

Entre los conceptos que la historia tradicional de la biología presenta como un concepto reelaborado a través del tiempo, es el concepto gen.

Fuente: <http://jornadadiaria.com/images/2012/11/genes-grande.jpg>

DE LA POLISEMIA DE LOS CONCEPTOS. EL CONCEPTO GEN COMO CASO PARTICULAR

**POLYSEMIC CONCEPTS.
THE CONCEPT GEN AS A
PARTICULAR CASE.**

Lola Constanza Melo Salcedo¹

Fecha de recepción: 15 de julio de 2013
Fecha de aprobación: 06 de agosto de 2013

Resumen

La discusión en torno a los conceptos involucra a filósofos, psicólogos, filósofos, científicos y, en los últimos años, didactas de las ciencias. Este debate es tan relevante por el creciente disenso entre la comunidad científica respecto a la posibilidad de la verdad y de la objetividad en las ciencias y la relación con los conceptos. En el siguiente artículo se discutirá la noción de concepto y, especialmente, la del concepto de gen, sobre el que se pretende mostrar un breve estudio de su desarrollo histórico (en la biología) que permite identificar diversos significados que responden al contexto explicativo de los distintos episodios y sucesos históricos que tuvieron lugar en el siglo XX.

Palabras clave: conceptos, polisemia, epistemología, historia de conceptos (HdC).

Abstract

The discussion of the concepts it involves philosophers, psychologists, philosophers and scientists and, in recent years science educators. This debate is as relevant by the growing dissent within the scientific community regarding the possibility of truth and objectivity in science and related concepts. In the next article will discuss the notion of concept and especially the gene concept, on which is intended to show a brief study of its historical development (in biology) that identifies various meanings that respond to the context explaining the different episodes and historical events that took place in the twentieth century.

Keywords: Concepts, Polysemy, Epistemology, History of Concepts (HdC).

¹ Estudiante del doctorado Interinstitucional en Educación Universidad Pedagógica Nacional. Departamento de Biología. Correo electrónico: lmelo@pedagogica.edu.co

INTRODUCCIÓN

El presente escrito es una reflexión en torno a los conceptos polisémicos y forma parte de un aspecto del trabajo de tesis doctoral de la autora, en relación al concepto de *gen*. Los conceptos son las unidades básicas y por tanto imprescindibles de toda forma de conocimiento humano y en especial, del conocimiento científico. Para Díez y Moulines (1999); ello da lugar a que los conceptos constituyan un papel fundamental en los procesos de teorización de la filosofía y de las ciencias, y generen diversas controversias que se remontan desde Platón hasta la actualidad, en lo que atañe especialmente a su significado, relaciones y propiedades; en cualquier caso, existen diferentes escuelas filosóficas que mantienen posiciones muy dispares frente a la esencia informativa de un concepto.

Entre las definiciones de concepto, podemos encontrar las de Wagensberg, para quien la formación de *un concepto* (científico o no) es el resultado de la comprensión de la información que atesoramos de él (Wagensberg, 1994); Pero dado que el mundo es muy complejo, ningún concepto capta toda la realidad ya que en *el proceso de comprensión hay pérdida de información* (Ibáñez, 2007). Para Mosterín (1984), el progreso de la ciencia no consiste en el aumento del número de verdades que conocemos. La noción de verdad es relativa a la de enunciado, y esta a la de concepto. *Qué verdades haya depende de qué conceptos empleemos*. Estos dos autores hacen referencia a los términos de verdad y realidad como sinónimos y asumen que los conceptos median la comprensión de la verdad o la realidad, pero ¿como no hay verdades absolutas, no existen los conceptos absolutos!

De la epistemología de Bachelard a la de Canguilhem

Conceptualizaciones en torno a los conceptos propenden por asumir estos *como constructos u objetos mentales*, por medio de los cuales comprendemos las experiencias que emergen de la interacción con nuestro entorno o como las unidades básicas de la práctica científica que no se encuentran aisladas y que en su conjunto permiten explicar el contenido y dar cierto grado de confiabilidad. G. Bachelard (1984) presenta una noción de concepto en ciencia un poco más compleja; para él los *objetos*, en vez de ser simplemente abstracciones extraídas de la riqueza de lo concreto, son los productos regulados teóricamente y ordenados materialmente de un trabajo que los dota de toda la riqueza de las determinaciones del concepto y de toda la sensibilidad de las precisiones experimentales (Lecourt, 1978). Desde esta perspectiva bachelardiana, los *conceptos u objetos* de la ciencia son *abstractos-concretos*, afirmación que tiene afinidad en su base con el materialismo dialéctico de Hegel, para el cual en su terminología, el concepto es un *grupo*, en donde este es un *concreto* ya que es una unidad de diversos componentes. Es un *todo* cuyas partes no son separables; sin embargo, en el movimiento de producción de este todo se presupone de un momento en que sus partes han existido fuera de sus vínculos, han sido totalidades en sí, han sido *existentes concretos*, antes de quedar abstraídos en una unidad superior. Este doble movimiento de producción y reproducción ha sido denominado por Hegel *ascenso de lo abstracto a lo concreto*

[...] Aquí donde empieza el tratado, cuyo contenido es el concepto, hay que volver una vez más a su génesis. La esencia se ha generado a partir del ser, y el concepto a partir de la esencia y, por ende, también el ser. Sin embargo, este devenir tiene también el significado del contragolpe de sí mismo, de modo que lo generado es más bien lo incondicional y originario. (Hegel, 1959, citado por Samara, 2006, p. 111).

Al respecto, Bachelard (1984) afirma que entre lo *abstracto y lo concreto* se instituye más que un lazo de unión, *es una verdadera transacción*, y propone representarla mediante una *doble flecha*; así; el uso científico de las imágenes, está regulado por la estructura transaccional de las relaciones *concreto-abstracto*. Toda imagen científica solo es la metáfora de la doble flecha, es decir, que toda imagen tiene flecha, que interviene en el *proceso histórico* de concretización de lo abstracto, su tesis permite construir una teoría de la historia de la producción de los conceptos como región relativamente autónoma del materialismo histórico, y desde esta niega a la filosofía del derecho a decir la verdad de las ciencias.

George Canguilhem, heredero del pensamiento bachelardiano, propone que el reconocimiento de la historicidad del objeto debe imponer una nueva concepción de historia de las ciencias (Lecourt, 1978); sin embargo Canguilhem se distancia un poco de Bachelard, porque mientras la epistemología de Bachelard es *histórica*, la historia de las ciencias de Georges Canguilhem es *epistemológica*. La práctica de la historia de las ciencias (HdC) propuesta por Canguilhem realiza, desarrolla y rectifica las categorías epistemológicas bachelardianas, manteniendo la misma relación específica con su objeto, al instaurarse en un espacio descubierto por la postura bachelardiana en filosofía, profundizando las distancias con la filosofía de los filósofos (Lecourt, 1978).

Para Canguilhem *"Cada ciencia tiene su propio aspecto, ritmo y temporalidad específica; su historia no es un hilo lateral, procede de reorganizaciones, rupturas y mutaciones, pasa por periodos críticos, puntos en los que el tiempo se acelera o se hace más pesado, efectúa bruscas aceleraciones y retrocesos repentinos"* (Lecourt, 1978, p 60), de allí su postura epistemológica, según la cual la HdC no es el relato de una sucesión de azares. Canguilhem en su libro *lo normal y lo patológico* (2005) propone una HdC, concebida como *historia de los conceptos*. Si definir un concepto es formular un problema, entonces describir la historia del concepto es describir la historia del problema. La presencia continua del concepto en la línea diacrónica que constituye su historia, testimonia la persistencia de un mismo problema. Por lo cual lo importante es *"reconocer a través de la sucesión de las teorías la persistencia del problema dentro de una solución que se cree haberle dado"* (Canguilhem, 2005, p 17). De esta manera, hablar del objeto de las ciencias es hablar de un problema que se debe plantear y luego resolver; hablar de la HdC es mostrar cómo –por qué motivos teóricos o prácticos– una ciencia se planteó y resolvió ese problema (Lecourt, 1978). Pero hay que reconocer en esta historia de los conceptos la distinción entre la palabra y el concepto. La palabra o el término no hacen al concepto.

Los conceptos nos permiten identificar, comparar y diferenciar los objetos de los que consta el mundo real, esto ocurre fundamentalmente bajo una operación intelectual llamada subsunción. Por ella, varios objetos quedan subsumidos bajo un mismo concepto, un concepto subsume varios objetos; sin embargo, los conceptos son en cierto modo entidades abstractas, no localizables espacio-temporalmente y por tanto no localizables como objetos físicos, y dado que no tenemos acceso sensorial a los conceptos, son las palabras las que nos remiten a los conceptos, nos permiten apresarlos y comunicarlos; de ello se deriva la importancia del lenguaje que denota el concepto, pues es ella, la palabra, la que expresa el concepto, la que puede ser relevante en su análisis conceptual (Díez y Moulines, 2006).

Sin embargo, a pesar del cuidado terminológico que se le da a los conceptos en ciencias, una de las dificultades más grandes por las que atraviesa un investigador en HdC, es la ambigüedad terminológica. Dado que la palabra es el vehículo más común de los préstamos teóricos, muchos términos que denotan conceptos se transfieren inadvertidamente de un fenómeno o proceso a otro completamente diferente; esto no solo genera confusión debido al uso de un mismo término –o palabra– para designar diferentes significados (términos polisémicos), sino que trae importación de valores ideológicos no científicos a lo científico.

Así, los conceptos polisémicos plantean un serio problema a la objetividad en las ciencias, que en palabras de Mosterín (1984), “si los conceptos varían, el resultado de la prueba varía. Con las mismas pruebas podemos obtener resultados probatorios distintos cambiando solamente la definición de los conceptos que usemos”. El autor llama la atención de la necesidad de tener criterios para controlar la corrección de las reglas conceptuales. Por tanto, desde la dificultad o incoherencia de la existencia de una sola epistemología para los conceptos polisémicos, la perspectiva de Canguilhem ofrece una opción al plantear los conceptos como objetos epistémicos, en donde su historia es la historia de su devenir, en donde definir un concepto es describir la historia del problema que lo originó (Canguilhem, 2005), tesis propuesta para la enseñanza de los conceptos polisémicos, como es el caso del concepto de *gen*.

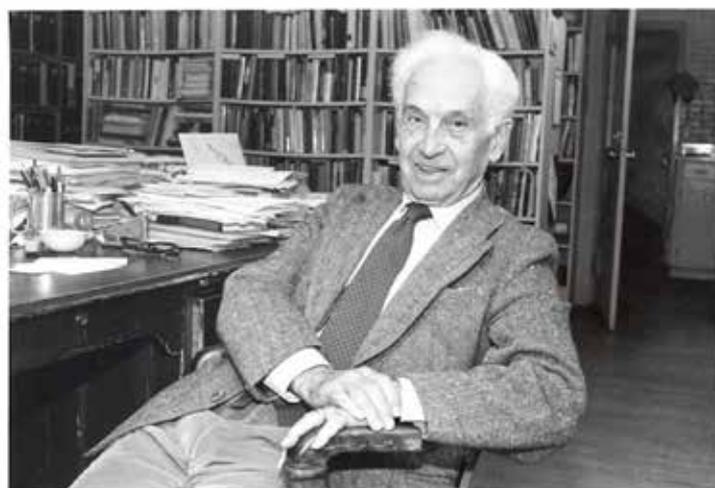
La polisemia del concepto *gen*

Según Mayr (1998), uno de los biólogos más reconocidos y seguidos del siglo XX, un principio básico de la ciencia dice que un término que se use de una manera más o menos universal para designar una entidad concreta no debe transferirse a una entidad diferente. El autor presenta una posición bastante fuerte al proponer que si el concepto o fenómeno presenta confusión, se deben proponer definiciones más precisas de cada término, como ha ocurrido muchas veces en las ciencias, en las cuales las definiciones se han ido modificando. “Si la ciencia demuestra que la definición es incompleta o errónea, dicha definición debe cambiarse, ya que sin definiciones precisas en todo momento, no se puede hacer ningún progreso o esclarecimiento de conceptos o teorías” (Mayr, 1998, p. 78).

La posición establecida por Mayr denota inflexibilidad en la definición de los conceptos, soportado en la argumentación de Ghiselmen (1984, citado por Mayr, 1998, p. 75) en la cual: “dada la función básica que poseen los conceptos como instrumento heurístico, nunca debería existir tensión entre la definición y la interpretación científica”. Consecuentemente se reconoce que en la ciencia son usuales las redefiniciones y estas no deben ser vistas como rupturas completas con la definición tradicional, sino formulaciones más precisas de términos que anteriormente se usaban de manera imprecisa. Una reinterpretación o redefinición nunca debe significar una sustitución del concepto anterior por uno completamente nuevo, aspecto que contribuye al aumento del conocimiento científico, no por la yuxtaposición de conceptos sino por la *revisión perpetua de los contenidos por profundización y tachadura* (Canguilhem, 2005, p. 36).

Quizás la posición de Mayr (1998) es consecuencia de la preocupación que se genera al constituirse los conceptos en biología, en el núcleo explicativo de las teorías por encima de las leyes. Además, mientras en otras ciencias el progreso generalmente se debe al descubrimiento de nuevos hechos, en las ciencias biológicas se debe en su mayor parte al planteamiento de nuevos conceptos. Aunque no todos los conceptos tienen el mismo impacto en las ciencias biológicas por su integración en la sociedad –como lo fueron los conceptos de *evolución, especie, genética*–, existen otros conceptos con términos conservados como organización, adaptación, herencia o conceptos bajo términos inéditos como *mensaje, programa, teleonomía*, que han sido generadores de los más grandes y recientes avances en campos como la ecología, biología del comportamiento, biología evolutiva y del desarrollo.

La posición de Mayr no niega que sea posible en ciertos momentos de la historia de un concepto, la existencia de ambigüedades, pero sí excluye la posibilidad de la diversidad conceptual de los mismos como un hecho permanente y aceptado por la comunidad científica. Aunque la historia de la biología nos presenta numerosos casos en los que los conceptos han sufrido trasmutaciones hasta alcanzar su conceptualización actual –como ha pasado con la mayoría de los conceptos biológicos (*especie, célula, especiación*), parece ser que la existencia de conceptos con diversidad conceptual es de lo más común.



La historia de los conceptos biológicos, como lo sugieren Martínez y Barahona (1998), está inundada de relatos incompletos, supersticiosos, plagados de hechos azarosos e ingeniosos. Aunque la historia tradicional de los conceptos biológicos reconoce su devenir histórico, realmente esta muchas veces no permite reconocer si el concepto ha sufrido transmutaciones o si posee diversidad conceptual, ya que estas historias son generalmente orientadas hacia la construcción de una ruta lineal y causal que permita describir cómo el concepto finalmente fue elaborado, el cual es visto como un resultado, expresado a través de una relación cuantitativa, una constante o un enunciado estandarizado que posee alto valor explicativo dentro de una teoría. De esta manera se diluye el poder explicativo que tiene su desarrollo epistemológico y se desconoce cómo fue la formulación del problema que lo originó, cómo se resolvió o por qué continúa vigente, lo cual constituiría, según Canguilhem, la verdadera historia del concepto (Canguilhem, 2005).

Entre los conceptos que la historia tradicional de la biología presenta como un concepto reelaborado a través del tiempo, es el concepto de *gen*, sobre el cual el objetivo permanente fue dar cuenta de una definición mucho más amplia y flexible que tuviese presente los descubrimientos generados desde la biología molecular para construir un concepto con valor explicativo para la biología en su totalidad (biología funcional y evolutiva). Sin embargo, esta historia solo persigue los desarrollos y contingencias que se generaron a partir de las preguntas formuladas desde la biología molecular en relación a cuál es la naturaleza y función del material de la herencia, y pretendiendo que desde ella misma se obtenga la respuesta, a la pregunta ¿cuál es el mecanismo de transmisión? Por tanto, se desconoce que el concepto de *gen* inicialmente planteado fue elaborado desde este último contexto teórico.

La historia del concepto de *gen* da cuenta real del debate en el cual se encuentran filósofos de la biología y los biólogos, debate generado por la imposibilidad del concepto (aludiendo a toda su diversidad conceptual) de resolver la paradoja que implica la tendencia de tratar de conservar una noción de gen estructuralmente estable que 1) *de cuenta de la transmisión* y 2) *que a la vez de cuenta del desarrollo*, lo cual representa 1) explicar la constancia de ciertos rasgos a través de sucesivas generaciones, por lo que los genes no pueden cambiar en función del contexto del desarrollo, y 2) dar cuenta de la diferenciación celular (teniendo en cuenta que todas las células de un mismo organismo son equivalentes genéticamente); por esta razón los genes cambian (Griesemer, 2000).

« Ernst Walter Mayr, (5 de julio de 1904, Kempten, Alemania – 3 de febrero de 2005). El notable biólogo evolutivo afirmaba que un término que se use de una manera más o menos universal para designar una entidad concreta no debe transferirse a una entidad diferente.

Fuente: http://library.mcz.harvard.edu/sites/library.mcz.harvard.edu/files/Ernst%20Mayr_1.jpg

Si bien no existe consenso en el significado actual del concepto de gen, sí es claro y ampliamente aceptado que este no puede ser considerado como *una unidad ni como una entidad física*, lo cual ha sido señalado por Keller (2005) como una limitante para comprender su significado actual como componente de los sistemas vivientes. De allí que plantee que el gen debe ser considerado mucho más que una estructura física con determinada función biológica: y ante lo cual expone:

[...] de acuerdo con William Gelbart, biólogo molecular de la Universidad de Harvard, a diferencia de los cromosomas, los genes no son objetos físicos, sino conceptos que han adquirido un bagaje histórico durante las últimas décadas [...] y se ha llegado al punto de su uso; con este significado puede de hecho ser limitante de nuestro entendimiento. (Keller, 2005, p. 4).

Al asumir a los conceptos como procesos de respuesta a un problema persistente como plantea Lecourt (1978) lo importante sería entonces el poder reconocer a través de la sucesión de teorías la persistencia del problema dentro de una solución que se cree haberle dado, de esta forma; el esfuerzo por intentar redefinir o reconceptualizar el concepto de gen pierde importancia, como lo han señalado algunos filósofos y científicos quienes coinciden en que la unificación en un solo término de toda la diversidad que encierra los conceptos de gen puede ser un objetivo equivocado (Moss, 2006).

Beurton, Falk y Rheinberger (2000) contrario a Mayr (1998), argumenta que los *genes –como concepto– son objetos epistémicos* y por ello derivan su significado de las operaciones experimentales en las que están encrustadas. Según esto, el concepto –o los conceptos– de gen poseen una validez dada por el nicho epistémico en cual se elaboraron y poseen alto valor transicional ya que los científicos lo pueden mover de un contexto a otro, sin que pierda su valor heurístico; luego, si se analiza el concepto, no se necesita buscar un conjunto de condiciones necesarias y suficientes para definir los límites del concepto de gen. Ante esto, Griffiths (2002) plantea que más que pretender dar una redefinición, sería pertinente considerar a los *genes como entidades dinámicas* que emergen de contextos epistémicos y pragmáticos diferentes.



Hans-Jörg Rheinberger contrario a Mayr E., argumenta que los genes -como concepto- son objetos epistémicos y por ello derivan su significado de las operaciones experimentales en las que están encrustadas.

Fuente: http://b.vimeocdn.com/ts/724/441/72444160_640.jpg

Vistos los conceptos como los plantea Lecourt (1978); Beurton, Falk y Rheinberger (2000), y Griffiths (2002), la enseñanza de algunos conceptos biológicos como el de gen implicaría asumirlos no como unidad sino como objetos epistémicos, en donde su historia es ante todo una historia del problema o los problemas que los originaron, las rutas de solución o intentos de solución, la identificación de los caminos por los cuales se construyeron, y de las rutas por las cuales algunos pudieron deconstruirse, estabilizarse, estandarizarse, abrirse, romperse o disolverse. Asumir esta definición de concepto significa romper con la creencia generalizada de los conceptos como *productos, logros o unidades* en el sentido dado por Mayr (1998), al ser reinterpretados como *procesos* donde cada cual posee una naturaleza propia que lo identifica y lo dota de valor. Teniendo en cuenta que el término no hace al concepto, puede el mismo término ser empleado para denotar diferentes procesos, diferentes problemas y soluciones, en pocas palabras, un término puede dar cuenta de diferentes conceptos y, por ende, de diferentes historias.

Quizás, dos de los textos más sobresalientes en relación al debate que ha generado en biología el concepto de gen, son los de Beurton, Falk y Rheinberger (2002) y Keller (2000), sin dejar a un lado las múltiples publicaciones que desde el ámbito de la filosofía de la biología y desde la investigación biológica se han producido. Una de las posibles razones por la cual el concepto tiene gran importancia en el debate actual, es por el papel que cumple en los intentos sucesivos, por parte de los genetistas, de asociarlos a la definición de vida, trabajo que inició desde finales del siglo XIX con los intentos de los biólogos teóricos por conceptualizar una teoría sobre los procesos vivos con una base materialista y corpuscular (Morange, 2007).

La influencia del concepto de gen sobre el pensamiento biológico y su papel en el debate en la definición de vida y muerte, no solo han sido temas de discusión; el término y concepto también han sido sometidos a una exhaustiva revisión histórica y epistemológica motivada por los desarrollos de la biología molecular de las últimas décadas que ponen en relieve la ambigüedades inherentes a sus diversas definiciones, muchas de ellas incompatibles con los descubrimientos de la biología molecular actual (Falk, 1986; Fogle, 1990; Portin, 1993; Griffiths y Neumann-Held, 1999; Keller, 2000; Stotz, Griffiths y Knight, 2004; Moss, 2006; El-Hani, 2007; Knight, 2007).

Si bien, gran parte de la consolidación de la biología como ciencia en el siglo XX tuvo lugar gracias a los descubrimientos generados desde la biología molecular y del desarrollo, en donde el concepto de gen fue el corazón de estas disciplinas (Griffiths, 2002), quizá por ello, entonces, Elizabeth Keller (2000) tuvo razón en denominar al siglo XX como *el siglo del gen*, por las implicaciones que este tuvo en el desarrollo de la genética y en la transformación de la biología experimental y teórica. No obstante al cumplirse una centuria desde la denominación original del concepto y de la valoración pragmática dada al *gen*, la pregunta "*¿qué es un gen?*" sigue siendo tan actual como desde el año 1909 cuando W. Johannsen definió este término.

El estudio del desarrollo histórico de la biología, permite identificar diversos significados atribuidos al concepto de *gen*, que responden al contexto explicativo de los distintos episodios y sucesos históricos que tuvieron lugar durante el siglo XX.

El *gen* como término se ha desplazado en el tiempo y transferido a diversos ambientes o campos de la biología, en algunos de los cuales se estabilizó conservando algo de su connotación original; pero en otros, el concepto ha sido objeto de desestabilización llegando incluso a desnaturalizarse pero no disolverse para posibilitar el establecimiento de nuevos nodos y redes de conexiones para llegar finalmente a convertirse en una *caja negra*, el sentido que Lecourt (1978) da al término.

El concepto de *gen* tradicionalmente ha pasado de un contexto explicativo en biología (*de la genética de la evolución a la genética del desarrollo*) adaptándose pero sin desvanecerse en su esencia, dando sentido de coherencia lógica a otros conceptos; podríamos decir entonces que el concepto de gen es, teóricamente, *polivalente o polisémico*. De esta manera, en terrenos como la biología celular y molecular, el gen es visto como una unidad funcional, es decir, la secuencia de determinado segmento del ADN o del ARN que contiene la información para llevar a cabo la síntesis de determinado polipéptido o su regulación; en genética es considerado como unidad de la herencia o de recombinación, y en evolución, el gen es visto como unidad de mutación, entre otros.

Conclusión

La diversidad conceptual de *gen* es resultado principalmente de las explicaciones dadas a los fenómenos relacionados con herencia, diversidad y conservación, y a aspectos de su regulación, dominio espacial, estructural e incluso temporal, que se han elaborado en diferentes momentos mediados por los avances tecnológicos y los modelos experimentales empleados. Aunque esta diversidad conceptual de *gen* es epistemológicamente rica, puede limitar las virtudes que hacen particularmente útil al concepto como mecanismo de explicación en biología, por consiguiente, el *gen* como concepto es objeto de continuo debate entre científicos, historiadores y filósofos, debate que motivó a que este concepto fuese considerado tema central para la organización de la XX Conferencia de la Biología del siglo XX (Keller, 2000).

Referencias bibliográficas

- Bachelard, G. (1984). *La formación del espíritu científico*. Bogotá: Siglo XXI Editores.
- Beurton, J.P.; Falk, R. y Rheinberger, H.J. (2000). *The concept of the gene in development and evolution: historical and epistemological perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Canguilhem, G. (2005). *Lo normal y lo patológico*. México: Siglo XIX Editores.
- Díez, J.A. y Moulines, C.U. (1999). *Fundamentos de filosofía de la ciencia* (pp. 91-123). [En línea]. Barcelona: Ariel. Recuperado el 5 de marzo de 2009 de: <http://padron.entretemas.com/otrasssecc/descargas/conceptoscien-tificos.pdf>
- El-Hani, C.N. (2007). Between The Cross And The Sword: The Crisis Of The Gene Concept. *Genetics And Molecular Biology* 30(2), 297-307.
- Falk, R. (1986). What Is A Gene? Studies. *The History And Philosophy Of Science*, 17, 133-173.
- Falk, R. y Rheinberger, H.J. (2002). The Gene: A Concept In Tension. En: P. Beurton y R. Falky (eds.). *The Concept of the Gene in Development and Evolution* (p. 317-348). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fogle, T. (1990). Are Genes Units Of Inheritance? *Biology And Philosophy*, 5, 349-371.
- Griffiths, P. y Neumann-Held, E. (1999). The Many Faces Of The Gene. *Bioscience* 49(8), 656-662.
- Griffiths, P.E. (2000). Lost: One Gene Concept. Reward To Finder. *Biology And Philosophy*, 17, 271-283.
- Griesemer, J. (2000). Development, culture and the units of inheritance. *Philosophy Of Science*, 67, 348-368.
- Ibañez, J.J. (2007). Los conceptos científicos y sus límites. [En línea]. Recuperado el 5 de marzo de 2009 de: <http://weblogs.madrimasd.org/universao/archivo/2007/11/10/78477.aspx>
- Keller, F.E. (2000). *The Century Of The Gene*. Cambridge: Harvard University Press.
- Keller, F.E. (2005). The Century Beyond The Gene. *Journal Bioscience*, 30, p. 3-10.
- Knight, R. (2007). Reports Of The Death Of The Gene Are Greatly Exaggerated. *Biology And Philosophy*, 22, 293-306.
- Lecourt, D. (1978). *Para una crítica de la epistemología*. Bogotá: Siglo XXI Editores.
- Martínez, S. y Barahona, A. (1998). *Historia y explicación biología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mayr, E. (1998). *Así es la biología*. Madrid: Editorial Debate.
- Morange, M. (2007). Genetics, Life And Death. Genetics As Providing A Definition Of Life And Death. En: A. Fagot-Largeault et al. (eds.). *The Influence Of Genetics On Contemporary Thinking* (p.51-60).
- Moss L. (2006). The Question Of Questions: What Is A Gene? Comments On Rolstons And Griffiths & Stotz. *Theoretical Medicine And Bioethics*, 27, 523-534.
- Mosterín, J. (1984). *Conceptos y teorías en la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Portin, P. (1993). The Concept Of The Gene: Short History And Present Status. *Quarterly Review Of Biology*, 56, 173-223.
- Samara J. (2006). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica* (pp. 108-124). 3a. ed. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Stotz, K.; Griffiths, P. y Knight, R. (2004). How Biologists Conceptualize Genes: An Empirical Study. *Studies In The History And Philosophy Of Biological And Biomedical Sciences*, 35, 647-673.