuevo tipo de relaciones internas se establece. No hay interacciones sin entidades capaces de interactuar, y estas existen debido a interacciones previas que las hicieron posibles. Ambas visiones deben complementarse a partir de la aceptación de un continuo de “materia-energía” en un “espacio-tiempo” elástico, modulable y flexible subyacente que se teje y despliega a diversos niveles y escalas a medida que la actualización de formas tiene lugar, donde al romperse la heterogeneidad virtual se disparan nuevos procesos que al interferirse abren espacios de posibilidades impredecibles. El orden matemático no preexiste sino que se está tejiendo, mediante la definición de condiciones de frontera por los sistemas generados en el ambiente original. El futuro mostrará si el determinismo causal inspirado en un continuo físico geométrico subyacente, en efecto cederá su lugar a modelaciones matemáticas inspiradas en topologías no tan rígidas y modulables en los que la acción mental en el sentido de Peirce tenga cabida.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue presentado en el V Simposio del Círculo de Filosofía de la Naturaleza celebrado en la Universidad de Málaga (España) en febrero de 2016. Agradezco las críticas constructivas formuladas por el Profesor Miguel Espinoza, las cuales han sido discutidas en este texto. Igualmente agradezco a Aimer A. Gutiérrez por la lectura cuidadosa del texto y por sugerir interesantes y oportunas aclaraciones.

Eugenio ANDRADE  
 Departamento de Biología  
 Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá  
 leandradep@unal.edu.co; eugeniusandrade@gmail.com

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, L.E. 2003. *Los demonios de Darwin. Semiótica y Termodinámica de la Evolución Biológica*. Bogotá, D.C. Colombia. UNIBIBLOS.

——— 2009. *La ontogenia del pensamiento evolutivo*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Obra Selecta, 2009.

——— 2014. Integration of Thermodynamic, quantum and Hierarchical theories of Information in the Context of Peircean Semiosis. *BioSystems* 120: 10-20.

Baldwin, J. “A New Factor in Evolution.” *American Naturalist* 30 (1896): 441-451, 536-553

Barroso, M. 2005/2006 *Inmanencia, virtualidad y devenir en Gilles Deleuze*. Curso Humanidades y Ciencias sociales/12. ISBN 84-7756-697-6. Universidad de la Laguna.

Bhattacharya, S., Zhang, Q. & Andersen, M.E. 2011 “A deterministic map of Waddington's epigenetic landscape for cell fate specification” *BMC Systems Biology* 20115:85 DOI: 10.1186/1752-0509-5-85

Banerji, C.R.S., Miranda-Saavedra, D., Severini, S, Widschwendter, M., Enver, T., Zhou, J.X. & Teschendorff, A.E. 2013. Cellular network entropy as the energy potential in Waddington's differentiation landscape. *SCIENTIFIC REPORTS* | 3 : 3039 | DOI: 10.1038/srep03039

Bateson, G. (1976) *Pasos hacia una Ecología de la mente*. Ed. Carlos Lohlé, Buenos Aires.

Bhattacharya, S., Zhang, Q., & Andersen, M.E. 2011 “A deterministic map of Waddington's epigenetic landscape for cell fate specification”. *BMC Systems Biology* 20115:85 DOI: 10.1186/1752-0509-5-85© BioMed Central Ltd.

Bowles, S. Gintis, H. 2011. *A Cooperative Species. Human Reciprocity and Its Evolution*, Princeton: Princeton University Press.

- Bryant, L. 2011. *A Logic of Multiplicities: Deleuze, Immanence, and Onticology*. AH Analecta Hermetica. Volume 3. Pp: 1-20. ISSN 1918-7351.
- Brooks, D. Wiley, E. O. 1988. *Evolution as Entropy*, Chicago: University of Chicago Press.
- Corning, P. A. & Stephen, J. K. 1998a. Thermodynamics, information and life revisited, part I: 'to be or entropy.' *Systems Research and Behavioral Science* 15:273-295.
- Corning, P. A. & Stephen, J. K. 1998b. Thermodynamics, information and life revisited, part II: 'thermoconomics' and 'control information.' *Systems Research and Behavioral Science* 15: 453-482.
- Darwin, C. 1859. *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.
- 1872. *The Origin of Species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*, London: Murray, 1872 (Sixth Edition).London: ElecBook, 1997.
- 1871. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (vol. 1), London: Murray, 1871.
- 1881. *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms with Observations on Their Habits*, Chicago: Chicago University Press, 1985.
- Dawkins, R. 1993. *El Gen Egoista. Las bases biológicas de nuestra conducta*. SALVAT Editores, S.A. Barcelona.
- De Landa, M, 2000. *A Thousand Years of Nonlinear History* (New York: Swerve Editions.
- Deleuze, G. (1969) *Logique du sens*, Minuit. París, 1997/trad. de M. Morey, Paidós, Barcelona, 1994.
- Espinoza, M. 2009. La libertad, una necesidad interiorizada. *Eikasia. Revista de Filosofía*, año IV, 26 (julio 2009). <http://www.revistadefilosofia.org>
- 2010. La forma, una causa olvidada. *Thémata. Revista de Filosofía*. Número 43. Pp: 157-173
- 2014 *Repenser le naturalisme*. L'Harmattan, Rue de l'École-Polytechnique, 75005 París.
- Esposito, J. 1980. *Evolutionary Metaphysics. The Development of Peirce's Theory of Categories*, Athens: Ohio University Press.



Ferrel, J.E. 2012. Bistability, Bifurcations, and Waddington's Epigenetic Landscape. *Current Biology* 22, R458–R466, June 5. Elsevier Ltd All rights reserved DOI 10.1016/j.cub.2012.03.045.

García Azkonobieta, T. 2005. *Evolución, desarrollo y auto-organización. Un estudio de los principios filosóficos de la evo-devo*. Universidad del País Vasco. Euskal Herriko Unibertsitatea. Donostía, San Sebastián.

Gissis, S. Jablonka, E. 2011. *Transformations of Lamarckism. From Subtle Fluids to Molecular Biology*, Cambridge: The MIT Press.

Griffin, Donald. *Animal Minds*, Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Guardiano, N. 2011. The Intelligibility of Peirce's Metaphysics of Objective Idealism. 2011. *Cognitio*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 187-204.

Ho Mae-Wan, 1998. *The Rainbow and the Worm, the Physics of Organisms*. Singapore/River Edge, NJ, World Scientific.

Hookway, C. 2009. *Peirce: The Arguments of the Philosophers*. New York: Routledge.

Igamberdiev, A.U. (2008) Objective patterns in the evolving network of non-equivalent observers. *BioSystems*. 92: 122–131.

Jablonka, E. & Lamb, M. 1998. "Epigenetic inheritance in evolution", *Journal of Evolutionary Biology* 11: 159-183.

————— 2004. *Evolution in four dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*, Cambridge: The MIT Press.

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.

Jorgensen, S.E. 1997. *Integration of Ecosystems Theories: A Pattern*. Second revised edition. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Kauffman, S. *Investigations*, Oxford: Oxford University Press, 2000.

————— 1993 *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, New York: Oxford University Press, 1993.

————— 2009 Towards a Post Reductionist Science: The Open Universe. [http://arxiv.org/PS\\_cache/arxiv/pdf/0907/0907.2492v1.pdf](http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0907/0907.2492v1.pdf)

## Eugenio ANDRADE

- Kropotkin, Piotr. *Mutual Aid. A Factor of Evolution* (accessible [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))
- Margulis, L. 1967 “On Origen of Mitosing Cells”, *Journal of theoretical biology* 14 (3): 225-274.
- 1975. *Origins of Eukaryotic Cells*, New Haven: Yale University Press.
- Maxwell, J.C. 1990. *The Scientific Letters and Papers of James Clerk Maxwell: 1874-1879* (ed. Harman) (vol. 3), Cambridge: Cambridge University Press,(1990): 31.
- Mereschkowski, C. Over nature and origin. Chromatophoren in the Pflanzenreiche (1905), *Eur. J. Phycol.* 34 (1999): 287–295.
- Newman S.A. (2010) [interview]. In: *Evolutionary Theory: 5 Questions* (Ofstedal G, Friis JKBO, Roussel P, Norup MS, eds). Copenhagen: Automatic Press.
- Meillassoux, Q. 2009. *After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency*. Trans. R. Brassier. London: Continuum.
- Moore, L.S. Wei, W., Stolovicki, E., Benbenishty, T., Wilkening, S., Steinmetz, L.M., Braun, E., David, L. 2014. Induced Mutations in Yeast Cell Populations Adapting to an Unforeseen Challenge. *PLOS/one* October 23, 2014 <http://dx.doi.org/10.1371/>
- Peirce, C.S. 1892 The Law of Mind. *The Monist*, vol. 2 pp: 533-559.
- 1931–1958. In: Hartshorne, C., Weiss, P., Burks, A.W. (Eds.), *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, vols. 1–8. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- 1982–2000. In: Fisch, M., Kloesel, C., Houser, N. (Eds.), *Writings of Charles S. Peirce: A Chronological Edition*, vols. 1–6. Indiana University Press, Bloomington.
- Popper, K. 1976. *Unended Quest*, Chicago: Open Court Publishing.
- Prigogine, I. Stengers, I. 1984 *Order out of Chaos. Man's new dialogue with nature*, New York: Bantam Books.
- Putnam, H. 1981. *Reason, Truth and History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Reynolds, A. 2002. *Peirce's Scientific Metaphysics. The Philosophy of Chance, Law and Evolution*, Nashville: Vanderbilt University Press, 2002.
- Rosen, R. 2000. *Essays on Life Itself*. (Complexity in ecological systems series). New York. Columbia University Press.

- Salthe, S. 1993. *Development and Evolution. Complexity and Change in Biology*, Cambridge: The MIT Press.
- Salthe, S. 1999. "Energy, Development, and Semiosis", en: E. Taborsky (ed.), *Semiosis, Evolution, Energy: Towards a Reconceptualization of the Sign*, Aachen: Shaker Verlag, pp: 245-261.
- Salthe, S. 2004. "The Spontaneous Origin of New Levels in a Scalar Hierarchy", *Entropy* 6: 327-343.
- Sauderns, P.T. 1993 The Organism as a Dynamical System. Published in *Thinking about Biology* (SFI Studies in the Sciences of Complexity, Lecture Notes Vol. III, F. Varela & W. Stein, eds). Addison Wesley, pp 41-63.
- Schneider, E. Sagan, D. 2005. *Into the Cool. Energy Flow, Thermodynamics and Life*, Chicago: University of Chicago Press.
- Shapiro, J.A. 2013. How Life Changes Itself: The Read-Write (RW) Genome (Physics of Life Reviews, 2013) <http://shapiro.bsd.uchicago.edu>
- Short, T. L. 2002. "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, John. 2004. *La Vie existe-t-elle? Réconcilier génétique et biologie*, Paris: Vuibert.
- Thom, R. 1977. *Stabilité structurelle et morphogénèse*, Inter-Editions, Paris, éd.
- 1989. An Inventory of Waddington Concepts. In *Theoretical Biology: Epigenetic and Evolutionary Order from Complex Systems*, edited by B.C. Goodwin and P.T. Saunders, 1-7. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Thompson, D'A. W. 1942. *On Growth and Form*. 2nd Edition. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ulanowicz, E.E. (2009a) *A Third Window Natural Life Beyond Newton and Darwin*. Templeton Foundation Press West Conshohocken, Pennsylvania.
- Ulanowicz R.E. (2009b) Increasing entropy: heat death or perpetual harmonies? *Des Nat Ecodyn* 4(2):1-14
- Waddington, C. 1957. *The Strategy of the Genes*, London: Geo Allen & Unwin.
- 1961. *Genetic assimilation*, *Advances Genetics* 10 (1961): 257-293.

Eugenio ANDRADE

——— 1976. Las ideas básicas de la biología, en *Hacia una biología teórica*. Versión española de Mariano Franco Rivas. Alianza Editorial, S.A. Madrid.

West-Eberhardt, M.J. 2003. *Developmental Plasticity and Evolution*, New York: Oxford University Press.

Whitehead, A. N. 1969. *Process and Reality*. The Macmillan Company.

\* \* \*