

PLURALISMO INTEGRATIVO:
TRASIEGO DE VIRTUDES EPISTÉMICAS Y
TRANSDISCIPLINA [NEWTON, WHEWELL, DARWIN Y WILSON]

**Pluralismo integrativo:
trasiego de virtudes epistémicas y transdisciplina [Newton, Whewell, Darwin y Wilson]**

*Integrative pluralism:
transfer of epistemic virtues and
transdiscipline [Newton, Whewell,
Darwin y Wilson]*

**Pluralismo integrativo:
transferência de virtudes epistêmicas e transdisciplina [Newton, Whewell, Darwin y Wilson]**

Heriberto Ramírez Luján

*Universidad Autónoma de Chihuahua
hramirez@uach.mx*

RESUMEN

Se busca esbozar cómo los ideales epistémicos de Newton transitaron hasta Darwin, que le permitieron integrar su teoría de la evolución. Con la idea de mostrar una imagen más fluida de la ciencia en un entramado complejo en el cual el trasiego epistémico es una constante aún entre teorías que antes pudieran concebirse como impensables. Apoyado en el enfoque de la noción de consilencia de Wilson. Abriendo, además, la posibilidad de que ciudadanos, o personas fuera del ámbito de la ciencia puedan ser también parte del desarrollo de la ciencia.

Palabras clave: Pluralismo integrativo, virtudes epistémicas, trasiego epistémico, transdisciplina.

ABSTRACT

It seeks to outline how Newton's epistemic ideals transitioned to Darwin, which allowed him to integrate his theory of evolution. With the idea of showing a more fluid image of science in a complex framework in which epistemic transfer is a constant even between theories that could previously be conceived as unthinkable. Supported by the approach of Wilson's notion of consilience. Also opening up the possibility that citizens, or people outside the field of science, can also be part of the development of science.

58

Keywords: Integrative pluralism, epistemic virtues, epistemic transfer, transdiscipline.

RESUMO

Procura delinear como os ideais epistêmicos de Newton fizeram a transição para Darwin, o que lhe permitiu integrar sua teoria da evolução. Com a ideia de mostrar uma imagem mais fluida da ciência num quadro complexo em que a transferência epistêmica é uma constante mesmo entre teorias que antes poderiam ser concebidas como impensáveis. Apoiado na abordagem da noção de consiliência de Wilson. Abrindo também a possibilidade de que cidadãos, ou pessoas fora do campo da ciência, também possam fazer parte do desenvolvimento da ciência.

Palavras-chave: Pluralismo integrativo, virtudes epistêmicas, transferência epistêmica, transdisciplina.

El pensamiento científico moderno está asociado de manera indisoluble con el pensamiento de Newton y Darwin. Ambos han ejercido una influencia indiscutible en diversas áreas del conocimiento, en una ontología tan diferente pudiera parecer difícil encontrar un punto en común. La epistemología de virtudes nos permitirá, en principio, trazar un puente y precisar el tránsito de las virtudes epistémicas, en principio, de Newton a Darwin.

Luego, la idea es mostrar, cómo ciertos ideales del trabajo de Newton fueron retomados por Darwin para elaborar la teoría de la evolución; para de esta manera contribuir a trazar una imagen más dinámica de la ciencia como un entramado complejo en el cual el intercambio epistémico es una constante aún entre teorías que antes pudieran concebirse como impensables, en proximidad al desarrollo que de esta noción ha realizado Wilson; pero dando cabida al hecho de cómo los ciudadanos, o personas fuera del ámbito profesional de la ciencia, han jugado un papel importante para la integración de datos, información y saberes que han sido un elemento importante en la comprobación o refutación de hipótesis, contribuyendo al desarrollo de teorías valaderas e incrementando así el conocimiento de distintos aspectos de nuestro mundo.

59

Las ideas sustentadas sobre la noción de virtud epistémica han cobrado una presencia mayor en tiempos recientes. Uno de sus epistemólogos más célebres, Ernesto Sosa, se refiere al concepto de virtud como “una cualidad que tiende a maximizar nuestro superávit de verdad sobre el error” (Sosa, 2011). Desde mi perspectiva serían aquellas prácticas científicas o ideales epistémicos que ofrezcan mayores posibilidades de acercarnos a la verdad. La matematización, experimentación, poder predictivo, fecundidad, pueden ser parte de esos ideales que ciertas comunidades científicas y en determinados periodos históricos ponderan unas sobre las otras, de acuerdo en cuál tradición de conocimiento se inscriban.

Por otro lado, tenemos el concepto de consiliencia y transdisciplina. El primero tiene su origen en Whewell, en *The philosophy of inductive sciences*, publicado en 1840; y reaparece con Edward O. Wilson en *Consilience: la unidad del conocimiento* de 1999. Whewell pensó que la mejor prueba para cualquier explicación o teoría científica es lo que llamó consiliencia. Y que se comentará con mayor amplitud más adelante.

Otro concepto relevante a tratar para el desarrollo de nuestra idea es el de transdisciplina, y en relación complementaria con el anterior, y cuya exposición más satisfactoria, me parece, la encontramos en León Olivé (2010); lo define de la siguiente manera:

Entendemos la trandisciplina como la formulación de problemas y de propuestas para entenderlos y resolverlos, mediante la concurrencia de especialistas de diversas disciplinas, así como de gente que no proviene de ninguna disciplina pero que puede hacer aportes de conocimientos relevantes. La investigación transdisciplinar se caracteriza porque, además de utilizar conceptos y métodos provenientes de las disciplinas y de formas de generar conocimiento que en ella concurren, también en ella se forjan conceptos y métodos que no existían previamente y que no se identifican con ninguna disciplina particular. Los resultados tampoco son asimilables a ninguna de las disciplinas ni a las formas previas de generar conocimiento.

Ambos conceptos expuestos antes abren la posibilidad de fortalecer estos caminos para tener un panorama más amplio y con ello un pluralismo epistémico, que si bien en episodios aislados de la ciencia nunca, hasta donde sabemos, ha formado parte de una política pública de la ciencia.

60 **CONCILIACIÓN TRANSDICIPLINAR, UN POCO DE HISTORIA**

Quisiera compartir un pasaje tomado por Pedro Olalla en su *Historia Menor de Grecia*, en el cual relata cómo el matemático y geógrafo Marino de Tiro, al estudiar y corregir la astronomía matemática de Hiparco, con base en la medición que Posidonio había hecho de la tierra un siglo antes. El testimonio de un marinero griego venido de Oriente le orilló a reconsiderar sus mediciones y a extender el ecúmeno hacia el este. Aléxandros como se llamaba el atento navegante, refería en sus anotaciones que al este de lo que se conoce como Gran Golfo existía tierra inmensa que los chinos llamaban la Cola del Dragón y una amplia bahía llamada Kattigara en que estos fondean sus naves. Según el decir del marino, el Gran Golfo era tan basto que bien podría cubrir ciento sesenta grados de la circunferencia de la Tierra.

Estas afirmaciones consiguieron desconcertar a Marino, quien después de ensayar varias hipótesis fue ajustando el testimonio recibido, hasta reducir a setenta y nueve grados las dimensiones que Aléxandros le atribuyó al Gran Golfo. Medio siglo después él, Ptolomeo tendrá en alta estima el conjunto de su obra, pero también se enfrentó con el problema del Gran Golfo, y para resolverlo redujo de nuevo su dimensión dejándola tan solo en ocho grados, según lo testimonia Olalla. Así, gracias al prestigio del sabio alejandrino y la decadencia de los tiempos que le siguieron convirtieron su hipótesis en una verdad confiable. Es así que ateniéndose a ella Agathodemon dibujará su mapa de los lejanos lugares referidos por el perspicaz marino. Siglos después, Al Jaurizmi y Al Masudi los copiarán en Bagdad; luego, hará lo mismo Martellus en la Florencia del Renacimiento (2015). Sin

embargo, el intrépido navegante griego tenía razón: no fueron ocho grados sino ciento ochenta la anchura del Gran Golfo y la distancia que separa Asia de la Cola del Dragón. Hubo que esperar todavía mil quinientos años para volver a descubrir el Pacífico y la Tierra del Fuego y las costas de América del Sur.

¿QUÉ ES LA *VERA CAUSA*?

Creo que ejemplos de conciliación y transdisciplina podemos encontrar una buena cantidad en la historia de la ciencia y la cultura. Su coexistencia y fecundidad se irán documentando a medida que tengamos un panorama más íntegro de la ciencia. Toca ahora exponer de manera sucinta lo que podría ser un ejemplo de fertilidad de lo que yo llamo el trasiego epistémico compatible con la consiliencia y la transdisciplina. Puede ser expuesto a través del ejemplo del uso de *vera causa* o verdadera causa, que tiene en Newton uno de sus mejores representantes. Se trata de la primera de sus cuatro reglas metodológicas: “No debemos para las cosas naturales admitir más causas que las verdaderas y suficientes para explicar sus fenómenos” (Newton, 1993). Un principio metodológico que guió su trabajo a lo largo de toda su vida. Ahora faltaría ver si es posible mostrar cómo este concepto es llevado hasta Darwin para guiar su camino hacia la teoría evolutiva. Que aquí la consideramos como la prosecución de una virtud epistémica.

¿Cómo llega esta noción a Darwin? Él considera a John Herschel como una influencia importante, quien lo menciona en su autobiografía como uno de los libros que más le influyeron.

Durante mi último año en Cambridge, leí con atención y profundo interés *Personal narrative* de Humboldt. Esta obra y la *Introduction to the study of natural philosophy* de Sir J. Herschel suscitaban en mí un ardiente deseo de aportar, aunque fuera la más humilde contribución a la noble estructura de la ciencia natural. Ningún libro de la docena que había leído me influyó tanto como aquellos dos (Darwin, 1993).

Pero, ¿cuál era la teoría de la ciencia de Herschel? ¿cuáles son esos ideales epistémicos que llegaron hasta Darwin? En *A preliminary discourse on the study of natural philosophy* pueden apreciarse algunas de estas ideas.

De hecho, la gran y única fuente última de nuestro conocimiento de la naturaleza y sus leyes, es la experiencia; con lo cual queremos decir, no la experiencia de un solo hombre, o de una generación, sino la experiencia acumulada de toda la humanidad, en todas las edades, registrada en libros o registrada por la tradición. Pero la experiencia puede adquirirse de dos maneras: primero, notando los hechos a me-

dida que ocurren, sin ningún intento de influir en la frecuencia de su ocurrencia, o variando las circunstancias bajo las cuales ocurren; esta es la observación: o, en segundo lugar, poniendo las causas y agentes de la inacción sobre los que tenemos control, y variando intencionadamente sus combinaciones y observando qué efectos tienen lugar; esto es un experimento. Debemos mirar esas dos fuentes como las fuentes de todas las ciencias naturales (1831).

62 La experimentación llevada a cabo con finos controles instrumentales y matemáticos es una condición necesaria para descubrir las leyes de la naturaleza. Las leyes de la naturaleza son casusas verdaderas que existen en la realidad y hay ciertos tipos de procedimientos para descubrirlas. Herschel sostiene que la investigación inductiva consta de dos etapas: en la primera la finalidad principal del filósofo natural es descubrir las causas próximas y las leyes generales de baja generalidad. Tales causas han de ser verdaderas, *verae causae*, y las leyes solo generalizaciones empíricas. En la segunda etapa, la investigación se dirige a formar teorías generales sobre la base de las generalizaciones empíricas de la primera etapa y a elaborar teorías e hipótesis. Me parece oportuno traer a colación como lo resume Godfrey Guillaumin (2009): “Una causa implica: a) la demostración de que una causa candidata existe realmente y b) la demostración de que es suficiente para producir el fenómeno observado”.

LA CONSILIENCE DE WILLIAM WHEWELL

Una consiliencia es una forma de inducción que explica datos de tipo diferente de aquellos de los que se introdujo inicialmente para explicar. Aunque sus afirmaciones de la fuerza probatoria independientemente de una consiliencia puedan parecer extravagantes (Butts, 1989).

Los casos en que ha ocurrido esta [consiliencia] nos impresionan con la convicción de que la verdad de nuestra hipótesis es cierta. Ningún accidente podría dar lugar a una coincidencia tan extraordinaria. Ninguna suposición falsa podría, después de ajustarse a una clase de fenómenos. Ninguna suposición falsa podría, después de ajustarse a una clase de fenómenos, representar exactamente una clase diferente, donde el acuerdo fue imprevisto y no contemplado. Que las reglas que surgen de lugares remotos e inconexos deban saltar al mismo punto, solo puede surgir de que sea el punto donde reside la verdad (Whewell, 1989).

Butts (1989) explica que una forma de consiliencia es una predicción exitosa de lo inesperado o sorprendente. En la que toda teoría debidamente formulada tiene implicaciones lógicas como afirmaciones empíricas que se derivan seductoramente de la teoría. Pero, si una teoría explica con éxito descripciones de tipos de cosas o eventos que no son meras consecuencias lógicas de una teoría, y que proporcionan

evidencia independiente adicional para la teoría, entonces parece que estamos implicados en algún tipo de reducción de clases de datos a otros tipos de clases de datos. De hecho, una consiliencia adecuada, propone Whewell, de la inducción tiene lugar cuando se considera que los datos de un tipo diferente de las expectativas deductivas de una teoría son del mismo tipo que los inicialmente agrupados.

¿CÓMO LA ENTIENDE DARWIN?

Una de las cuestiones que a Darwin le inquietaron después de su largo viaje alrededor del mundo, y que luego buscó la manera de explicar, fue la distribución biogeográfica. Parte de este enigma se originó a raíz de la recolección de sinzontes que hizo en las islas Galápagos. La pregunta que se hacía era por qué individuos tan semejantes viviendo en la misma región geográfica podrían conformarse en especies diferentes.

El azar fue uno de los rasgos epistemológicos de la teoría de Darwin más difíciles de comprender e interpretar, propiciado por la manera de entender las variaciones individuales. El principio de selección natural depende de que esté mejor adaptado; pero la mejor adaptación no garantiza la supervivencia del individuo, solo la hace más probable, de manera razonable puede esperarse que los individuos mejor adaptados sobrevivan y los menos adaptados no. Su punto de vista es que su existencia depende de que hay una conclusión razonable a partir de varias premisas, respecto a la herencia, al cambio geológico y a la superfecundidad, para lo cual o bien son ya aceptadas o son observacionalmente evidenciadas.

Darwin intentaba explicar la transmutación de las especies mediante un mecanismo que tampoco era observado directamente, la selección natural. Ofrecía evidencia indirecta recopilada desde diferentes frentes para indicar que posiblemente el fenómeno de la especiación era un fenómeno realmente existente.

Uno de los argumentos que Darwin utilizó en el *Origen de las especies* (2009) para apoyar la idea de que la selección era una *vera causa*, fue por analogía, en específico respecto a los criadores de palomas. Una parte de su información provenía, más que de colegas o investigaciones académica de criadores domésticos, horticultores o ganaderos, a los cuales en ciertos pasajes les da el crédito correspondiente, por ejemplo, a propósito de los efectos de la costumbre y del uso y desuso de los órganos, a propósito de los animales domésticos, señala: “los criadores creen que las patas largas van casi siempre acompañadas de cabeza alargadas”.

Comenta, también en su autobiografía, cómo a raíz del interés despertado por las notas de Humboldt sobre las glorias de Tenerife, y al no poder estar en persona “conseguí que me presentaran a un marino mercante de Londres que me informara sobre barcos; por supuesto, el proyecto (de viajar hacia ahí) quedó frustrado por el viaje del *Beagle*” (Darwin, 1993). Esta disposición para escuchar a personas fuera del campo científico, me parece, son ejemplos significativos de cómo en Darwin hay ya un estilo de pensamiento transdisciplinar. Pocas líneas adelante, Darwin vuelve a destacar el caso de

un obrero que me había contado que, cuando estaba examinando un viejo cascaxar cerca de Shrewsbury, había encontrado una gran concha tropical de voluta deteriorada, como las que se ven en las campanas de las chimeneas de las casas de campo, y, puesto que el obrero no estaba dispuesto a vender la concha, me convencí de que en efecto la había encontrado en el hoyo (Darwin, 1993).

64

Al hablar con Sidgwick, uno de sus colegas, este supuso que alguien la debió haber tirado en el hoyo, pero, añadió que de no ser así “sería el mayor infortunio para la geología, pues echaría abajo todo lo que conocemos sobre los depósitos superficiales de la región de Midlands”. Este pasaje revela, por un lado, lo importante de saber escuchar, aún a los que están fuera de nuestro universo intelectual, y por otro, la relevancia de la información que por esta vía podemos obtener. A continuación Darwin (1993) añade un par de líneas reveladoras “nada me había demostrado tan claramente que la ciencia consiste en agrupar datos para poder extraer de ellos leyes o conclusiones generales”.

En otro ejemplo, en el cual también se basa en conocimientos o información generados fuera del ámbito profesional hace referencia a:

El profesor Wyman me ha comunicado recientemente un buen ejemplo de este hecho [ser dañados por ciertas plantas]: preguntando a algunos labradores de Virginia por qué todos sus cerdos eran negros, le informaron que los cerdos comieron *Paint root*, que tiñó sus huesos de color de rosa e hizo caer las pezuñas de todas las variedades, menos la de la negra (2009).

En un tercer y último ejemplo de cómo Darwin (2009) recurre a información transdisciplinar es a propósito de “cuando la selección solo puede obrar por el bien y para el bien de cada ser, sin embargo –puntualiza– caracteres y estructura que estamos inclinados a considerar de poca importancia pueden ser influidos por ella”. Y para tal efecto hace la siguiente referencia:

En las plantas, la vellosidad del fruto y el color de la carne son considerados por los botánicos como caracteres de poca importancia; sin embargo, sabemos por un excelente horticultor. Downing, que en Estados Unidos las frutas de piel lisa son mucho más atacadas por un coleóptero, un *Curculio*, que las que tienen vello, y que las ciruelas moradas padecen mucho más cierta enfermedad que las ciruelas amarillas, mientras que otra enfermedad ataca a los melocotones de carne amarilla con más frecuencia que a los que tienen otro color (2009).

Es un procedimiento que utiliza de manera reiterada en el transcurso de la exposición de su teoría en *El origen de las especies* y en otras de sus obras como el *Origen del hombre* y en *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*, entre otras. De lo cual puede colegirse que forma parte de su metodología. Si a eso le sumamos que hay en su teoría una integración de saberes o conocimientos provenientes, ya antes señalados, de una buena cantidad de disciplinas como la geología, paleontología, botánica, zoología, ornitología, entomología, climatología, entre otras, entonces estaríamos frente a lo que Sandra Mithcell nombra como pluralismo integrativo, que, me parece, es una forma clara de pensamiento complejo.

El punto fundamental de eso, para la tradición de la *vera causa*, es que, desde Newton, se sabía que cualquier hipótesis bien construida puede en principio explicar una serie de fenómenos diferentes y al mismo tiempo estar articulada con base en meras conjeturas.

ESCENARIOS PRESENTES Y FUTUROS

65

Un ejemplo temprano en el siglo XX es el de Paul Forman en *Cultura en Weimar. Causalidad y teoría cuántica 1918-1927*, nos muestra cómo *La decadencia de Occidente* de Spengler, un concepto, en este caso el de acausalidad, en opinión de Forman, pasa del ámbito de la cultura humanística a la ciencia, en lo que sería “un esfuerzo de los físicos alemanes para adaptar el contenido de su ciencia a los valores de su medio ambiente intelectual” (1984), traído a cuento por ser otro ejemplo para ilustrar un poco más el tránsito o trasiego de un concepto de un ámbito a otro. Aunque esto merece un tratamiento más amplio.

Se podría decir que, de un modo accidentado y producto de un conjunto de prácticas institucionales, muchas de ellas son de carácter administrativo y han orillado a quienes se dedican a la investigación a transitar por un sendero con múltiples paradas que demandan tiempo y esfuerzos para realizar tareas distintas a las estrictamente relacionadas con la investigación. Es lo que Karin Knorr Cetina (1996) nombra como las arenas transepistémicas.

Los científicos hacen inteligible su trabajo de laboratorio refiriéndose a compromisos y negociaciones (Cetina, 1996) que apuntan más allá del lugar de investigación (y vuelve inteligible su involucrarse con lo *ex situ* por referencia a su trabajo de laboratorio). Pero el razonamiento de laboratorio de los científicos no solo nos lleva fuera de los límites de investigación, sino que también no lleva más allá de las fronteras de la especialidad en la cual un científico o un fragmento de la investigación— es incluido. Nos enfrentamos con arenas de acción que son *transepistémicas*; ellas involucran una mezcla de personas y argumentos que no se dividen naturalmente en una categoría de relaciones permanentes a la “ciencia” o la “especialidad” y una categoría de “otros” asuntos”.

Esta parece ser una fotografía más nítida de lo que pasa en la ciencia, investigadores reuniendo informes, enviando documentos oficiales, gestionando trámites presupuestales, buscando espacios para publicar, sustentando conferencias, impartiendo cursos y demás. En un escenario de fondo donde, al menos en las ciencias naturales, “las fronteras entre disciplinas están desapareciendo, para ser sustituidas por ámbitos híbridos cambiantes en lo que está implícita la consiliencia” (Wilson, 1999). Para (Wilson, 1999):

Si el mundo funciona realmente de manera que fomenta la consiliencia del conocimiento, creo que la empresa de la cultura acabará por caer dentro de la ciencia, es decir, de las ciencias naturales, y de las humanidades, en particular las artes creativas. Estos ámbitos serán las dos grandes ramas del saber en el siglo XXI. Las ciencias sociales continuarán dividiéndose dentro de cada una de las disciplinas, proceso que ya ha comenzado de manera rencorosa, y una parte caerá dentro de la biología o se hará continua con esta, y la otra se fusionará con las humanidades. [...] En el proceso, las humanidades, que van desde la filosofía y la historia hasta el raciocinio moral, la religión comparada y la interpretación de las artes, se acercarán más a las ciencias y en parte se fusionarán con ellas.

66

La emergencia de formas y estilos de pensamiento, o de nuevos conceptos, enriquecen, y a veces también crean confusión. Sin embargo, en medio de todo suelen aparecer ideas prometedoras como la ciudadanía científica o ciencia ciudadana que consiguen trazar en base a viejas experiencias nuevos horizontes. Tengo en mente a Daniel Inerarity y a Caren Cooper. Cooper (2018), por ejemplo, subraya que la raza humana se enfrenta a muchísimos problemas de peso que los científicos por sí mismos no pueden resolver: sobrepoblación, cambio climático, nuevas enfermedades, deforestación, minería de remoción de cima, grandes aglomeraciones de basura en los océanos y otros temas urgentes y polémicos. Los científicos, sean gente común y corriente o héroes extraordinarios, no pueden curar estos males y sus métodos están acordonados, disponibles solo para unos cuantos. Para generar soluciones efectivas tenemos que romper el aislamiento de los procesos científicos de descubrimiento. Necesitamos fomentar la capacidad que tiene la gente común de hacer uso de esta poderosa fuerza de la corriente dominante de la sociedad.

Esta orientación intelectual ha recibido distintas denominaciones: *consilience*, transdisciplinariedad, nuevo humanismo, tercera cultura, con algunos matices diferenciadores, pero de fondo es una invitación a reconsiderar nuestras tradicionales formas de pensamiento. Es una invitación o sugerencia, según Brockman (2007) a “lo que de alguna manera ya han venido haciendo autores como Russell, Piaget, Popper, Bateson, Morín, y más recientemente Wilson, así como buen parte de antiguos filósofos analíticos que han comprendido que la filosofía es algo más que el desbrozo de sus instrumentos analíticos”.

La riqueza de nuestro tiempo es al mismo tiempo motivo de confusión, la abundancia de disciplinas, las radicales fuentes de desacuerdo que privan por encima del diálogo sensato complican la tarea de unir las distintas formas de pensamiento. Sin embargo, el contar con un panorama amplio y más claro permitirá, me parece, el flujo o el trasiego del conocimiento, que pudiera fomentar la integración de saberes a lo largo y ancho del mundo, pues de ello depende en gran medida la posible solución de muchos de nuestros más acuciantes problemas. De la historia de la ciencia y del conocimiento todavía podemos extraer ejemplos edificantes, el apostar por las novedades o las modas epistémicas hace que olvidemos parte de nuestras raíces más féculas. En el pluralismo integrativo todo cabe, si se está dispuesto al escrutinio de colegas y de los ciudadanos críticos. ■

REFERENCIAS

- BROCKMAN, J. (2007). *El nuevo humanismo*. Barcelona: Kairós.
- BUTTS, R. E. (1989). Introduction. En W. Whewells, *Theory of scientific method* (págs. 3-30). Pittsbuh: Hackett Publishing Company.
- CETINA, K. K. (1996). ¿Comunidades epistémicas o arenas trnasepistémicas? Una crítica a los modelos cuasi-económicos de la ciencia. *Redes*, Vol. III, No. 7., 129-160.
- COOPER, C. (2018). *Ciencia ciudadana*. México: Grano de sal y Secretaría de cultura.
- DARWIN, C. (1993). *Autobiografía*. México: Alianza.
- DARWIN, C. (2009). *El origen de las especies*. México: UNAM.
- FORMAN, P. (s.f.).
- FORMAN, P. (1984). *Cultura en Wimar, causalidad y teoría cuántica, 1918-1927*. Madrid: Alianza.
- 68 GUILLAUMIN, G. (2009). *Raíces metodológicas de la teoría de la evolución de Charles Darwin*. Barcekiaba: Anthropos.
- HERSCHEL, J. F. (1831). *A preliminary discourse on the study of natural philosophy*. Philadelphia: Collague Cambridge.
- NEWTON, I. (1993). *Principios matemáticos*. Barcelona: Altaya.
- OLALLA, P. (2015). *Historia menor de Grecia*. Barcelona: Acantilado.
- OLIVÉ, L. (2010). Conocimientos tradicionales e innovación: desafíos transdisciplinarios. En R. S. Peláez, *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinarietà* (págs. 107-129). Barcelona: UAN/Anthropos.
- SOSA, E. (2011). Conocimiento y virtud intelectual. En M. M. Valdés, *Normas, virtudes y valaores epistémicos* (págs. 193-219). México: UNAM.
- WHEWELL, W. (1989). *Theory of scientific method*. Pittsburgh: Hackett Publishing Company.
- WILSON, E. O. (1999). *Consilience. La unidad del conocimiento*. Barcelona: Galaxia Gutenberg.

