

LA FILOSOFÍA DE PEIRCE Y SU APLICACIÓN AL PROBLEMA DEL ORIGEN DE LAS INNOVACIONES EVOLUTIVAS^{1, 2}

PEIRCE'S PHILOSOPHY AND ITS APPLICATIONS TO THE PROBLEM ABOUT THE ORIGIN OF EVOLUTIONARY INNOVATIONS

Eugenio Andrade³

RESUMEN

La controversia sobre el origen de las variaciones evolutivas, sirve como ejemplo para justificar la necesidad de construir un marco ontológico inspirado en las categorías de Peirce que supere los dualismos en los que las discusiones científicas están enfrascadas. La comunidad científica se ha dividido entre una corriente hegemónica –el neodarwinismo–, para quienes la aparición de variaciones es azarosa y ciega, y por el otro una escuela minoritaria pero que ha venido ganado amplia aceptación–el neolamarckismo– que considera que las variaciones surgen como resultado de la interacción entre los organismos y el medio ambiente. En la última década las teorías epigenéticas de la evolución (biología evolutiva del desarrollo –EvoDevo– y la teoría de sistemas en desarrollo –TSD–) han planteado que la variación evolutiva depende de la plasticidad genotípica y fenotípica que posibilita al organismo responder a las condiciones del medio ambiente mediante ajustes fenotípicos a diferentes niveles (metabólico, fisiológico, ontogenético, conductual). Esta propuesta es un ejemplo sobre cómo superar la polaridad entre azar y determinismo, de una manera compatible con la visión peirceana de la evolución tal como se infiere del sistema de categorías y del proceso de interpretación de signos. Las tres categorías peirceanas vistas como relaciones diádicas dan lugar a los seis relaciones: (1.1) *primeridad como primeridad* (potencialidad sin restricciones); (2.2) *segundidad como segundidad* (actualizaciones concretas y determinadas); (3.2) *terceridad como segundidad* (posibilidades reales dadas las restricciones existentes en un espacio y tiempo determinados); (3.1) *terceridad como primeridad* (distribución estadística de las actualizaciones realizadas); (2.1) *segundidad como primeridad* (elección de las posibilidades reales que se exteriorizan y actualizan) y (3.3) *terceridad como terceridad* (integración de las realizaciones existentes y emergencia de nuevas posibilidades). En la formulación de la teoría neo-darwinista ha prevalecido una perspectiva externalista descrita por (2.2) y la (3.1), la

1 Recibido: 17 de octubre de 2013. Aceptado: 13 de noviembre de 2013.

2 *Agradecimientos.* Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia, y, en especial, al Departamento de Biología, por todo su apoyo en el desarrollo de este proyecto. Igualmente, a todos los miembros del *Centro de Sistemática Peirceana* dirigido por el profesor Fernando Zalamea.

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

cual es insuficiente si no se incluye la perspectiva internalista dada por (1.1) y (3.2) y los puentes conectores entre ambas explicitados por (2.1) y (3.3). Estas dos últimas explican el proceso de abducción o inferencia que tiende a proponer una hipótesis explicativa para dar cuenta de un hecho de observación utilizando de modo original e impredecible el conocimiento previo acumulado evolutivamente. El reconocimiento explícito de una actividad creativa propia de los organismos, equiparable por analogía con procesos de abducción natural explica porque las respuestas de los organismos a sus condiciones inmediatas de vida determinan el carácter abierto e impredecible de la evolución. La abducción natural explica las tendencias de los organismos: 1. a variar y divergir, y 2. El establecimiento de nuevas interacciones que incrementan el potencial evolutivo.

ABSTRACT

The discussion about the origin of evolutionary variations is taken as an example in order to justify the need to construct an ontological framework inspired in Peirce's categories that integrate and move beyond dual polarities in which scientific discussions are locked in. The scientific community is divided between a mainstream Neo-Darwinian school that defends the blind and random production of variations, and a growing minority the Neo-Lamarckian school that sees variations as originated as a result of organisms and environment interactions. In the last decade epigenetic theories (Evolutionary Developmental Biology –EvoDevo- and Developmental Systems Theory –DST-) have proposed that evolutionary variations depend upon genotypic and phenotypic plasticity that enable organisms' responsiveness to local environmental conditions by means of phenotypic adjustments at different levels (metabolic, physiologic, ontogenic, behavioral). This proposal opens up a way to overcome the dualism between chance and determinism, since it correlates with Peirce's categorical system and his vision of evolution as a process of sign interpretation. Epigenetic theories become an illustrative example of how to overcome dualisms between randomness and determinism in agreement to Peircean ontology that conceives evolution as a process of sign interpretation. Peircean categories studied as dyadic relations generate six characteristics that were identified by Taborsky (2002, 2004) and applied by Andrade (2007) to the understanding of evolutionary theories, namely: (1.1) *firstness as firstness* (unconstrained possibilities), (2.2) *secondness as secondness* (discrete and definite actualizations), (3.2) *thirdness as secondness* (real possibilities given the restrictions at a determinate point in space and time), (3.1) *thirdness as firstness* (statistical distribution of realized actualizations), (2.1) *secondness as firstness* (election of real possibilities that are to be exteriorized and actualized) and (3.3) *thirdness as thirdness* (integration of actually existing realizations and emergence of new possibilities). Neo-Darwinism emphasizes the externalist stance described by relations (2.2) and (3.1), nonetheless an account that depends solely on them is insufficient if the internalist stance (1.1) and (3.2) and the two connecting relations (2.1) and (3.3) are not included. The two latter relations account for the process of abductive inference by means of which a new hypothesis is advanced aiming to deal with a new fact of observation by making an original use of previous accumulated knowledge along evolutionary history. The explicit recognition of creative actions posed by organisms, analogous to natural abduction processes explains why responses to local conditions of life account for its open an unpredictable character. Natural abductive inference accounts for organisms' permanent tendencies: 1. to vary and diverge and 2. to establishing new interactions that increase evolutionary potential.

1. EL ORIGEN DE LAS INNOVACIONES EVOLUTIVAS: LAMARCKISMO VS DARWINISMO

El problema sobre cómo surgen las variaciones evolutivas ha suscitado controversias que dividen el campo de batalla entre las diferentes escuelas de pensamiento evolutivo.

1. *Variación dirigida*. Para Lamarck (1809) la evolución obedece a un plan de la naturaleza, tendiente a mayores grados de complejidad, que permite modificaciones secundarias dependientes de las condiciones de vida mediadas por el uso y desuso. En la interpretación adaptacionista denominada neo-lamarckismo y que comienza con el propio Darwin, la variación es dirigida y ocurre como respuesta a una condición impuesta por el medio ambiente⁴.
2. *Variaciones aleatorias*. El capítulo V del *Origen* (1859) (Darwin 2001) discute el problema de si las variaciones son azarosas o por el contrario dirigidas. Darwin considera que la variación es un fenómeno asociado a la influencia de factores climáticos y geográficos sobre la alimentación y el comportamiento, que produce resultados indefinidos en algunos casos y definidos en otros.

La acción directa del cambio de condiciones produce resultados definidos e indefinidos. En este último caso, dice Darwin “el organismo se asemeja al plástico y tenemos una gran variabilidad fluctuante”, mientras que en el primer caso, “la naturaleza del organismo es tal que cede rápidamente cuando se encuentra influenciada por determinadas condiciones, y todos o casi todos los individuos se modifican de la misma manera” (Darwin 2001, 125).

En el primer caso, las variaciones fluctuantes o plásticas (es decir azarosas) son sometidas al escrutinio de la selección natural, conduciendo a la retención y acumulación gradual de las más aptas, justificando así la explicación propiamente darwiniana. Pero en el segundo caso, si el medio ambiente produce variaciones definidas en los organismos, ellos varían de la misma manera, es decir, lamarckianamente, y por tanto la selección natural dejaría de jugar un papel protagónico en la evolución. En otras palabras, para Darwin el problema era decidir sobre el peso específico que debía concedérsele a la influencia del medio ambiente en cuanto factor causal de las modificaciones adaptativas. En la siguiente cita, Darwin explica que el primer caso es el más

⁴ Darwin dio importancia a este tipo de variación de 1836 a 1859 y a partir de 1868 hasta su muerte (Depew & Weber 1996; Richards 1992).

frecuente, mostrando su preferencia por la producción de variaciones independientemente de las necesidades y condiciones de vida de los organismos, o variaciones azarosas en cuanto producen resultados fluctuantes o indefinidos entre los individuos de una población:

[...] Además, todo naturalista sabe de innumerables ejemplos de especies que se mantienen constantes o que no varían nada, a pesar de vivir en los climas más opuestos. Consideraciones de este tipo me inclinan a atribuir menos peso a la acción directa de las condiciones ambientales, que a una tendencia a variar debida a causas que ignoramos por completo. (Darwin 2001, 126)

Su preferencia por la acción indefinida del medio ambiente sobre la variación no le impidió reconocer posteriormente que pudo haberse equivocado, tal como lo expresó en carta a Moritz Wagner en 1876:

En mi opinión, el mayor error que he cometido ha sido el de no darle suficiente peso a la acción directa del medio ambiente, alimento y clima, independientemente de la selección natural. Las modificaciones así causadas, las cuales ni son ventajosas ni desventajosas para el organismo modificado, estarían favorecidas especialmente, tal como puedo ver ahora a través de sus observaciones, por aislamiento en áreas pequeñas, donde solamente pocos individuos viven bajo condiciones casi uniformes. Cuando escribí el *Origen*, y durante algunos años después, tenía poca evidencia de la acción directa del ambiente; ahora hay un gran cuerpo de evidencias y su caso de la *Saturnia*⁵ es uno de los más destacados que haya oído. (Darwin 1888, 159)

Darwin, en lugar de asumir *a priori* el carácter azaroso de las variaciones en todas las circunstancias, proponía investigar las causas y leyes que rigen su producción. La escuela darwinista adoptó el planteamiento de Darwin en el *Origen*, referido al reconocimiento de las variaciones como si fueran debidas al azar, dada la ignorancia de las leyes de la variación, dándole mayor peso a los casos en que las variaciones se producen independientemente de las necesidades del organismo en un medio ambiente determinado.

I have hitherto sometimes spoken as if the 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 1997, 121)

5 Se refiere a un género de lepidópteros como las polillas.

Posteriormente, la escuela neo-darwinista en las primeras décadas del siglo XX, entendió la producción de variaciones como el resultado de mutaciones genéticas aleatorias, considerando al azar como un fenómeno objetivo y real (Depew & Weber 1996).

2. LAS TEORÍAS EPIGENÉTICAS

La teoría evolutiva del desarrollo (EvoDevo) y la teoría de sistemas en desarrollo (TSD) proponen que las variaciones obedecen a una interacción entre factores genéticos y medio ambientales, mediados por el organismo (o sistema en desarrollo) de acuerdo, por un lado, a su capacidad de amortiguar perturbaciones tanto genéticas como medio ambientales, y, por otro lado, de responder por medio de ajustes fenotípicos (metabólicos, fisiológicos, ontogénicos y conductuales) a las condiciones del medio. En este sentido las variaciones no serían ni dirigidas, ni aleatorias, y solo podrían ser examinadas entendiendo la compleja relación entre genotipo, fenotipo y medio ambiente (Oyama 2000; Griffiths & Gray 1994; Andrade 2004).

Esta teoría aplica el modelo conocido como paisaje epi-genético que fue propuesto por Waddington (1957, 1961) para explicar la diferenciación celular o el desarrollo como un movimiento descendente a través de un gradiente de potencial. La topografía sinuosa del paisaje está gruesamente delineada por unas condiciones iniciales definidas por los genes, y se reconfigura y afina a lo largo del desarrollo, o epigénesis, por efecto de las interacciones entre los genes y entre el sistema en desarrollo (célula, organismo) y el ambiente.

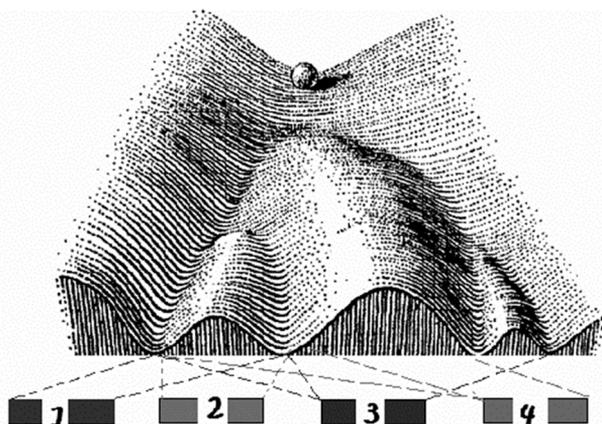


Figura 1. (modificada a partir de Waddington 1957)

El paisaje epigenético representa una interface dinámica entre los genes y el medio ambiente, donde se abren unas vías de desarrollo que se van modificando a medida que el proceso transcurre. La bola en la parte superior representa un sistema indiferenciado (célula u organismo) que tiene muchas posibilidades de desarrollo. Los valles profundos corresponden a caminos de desarrollo estables y las bifurcaciones a puntos de desequilibrio, donde pequeñas perturbaciones provocadas por factores del medio o por mutaciones génicas pueden hacer que el sistema opte por una vía u otra. La flexibilidad está representada por los valles pandos que al sobrepasarse abren una nueva vía de desarrollo. Este diagrama explica el fenómeno de la “asimilación genética”, por medio del cual los efectos inducidos por factores del medio que modifican vías de desarrollo podrían estabilizarse genéticamente, transformándose en características heredadas que se manifiestan sin presencia del estímulo inductor. La asimilación genética consiste en la selección de variantes génicas y/o patrones de conexión entre genes que tienen un efecto similar al que produce el factor inductor del medio.

En este esquema los genes participan como factores de desarrollo, a la vez que su expresión está regulada por factores del medio con los cuales establece interacciones no lineales. Como resultado se obtiene una pluralidad de vías de desarrollo en proceso de canalización. No obstante, puede ocurrir que como respuesta a las influencias del medio ambiente, el sistema en desarrollo abandone su trayectoria abriéndose camino por una vía, hasta entonces inédita, que insinúa una innovación evolutiva (Waddington 1961). Waddington definió la “asimilación genética” como el proceso por medio del cual un cambio fenotípico, inducido por respuesta del organismo a un factor ambiental, se fija en el genotipo después de varias generaciones, estabilizando la modificación para las generaciones futuras. Este fenómeno implica selección a favor del fenotipo adaptable y, en consecuencia, la fijación de las combinaciones de genes (alelos) que estabilizan el desarrollo de la modificación, amortiguando las perturbaciones genéticas y del medio ambiente dentro de un umbral que, en caso de ser sobrepasado, permitiría acceder a otra vía de desarrollo. En condiciones de estrés generado por perturbación ambiental, o en casos de alta mutabilidad, el proceso saldría de la trayectoria ontogenética canalizada, dando lugar a nuevos fenotipos. Es decir, la canalización, a la vez que mantiene la estabilidad de los fenotipos, favorece la acumulación de variantes genéticas que incrementan el potencial evolutivo y la capacidad de respuesta cuando cambian las condiciones del medio ambiente. Desde esta perspectiva, las modificaciones en la ontogenia se constituyen en la base de las modificaciones evolutivas que son sometidas a la selección natural, dado que durante el desarrollo tiene lugar una verdadera epigénesis, o emergencia y transformación de la forma, dependiente tanto de factores genéticos como ambientales (Jablonka & Lamb 1995, 1998, 2004). Estas teorías contextualizan la acción de los genes, al considerar

que el genotipo posibilita un conjunto de vías de desarrollo, pero la interacción del organismo con el medio ambiente decide el ajuste fenotípico a adoptar. El “epigenotipo” representado por la superficie ondulante del “paisaje epigenético” puede modularse tanto por factores genéticos como ambientales, de esta manera pierde piso la distinción radical entre genotipo y fenotipo, y consecuentemente entre filogenia y ontogenia (Waddington 1957, 1961). La explicación del surgimiento de las adaptaciones no puede depender exclusivamente de mutaciones genéticas azarosas, sino que se requiere de una teoría que explique por qué los fenotipos son capaces de responder generando variantes adaptativas. Para Waddington (1976) no era necesario esperar a que, por azar, surgieran mutaciones adaptativas, puesto que la selección natural no actúa sobre genes que actúan independientemente, sino sobre procesos epigenéticos que son la base de la plasticidad fenotípica necesaria para mantener una interacción funcional con el ambiente.

La TSD propone además una reinterpretación profunda de la herencia, al reconocer la denominada herencia epigenética. La herencia genética se circunscribe a los contenidos informativos codificados en las secuencias del ADN, que se transmiten en los genes y corresponde a una información estable e insensible a las condiciones del medio. Pero además se reconoce que hay una transmisión de información epigenética “de célula a célula” y “de organismo a organismo” (Jablonka & Lamb 1995, 1998, 2004) como, por ejemplo, transmisión de organelos celulares, transmisión de simbioses, patrones de metilación del ADN, modificaciones en la cromatina, aprendizaje, relaciones grupales, manejo e interpretación de signos, construcción de nicho, etc.

La capacidad de evolucionar radica en la eficacia de los procesos epigenéticos, asociada a la plasticidad morfogenética. La configuración genética característica de cada especie es un producto avanzado de la evolución por selección natural, a favor de una mayor adaptabilidad y reducción parcial de la plasticidad por medio de la cooptación de genes preexistentes para el cumplimiento de nuevas funciones, pero, dado que los genes actúan en redes y por tanto tienen un efecto epistático, los que en un momento cumplen una función pueden ser usados para ejecutar otras, contribuyendo así a la aparición de nuevas funciones.

La ontogenia produce cambios fenotípicos regulando la expresión de los genes de acuerdo con los factores del medio ambiente, por tanto la correlación entre genotipo y fenotipo no expresa una determinación causal sino una relación de potencia a acto. Para Johannsen (1911) el genotipo es el potencial heredado del organismo (la aptitud para desarrollar varios caracteres), mientras que el fenotipo es la actualización de ese potencial en un ambiente particular.

El genoma no debe verse como un programa definido y fijo, sino como una fuente de información que, en conjunción con otros factores, define las posibilidades futuras de la evolución. Se considera como fuente informativa todos y cada uno de los factores que contribuyen al desarrollo (Oyama 2000). En consecuencia, la información genética exige interpretación, es decir, su expresión depende de los sistemas de control epigenético y del contexto de interacciones en que actúan los organismos portadores de dichos genes. La evolución es una auto-construcción permanente, no preexiste en los genes, ni tampoco se imprime forzosamente por las condiciones ambientales o nichos ecológicos. La forma resulta de un proceso interpretativo agenciado por el organismo en desarrollo.

El desarrollo y el comportamiento animal, al igual que el fenotipo, resultan de una interacción continua entre el organismo y el entorno. No hay distinción fundamental entre el comportamiento aprendido y el innato (Lehrman 1953, citado por Johnston 2001), y este último fue aprendido a lo largo de la historia del linaje (Riedl 1983). La evolución se fundamenta en la capacidad de los organismos para percibir y crear una imagen de su mundo circundante que le permita utilizarla y transformarla en su beneficio.

3. DARWINISMO Y LAS CATEGORÍAS DE PEIRCE

El darwinismo es un caso específico de evolución concebida como un proceso de interpretación de signos. El Signo es una relación triádica irreductible entre un Objeto, un Representamen y un Interpretante.

A sign, or representamen, is something which stands to somebody for something in some respect or capacity. It addresses somebody, that is, creates in the mind of that person an equivalent sign, or perhaps a more developed sign. (CP 2.228)

A Sign, or Representamen, is a First which stands in such a genuine triadic relation to a Second, called its Object, as to be capable of determining a Third, called its Interpretant, to assume the same triadic relation to its Object in which it stands itself to the same Object. (CP 2.274)

Los signos son sistemas materiales de representación en los cuales se puede identificar una entrada de información, una mediación dada por el sistema procesador de la información, que actúa en un contexto de interpretación, y una salida o resultado representado en una morfología característica asociada a una acción específica.

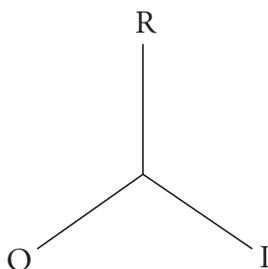


Figura 2. Una manera heurística de interpretar el signo peirceano es mediante la tríada: [Input mediación Output]. En este caso tenemos la tríada entre objeto (O), signo o representamen (R) e interpretante (I). El objeto (O) provoca una acción en el interpretante (I) mediante un representamen (R).

A diferencia de los sistemas mecánicos donde a cada *input* le corresponde un *output*, de acuerdo a un programa prefijado -en condiciones de cerramiento al entorno-, la acción mediadora depende del contexto y por tanto a una misma entrada le puede corresponder más de una salida.

Las categorías más generales que necesitamos para comprender el mundo se infieren a partir de la experiencia en el mundo que suscita necesidades cuya satisfacción exige poder relacionarse y desempeñarse en un medio, el cual debe comprenderse con cierto grado de fiabilidad. La potencialidad es inherente a la vida y en este sentido es lo primero. Pero vivir genera resistencias debido a la presencia de otras cosas y seres vivos que conforman un entramado mundo de fricciones en un contexto local determinado. La experiencia de estas resistencias, la interacción, el conflicto, es lo segundo. Finalmente, nada ocurre completamente al azar sino que las entidades interactuantes proveen el contexto que las regula, es decir, lo tercero. Las tres categorías que Peirce formuló no son solo como el esqueleto del conocimiento, sino la estructura misma de los procesos (Esposito 1980, pp. 159-164), es decir, modos de ser y de vivir que sustentan una propuesta ontológica minimalista que la ciencia debe revisar y decantar en el proceso sucesivo de interpretación de datos, construcción de modelos y, sobre todo, en la definición de acciones que le den mayores posibilidades a la vida y al conocimiento. Las categorías son: (i) *primeridad* – lo que existe por sí mismo y que asociamos al azar como impulsos internos, potencialidad, independencia, inmediatez, posibilidades de evolucionar, variación en ausencia de restricciones; (ii) *segundidad* – lo que existe por relación a otro y que asociamos a lo material discreto y determinado, la actualidad, lo que realmente se manifiesta o exterioriza, la reacción, el forcejeo, la lucha, lo que se transmite por herencia; (iii) *terceridad* – la agencia activa de la naturaleza, la tendencia a adoptar hábitos, la regularidad, la costumbre, los códigos,

la interpretación, la intencionalidad, la continuidad. En este sentido la selección natural en cuanto retiene y fija configuraciones favorables a condiciones específicas, pertenece al dominio de la *terceridad*, haciendo de intermediaria entre lo primero y lo segundo. Igualmente la *terceridad* se invoca para explicar el reavivamiento de la potencialidad mediante por ejemplo la emergencia de nuevos niveles de organización.

First is the conception of being or existing independent of anything else. Second is the conception of being relative to, the conception of reacting with, something else. Third is the conception of mediation, whereby a first and second are brought into relation. [CP 6.32] ... Chance is First, Law is Second, the tendency to take habits is Third. Mind is First, Matter is Second, Evolution is Third. (CP 6.32)

Se trata de capturar las características más generales que podríamos adjudicarle a esta realidad, de modo que eliminemos los prejuicios que impidan aceptar su carácter dinámico intrínsecamente creativo, generador de variabilidad, si se quiere experimentador, y, por tanto, evolutivo dentro de ciertas restricciones o leyes. Las dificultades que se esgrimen para aceptar el evolucionismo no provienen de la falta de evidencias empíricas sino del hecho de que la teoría darwiniana no ha logrado superar completamente el prejuicio newtoniano heredado del siglo XVIII, según el cual la materia es esencialmente pasiva y por tanto no presenta propiedades auto-organizativas.

Aunque los defensores de la selección natural se consideran materialistas monistas, caen en las limitaciones de la visión mecanicista y dualista de la naturaleza. No es suficiente con que Darwin hubiera mostrado la justeza del pensamiento evolutivo, sino que es necesario proponer una lógica evolutiva que permita explicarlo dentro del monismo inspirado en Peirce, que supera el horizonte mecanicista y permite entrever una visión más cercana a la física y la biología del siglo XXI.

Según Peirce, las tres categorías universales son necesarias para describir todos los fenómenos existentes y requieren de especificación en los diferentes campos de la investigación científica a fin de darles un soporte empírico sólido.

En particular la tríada darwiniana –variación, herencia y selección– se puede interpretar como una especificación de las categorías universales.

In biology, the idea of arbitrary sporting is First, heredity is Second, the process whereby the accidental characters become fixed is Third. (CP 6.32).

Peirce se interesó por Darwin, debido a su preocupación por la idea de cambio y desarrollo, extrapolando su aplicabilidad a dos campos aparentemente disímiles, la cosmología y la evolución de las ideas.

The theory of Darwin was that evolution had been brought about by the action of two factors: first, heredity, as a principle making offspring nearly resemble their parents, while yet giving room for “sporting” or accidental variations -- for very slight variations often, for wider ones rarely; and, second, the destruction of breeds or races that are unable to keep the birth rate up to the death rate. This Darwinian principle is plainly capable of great generalization. Wherever there are large numbers of objects having a tendency to retain certain characters unaltered, this tendency, however, not being absolute but giving room for chance variations, then, if the amount of variation is absolutely limited in certain directions by the destruction of everything which reaches those limits, there will be a gradual tendency to change in directions of departure from them. (CP 6.15)

A continuación esbozaré un marco ontológico de referencia inspirado en las categorías de Peirce. Partiré aceptando la existencia *a priori* de una realidad multifacética –material en cuanto es susceptible de ser descrita científicamente– que exhibe dos caras principales, una “interna” y otra “externa”. La mirada internalista se concentra en las siguientes características: potencialidad, aleatoriedad, espontaneidad, propensiones, desequilibrio, auto-organización, apertura, etc.

La mirada externalista se ha concentrado en el estudio de las actualidades o realizaciones concretas, determinismo, comportamientos regulares, cerramiento, carácter atómico o discreto, promedios estadísticos, selección natural (Andrade 2007a, 2007b, 2009, 2011; García Azkonobieta 2005). Cada dominio interno (I) y externo (E), asume dos niveles de representación, individual (i) y poblacional (p). En consecuencia se definen cuatro regiones: interna individual, interna poblacional, externa individual y externa poblacional.

Con el fin de mantener una visión unificadora, los bordes interno-externo e individual-poblacional deben incluirse.

De esta manera, a partir de la distinción entre los dominios interno y externo, y entre los niveles de representación individual y poblacional, se define el espacio (U) en que se encuentran las siguientes seis relaciones diádicas generadas a partir de las tres categorías de Peirce, [Andrade, 2007a, 2007b], [Taborsky, 2002, 2004]: *primeridad como primeridad* (1.1), *segundidad como segundidad* (2.2), *segundidad como primeridad* (2.1), *terceridad como primeridad* (3.1), *terceridad como segundidad* (3.2) y *terceridad como terceridad* (3.3).

En este sentido anota (Zalamea 2009):

El sistema peirceano emerge a comienzos del siglo XXI como un orden general de la *razonabilidad* (“razón” + “sensibilidad”), particularmente atractivo si se le entiende como arquitectónica continua del saber, capaz de romper con desgastantes dualismos y proclive al estudio de tránsitos de información entre contextos multiformes y variables. En particular, la suavización de las dicotomías ideal/real, mente/cuerpo y hombre/naturaleza puede verse como uno de los grandes logros peirceanos, al conseguir reintegrar las polaridades bajo conceptos más generales (cuasi-mente, signo, semiosis) que sirven para modular, desde perspectivas unitarias, la diferenciación de los entes.

Asumamos un único espacio peirceano representado por U , en el cual distinguimos dos sub-espacios “interno” y “externo”, $U = \{\{\text{Interno}\}, \{\text{Externo}\}\}$, cada uno de los cuales tiene dos niveles de representación “individual (i)” y “poblacional (p)”, $U = \{\{I_i, I_p\}, \{E_i, E_p\}\}$. De este modo cuatro espacios quedan delimitados: interno/individual (1.1), externo/individual (2.2), interno/poblacional (3.2) y externo/poblacional (3.1). Entonces $U = \{\{(1.1), (3.2)\}, \{(2.2), (3.1)\}\}$. Las relaciones (1.1) y (3.2) corresponden al dominio o ámbito interno de la realidad que define la potencialidad y las relaciones (2.2) y (3.1) al externo o actualizado. Las relaciones (1.1) y (2.2) corresponden al ámbito de lo local e individual donde se manifiesta lo azaroso, mientras que las relaciones (3.1) y (3.2) corresponden al espacio global o poblacional que da lugar a regularidades. Las relaciones (2.1) y (3.3) conectan los dominios internos y externos a nivel individual y poblacional respectivamente. La relación (2.1) actualiza o exterioriza el potencial interno, mientras que la relación (3.3) potencializa o interioriza lo actualizado.

A continuación me referiré en más detalle a cada una de las seis relaciones diádicas. La *primeridad como primeridad* (1.1) define el campo de lo interno-individual (o local) en un tiempo presente. Es una faceta de la realidad que podemos calificar como la potencialidad, espontaneidad, creatividad en ausencia de restricciones, y se asocia a la presencia de impulsos internos, motivaciones, sentimientos, azar, energía, estados alejados lejos del equilibrio, , etc.

(Taborsky 2002, 2004; Andrade 2007a, 2007b, 2009). Lamarck propuso la noción vaga de “*principio vital del calor*” y “*sentimiento interior*”, pero hoy en día la termodinámica, la teoría de la información y, sobre todo, la física cuántica ofrecen nociones mucho más precisas de esta relación.

Esta noción está asociada al azar existente en cada instante presente como punto de partida, una suerte de caos generativo, la potencialidad máxima libre de restricciones.

La *segundidad como segundidad* (2.2) define el campo de lo externo-individual (o local). Es una faceta de la realidad que podemos calificar con predicados que se refieren a los fenómenos en cuanto a su actualización o manifestación externa, su carácter discreto, el cumplimiento de una ley mecánica, la externalidad, reactividad y comportamientos predecibles (Taborsky 2002, 2004; Andrade 2007a, 2007b, 2009), que la ciencia identifica con la realidad material. Corresponde a lo exteriorizado, realizado o actualizado, lo que existe en el mundo material. Lo recibido, dado o heredado corresponde a lo alcanzado mediante procesos que se iniciaron en un pasado. Esta relación se revela cuando hablamos de entidades discretas como átomos, partículas, células, organismos, etc. Es decir, lo que definimos como entidades realmente existentes. La ciencia newtoniana hace un énfasis en este predicado.

La *terceridad como segundidad* (3.2) corresponde al espacio global/interno de la realidad, manifiesto en un tiempo presente continuo (Taborsky 2002, 2004; Andrade 2007a, 2007b, 2009). En otras palabras, a medida que se procesa información en la interacción con el entorno, se va estableciendo una red comunicativa que cohesiona el sistema colectivo, mediante la utilización de signos de carácter icónico, indexical y simbólico. Esta relación, en cuanto código digital de información, se ha utilizado para explicar el origen de la vida por medio de la aparición del código genético propio del ADN y la emergencia de lo humano mediante la aparición del lenguaje articulado. El poder inherente a la combinatoria de símbolos, propio de los códigos digitales de información, incrementa la capacidad de generar representaciones internas de la realidad externa, por ejemplo la permutación de los genes de inmunoglobulinas genera una diversidad de líneas celulares de linfocitos que, en conjunto, tienen la posibilidad de reconocer cualquier estructura antigénica externa con la que eventualmente puedan verse enfrentadas.

Este dominio corresponde a la creación colectiva de representaciones internas sobre el mundo externo y la comunicación entre agentes que identifican señales del entorno que les sirven para captar fuentes de energía, evadir predadores y reproducirse. Esta relación soporta las posibilidades accesibles, dadas las restricciones existentes que definen las propensiones futuras, capacidad evolutiva, anticipación e innovación.

De entre todas las posibilidades sin restricción (definidas por 1.1), esta relación (3.2) delimita las posibilidades efectivas en las condiciones existentes en un espacio y tiempo determinado. Las relaciones (1.1) y (3.2) explican a los organismos como verdaderos sujetos capaces de elegir (Baldwin 1896) y como constructores de *Umwelt* o de representaciones mentales internas de su mundo circundante (Von Uexküll 1940, 1982), (Hoffmeyer 1996, 54-58).

Entre mayor sea la complejidad de los organismos, más complejas son las representaciones internas que pueden construir.

La *terceridad como primeridad* (3.1) define el campo de lo externo-global en un tiempo presente continuo que corresponde a las regularidades estadísticas introducidas en las poblaciones por la selección natural (Taborsky 2002, 2004; Andrade 2007a, 2007b, 2009). Este predicado define las regularidades estadísticas de sistemas colectivos o poblaciones de entidades definidas por la relación (2.2). Esto quiere decir que el azar inherente a los comportamientos de los sistemas individuales va generando regularidades estadísticas en las poblaciones. La relación (3.1) se refiere a la distribución de frecuencias de las que se actualizan o realmente tienen lugar. Se refiere a una externalidad a nivel poblacional perceptible en un tiempo presente continuo, el tiempo de la selección natural según Darwin.

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 1997, 83)

Esta relación expresa la necesidad de incluir las explicaciones estadísticas para dar cuenta de procesos direccionados o anisotrópicos en el sentido de Short (2002, 2007). En el caso de la difusión de gases explica la aparición de macro-estados de equilibrio más probables y en el caso de la evolución biológica el hecho de que nuevos genes (alelos) y configuraciones genéticas altamente improbables que surgieron por azar, mediante selección para un tipo de efectos en un contexto definido de interacciones, hayan aumentado su frecuencia en la población. El comportamiento de los gases en difusión y las frecuencias génicas en las poblaciones de organismos pueden describirse mediante un parámetro estadístico que siempre aumenta, entropía en el primer caso y *fitness* en el segundo. La formalización de esta relación ha sido en últimas el programa de investigación del neodarwinismo, al tomar como base de sus modelos la idea de que la selección natural desplaza los valores promedios hacia valores de mayor adaptación (*fitness*).

La *segundidad como primeridad* (2.1) corresponde al borde o límite entre lo interno/externo, a nivel individual. Define la actualización o exteriorización de algunas potencialidades internas dadas por (3.2). Es un estado que promueve los acoplamientos e interacciones mediante la elección a nivel de cada individuo de ajustes o reacomodos estructurales en un contexto poblacional y medioambiental dado. Se trata de un predicado que capta los factores

que condicionan las elecciones individuales, tales como la dependencia de la trayectoria histórica, la determinación estructural y las condiciones específicas del medio ambiente en un lugar y momento determinado. Esta confluencia de factores diversos explica la incertidumbre asociada a las elecciones individuales. En lo biológico se puede entender como la adopción impredecible de los ajustes fenotípicos individuales definidos de entre un conjunto de morfologías posibles habilitadas en un contexto local específico, aunque histórica y estructuralmente dependientes. En el borde entre lo interno y externo, tanto a nivel individual como poblacional, coexiste una multiplicidad de configuraciones posibles, algunas de las cuales se actualizan o exteriorizan dando lugar a una morfología determinada.

Recordemos que Peirce intentó reconciliar el lamarckismo con el darwinismo, tomando como ejemplo la teoría catastrofista de Clarence King (CP 6.302, 6.17), para quien las variaciones no eran ni aleatorias, ni dirigidas, sino generadas por la tendencia a responder a las cambiantes condiciones locales (Aalto 2004). King argumentó que cambios drásticos del medio provocan modificaciones rápidas en especies plásticas, es decir, que la respuesta a los desafíos del medio se manifiesta como una elección entre posibles ajustes fenotípicos. Por esta razón Peirce supeditó la selección natural a la existencia de un mecanismo interno de elección o a la actividad “mental” de los organismos que generan procesos orientados a metas específicas, convirtiéndose en la base de la diversificación y adaptación a las condiciones locales. A medida que los organismos individuales forcejean para anticipar los desafíos diarios, la población va alcanzando un estado de regularidad que se ajusta a los ritmos externos. Las respuestas generadas en este contexto funcional conducen a elecciones más o menos correctas y a la fijación de los hábitos que perpetúan este proceso vital, y en ese sentido se pueden calificar como inteligentes. El punto interesante, al que no se le ha dado suficiente énfasis, es que la selección natural supone una plasticidad fenotípica a nivel de los individuos que conforman la población, los cuales ante las exigencias de la escasez adoptan un ajuste somático cualquiera (metabólico, fisiológico, ontogenético o conductual) para intentar sobrevivir en el futuro inmediato. Entre mayor sea la presión externa, mayor la aleatoriedad de esta elección que, en todo caso, constituye una actualización de una representación interna, históricamente construida. En consecuencia la selección natural (externalista) supone la existencia de la elección individual (internalista) por cuanto favorece los fenotipos capaces de responder a las condiciones cambiantes.

Este modo de evolución, dirigida hacia metas específicas por efecto de fuerzas externas y del cambio de hábitos, integra lo posible y lo necesario a un nivel superior (CP 6.7-34) (1891).

Así como individualmente los organismos tienden a anticipar los desafíos cotidianos, una suerte de “mente universal” encarnada en los seres vivos forcejea por alcanzar una regularidad y una generalidad, integrando armónicamente las divergencias que surgen permanentemente en concordancia con la ley del aumento de entropía, la cual según Peirce está asociada al incremento de potencialidades. Una respuesta inteligente da lugar a las elecciones funcionales que permiten ir fijando los hábitos que contribuyen a perpetuar el proceso vital mismo.

El sentido de la relación *segundidad como primeridad* subyace a la propuesta de Baldwin (1896) cuando señala que la “selección orgánica” involucra la actividad de los organismos en la producción de sus ajustes o acomodaciones que son objeto de la selección natural. Se trata de un punto de vista que constituye, sin duda, como Baldwin lo indicó, “un nuevo factor de evolución”.

En un contexto dado, una estructura puede adoptar más de un estado funcional y por tanto más de una solución posible para un desafío no previsto. La capacidad anticipatoria se sustenta en la plasticidad morfológica, que posibilita adoptar más de una conformación o ajuste estructural para interactuar con algunos factores del entorno con diversos grados de afinidad.

Para el neodarwinismo, la selección natural retiene los genes que aportan al incremento de la *fitness*. Pero Wright (1931) y posteriormente Kauffman (1993) demostraron que el poder de la selección natural está limitado por la conectividad génica que impide el mejoramiento independiente de los genes. No hay adaptaciones perfectas, ni puede haberlas. Por otra parte algunos autores neodarwinistas, se acercaron al reconocimiento del dominio interno en lo referente a los organismos.

De acuerdo con Levins & Lewontin (1983) y Lewontin (1985), los organismos determinan lo que es relevante, alteran el mundo externo a medida que interactúan con él, transforman el patrón estadístico de variación ambiental y modifican las estrategias de lucha, generando las condiciones para su selección. Los organismos no son el objeto de la selección, sino sujetos autónomos de una relación cognitiva, de modo que al actuar sobre el medio construyendo nichos, definen el tipo de relaciones que pueden establecer con el entorno. De esta manera, la selección natural confiere una regularidad estadística a una población de individuos que, a consecuencia de los ajustes fenotípicos por los que optan, modifican la relación entre ellos y su entorno.

(...) genes, organisms and environments are in reciprocal interaction with each other in such a way that each is both cause and effect in a quite complex, although perfectly analyzable, way. (Levins *et al.* 1983; Lewontin 1985)

La construcción de nicho es el proceso por el cual los organismos modifican su nicho o el de otros, mediante las actividades que eligen. Por ejemplo, existe una diversidad de animales que construyen nidos, túneles, huecos, redes, de plantas que modifican ciclos de los nutrientes, de hongos y bacterias que descomponen material orgánico y fijan nutrientes (Odling-Smee *et al.* 2003). La característica definitoria de la construcción de nicho no es tanto la modificación del medio impulsada por el organismo, sino sobre todo el cambio en la relación entre un organismo y su nicho asociado (Odling-Smee 1988). La complementariedad adaptativa entre el organismo y el medio es un proceso de interacción recíproca entre la selección natural y la construcción de nicho, puesto que los cambios ambientales producidos por la actividad de los organismos configuran sus propias condiciones de selección.

La *terceridad como terceridad* (3.3) define el puente entre lo externo e interno a nivel poblacional o global en un tiempo presente continuo que fluye hacia un futuro donde se potencializan algunas realizaciones actualizadas. Este predicado describe un principio de continuidad, manifiesto como una tendencia a adoptar, fijar y desechar regularidades. Es una propiedad de todo sistema procesador de información, auto-organizante, evolutivo, viviente, etc. En el caso de la evolución biológica es equiparable en algunos aspectos a la selección natural como causa final no determinista que, al fijar restricciones en un tiempo determinado (presente), posibilita nuevas adaptaciones a futuro. Esta relación corresponde a una evolución plástica donde las regularidades aparecen al azar, unas se fijan y profundizan, pero posteriormente pueden alterarse e incluso eliminarse. En el caso de los seres vivos esta relación corresponde a una propiedad que explica su evolución por aprendizaje y desarrollo de conductas que una vez seleccionadas se fijan, haciéndose instintivas.

La auto-organización surge como consecuencia de la segunda ley en sistemas abiertos, lejos del equilibrio termodinámico, y sería lo más general que podemos inferir como ley evolutiva. La auto-organización rige la exploración de nuevas formas y procesos en el “adyacente posible” (Kauffman 2000, 197-219) donde los sistemas bifurcan impredeciblemente sus trayectorias a partir de las elecciones parcialmente informadas e impredecibles para un observador externo que tienen lugar dentro de un contexto local funcional. Las nuevas configuraciones son accesibles dependiendo de la trayectoria evolutiva, de manera que las vidas individuales se abren a la historia cósmica contribuyendo a la propagación de la organización.

La interpretación neodarwiniana de la evolución, tiene un marcado compromiso con una mirada externalista que prioriza las relaciones (2.2) y (3.1), es decir, acepta la existencia de unidades discretas (los genes) y el carácter estadístico de

la evolución descrita como cambios en las frecuencias génicas en la población a consecuencia de la acción de la selección natural. La simplicidad de la exitosa fórmula “variación azarosa y selección” debe entenderse dentro de un complejo contexto de interacciones en el que la actividad creativa de los organismos actúa como factor de evolución. Fuera de este contexto la fórmula “variación azarosa y selección” pierde todo su sentido. Short (2002, 2007) sostiene que es posible una interpretación no mecánica de la selección natural, cuando se toma en consideración la diferencia entre “selección de” variantes genéticas específicas (concretas) y “selección para” un tipo general de rasgo (abstracto).

Patterns of outcome, whether biological or thermodynamic, cannot be explained by tracing causal chains, even were that possible. They are *explicanda* of a special kind. The form of their explanation, in statistical mechanics or by natural selection, is not captured by statistical variants of the covering-law model or related models of explanation. In them as in classical teleology, types of outcome are cited to explain why there are outcomes of those types. But only when types are explanatory by being “selected for”, as in explanations of animal and human behavior as well as in Darwin’s theory of natural selection, but not in statistical mechanics, is the explanation teleological. Darwin’s theory is non-trivially teleological. (Short 2002, 323)

Cuando se indaga no por variantes genéticas concretas, sino por el tipo general de resultados funcionales que cabe esperar por selección natural, estamos ante un modo de explicación teleológica que es diferente al que provee la mecánica estadística. Estos resultados se asocian a tipos o clases de funciones, tareas, modos de interacción, comportamientos de los organismos en su entorno, los cuales definen las características o el “para qué” fueron seleccionados. En este sentido, la propuesta de Short (2002) sería congruente con la reinterpretación de la teoría darwiniana a la luz de las teorías epigenéticas, tal como lo propongo en este trabajo.

No obstante, la corriente hegemónica neodarwiniana descontextualiza la acción de los genes al enfatizar la selección de los mismos, a la vez que subestima la potencialidad individual (1.1) y colectiva (3.2) dada por la dinámica auto-organizativa y los procesamientos de información. Por otra parte, ignora completamente la existencia de la relación (2.1), es decir, la noción de los sistemas vivientes como agentes que, a pesar de estar determinados estructuralmente, presentan una plasticidad de respuestas fisiológicas en la forma de ajustes fenotípicos que los lleva a optar de modo impredecible por una u otra modificación estructural en respuesta a condiciones o factores locales presentes en el entorno. El reconocimiento de la selección natural para tipos de respuestas funcionales, en el sentido propuesto por (Short 2002, 2007), se

facilita una vez que se acepta la relación (2.1) como factor causal de las variaciones fenotípicas presentadas al escrutinio de la selección natural, tal como se desprende de los modelos de Baldwin (1896), Waddington (1957, 1961), Oyama (2000), West-Eberhardt (2003), entre otros.

El poder generalizador del darwinismo se deriva justamente del hecho de que la ley de selección natural es concreción de una ley o principio de regularidad más general, expresado como la tendencia natural a formar, fijar y eliminar hábitos, que opera de modo indeterminista aunque no es totalmente aleatoria. El hábito –o principio de regularidad– fija o retiene un tipo de restricción a los grados de libertad. A su vez, las restricciones dan lugar a nuevas posibilidades, algunas de las cuales se podrían realizar en el futuro inmediato, y, una vez realizadas, nuevas restricciones habilitarían nuevas posibilidades hasta entonces imprevistas que harían imposible formular una ley de evolución diferente a su carácter abierto e impredecible (Kauffman 2000).

4. EL DESARROLLO Y LA EVOLUCIÓN SON PROCESOS DE INTERPRETACIÓN DE SIGNOS

Las relaciones correspondientes a los predicados propios del dominio externo (2.2) y (3.1) definen el marco teórico del neodarwinismo. Pero las relaciones (1.1), (3.2), (2.1) y (3.3), aunque implícitas en todas las teorías evolutivas, no se explicitan, ni se explicitarán hasta que no se derrumben los prejuicios heredados de la visión dualista y mecánica de la realidad. Mi intención es mostrar que gracias a las teorías epigenéticas de la evolución (EvoDevo y TSD) se abre un camino para la explicitación de estas relaciones.

Para entender la ontogenia como interpretación de signos, consideramos que la información genética (el ADN) representa la potencialidad, las múltiples posibilidades y por tanto corresponde a la *primeridad*. Las vías de desarrollo aparecen como un resultado determinado o sea la *segundidad*. El tercero es el huevo fertilizado que tiene la capacidad de interpretar su propia información genética presente en el ADN en un contexto o medio ambiente determinado (Hoffmeyer 1996). Hay que tener en cuenta que, dada la misma información genética y el mismo medio ambiente, la interpretación tiende a repetirse de acuerdo con el mismo esquema, pero también pueden ocurrir innovaciones o nuevas interpretaciones que abren nuevas rutas ontogenéticas, dando lugar a las innovaciones evolutivas en el proceso embriológico. Igualmente, la evolución es un proceso de interpretación signíca (Hoffmeyer 1996). El nicho ecológico o el medio ambiente ofrecen una serie de posibilidades a una población (*primeridad*), seleccionando individuos que dan lugar a una nueva

población caracterizada por una composición genética específica (*segundidad*). Pero esta operación está mediada por la interpretación del entorno circundante que ejecutan los individuos que conforman la población (*terceridad*).

Las categorías peirceanas se superponen permanentemente. Esto no quiere decir que el ADN es *primeridad*, o *segundidad* per se, lo que se afirma es que tiene un aspecto de *primeridad* en cuanto explica las posibilidades existentes, es un objeto susceptible de interpretarse de formas cada vez más profundas, pero también es un aspecto de *segundidad* en cuanto representa algo determinado, heredable o conservado como producto de la evolución. Del mismo modo, el medio ambiente como *primeridad* es una multiplicidad de signos que tienen muchas posibilidades de interpretación, pero, en cuanto incluye elementos o factores definidos, como nichos construidos, también tiene aspectos de *segundidad*. En ambos casos la *terceridad* proporciona la regularidad, en la ontogenia el individuo en desarrollo, en la evolución la acción interpretativa hecha por el conjunto de individuos que componen la población. El esquema “desarrollo-evolución” es una propuesta sintética congruente con el marco filosófico de Peirce. La evolución es un fenómeno poblacional en el cual los fenotipos son sometidos en un entorno determinado a un proceso de selección, dando lugar a una composición genética característica. El desarrollo a nivel individual es la transformación de un genotipo que en interacción con el medio ambiente contribuye a la aparición del fenotipo. En la evolución a partir de una población de fenotipos, se seleccionan los genotipos más adecuados en un medio ambiente determinado. Ambos fenómenos –desarrollo y evolución– están íntimamente encadenados, poniendo en evidencia el doble papel que ejerce el medio ambiente, como factor informativo en el desarrollo y como filtro en la evolución. No obstante, en ambos casos el medio ambiente es parcialmente predecible, en cuanto es fruto de la acción constructiva de los organismos, pero, también, impredecible por cuanto su dinámica no puede ser controlada por la acción de los organismos (Andrade 2009).

La semiótica peirceana reconoce un ámbito interno de la realidad (individual y poblacional) que se ha abordado mediante los conceptos de energía, información, entropía, auto-organización, autopoiesis, capacidad de evolucionar, códigos biológicos⁶, elecciones individuales, una pléyade de nociones

6 De acuerdo con (Barbieri 2003) esta noción no ha sido incorporada suficientemente a la biología evolutiva, puesto que se ha limitado al código genético y a los códigos lingüísticos de los humanos, es decir, para explicar el origen de la vida y la aparición de lo humano. Estos serían verdaderos códigos por su carácter simbólico y la arbitrariedad en la asignación de significados. Sin embargo la aparición de los diferentes niveles de organización ha requerido de la emergencia de su respectivo código biológico, tales como el código para procesamientos de RNA que dio origen a los eucariotas, los códigos de adhesión celular que dio origen a los multicelulares, los códigos que definen el patrón corporal de los vertebrados dado por el complejo supra génico Hox, etc. No obstante el carácter simbólico y arbitrario de estos códigos no es claro.

que todavía hay que precisar y formalizar. Aceptar la existencia de dinámicas internas equivale a darle un estatus primordial a la indeterminación y las contingencias, a la vez que simultáneamente se asume la existencia de principios o leyes de organización, o *terceridad*, que otorgan una regularidad y continuidad evolutiva. La semiótica no propone una perspectiva exclusivamente internalista sino una integración de los aspectos internos local, interno global, externo local y externo global de la realidad.

La utilización de las categorías y relaciones diádicas peirceanas proporciona los elementos para formular una teoría evolutiva, en oposición abierta al determinismo que deja sin explicar la dinámica evolutiva al centrarse en el estudio de estructuras estables y discretas (relación 2.2). La historia de la biología ilustra un panorama en el que los distintos ámbitos de la realidad se fueron delineando antes de que Peirce esbozara un esquema filosófico que mostrara su coherencia interna como sustento de una síntesis posible. Al igual que el pensamiento de Peirce, la teoría evolutiva fue influida no solo por la mecánica estadística de Boltzmann y Maxwell, sino por las propuestas de los biometristas, como Francis Galton y Karl Pearson, que desarrollaron los métodos estadísticos con el fin de aplicarlos a la biología.

Con la semiotización de la naturaleza, a la mente se le reconoce una existencia encarnada en la materia, puesto que el pensamiento solamente puede existir y desarrollarse en el mundo viviente (CP 4.551). La idea cartesiana de que la mente es exclusivamente humana constituye uno de los principales obstáculos que hay que superar para poder aceptar sin reticencias la idea evolutiva que se fundamenta en el continuo -energía, materia, vida y mente-. La existencia de procesos mentales enraizados en la naturaleza física, e implicados en la individuación de los organismos, correspondería a dinámicas intrínsecas de sistemas abiertos, alejados del equilibrio, que se auto-organizan y desarrollan en un contexto particular, alejándose de una explicación determinista (Depew & Weber 1996). Lo que aparece como materia desde una perspectiva externalista equivaldría a la conciencia desde una internalista.

Hence, it would be a mistake to conceive of the psychological and the physical aspects of matter as two aspects absolutely distinct. Viewing a thing from the outside, considering its relations of action and reaction with other things, it appears as matter. Viewing it from the inside, looking at its immediate character as feeling, it appears as consciousness. (CP 6.268)

La acción de la mente es doble, interviene en el paso del caos al orden percibiendo regularidades y creando hábitos, pero también actúa abandonando y destruyendo hábitos, impidiendo que todo colapse en un orden que inmovilice

y agote la evolución. Estamos ante un modo de pensar en donde la comprensión de los fenómenos requiere de la superación de la dualidad mente-materia.

5. INNOVACIÓN EVOLUTIVA POR ABDUCCIÓN NATURAL

El marco peirceano explicado anteriormente subraya las funciones que ligan los dominios internos y externos (“elección individual” y “formación de hábitos”), las cuales permiten entender el surgimiento de las innovaciones evolutivas como un proceso análogo a una abducción natural, el tipo de inferencia que propone respuestas a las condiciones cambiantes del medio ambiente utilizando de un modo original la información existente acumulada a lo largo de la evolución. Explicaré más adelante cómo, mientras la “elección individual” abre opciones, la “formación de hábitos” garantiza la continuidad o posibilidad de seguir abriendo opciones. Peirce consideró que la abducción juega un papel decisivo en la generación de conocimiento (CP 5.171-174, 6.470-473, 7.202-207) y, por analogía, propuso extenderla al mundo natural dado que la evolución y el conocimiento son eminentemente creativos.

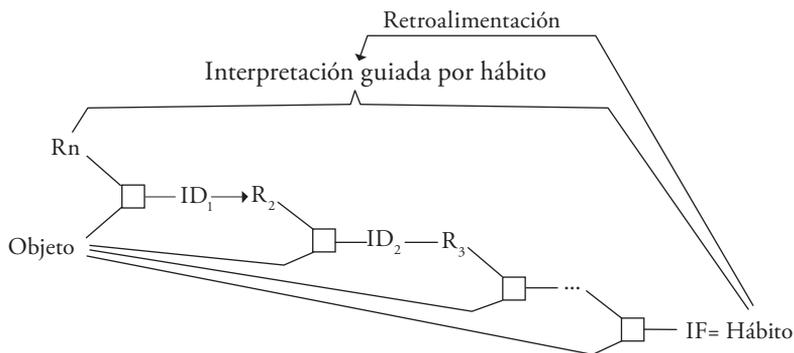


Figura 3. El signo peirceano se entiende como tríada de relaciones irreducibles entre objeto (O), signo o representamen (R) e interpretante (I), con la subsiguiente iteración del mismo, en este caso, cuando el interpretante dinámico (I D) se convierte en un nuevo signo o representamen, que media entre objeto (*input*) y nuevo interpretante (*output*), y que a su vez se convierte en nuevo signo o representamen, hasta llegar a la producción del interpretante final (I F).

La abducción es el proceso mediante el cual se proponen hipótesis para dar cuenta de hechos, eventos y observaciones sorprendentes que no podemos explicar, aunque sin embargo se reconoce la posibilidad de valerse de reglas, leyes o fórmulas validadas por su aplicabilidad a otros casos. La apuesta consiste en proponer la existencia de una similitud entre dos situaciones dife-

rentes, la nueva carente de explicación y otra que sí la tiene, para tratar de aplicar la ley de la segunda en la primera y proceder a examinar de un modo más riguroso por inducción y deducción su validez.

La abducción es un método de inferencia en el que el “buen olfato” o instinto para acertar se deja guiar por la experiencia hacia un propósito específico, asumiendo todos los riesgos y sacando el mayor provecho de la información parcial incorporada. Los casos observados suscitan la formulación de una hipótesis tentativa mientras que el hábito orienta la elección de una en particular, la cual puede ser validada posteriormente o en caso contrario rechazada cuando es incapaz de demostrar su coherencia interna y su habilidad para resolver un problema específico.

Las hipótesis aceptadas proporcionan nuevas reglas explicativas que sirven para reinterpretar los datos observados y orientan la investigación futura hacia niveles más formales. De modo análogo, la abducción natural es el proceso mediante el cual los organismos optan por unas respuestas a las condiciones cambiantes del entorno, utilizando algunos recursos estructurales y conductuales acumulados y seleccionados a lo largo de la evolución. Es decir, metafóricamente, los organismos proponen hipótesis sobre el entorno en la forma de ajustes somáticos a nivel metabólico, fisiológico, ontogenético y conductual.

Por ejemplo la noción de exaptación (Gould & Vrba 1982) ha sido utilizada para explicar la aparición de innovaciones evolutivas, mediante el proceso por el cual estructuras funcionalmente adaptadas que habían sido seleccionadas en los ancestros, en las condiciones de un ambiente definido, se utilizan para el cumplimiento de nuevas funciones en un nuevo contexto ambiental. Es decir, si el órgano A (aleta) se usa para la tarea B (nadar), y si la tarea B es similar a C (arrastrarse en tierra), puesto que ambas son formas de locomoción, entonces el mismo órgano A puede ser utilizado para ejecutar la tarea C. La hipótesis tentativa o abducción es asumir que si: $A \rightarrow B$ en el contexto inicial, y si $B = C$ (modos de desplazarse), entonces, $A \rightarrow C$ en el nuevo contexto. En consecuencia, las aletas se utilizan como patas tal como se asume que ocurrió cuando los peces ancestrales conquistaron hábitats terrestres.

En el caso, por ejemplo, de bacterias que utilizan lactosa, en condiciones de ayuno tratan de degradar algún otro azúcar que reconozcan por su complementariedad estructural con la enzima encargada de su degradación, o incluso inducen la expresión de genes que codifican para enzimas que degradan otros tipos de azúcares. Si se asume la hipótesis que el carbohidrato $CH(1) = CH(2)$, entonces la Enzima $E(1)$ puede ser utilizada para degradar el nuevo carbohidrato $CH(2)$. Thaler (1994) y posteriormente Jacob et al. [2004] propusieron

que a nivel colectivo las bacterias ejecutan operaciones inteligentes, fundadas en respuestas químicas y genéticas a estímulos del medio, cuando se ven abocadas a elegir entre vías metabólicas alternativas y decidir por consenso acerca de cuándo adoptar un estado determinado, por ejemplo de espora. En lugar de ensayar todas las respuestas metabólicas posibles, las bacterias recurren a vías análogas a las existentes. Estos comportamientos y decisiones colectivas son el producto de complejos sistemas de comunicación basados en interpretación de señales químicas y plasticidad metabólica, hecho que permite hablar de identidad a nivel de colonias, las cuales se reconocen mutuamente formando bio-películas (*biofilms*) que se extienden en grandes extensiones y cuyas características varían según las circunstancias desafiantes del entorno (Bassler 1999), (Waters et al 2005). La identificación de este tipo de similitudes –abducción– les permite a las bacterias propagarse en medios ligeramente diferentes. En condiciones de escasez, de entre los ajustes metabólicos posibles, se opta con información insuficiente acerca de las condiciones del entorno por uno cualquiera asumiendo el riesgo. Con la aparición de niveles de organización más complejos, las opciones basadas en la percepción de semejanzas incluyen una diversidad mayor de características, de modo que el número de las abducciones posibles se incrementa, y, en el caso de los animales superiores y los homínidos, en los que están involucrados elementos mucho más abstractos y simbólicos, la abducción va adquiriendo el carácter de una elección racional, deliberada y libre, aunque no exenta de riesgo.

La abducción es la actividad creativa propia de la evolución que Jacob (1977) compara con el modo como trabaja un cacharrero, por contraposición al ingeniero que diseña y planea de antemano. En otras palabras, la evolución no obedece a un plan de ingeniería lógicamente prediseñado, en el que cada detalle ha sido calculado para cumplir funciones específicas, sino que, más bien, trabaja tratando de acertar con lo que tiene a disposición para generar un dispositivo funcional.

In contrast to the engineer, evolution does not produce innovations from scratch. It works on what already exists, either transforming a system to give it a new function or combining several systems to produce a more complex one. Natural selection has no analogy with any aspect of [conscious] human behavior. If one wanted to use a comparison, however, one would have to say that this process resembles not engineering but tinkering, *bricolage* as we say in French. While the engineer's work relies on his having the raw materials and the tools that exactly fit his project, the tinkerer manages with odds and ends. Often without even knowing what he is going to produce, he uses whatever he finds around him, old cardboard boxes, pieces of string, frag-

ments of wood of metal, to make some kind of workable object. As pointed by Claude Lévi-Strauss, none of the materials at the tinkerer's disposal has a precise and definite function. Each can be used in different ways. (Jacob 1977)

Si la evolución operara por un mecanismo análogo a la deducción, sería equiparable a la ejecución de un programa o algoritmo que se limitaría a desplegar las formas que estaban contenidas al inicio en forma codificada, sin necesidad de incluir otro tipo de información como, por ejemplo, la procedente del medio ambiente. Esta posición deductivista concibe la evolución como el resultado de la aplicación de una ley mecánica que niega la posibilidad de innovación y por tanto de la misma evolución. Justamente este es el error de las interpretaciones más rígidas del lamarckismo y, posteriormente, del determinismo genético considerado por Oyama (2000) como la versión preformista del siglo XX.

Por otra parte, comparar la evolución con la inferencia por inducción es reconocerla como un proceso que parte de una amplia diversidad de variantes, de las cuales solo dan descendencia las que se acomodan a las reglas impuestas por un medio ambiente determinado mediante la aplicación de la ley de selección natural. No obstante, la inducción dejaría sin explicar la emergencia de estas variantes, asumiendo que son producto del azar, puesto que se circunscribe a decir cuáles pasan la prueba impuesta por las condiciones de un medio ambiente dado. En este sentido, la interpretación del darwinismo hecha a través del lente del neodarwinismo sería una evolución por inducción. Pero de acuerdo con lo expresado por Darwin en los capítulos I, II y V del *Origen* en 1859 y en su extensa obra de 1868 sobre las variaciones de plantas y animales domésticos en los capítulos XXII al XXVI, no solamente hay que explicar la adaptación sino que hay que indagar las leyes que gobiernan la producción de las variantes que son sometidas a la prueba de la selección natural.

Así como ni la inducción, ni la deducción ofrecen una explicación sobre cómo se originan las nuevas hipótesis, ni el determinismo extremo, ni el azar explican el origen de las variaciones evolutivas. Cuando se recurre al azar para explicar el origen de las variaciones, debemos entender que se trata de un azar contextualizado por el medio y restringido estructuralmente, que genera una dispersión estadística de variantes alrededor de un valor promedio que correspondería a la respuesta por la cual se optó en condiciones locales altamente específicas. Pero no hay que olvidar que las variaciones o ajustes a nivel fenotípico surgen como elecciones fundadas en información incompleta y, por tanto, con cierto grado de incertidumbre por parte de los individuos o agentes que tratan de minimizar el riesgo.

De modo similar, la abducción se basa en sospechas que, aunque bien fundadas, conducen a arriesgar una alternativa a elegir, que puede ser correcta o falsa. En el primer caso, hay supervivencia, en el segundo, muerte.

El conjunto de datos que sirve como punto de partida de una inferencia abductiva nunca se da “en estado puro”, sino que está determinado por los sistemas de interpretación existentes (modos de percepción, teorías previas, etc.). Igualmente, la evolución tiene lugar dentro de contextos, o relaciones de mutua dependencia entre los hábitos de entidades diversas, y la articulación concreta de los diversos contextos determina el campo de las hipótesis o innovaciones posibles. La abducción obedece a una “lógica contextualizada” que es común a la evolución de las ideas y de las formas de vida, donde se genera un espacio para la creatividad (arbitrariedad y libertad). En la siguiente cita, Peirce pone en duda que, tanto las hipótesis correctas, como las acciones que deben ejecutar los organismos, se escojan después de una exploración azarosa y exhaustiva de todas las hipótesis y acciones posibles.

How was it that man was ever led to entertain that true theory? You cannot say that it happened by chance, because the possible theories, if not strictly innumerable, at any rate exceed a trillion -- or the third power of a million; and therefore the chances are too overwhelmingly against the single true theory in the twenty or thirty thousand years during which man has been a thinking animal, ever having come into any man's head. Besides, you cannot seriously think that every little chicken, that is hatched, has to rummage through all possible theories until it lights upon the good idea of picking up something and eating it. On the contrary, you think the chicken has an innate idea of doing this; that is to say, that it can think of this, but has no faculty of thinking anything else. The chicken you say pecks by instinct. But if you are going to think every poor chicken endowed with an innate tendency toward a positive truth, why should you think that to man alone this gift is denied? (CP 5.591) (Ms. 475 citado por Harrowitz 1988, 196)

Se trata de una pregunta recurrente, referida al problema de cómo se exploran las configuraciones posibles antes de elegir la apropiada, considerando que el espacio de lo posible es astronómicamente inmenso y, en tiempos reales, es imposible esperar que por azar se obtenga una exploración representativa del mismo. Un ejemplo es la llamada paradoja de Levinthal (1968), basada en el hecho de que, en el caso del plegamiento proteico, para una proteína de 100 aminoácidos se estima que existen 3198 plegamientos posibles. Si cada uno se ensayara a tasas de picosegundos, se requeriría de un tiempo superior a la edad del universo para encontrar la conformación o estructura nativa existente. En realidad, en el medio citoplasmático el plegamiento ocurre en lapsos de mili

y microsegundos, lo cual quiere decir que las exploraciones de la estructura nativa son sesgadas en la medida que están guiadas por interacciones locales, a partir de las cuales, por estabilidad térmica, se seleccionan, fijan y estabilizan las configuraciones que según el contexto son utilizadas para la ejecución de tareas. En el contexto de los organismos, estos sesgos exploratorios pueden ser caracterizados como abducciones.

Las interacciones que se dan entre las relaciones (1.1), (3.2), (2.1) y (3.3) descritas anteriormente se visualizan mejor al examinar las tres fases que tienen lugar en el proceso de inferencia abductiva. (i) Creación de representaciones internas del mundo externo, utilizando de un modo original conocimiento e información previa, almacenada filogenéticamente en forma de información genética y estructural (relaciones 1.1 y 3.2), e información captada sobre las condiciones inmediatas del entorno en la interacción directa con factores presentes en él (relaciones 2.1 y 3.3). (ii) Elección de las representaciones internas que se actualizan, la cual se convierte en una hipótesis tentativa que permite dar cuenta de un nuevo hecho de observación representado en factores del medio ambiente (relación 2.1). En caso de ser seleccionado el ajuste somático propuesto, éste puede profundizarse e incluso fijarse genéticamente (relaciones 3.2 y 3.3). Estas acciones van de respuestas mecánicas a respuestas plásticas entre más de una alternativa, y conducen a elecciones entre una multiplicidad de opciones. Este proceso iterativo se corresponde, en Lamarck, con las respuestas de animales apáticos guiados por el *sentimiento interior*, respuestas de animales sensibles guiados por el hábito y, de ahí, de animales inteligentes donde el hábito se manifiesta con mayor nitidez. Para Lamarck (1815), a medida que los animales incrementan la complejidad de su organización, la influencia del entorno deja de ser directa, y aparece mediada por el *sentimiento interior* que requiere del sistema nervioso. En consecuencia, los animales invertebrados podrían estar motivados por instintos, los vertebrados por representaciones internas (ideas) e instintos, y solamente los humanos por la voluntad, representaciones internas (ideas) e instintos. Esta transformación de animales apáticos a sensibles y de éstos a inteligentes sugiere un paralelismo interesante para investigar con la evolución del interpretante en Peirce, de inmediato (energético) a dinámico (emocional) y por último a final (lógico). (iii) Toda elección o ajuste preferente se traduce en una acción efectiva sobre el medio ambiente, creando un nicho local adecuado y transformando impredeciblemente el entorno global. Este hecho hace que necesariamente la abducción tenga que iterarse sucesivamente, guiada por hábitos que retienen la capacidad de hacer abducciones más o menos acertadas pero que, no obstante, siguen siendo riesgosas por cuanto siempre están pendientes del escrutinio inexorable de la selección natural (ver relaciones 2.1 y 3.3).

La abducción natural es un intento de solución creativa, estructural e históricamente facilitada, planteada por los organismos, que conduce a pensar que el factor decisivo de la evolución reside en la capacidad de respuesta a las condiciones locales e inmediatas de vida, hecho que explica también el carácter impredecible y abierto de la misma. Como resultado tenemos que las acciones sobre el mundo ejecutadas por los organismos se traducen en interacciones que, una vez son seleccionadas, dan lugar a situaciones imprevistas. La selección natural explicaría las variaciones en frecuencia de las diferentes propuestas morfológicas (ajustes fenotípicos) que se someten a prueba o confrontación con el medio ambiente, es decir, explica los cambios de frecuencias de la misma (relación 3.1), pero no explica la generación de las hipótesis naturales puesto que éstas obedecen a dinámicas internas (relaciones 1.1 y 3.2) contextualizadas en medios locales particulares y altamente específicos.

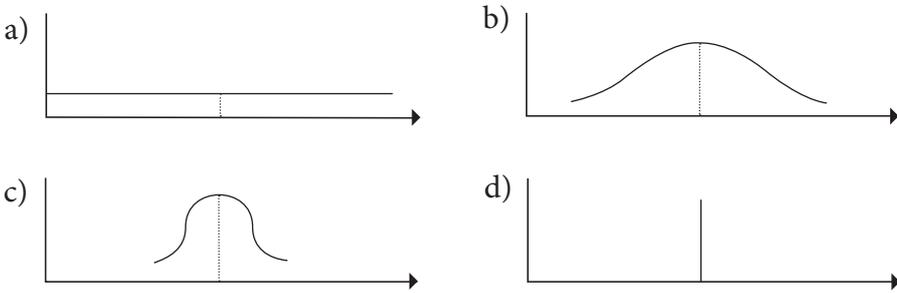


Figura 4. Evolución del azar extremo a la formación de hábitos, representada por una sucesión de gráficas donde el eje “y” corresponde a la probabilidad con que se da un evento determinado y el eje “x” representa los distintos eventos posibles. (a) Azar cuando todos los eventos son igualmente probables. (b) Distribución estadística en donde los valores tienden a oscilar en torno a un valor promedio, escogido abductivamente, con un amplio margen de variación azarosa. (c) Distribución estadística en donde el margen de variación azarosa se reduce. (d) Caso límite ideal e inalcanzable, cuando todo funciona de acuerdo con una ley determinista.

La *figura 4* muestra cómo la elección individual equidista del azar y de la determinación absolutos. Debido a que existe la intención individual de atinar a un blanco que se escoge abductivamente, se da la dispersión estadística. Si no existiera tal intención en cada evento individual, todos los eventos serían igualmente probables. El caso límite, cuando todos los eventos ocurren de la misma forma, hay un determinismo que, sin embargo, sería el producto de la fijación de un hábito o un aprendizaje.

La metáfora del aprendizaje en este caso es pertinente pues, si comparamos en la *figura 4* el caso (a) con el (d), tenemos que mientras en (a) la dispersión de las flechas sobre un blanco parece producida por un arquero inexperto y

ciego, el caso (*d*) correspondería a un arquero supremamente entrenado y avezado, como Ulises, quien, según la epopeya épica, siempre acertaba en el blanco. No obstante, los casos reales son los intermedios entre (*b*) y (*c*), donde, parafraseando a Monod (1970), hay azar y necesidad.

La *figura 4* muestra cómo la interpretación está mediada por el hábito, el cual se ve reforzado por las iteraciones previas, haciendo de la abducción un proceso que tiende a ser cada vez más acertado, aunque nunca elimina por completo la incertidumbre y el riesgo que implican las elecciones individuales.

La abducción natural hace referencia al hecho de que la variación fenotípica, que surge como acomodación o ajuste estructural de los organismos individuales, no es azarosa, ni tampoco ciento por ciento dirigida. Pero es una respuesta que tiende a resolver –utilizando todos sus recursos estructurales producidos evolutivamente– un problema generado por las condiciones de vida, así como el sujeto de conocimiento elabora conjeturas –utilizando las teorías preexistentes– que tienden a resolver un problema conceptual.

La existencia de una tendencia a acertar a nivel individual se manifiesta en una población como una distribución simétrica de las variantes alrededor de valores promedios. Las elecciones que tienen mayor probabilidad de permanecer son las que mantienen la coherencia interna por medio de los ajustes fenotípicos, a la vez que mantienen la coherencia funcional con el entorno.

La idea de evolución por abducción o por elección individual, seguida de selección natural, hace hincapié en la manera como los organismos establecen interacciones. De hecho, la noción de interacción inunda toda la ecología moderna sin que como tal se haya formalizado, tarea que he tratado de acometer mostrando que corresponde a un reconocimiento específico seguido de un ajuste estructural recíproco (Andrade 2003). De los múltiples ajustes posibles y determinados estructuralmente, unos individuos escogen unos, y otros individuos, otros. La selección natural define el curso de las escogencias.

Los cambios genéticos (selección de genes –alelos-, regulación en la expresión, acomodación y asimilación genética) contribuyen a fijar y a estabilizar las respuestas fenotípicas, elecciones individuales o abducciones que pasaron con éxito la prueba de la selección natural. Al explicar la dinámica del paisaje epigenético, recordamos que los caminos estables - *creodos*- (figura 1) encausan los procesos por vías regulares y definidas, y que la innovación equivalía a tomar una opción por una vía que no estaba bien demarcada, pero que al tomarse podía irse definiendo y profundizando. Estos caminos innovadores, una vez estabilizados con el paso de las generaciones, podrían profundizarse como consecuencia de la asimilación genética.

El proceso de evaluaciones internas que hacen los agentes para decidir por una vía alternativa es enteramente equiparable a la abducción, cuyo resultado se constituye en la fuente de innovaciones. El azar evolutivo es consecuencia de elecciones individuales y colectivas ejecutadas con información incompleta sobre su entorno, la cual hace que sea imposible garantizar una certeza absoluta. Escoger es arriesgar, aunque la abducción instintivamente tiende hacia la minimización del riesgo.

La relación entre ignorancia e indeterminación justifica la adopción de un pragmatismo indeterminista, ante la diversidad de un mundo que no es posible explorar exhaustivamente. Esta indeterminación que se reserva la naturaleza se debe justamente al hecho de operar por medio de la abducción. Con el fin de mejorar la teoría de la selección natural, Margaleff sostiene que:

Fundamentalmente se trata de examinar si los procesos de decisión que definen quién sobrevivirá y quién va a morir son realmente uniformes. Existe la sospecha de que los propios organismos, en función de su grado de organización, pueden modificar, complicándolos en el curso de la evolución, procesos de decisión que antaño eran más simples. De esta manera habría una evolución de las formas de selección natural y, por tanto, una evolución de la evolución, lo cual es muy coherente con la sorprendente capacidad que muestra la información para replégarse o envolverse sobre sí misma. (Margaleff 1996, 122)

La analogía entre el proceso de generación de innovaciones evolutivas y el surgimiento de nuevas hipótesis implica ver la variación evolutiva como un análogo a la abducción y no como puramente aleatoria.

Esta analogía riñe con la creencia aceptada ampliamente según la cual la evolución biológica opera ciegamente y al azar, mientras que por el contrario las ideas lo hacen por esfuerzos dirigidos. Este es un prejuicio fuertemente arraigado que no se sostiene en ningún ámbito. Ni la evolución biológica es puramente aleatoria, ni la evolución de las ideas es ciento por ciento dirigida.

Lo que se impone aquí es recordar la discusión que Peirce planteó contra los defensores del determinismo acerca de cómo entender el poder explicativo del azar, es decir, en qué medida el azar explica la aparición de las leyes. La hipótesis del azar por sí sola no explica nada, pero si se utiliza en el sentido de admitir una espontaneidad que abre un espacio para un principio de generalización que produce regularidades, se convierte en un recurso imprescindible para explicar la universalidad del crecimiento y el desarrollo de la complejidad, la cual se manifiesta en la diversificación creciente de la vida. Por esta razón hay que recalcar el papel de la abducción en la evolución del conocimiento.

To undertake to account for anything by saying baldly that it is due to chance would, indeed, be futile. But this I do not do. I make use of chance chiefly to make room for a principle of generalization, or tendency to form habits, which I hold has produced all regularities. The mechanical philosopher leaves the whole specification of the world utterly unaccounted for, which is pretty nearly as bad as to baldly attribute it to chance. I attribute it altogether to chance, it is true, but to chance in the form of a spontaneity which is to some degree regular. (CP 6.63)

Secondly, the necessitarian may say there are, at any rate, no observed phenomena which the hypothesis of chance could aid in explaining. In reply, I point first to the phenomenon of growth and developing complexity, which appears to be universal, and which, though it may possibly be an affair of mechanism perhaps, certainly presents all the appearance of increasing diversification. Then, there is variety itself, beyond comparison the most obtrusive character of the universe: no mechanism can account for this. Then, there is the very fact the necessitarian most insists upon, the regularity of the universe which for him serves only to block the road of inquiry. Then, there are the regular relationships between the laws of nature -- similarities and comparative characters, which appeal to our intelligence as its cousins, and call upon us for a reason. Finally, there is consciousness, feeling, a patent fact enough, but a very inconvenient one to the mechanical philosopher. (CP 6.64)

Además habría que cuestionar la manera como nos percibimos a nosotros mismos bajo el lente de una racionalidad idealizada, que impide ver que nuestras decisiones se dan con información insuficiente y, por tanto, nos vemos abocados cada vez con más frecuencia a enfrentar consecuencias indeseadas e imprevisibles. Hemos idealizado la racionalidad en las decisiones humanas, desconociendo que éstas están guiadas por impulsos y emociones. El fin de las certezas afortunadamente hace que en la ciencia siempre quede espacio para la innovación, la creatividad heurística, la búsqueda de analogías, la intuición, la simbiosis con otros sistemas de conocimiento y todo lo que avive el planteamiento de hipótesis. En la ciencia se arriesgan hipótesis que se someten al test de la evaluación rigurosa de la comunidad científica (selección natural) como única guía para ampliar el horizonte del conocimiento.

Así mismo, el manejo incompleto de información, por ejemplo sobre el mercado, hace que en economía no pueda haber inferencias totalmente deductivas. Las prescripciones y los dictámenes corrientemente fallan por el lado menos previsto. Pero la vía inductivista tampoco sería recomendable, puesto que ensayar una a una todas las soluciones posibles implicaría un gasto de energía y tiempo excesivo, además del altísimo costo social que implica. La

analogía darwiniana entre la economía de la naturaleza y la sociedad humana corresponde a una visión de la evolución en la que los agentes naturales arriesgan su vida en cada opción al esforzarse por superar los problemas con la información limitada que logran captar del medio, es decir, que operan vía abducción. La abducción se convierte en el único camino, aunque es miope, aumenta el poder de previsión, minimizando riesgos en la persecución de fines específicos. Aunque el agente tiende a minimizar los riesgos a nivel local, el resultado no siempre coincide con la meta prevista, la cual cambia continuamente. Por esta razón, la abducción debe reiterarse permanentemente, guiada por el hábito que ha ido fijando los comportamientos adecuados.

El no entender el papel de la abducción en la economía ha dejado incierto su carácter científico, pero si éste lo asociamos a la acción de agentes en juego que están interpretando sus condiciones de vida para tomar decisiones, así sean transitorias y coyunturales, estamos no solamente justificando su estatus científico, sino entendiendo mejor aquel de la biología.

La perspectiva peirceana explica por qué Darwin tenía toda la razón cuando quiso comparar los seres vivos con agentes económicos, hecho que liberó la teoría evolutiva de la direccionalidad impuesta por el lamarckismo, puesto que el momento de la decisión es una inferencia por abducción que escoge dentro de un ramillete de alternativas las que deben ser expuestas a la prueba de la selección natural. En consecuencia, la evolución no opera por pura “exploración aleatoria”, ni por “reacción al medio”, sino por “abducción natural”, es decir, mediante elecciones individuales riesgosas, en la forma de ajustes somáticos arbitrarios en el contexto de una tendencia a formar y fijar hábitos que da como resultado la generación de códigos. La fijación de información en el código genético requiere de una selección natural que no solamente retiene los alelos más adecuados, sino que favorece la ocurrencia de fenómenos como la “asimilación genética” (Waddington 1957, 1961) y la “acomodación genética” (West-Eberhardt 2003). La “elección individual” equidista tanto del azar de la “exploración aleatoria”, como de una direccionalidad determinista. En otras palabras, constituye un verdadero acto creativo cuya validación depende de la selección natural darwiniana. Esta visión permite entender el origen de las variaciones evolutivas a la luz de las teorías epigenéticas de la evolución que colocan el acento en la capacidad de respuesta de los organismos, a nivel fisiológico, metabólico, ontogenético y conductual, ante las condiciones locales de vida.

Para concluir la variación aleatoria y la variación dirigida son casos extremos ideales. Pero la naturaleza ha creado una malla, o densa red de relaciones, donde estas situaciones ideales no tienen lugar, sino que siempre están contextualizadas. La conexión entre la “exploración aleatoria” y “la reacción

al medio” está mediada por la tendencia a formar hábitos, y se denomina “elección individual” o abducción. Como resultado tenemos que la “elección individual” constituye un verdadero acto creativo que se realiza y potencia permanentemente, y que le confiere a la evolución la característica de ser abierta e impredecible.

TRABAJOS CITADOS

- Aalto, K. R. “Clarence King 1842-1901. Pioneering Geologist of the West”, *GSA Today, History of Geology Division*, February (2004): 18-19.
- Andrade, E. *Los demonios de Darwin. Semiótica y termodinámica de la evolución biológica*, Bogotá: Unibiblos, 2003.
- , “On Maxwell’s demons and the origin of evolutionary variations: an internalist perspective”, *Acta Biotheoretica* 52 (2004): 17-40.
- , “A Semiotic Framework for Evolutionary and Developmental Biology”, *BioSystems* 90 (2007): 389-404.
- , “A Semiotic Analysis of the Interface between Evolutionary and Developmental Processes”, *Triple C (Cognition, Communication, Co-operation)* 5 (2) (2007): 11-23.
- , *La Ontogenia del Pensamiento Evolutivo*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Colección Obra Selecta, 2009.
- Baldwin, J. M. “A New Factor in Evolution”, *American Naturalist* 30 (1896): 441-451, 536-553.
- Barbieri, M. *The Organic Codes. An Introduction to Semantic Biology*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Bassler, B.L. “How bacteria talk to each other: Regulation of gene expression by quorum sensing” *Current Opinion in Microbiology* 2, (1999): 582-587.
- Burkhardt R. W. *The Spirit of System. Lamarck and Evolutionary Biology*, Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- Darwin C. *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (2 vols.), London: John Murray (Printed by William Clowes and Sons), 1868.
- , *Charles Darwin: Life and Letters* (ed. Francis Darwin), London: John Murray, 1888 (en particular, vol. III, p. 159, Darwin 1876, letter to Moritz Wagner).
- , *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: John Murray, 1859), London: ElecBook, 1997.

- , *El origen de las especies* (trad. E. Martínez), Barcelona: Edicomunicación, 2001.
- Depew, D. J & Weber, B. H. *Darwinism Evolving. Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*, Cambridge: The MIT Press, 1996.
- Esposito, J. *Evolutionary Metaphysics. The Development of Peirce's Theory of Categories*, Athens: Ohio University Press, 1980.
- García Azkonobieta, T. *Evolución, desarrollo y auto-organización. Un estudio de los principios filosóficos de la evo-devo*, Donostia / San Sebastián: Universidad del País Vasco, 2005.
- Gould, S. J. & Vrba, E. "Exaptation - a missing term in the science of form", *Paleobiology* 8 (1) (1982): 4-15.
- Griffiths, P. E. & Gray, R. D. "Developmental systems and evolutionary explanation", *Journal of Philosophy* 16 (1994): 277-304.
- Harrowitz, N. "The body of the detective model: Peirce and Poe", *The Sign of the Three* (eds. Eco & Sebeok), Bloomington: Indiana University Press, 1988.
- Hoffmeyer, J. *Signs of Meaning in the Universe*, Bloomington: Indiana University Press, 1996.
- Jablonka, E. & Lamb M. J. *Epigenetic Inheritance and Evolution. The Lamarckian Dimension*, Oxford: Oxford University Press, 1995.
- , "Epigenetic inheritance in evolution", *Journal of Evolutionary Biology* 11 (1998): 159-183.
- Jablonka, E. & Lamb, M. J. *Evolution in four dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*, Cambridge: The MIT Press, 2004.
- Jacob, E. B; Becker, I; Shapira, Y. & Levine, H. "Bacterial linguistic communication and social intelligence", *Trends in Microbiology* 12 (8) (2004): 366-372.
- Jacob, F. "Evolution and Tinkering", *Science* 196 (1977): 1161-1166.
- Johannsen, W. "The Genotype Concept of Heredity", *American Naturalist* 45 (1911): 129-159.
- Johnston, T. D. "Toward a Systems View of Development: An Appraisal of Lehrman's Critique of Lorenz", *Cycles of Contingency. Developmental Systems and Evolution* (eds. Oyama, Griffiths & Gray), Cambridge: The MIT Press, (2001): 15-23.
- Kauffman, S. *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford: Oxford University Press, 1993.

- Kauffman, S. *Investigations*, Oxford: Oxford University Press, 2000.
- Lamarck, J. B. *Zoological Philosophy* (Hafner, 1809), New York, 1963.
- , “Histoire naturelle des animaux sans vertebres, 3, 238-239”, Burkhardt (1995) : 169-170].
- Levins, R. & Lewontin, R. *The Dialectical Biologist*, Cambridge: Harvard University Press, 1985.
- Levinthal, C. “Are there pathways for protein folding?”, *Journal de Chimie Physique et de Physico-Chimie Biologique* 65 (1968): 44–45.
- Lewontin, R. “The Organism as the Subject and the Object of Evolution”, *Scientia* 118 (1983): 63-82.
- Margaleff, R. “Variaciones sobre el tema de la selección natural. Exploración, selección y decisión en sistemas complejos de baja energía”, *Proceso al azar* (ed. Wagensberg), Barcelona: Tusquets – Metatemas 12, (1996): 121-140.
- Monod, J. *El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la Filosofía Natural de la Biología Moderna*, Barcelona: Ediciones Orbis, 1970.
- Odling-Smee, F. J. “Niche constructing phenotypes”, *The Role of Behavior in Evolution* (ed. Plotkin), Cambridge: The MIT Press, (1988): 73–132.
- Odling-Smee, F. J; Laland, K. N. & Feldman, M. W. *Niche Construction. The Neglected Process in Evolution*, Princeton: Princeton University Press – Monographs in Population Biology 37, 2003.
- Oyama, S. *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution* (2nd revised edition), Durham: Duke University Press, 2000.
- Peirce, S. C. “La Arquitectura de las Teorías” (original en: *The Monist* I (1891): 161-76; incluido en: [CP 6. 7-34]) (trad. Marinés Bayas, <http://www.unav.es/gep/ArquitecturaTeorias.html>, 2004).
- Richards, R. J. *The Meaning of Evolution. The Morphological Construction and Ideological Reconstruction of Darwin’s Theory*, Chicago: University of Chicago, 1992.
- Riedl, R. *Biología y Conocimiento. Los fundamentos filogenéticos de la razón*, Barcelona: Labor Universitaria, 1983.
- Short, T. L. “Darwin’s concept of final cause: neither new nor trivial”, *Biology and Philosophy* 17 (2002): 323–340.
- , *Peirce’s Theory of Signs*, Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

- Taborsky, E. “The Six Semiotic Predicates”, *SEED Journal (Semiosis, Evolution, Energy, Development)* 3 (2) (2002): 5-23.
- Taborsky, E. “The Nature of the Sign as a WFF – A Well-Formed Formula”, *SEED Journal (Semiosis, Evolution, Energy, Development)* 4 (4) (2004): 5-14.
- Thaler, D. “The Evolution of Genetic Intelligence”, *Science* 264 (1994): 224-225.
- Uexküll, J. von, “The Theory of Meaning”, *Semiotica* 42/1 (1982): 25-82.
- Waddington, C. H. *The Strategy of the Genes*, London: Geo Allen & Unwin, 1957.
- , “Genetic assimilation”, *Advanced Genetics* 10 (1961): 257-293.
- , “Las ideas básicas de la biología”, *Hacia una biología teórica* (trad. Franco Rivas), Madrid: Alianza Editorial, (1976): 17-65.
- Waters C.M. & Bassler B.I. “Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria”, *Annual Reviews of Cell and Developmental Biology*, 21 (2005): 319-346.
- West-Eberhardt, M. J. *Developmental Plasticity and Evolution*, Oxford: Oxford University Press, 2003.
- Wright, S. “Evolution in Mendelian Populations”, *Genetics* 16 (1931): 97-159 (reimpreso en: Sewall Wright, *Evolution: Selected Papers* (ed. Provine), Chicago: University of Chicago Press, 1986: 98-160).
- Zalamea, F. “Faneroscopia, Filosofía Natural y Literatura. “La Esfinge”, Peirce, Emerson, Poe y Melville”, *Cuadernos de Sistemática Peircena*. No1.