



LA EPISTEMOLOGÍA EVOLUCIONISTA BAJO LA CONCEPCIÓN DE LA TEORÍA NEUTRAL DE LA EVOLUCIÓN

LUIS GABRIEL RIVAS CASTAÑO
UNIVERSIDAD DE CALDAS

RESUMEN ABSTRACT

El presente artículo examina el papel de la teoría neutral de la evolución dentro de la discusión referente a si la ciencia evoluciona de igual modo a como lo han hecho los seres vivos; o si por el contrario, su dinámica responde a otras determinaciones.

Un trabajo que contribuya a dilucidar la manera como las especies vivas evolucionan, tendrá un valor significativo dentro de la epistemología evolucionista, a la luz de la teoría de la ciencia de Popper. Se asume que aunque no es necesario que exista una correlación exacta, en términos semánticos, entre los conceptos evolutivos que rigen la vida sobre el planeta y aquellos utilizados por la epistemología evolucionista, sí es importante plantearse la pregunta de por qué motivos las ideas básicas de la teoría neutral de la evolución deben ser tomadas en cuenta y cuáles serían algunas de las consecuencias de dicha extrapolación, en especial bajo la concepción que de la ciencia tenía Popper.

This paper addresses the problem the role of neutral theory of evolution in the debate about whether science evolves in the same way living beings do, or whether the dynamics of such evolution follows other determinations.

A work that helps to clarify the way living species evolve has great value in evolutionary epistemology, considered from the point of view of Popper's theory of science.

This paper presupposes that although it is not necessary that an exact correlation, in semantic terms, holds between the evolutionary concepts that rule life in the planet, and those used by evolutionary epistemology, it is important to ask the question of why should we take into account the basic ideas of neutral theory of evolution and which would be some of the consequences of such an extrapolation, specially under Popper's view of science.

PALABRAS CLAVE KEYWORDS

Teoría neutral de la evolución, Epistemología evolutiva, crecimiento de la ciencia, Popper.

Theory of Evolution, Evolutionary Epistemology, Growth of Science, Popper.

BREVE RECuento HISTÓRICO

La historia de la evolución, entendida ésta como la doctrina según la cual la realidad entera, o cuando menos, ciertas realidades, tales como las especies animales, no son estáticas, o no siguen patrones inmutables y eternos, puede ser rastreada hasta los albores de las culturas china e hindú. En occidente, son Anaxímenes y Anaximandro quienes, a diferencia de Platón y Aristóteles, defendieron que la gran variedad de vida sobre el planeta se había originado a partir de fuerzas vitales básicas. No obstante, fue la cosmología platónica del estatismo la que influyó desde mediados de la antigüedad hasta finales de la edad media. Durante el renacimiento, cuando las obras de Linneo, Curvier, y Buffon animaron la discusión en el seno de las comunidades académicas, reaparece la vieja hipótesis de la derivación de todas las especies a partir de un número reducido de antepasados. A principio del siglo XIX, Lamarck publica *Philosophie Zoologique*, un libro donde presenta la doctrina según la cual todos aquellos caracteres adquiridos en la vida de un individuo son heredables a su descendencia. En 1858, un año antes de la publicación del *Origen de las Especies*, Darwin junto con Alfred Russell Wallace presentaban las tesis principales de su libro a los miembros de la Linneean Society of Cambridge:

1. La tendencia de todas las variedades a desviarse indefinidamente del tipo original.
2. La tendencia de las especies a formar variedades, y sobre la perpetuación de las variedades y de las especies a través de los *procesos de selección natural*.

Hacia comienzos del siglo XX, Ronald A. Fisher logra validar las tesis de Darwin bajo la teoría de la herencia particulada de Mendel. Durante las décadas de 1930 y 1940, los conceptos darwinianos se ven enriquecidos con los adelantos en el campo de la biología y la genética de poblaciones; originando la nueva síntesis darwiniana, o neodarwinismo, cuyos postulados pueden ser esbozados así:

1. La variación en las poblaciones aparece a través de las mutaciones y la recombinación entre cromosomas.
2. La evolución consiste básicamente, en el cambio en la frecuencia

de los alelos entre una generación y la otra como resultado de la deriva genética, flujo de genes y selección natural.

3. Las especies aparecen de manera gradual cuando las poblaciones se reproducen de manera aislada por barreras geográficas.

Hacia finales de la década de 1960, el panorama se enriquece aún más. Un biólogo y matemático japonés de apellido Kimura, desconcierta a la comunidad científica de la época, cuando propone que el factor determinante en la evolución de los seres vivos no es la necesidad de adaptación, y que la selección natural ocupa un lugar secundario dentro del proceso evolutivo. El azar se convierte en la piedra angular de la evolución y con éste, nace la teoría neutral de la evolución, cuyos postulados básicos son:

1. Las diferencias de los genomas de los individuos de diferentes especies, son en su gran mayoría irrelevantes (neutrales) en cuanto a la capacidad de adaptación de los mismos.

2. La mayoría de los cambios evolutivos son el resultado de la deriva genética actuando sobre alelos neutros.

3. El papel primordial en la generación de la gran variedad de organismos en cada especie (polimorfismo) *no es la necesidad de adaptación sino el azar.*

LA EPISTEMOLOGÍA EVOLUCIONISTA

Según Michael Bradie¹, con el nombre de epistemología evolucionista se reconocen dos programas de trabajo, relacionados pero distintos. El primero intenta estudiar todas las características de los mecanismos cognitivos del ser humano, e incluso de los animales, como son el cerebro o los sistemas sensoriales y motores, en cuanto productos de la evolución biológica (*epistemología evolucionista cognoscitiva*) (EEC), y el segundo trata de la evolución de las ideas, las teorías científicas y la cultura usando modelos y metáforas de la teoría de la evolución darwiniana (*epistemología evolucionista del desarrollo científico*) (EEDC).

Probablemente ha sido Donald T. Campbell quien ha dado una descripción más detallada de la EEDC, al considerar que dicho

programa de investigación debe ser un modelo con al menos tres características fundamentales:

1. Un mecanismo para introducir las variaciones. (Psicología y sociología del descubrimiento científico).
2. Un proceso de selección consistente. (Crítica por parte de la comunidad científica).
3. Un mecanismo de preservación y reproducción. (Bibliotecas, bases de datos).

Para Popper, ambos programas de investigación, en tanto, tienen como objeto el desarrollo del conocimiento, comparten los siguientes puntos en común:

1. La selección natural es un ejemplo del método ensayo-error (conjeturas y refutaciones).
2. Los procesos evolucionistas pueden considerarse (de manera metafórica) como procesos de solución de problemas.

Siguiendo a Michael Bradie, una manera razonable de relacionar los dos programas de investigación, se encontraría en el intento de Lorenz de “biologizar” las teorías kantianas.

(1) Evolución del sustrato biológico → (2) evolución del cerebro → (3) evolución de la mente → (4) evolución de las categorías → (5) evolución del conocimiento humano.²

Con base en el anterior esquema, es posible afirmar que los numerales (1), (2), (3), (4) y el surgimiento del (5) son problemas que aborda la EEC, mientras que el desarrollo del (5) concierne sólo a la EEDC.

Determinar cómo cambian o evolucionan las ideas científicas, al igual que, especificar si dicho cambio está sometido o no a las mismas leyes que gobiernan la evolución en el campo biológico, debe ser uno de los objetivos del segundo programa.

¹ Bradie, Michael. 1997. “Una evaluación de la epistemología evolucionista”. En: Martínez-Olivé (comp.) *Epistemología Evolucionista*. México: Paidós.

² Tomado de: Martínez-Olivé (comp.) 1997. *Epistemología Evolucionista*. México: Paidós. p. 252.

Para Karl Popper, la respuesta es muy clara:

Todo esto puede ser expresado diciendo que el crecimiento de nuestro conocimiento es el resultado de un proceso muy parecido a lo que Darwin llamó “selección natural”, es decir la selección natural de las hipótesis: nuestro conocimiento consiste, en todo momento, de aquellas hipótesis que han mostrado su adaptación (comparativa) al sobrevivir en la lucha por la existencia, una lucha competitiva que elimina aquellas teorías que no se adaptan.

Esta interpretación puede ser aplicada al conocimiento animal, conocimiento precientífico, y al conocimiento científico. Lo que es peculiar al conocimiento científico es esto: que la lucha por la existencia está hecha por el criticismo conciente y sistemático de nuestras teorías. Por lo tanto, mientras el conocimiento animal y precientífico crece principalmente a través de la eliminación de aquellos que sostienen las hipótesis no adaptadas, la crítica científica hace que las teorías perezcan en vez de nosotros, eliminando nuestras creencias erróneas antes que dichas creencias nos conduzcan a nuestra propia eliminación.

Esta caracterización de la situación intenta describir cómo el conocimiento realmente aumenta. No pretende ser solamente una metáfora, aunque por supuesto hace uso de una. La teoría del conocimiento que deseo proponer es en gran parte una teoría darwiniana del desarrollo del conocimiento. Desde la ameba hasta Einstein, el desarrollo del conocimiento es siempre el mismo, tratamos de resolver nuestros problemas y obtener, por un proceso de eliminación, algo que se acerque a la adecuación en nuestras soluciones tentativas.³

Dentro de la concepción tradicional del programa de epistemología evolucionista, las teorías científicas evolucionan del mismo modo a como lo hacen los organismos vivos; y el mecanismo responsable de tal proceso es la selección natural. Para los defensores del programa, dicha fuerza (la selección natural) estaría en la capacidad de explicar de manera clara y exacta, tanto el aumento de información en los genomas de los seres vivos, como los cambios observados en la ciencia.

³ Popper, K. 1979. “Evolution and the Tree of Knowledge”. *Objective Knowledge, An Evolutionary Approach*. Oxford: Claredon Press. p. 261.

LA CARACTERIZACIÓN DEL PROGRAMA

Si se da por descontado el hecho de que los organismos han evolucionado a partir de formas de vida más simples, y que a mayor grado de complejidad de un organismo, mayor es la cantidad de información genética almacenada en sus genomas, entonces hay que reconocer que la evolución es un proceso de ganancia de información. En los genomas de las especies actuales más desarrolladas existe información que antes no estaba allí. ¿Cómo aumenta la información almacenada en los núcleos de las células de las diferentes especies? o mejor dicho ¿cómo cambian los genomas de estos?, es la pregunta fundamental a la que aspira responder una teoría de la evolución, y dicha respuesta es en últimas, la caracterización de cada una de las concepciones evolutivas.

Dentro de la nueva síntesis darwiniana, la selección natural ocupa un lugar principal y protagónico, puesto que es la fuerza creativa primaria responsable de explicar el surgimiento de novedades dentro de los organismos y desde allí al surgimiento de nuevas especies. Darwin reconoció que la selección natural en tanto fuerza negativa (eliminación de rasgos no útiles a la supervivencia) sólo funcionaría como una fuerza positiva (crear novedades en los organismos) si era capaz de cumplir con tres requisitos, a saber:

- A. Que las variaciones entre organismos sean copiosas (extensas en número).
- B. Que dichas variaciones sean mínimas frente al promedio de la especie (pequeñas en extensión).
- C. Que no estuvieran dirigidas hacia las necesidades de adaptación del individuo (carácter isotópico). Es decir que nada en el proceso de variación fundamente o guíe el camino o cambios posteriores hacia la adaptación del individuo.

Este último punto es quizás el más controvertido dentro de toda la argumentación darwiniana, ya que es el que le da al darwinismo (reafirmado en la nueva síntesis

⁴ Monod, Jacques. 2000. *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barcelona: Metatemas.

darwiniana del siglo XX) su carácter de dos pasos, a saber, azar y necesidad (según la famosa formulación de Jacques Monod)⁴; el divorcio existente entre la fuente de variación (mutaciones y recombinación) y una fuerza de cambio (selección natural) nunca puede ser el de dos ruedas sueltas, sino que existen límites a la variación, que son impuestos por las necesidades del organismo en tanto sistema. El azar está indefectiblemente ligado a la necesidad.

Las principales fortalezas de la extrapolación de la selección natural al programa en epistemología, se sustentan en las siguientes similitudes:

	Evolución de la Vida	Evolución de la Ciencia
<i>Método</i>	Selección Natural	Conjeturas y refutaciones
<i>Modelo</i>	Variación ciega y Retención selectiva	Variación ciega y Retención selectiva
<i>Forma de acción</i>	Negativa	Negativa
<i>Finalidad</i>	Supervivencia del más apto	Búsqueda de la verdad
<i>Unidad de Selección</i>	Individuo y a través de éste La especie	Las Teorías
<i>Caracterización De la Variación Ciega</i>	Proceso donde está involucrado el azar	Proceso que involucra el azar
<i>Retención Selectiva</i>	Criterios claros de selección	Criterios claros de selección
<i>Criterios de Selección</i>	Tasa de reproducción superior a rasgos favorables	Verosimilitud Corroboración Falsación

Tanto las especies como la ciencia cambian en el tiempo (evolucionan) con base en un método que funciona de manera negativa; es decir tanto el aumento de información en los genomas (en la evolución de las especies) como el aumento de conocimiento (en la ciencia) se explican mediante la eliminación o supresión de individuos o rasgos (en la evolución de las especies) y de conjeturas o teorías (en la ciencia).

Las unidades de selección, en la evolución natural, corresponden a los individuos, y a través de estos se seleccionan las especies, mientras que en el campo de las ideas o de la cultura, son las teorías (conjeturas) las unidades seleccionadas.

Ningún individuo, y por ende ninguna especie que habite sobre el planeta tiene asegurada su supervivencia a largo plazo; en teoría, podrían perecer en cualquier momento en la medida en que sus rasgos favorables, que le han asegurado hasta ahora dicha supervivencia,

dejen de ser favorables ante cambios inesperados en el ambiente. Todo cambio que ponga a prueba las capacidades adaptativas de un individuo o una especie, tiene la potencialidad de convertirse en el factor responsable de la eliminación del individuo o de la especie. De igual forma, todas las teorías en la ciencia están constantemente bajo amenaza de eliminación, el hecho de que no hayan sido refutadas hasta el momento, no significa que no lo vayan a ser en el futuro, simplemente significa que continúan en el juego hasta que, potencialmente, les llegue la hora de ser refutadas. Ambos, organismos y teorías, comparten un mismo futuro a largo plazo: la eliminación y la substitución.

Mientras los organismos luchan por la supervivencia, en sentido metafórico, las teorías lo hacen por ser verdaderas, es decir por ser una descripción real del orden de las cosas en el mundo; el objetivo último de las especies es la supervivencia y el de las teorías, ser verdaderas. Ambos fines (la búsqueda de la supervivencia en las especies, y la búsqueda de la verdad en la ciencia) se presentan como ideales reguladores, puesto que es altamente improbable que un organismo llegue a estar completamente adaptado a su medio, con independencia de los posibles cambios ambientales en el futuro; como es igual de improbable que una teoría alcance una descripción exacta del orden real de las cosas en el mundo.

El azar, un componente importante en ambos modelos, está involucrado tanto en la variación ciega (de los genomas) como en la generación de conjeturas. A nivel de la vida, las variaciones en los individuos dependen del azar, el cual está supeditado a las necesidades del organismo vivo en tanto que sistema bien organizado y jerarquizado, según la descripción de Monod; es decir, no existe un azar total o "loco", sólo las mutaciones que garanticen cierta estabilidad al sistema serían realmente tenidas en cuenta. A nivel de la ciencia, el panorama es similar. Las nuevas conjeturas que lanzan los científicos, en la medida que aspiran a ser verdaderas, deben tener en cuenta las conjeturas que ya fueron refutadas, puesto que aprendemos de nuestros errores; por lo tanto: el tipo de azar involucrado en el proceso, tampoco es total, es de carácter parcial.

La variación ciega es un proceso en el cual está involucrado el azar, tanto a nivel de la vida como de las ideas. Sin embargo, esto no significa que el mecanismo carezca de un orden o rumbo, ya que las elecciones

previas limitan las futuras alternativas susceptibles de ser elegidas por el sistema. Tanto los cambios en los individuos, como las conjeturas que lanzan los científicos, dependen en cierta medida del medio. Para que cierta variación en un organismo sea susceptible de ser seleccionada (retención selectiva), requiere cierto grado de coherencia dentro del organismo considerado como sistema, pues de otro modo alteraría la estabilidad del mismo. De igual manera, un científico que aspira a que la conjetura que lanza sea verdadera, en cierta medida debe guiarse por las conjeturas previas que fallaron en el intento de ser una descripción real del mundo, que ya fueron refutadas.

En cuanto a la retención selectiva, definida como el proceso por el cual perduran algunas de las unidades de selección en el tiempo en detrimento de otras — que no logran dicha supervivencia, el proceso depende de la existencia de ciertos criterios de selección. Bajo la concepción neodarwiniana, los organismos vivos que perduran en el tiempo son aquellos que tienen tasas reproductivas mayores gracias a sus rasgos favorables, en términos de adaptación al medio. Las especies que actualmente habitan el planeta, son aquellas que han logrado adaptarse mejor al medio, cuyo reflejo son sus tasas reproductivas diferenciales mayores.

En el campo de las ideas, las conjeturas que perduran en el tiempo, son aquellas que tienen un mayor grado de verosimilitud, han soportado más y severos tests (corroboración) y aún no han sido refutadas (falsación).

Dichos criterios, independiente de los reparos a los que puedan ser sometidos, están definidos, existen y aspiran a cumplir una función determinada: garantizar la racionalidad y la objetividad en el desarrollo de la ciencia. Bajo dicha concepción, estamos en capacidad de dar razones claras para preferir una teoría a otra. Afirmar que una teoría T_2 corresponde a una mejor descripción del mundo que otra teoría T_1 , cuando ambas se refieren al mismo sector de la realidad, no depende de caprichos o gustos subjetivos. En la ciencia se prefieren aquellas teorías con mayor grado de verosimilitud, aquellas que han sido mejor corroboradas en la experiencia y que aún no han sido falsadas.

Existe una relación estrecha entre finalidad en un proceso y criterios de selección. La finalidad en un proceso presupone la existencia de criterios de selección. En la medida de que existen criterios claros de selección es

posible hablar de una finalidad, la supervivencia en la evolución de la vida y la búsqueda de la verdad en el desarrollo de la ciencia.

Bajo la concepción neodarwiniana la analogía parece funcionar, si el programa logra determinar la manera cómo el conocimiento aumenta, afirmando que el conocimiento es en últimas un proceso biológico, producto de la evolución y regido por la misma ley que gobierna la evolución natural (la selección natural), estaría cumpliendo con uno de los objetivos básicos del programa. Por otro lado, si además, logra conciliar la selección natural, o al menos su extrapolación al campo de las ideas y la cultura con el criterio de búsqueda de la verdad como fin último de la ciencia, la posibilidad de un conocimiento objetivo y el realismo crítico dentro del desarrollo de la ciencia, el resultado no podría ser mejor, ya que bajo la concepción popperiana del aumento del conocimiento y evolución de la ciencia, problemas estos estrechamente relacionados, existen posturas claras y preestablecidas, que el pensador vienés, ha estructurado y defendido a lo largo de su carrera, y que logran cierta coherencia dentro del programa de epistemología evolucionista.

LA DIFERENCIA CON LA TEORÍA NEUTRAL

¿Por qué motivo hay que tomar en cuenta a la teoría neutral de la evolución? Aparece como la primera pregunta pertinente, dentro de la discusión en torno a la evolución de las teorías científicas y en general de las ideas. La respuesta se encuentra en el campo de la biología. Algunas de las predicciones que han sido corroboradas en la experiencia y que se desprenden de la teoría neutral son las siguientes:

1. Las altas ratas de sustitución (de nucleótidos) en sitios homólogos dentro de una misma región (de un gen) que codifican una misma proteína y en todos los sitios intrones también como en los pseudo genes.
2. Ratas relativamente constantes de cambios en varios genes.
3. Preponderancia de sustituciones silentes en el reemplazo de aminoácidos en RNA viral que evoluciona rápidamente.
4. Desigual uso de codones sinónimos.

Es decir, la teoría neutral de la evolución ha hecho aportes significativos al campo de la teoría evolutiva. Contribuciones fundamentales para comprender los procesos evolutivos de los genomas, que no se desprenden como consecuencias de la selección natural que defienden los neodarwinistas. Y aunque no es, en sentido estricto, una refutación del neodarwinismo sí tiene un discurso autónomo que se distancia de manera significativa de la nueva síntesis. El papel que tradicionalmente ha asumido la selección natural dentro de la evolución, pasa a un segundo plano, mientras que el azar asume un rol principal. En términos generales, si se extrapola la teoría neutral de la evolución al programa de epistemología evolucionista, habría que asumir:

1. La unidad de selección son los genes (secuencias de ADN) no los individuos.
- 2- La forma en que actúa el modelo evolutivo es positiva. La eliminación de unidades replicativas asume un rol secundario.
3. La variación ciega de los genomas es un proceso caracterizado por el azar.
4. La retención selectiva carece de criterios de selección claros, es decir está regido por el azar.
5. No existe una finalidad bien determinada en el proceso evolutivo.

Para los defensores de la **EEDC** tradicional, el programa estaría estructurado por dos módulos relacionados pero autónomos en tanto que regidos por leyes específicas. La variación ciega responde al modelo de azar-necesidad, y la retención selectiva a los criterios de selección: verosimilitud, corroboración y falsación. Bajo esta concepción, el azar estaría involucrado solamente en el primer módulo (la variación ciega); no existe ninguna función para el azar en la retención selectiva. No es cuestión de azar el hecho de decidir entre teorías rivales. Una comunidad de científicos no prefiere una teoría T_2 a otra T_1 por capricho o por condiciones azarosas; para eso recurriría a los criterios de selección.

Un programa de **EEDC** que tome en cuenta las ideas de la teoría neutral, tendría como principal diferencia con el programa tradicional, el papel que asumiría el azar dentro del modelo. Para la teoría neutral no existen criterios de selección, puesto que la selección natural asume un rol secundario. El neutralismo no niega la selección natural, de hecho la reconoce como una fuerza actuante en la naturaleza. Todos los casos de exterminio o eliminación de individuos o especies son casos de selección natural. Aquello que está en disputa es que la selección natural no está en capacidad de generar cambios en las especies. Si los cambios en las especies son el producto de cambios en los individuos, que a su vez son el resultado de cambios en sus genomas, es allí, en las secuencias de ADN donde se deben enfocar los esfuerzos por develar las fuerzas evolutivas.

A nivel molecular, dos genes que codifican proteínas diferentes desde el punto de vista estructural, es decir que poseen secuencias de aminoácidos diferentes, pero que cumplen una misma función, estarían compitiendo desde una concepción evolutiva neodarwiniana por ser el gen más prevalente en una población. Desde la concepción de la selección natural que defiende el neodarwinismo, aquella proteína que asegure a su portador ciertas ventajas comparativas superiores, terminará por ser la más común en una población dada. Para el neutralismo existen tal cantidad de fenómenos influyendo en el proceso de selección de los genes que es imposible determinar cuál de ellos terminará siendo el de mayor frecuencia en una población. El azar no significa ausencia de causas o indeterminación ontológica, el azar es básicamente epistemológico. Si existen leyes evolutivas no estamos en capacidad de conocerlas. De tal suerte que hablar de leyes o fuerzas evolutivas resulta tremendamente inexacto, y ésta sería la razón por la cual la selección natural tiene un poder tan limitado de predicción. Para Kimura, la supervivencia de los seres vivos no es producto de cierta aptitud o grado de adaptación, sino del azar. Aquí radica la diferencia capital con las concepciones evolutivas tradicionales, puesto que el azar no sólo está involucrado en la variación ciega, sino en la retención selectiva también. Si un gen, un individuo o una especie han logrado sobrevivir durante cierto tiempo, la razón no está en el hecho de que tenga tasas reproductivas mayores secundarias a rasgos favorables. Dichas tasas son el producto de otros tantos fenómenos interactuando entre sí, tan variados y complejos; la mejor manera de caracterizar

el proceso es decir que ha sido producto del azar. De este modo el azar se instala en el corazón del módulo de la retención selectiva.

Para Popper está muy claro que el problema primordial de la filosofía de la ciencia es el aumento del conocimiento. Si las teorías evolucionan como lo plantea el programa **EEDC**, es decir según la selección natural, entonces sería más exacto hablar de una epistemología seleccionista, en tanto que esté es el mecanismo que asume el programa como responsable del aumento del conocimiento, y como se planteó en líneas anteriores, como existen reparos serios a si realmente la selección natural puede dar cuenta o no del proceso de ganancia de información en los genomas es probable que la evolución sea un fenómeno tan complejo que desborde las posibilidades actuales de comprensión del ser humano. Por lo tanto, es perentorio reconocer que las teorías no evolucionan de la misma manera a como lo hacen los individuos y por ende las especies, al menos a la luz del estado conceptual actual dentro de la teoría de la evolución de los seres vivos; sobre todo si se pretende conservar la posición de un realismo crítico, donde exista la posibilidad de un conocimiento objetivo, y la búsqueda de la verdad continúe como criterio regulador y fin último de la ciencia.

REFERENCIAS

GARCÍA, C. E. (2002) *Four Central Issues in Popper's Theory of Science*. Gainesville: University of Florida. (Doctoral Dissertation).

GOULD, S. J. (2002) *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge: Harvard University Press.

KIMURA M. (1990) *Théorie neutraliste de L'Évolution*. Paris: Flammarion Nouvelle Bibliothèque Scientifique.

----- (1994) *Population Genetics, Molecular Evolution, and the Neutral Theory. Selected Papers*. Chicago: The University of Chicago Press.

MARTÍNEZ, S. F. y L. OLIVÉ (Compiladores). (1997) *Epistemología evolucionista*. México: Paidós.

MONOD, J. (2000) *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barcelona: Metatemas.

POPPER K. R. (1974) *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. London: Routledge.

----- (1979) *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. New York: Clarendon Press Oxford.

----- (1992) *The Logic of Scientific Discovery*. London: Routledge.

----- (2003) *Realism And the Aim of Science*. London: Routledge.