

# SOBRE LOS PRINCIPIOS GNOSEOLÓGICOS DE BERTRAND RUSSELL

Rafael Andrés Alemañ Berenguer  
Universidad de Alicante

**Resumen:** Recogidos en 1948, dentro de su obra cumbre sobre la extensión y limitaciones del conocimiento humano, los principios gnoseológicos que Bertrand Russell consideró como elementos fundamentales en la construcción del conocimiento científico, siguen hoy siendo dignos de una discusión pormenorizada. Dada la envergadura del autor, no será sorprendente constatar que los postulados gnoseológicos de Russell, aun contemplados desde la perspectiva científica actual, siguen apuntando hacia algunas de las cuestiones más controvertidas, todavía sin resolver, de la teoría del conocimiento.

**Palabras clave:** Russell; gnoseología; conocimiento; ciencia.

ON THE BERTRAND RUSSELL'S GNOSEOLOGIC PRINCIPLES

**Summary:** Exposed in 1948, within his masterpiece on the scope and limits of human knowledge, the epistemological tenets that Bertrand Russell regarded as fundamental elements in the construction of scientific knowledge, are still worthy of a detailed discussion today. Given the excellence of the author, it will not be surprising to see that Russell's gnoseologic postulates, even for the present scientific view, address some of the most controversial questions still to be solved in the theory of knowledge.

**Keywords:** Russell; gnoseology; knowledge; science.

**Recibido:** 18 de abril de 2021

**Aceptado:** 23 de junio de 2021

DOI 10.24310/NATyLIB.2022.vi16.12383

## 1. *Introducción*

El filósofo y matemático inglés Bertrand Russell (1872 – 1970) fue uno de los pensadores más descollantes del siglo XX, cuya obra rivaliza en ex-

tensión y profundidad con cualquiera de los clásicos que le precedieron. Russell nunca llegó a ser tan influyente en política como Sartre o Marcuse, porque jamás se dejó dominar por un espíritu abiertamente partidista. Sus análisis eran demasiado racionales para ser manipulables en manos de cualquier movimiento político, ya que nunca desatendió su inquebrantable compromiso con el estudio objetivo de la realidad, natural o social. En ese sentido puede decirse que Russell siempre se mostró moderno, sin caer en la tentación de convertirse en post-moderno.

También en el ámbito gnoseológico su pensamiento evolucionó partiendo de una educación filosófica, en el Trinity College de Cambridge, muy influenciada por Kant y Hegel. A través de las obras de los grandes idealistas británicos J. M. E. McTaggart (1866 – 1925) y F. H. Bradley (1846 – 1924). Russell absorbió la doctrina de las relaciones internas, según la cual toda relación entre dos objetos es en definitiva una propiedad intrínseca de los objetos relacionados. Con esta premisa se llega finalmente a la conclusión que la única realidad genuina es la Conciencia Absoluta –signifique esto lo que sea– y que cualquier conocimiento de aspectos particulares de la naturaleza resulta puramente ilusorio (Russell, 1982).

Sofocado por la estrechez de esta doctrina, Russell la abandonó para descubrir la potencia de los métodos de la lógica moderna aplicada a la filosofía (Gödel, 2006). En la estela de G. Peano (1858 – 1932) y F. L. G. Frege (1848 – 1925), intentó primero fundamentar la matemática sobre la lógica, en el llamado “programa logicista”, y después la física sobre las percepciones, en el “programa fenomenista”, con un espléndido fiasco en ambos casos (Griffin, 2003). La magnificencia de los fracasos de Russell reside en las conclusiones que pudo extraer de sus malogrados esfuerzos. Que la matemática no se pueda cimentar exclusivamente sobre la lógica revela un problema –acaso irresoluble– de importancia filosófica difícil de exagerar. Y el agotamiento del programa fenomenista condenó al empirismo lógico a un lento declive, delimitando un poco mejor el alcance y límites del conocimiento humano. Este fue precisamente el título de la obra de madurez

que mejor recoge las aportaciones de Russell al campo de la gnoseología, un texto sobre el cual nos detendremos a continuación.

## ***2. Alcance y límites del conocimiento humano***

Publicada originalmente en 1948, el libro *El Conocimiento Humano. Su alcance y limitaciones* (Russell, 1983) compendió los puntos de vista finales del gran filósofo británico sobre gnoseología. Las opiniones de Russell tenían como soporte intelectual los avances en cuatro grandes campos científicos: la física, la fisiología, la psicología y la lógica. Con ese trasfondo, el planteamiento del libro gira en torno a la posibilidad de tender puentes entre las percepciones humanas y las construcciones teóricas más abstractas –y por ello más abarcadoras– de la ciencia moderna. Russell se propone conseguirlo trabajando con habilidad en las dos direcciones simultáneamente. Por un lado, partirá de los datos sensoriales para progresar hacia cotas de abstracción cada vez mayores. Por el lado opuesto, tomará los conceptos más generales de la física y buceará en sus cimientos teóricos, en busca del punto de conexión con la experiencia sensible que justificaría tales generalizaciones.

El cuerpo principal de la obra se divide en seis partes, la primera de las cuales contiene una breve, pero satisfactoria, exposición del estado de las ciencias en el momento en que se escribió el texto. Tras distinguir entre el conocimiento individual y el social, el lector se ve conducido en un interesante periplo por las ideas esenciales de la astronomía, la física, la evolución biológica, la fisiología de las percepciones y, finalmente, la psicología como ciencia de la mente. Gran parte de lo que allí se dice sigue conservando su validez hoy días, extremo este que nos revela la envidiable agudeza del autor. Quizás el único desdoro en esta parte primera se deba a la interpretación meramente empirista que Russell hace de las desigualdades de Heisenberg, entendidas como una prescripción sobre las limitaciones inherentes al proceso de medida aplicado a partículas elementales. Esta visión, en línea con la tradicional ortodoxia cuántica de Bohr y Heisenberg, ha sido contundentemente desmentida a lo largo de los años (Bunge, 1983), aun-

que su fascinación persiste incluso en nuestros días.

La sección segunda reúne once capítulos sobre el lenguaje como vehículo y mediador la expresión del conocimiento humano. A través de sus páginas puede constatar el enriquecimiento de las ideas russellianas al respecto, ya que estos capítulos extienden y pulen las tesis expuestas ocho años antes en *An Inquiry into Meaning and Truth* (Russell, 1946a). Hasta qué punto la estructura de nuestro lenguaje refleja y reproduce la estructura del mundo material es el objeto de la investigación de Russell en esta segunda parte. Para este cometido el filósofo inglés no solo se vale del análisis lógico sino también de consideraciones epistemológicas y psicológicas. Una conclusión se le impone irremisiblemente: la verdad se basa en la relación de correspondencia entre una creencia y un hecho (aunque existan eventos que nadie pueda experimentar directamente). Harían bien en tener esto presente quienes defienden la capacidad del lenguaje de “crear mundos”, o de independizarse por completo de emisores y receptores.

La tercera parte, titulada “Ciencia y percepción”, se ocupa de indagar la relación entre la física –escogida como la más desarrollada de las ciencias– y la experiencia. Así lo hace tomando en cuenta las aportaciones tanto de la propia física como de la fisiología para la comprensión de los aspectos psicológicos de nuestro conocimiento como una construcción basada, al menos en parte, sobre los datos sensoriales inmediatamente accesibles a todo ser humano. Russell considera, con acierto, que en lugar de partir del modo en que conocemos para llegar a determinar qué podemos conocer, el camino ha de recorrerse en orden inverso. Si el aparato sensorial humano junto con el cerebro al que se conecta, forman parte del mundo físico, entonces han de verse sometidos a las mismas leyes físicas generales que rigen el conjunto de la materia del universo. El hecho de que los organismos vivos también obedezcan leyes específicas de los sistemas biológicos, no los exime de cumplir las leyes físicas primordiales en un nivel fundamental.

A continuación, los diez capítulos del bloque cuarto ensayan la arquitectura de los conceptos científicos básicos en relación con la experiencia sensible que los contrasta. Si en la sección anterior se contemplaba la per-

cepción como un proceso material necesariamente compatible con las leyes físicas ordinarias, ahora se busca el lazo entre las abstracciones formales de la física teórica y el conjunto de las observaciones experimentales que han de verificarlas. A diferencia de sus anteriores incursiones en el tema, como en *Our knowledge of the external world* (Russell, 1946b), publicado originalmente en 1914, aquí Russell admite que una estricta adhesión al empirismo no siempre conduce del mejor modo posible a una razonable reconstrucción del modo humano de conocer.

La parte quinta del libro se enfrenta al concepto de probabilidad, en sus muy diversas acepciones, así como con sus aplicaciones al universo material. Russell pasa revista a teoría de la probabilidad, como rama de la matemática pura, comparándola con la versión que pretende fundamentarla sobre frecuencias estadísticas finitas, o con la interpretación de las probabilidades como grados de credibilidad. Pero la intención principal de este conjunto de siete capítulos no se dirige a destacar la importancia de la teoría de probabilidades para describir los procesos estocásticos del mundo físico. El verdadero propósito de Russell es delimitar hasta que punto resulta posible asignar al razonamiento inductivo algún tipo de base en el cálculo de probabilidades.

La validez del razonamiento inductivo ha sido objeto de innumerables discusiones, y sin duda así permanecerá durante largo tiempo, si es que alguna vez alcanza una solución definitiva. Muy consciente de ello, Russell concede una importancia capital a la inferencia no demostrativa, aquella en la cual la verdad de las premisas no garantiza la verdad de las conclusiones y tan solo otorga a estas una cierta probabilidad. En este punto es donde descansa el núcleo argumental básico de la obra, pues si tales inferencias no demostrativas nos otorgan algún tipo de conocimiento, debe haber algún conjunto de principios que justifiquen la probable certeza de sus conclusiones. Son precisamente esos postulados –o una versión de ellos– el objetivo que Russell persigue en la sexta y última parte de su obra. Como él mismo explicó en otro lugar:

[...]. La cuestión que hubo de investigar es esta: dado un número de  $A$  que son  $B$ , y ningún ejemplo contrario, ¿en qué circunstancias se aproxima a la certeza, como límite la probabilidad de la generalización «todo  $A$  es  $B$ », cuando el número de  $A$  que son  $B$  se incrementa continuamente? La conclusión a que se llega es que han de cumplirse dos condiciones si esto ha de ocurrir. La primera y más importante de estas dos condiciones es que, antes de que conozcamos cualesquiera ejemplos de  $A$  que son  $B$ , la generalización «todo  $A$  es  $B$ » ha de tener una probabilidad finita sobre la base del resto de nuestro conocimiento. [...]. ¿Cómo vamos a saber que determinada generalización que se sugiera tiene una probabilidad finita en su favor, antes que hayamos examinado algunas de las pruebas en pro o en contra de ella? [...]. Los postulados a que llegué mediante el análisis de ejemplos de inferencia no demostrativa quise que fueran tales que confiriesen esta probabilidad finita a priori a ciertas generalizaciones y no a otras. Se observará que, a fin de que los postulados en cuestión cumplan su función, no es necesario que sean ciertos; solo es necesario que tengan una probabilidad finita. [...]. (Russell, 1982: 210 – 1).

Se plantean ahora tres importantes cuestiones a partir de las consideraciones del filósofo británico: (1º) ¿Hasta qué punto las inferencias científicas son “no demostrativas”?; (2º) ¿qué significado tienen las probabilidades asignadas, *a priori* o *a posteriori*, a una generalización empírica?; y (3º) ¿cuál es el grado de validez de los postulados propuestos por Russell para cimentar este edificio teórico? Al intento de apuntar en qué dirección podría hallarse la respuesta para estos tres interrogantes se dedicará el resto del presente artículo.

### ***3. El carácter de la inferencia científica***

Al dividir las inferencias en demostrativas y no demostrativas acaso estamos imponiendo un patrón demasiado restringido al razonamiento científico, el cual –como el propio Russell apunta en diversos pasajes– no puede reducirse meramente a las técnicas de la lógica formal. Las conclusiones de

un silogismo bien construido son demostrativas por cuanto su veracidad se sigue lógicamente –esto es, deductivamente– de la verdad de las premisas. Es en ese sentido que también se denominan proposiciones analíticas y se las considera necesariamente verdaderas.

Como buen lógico y matemático, además de filósofo, Russell sabe que las ciencias naturales no pueden reducirse a una colección de silogismos, toda vez que las conclusiones científicas aportan conocimiento nuevo, capacidad de la que carece la lógica simbólica. En consecuencia, el conocimiento científico debe proceder de inferencias no demostrativas, cuya verdad no resulta lógicamente necesaria puesto que no son proposiciones analíticas. Precisamente en este extremo se revela el bagaje empirista que en cierta medida lastra el pensamiento de Russell, a pesar de que él mismo dedica un capítulo a discutir las insuficiencias del empirismo como filosofía de la naturaleza. Tal como Kant había hecho depender la legitimidad de la ciencia natural de los juicios sintéticos *a priori*, Russell toma como una de las piedras angulares de su gnoseología la existencia de inferencias no demostrativas cuya veracidad puede estimarse más o menos probable, especialmente por cuanto ni siquiera podemos tener certeza sobre la exactitud de las premisas.

En la vida cotidiana, ciertamente la mayoría de nuestras inferencias –o casi todas ellas– son del tipo no demostrativo que menciona el filósofo británico. Nos desenvolvemos a diario con razonamientos que, aun lógicamente correctos, se apoyan sobre premisas poco claras, conjeturas difusas, intuiciones y prejuicios. Y el hecho de que salgamos adelante con bien en la mayoría de las ocasiones rinde un sincero homenaje al cerebro humano como predictor de comportamientos. Pero resulta difícil creer que obramos del mismo modo cuando realizamos inferencias científicas.

Si adoptamos como premisa la hipótesis de que la ley newtoniana de la gravitación universal es correcta, a nadie se le ocurriría decir que el cálculo de la fuerza de atracción entre dos objetos tiene una elevada probabilidad de ser verdadero. Sencillamente, los razonamientos científicos no operan así. Veremos en los siguientes epígrafes que Russell comete el típico error

empirista de asignar probabilidades a enunciados legales, cuando la probabilidad solo tiene sentido para sucesos (reales o ideales). Carece de sentido atribuir probabilidades a proposiciones lingüísticas o a algoritmos matemáticos, pues el azar es un concepto originariamente físico y a los hechos materiales –aun idealizados– debe remitirse en último término.

Una aproximación más realista al proceder de los profesionales de la ciencia revela que se parte de una teoría (un sistema hipotético-deductivo) más o menos general, aplicada a algún sistema material concreto representado mediante una simplificación idealizada, o “modelo”. Los investigadores ponen asimismo un extraordinario cuidado al controlar las posibles fuentes de error experimental, justamente porque consideran que son esos errores los que obligan a un tratamiento estadístico que confirme la validez de los datos. Muy al contrario, en ningún momento suponen que las teorías empleadas, o las leyes que estas incluyen, hagan verdaderas sus conclusiones con una cierta probabilidad.

Las concepciones científicas pueden alterarse, sin duda, pues la ciencia solo suministra un conocimiento parcial, inexacto y provisional, momento en el cual las teorías invalidadas habrán de sustituirse por otras más poderosas y abarcadoras. Pero eso no significa que una hipótesis experimentalmente refutada –por ejemplo, la existencia del éter electromagnético– haya proporcionado predicciones con muy baja probabilidad de ser ciertas; sencillamente se trata de una hipótesis errónea.

Sin embargo, es cierto que en determinados casos los científicos formulan inferencias cuyos resultados se caracterizan por una cierta probabilidad, como sucede en las teorías estocásticas. La mecánica estadística clásica o la física cuántica no suelen realizar predicciones de valores concretos, sino más bien de distribuciones de probabilidad. Así ocurre porque estas teorías incluyen entre sus postulados al menos uno que tiene en cuenta el comportamiento aleatorio o semialeatorio de los objetos que describen.

Un asidero al que Russell jamás renunció seriamente fue la validez del principio de causalidad y su vinculación con el espacio-tiempo, como veremos más adelante al considerar la estrecha relación que el establece entre



líneas causales y series de sucesos espacio-temporales. Surge así una cuestión muy interesante: ¿podríamos definir el orden espacio-temporal de los sucesos físicos a partir de las conexiones causales entre ellos? En Relatividad Especial, conceptos como “separación espacial”, “separación temporal”, o “simultaneidad” son caracterizables en términos de relaciones causales. Ahora bien, al pasar a la Relatividad General dos variedades con métrica diferente podían compartir la misma estructura causal, lo que demuestra que la conexión causal no basta por sí sola para definir las relaciones espacio-temporales (Robb, 1921, 1936).

Ocurre que la geometría sin más no determina la estructura causal del espacio-tiempo, y viceversa, las conexiones causales se revelan insuficientes para seleccionar una geometría espacio-temporal entre varias posibles. Las propiedades topológicas sí podrían definirse mediante relaciones causales, incluso en una variedad espacio-temporal curva, siempre y cuando no existan curvas temporales cerradas, o no sea posible obtenerlas tras un desplazamiento infinitesimal de una curva temporal no cerrada. De ser así, todas las características topológicas –al menos en la topología ordinaria de variedades– quedan determinadas una vez se han especificado las series de sucesos que constituyen trayectorias causales continuas en el espacio-tiempo (Sen, 2010).

Tradicionalmente se ha concebido el universo de acuerdo con dos aspectos. En su vertiente espacio-temporal el cosmos es el conjunto de todo lo que existe en el espacio y en el tiempo; en su faceta causal, es la colección de todos los procesos en los que unos sucesos determinan el acaecimiento de otros. Precisamos de coordenadas espacio-temporales para establecer las leyes físicas, que son relaciones causales en su mayor grado de sofisticación, pero a la vez necesitamos de estas leyes para especificar coordenadas físicamente reales en el espacio y en el tiempo, más allá de la mera construcción abstracta de la matemática pura.

Todo parece indicar que las propiedades métricas de un espacio-tiempo –o, al menos, algunas de ellas– no pueden verse reducidas únicamente a relaciones causales. Bien al contrario, la noción de causalidad parece conte-

ner algún elemento espacio-temporal como ingrediente básico. Sabemos ya con certeza que para concretar la geometría de un cierto espacio-tiempo no basta la estructura causal, sino que además hemos de aportar una estructura métrica, como la proporcionada por las trayectorias de los cuerpos en caída libre.

Las relaciones causales pueden considerarse suministradas por la disposición de conos de luz en el espacio-tiempo, puesto que nuestras leyes físicas afirman la imposibilidad de superar la velocidad  $c$ , y ello se expresa estipulando que ninguna línea de universo puede salir de su cono de luz local. Pero además necesitamos un modo de vincular las características de cada cono de luz local con el de su inmediata vecindad, objetivo que se alcanza en virtud del conjunto de geodésicas del espacio-tiempo, que son referenciales inerciales locales y nos brindan la conexión afín necesaria para este propósito (Friedman, 1991).

#### **4. La selección natural como dinámica de cribado ecosistémico**

La parte quinta, dedicada a las interpretaciones del concepto de probabilidad, reviste una gran importancia para entender cabalmente los puntos de vista de Russell, tanto por aquello que expone como por lo que allí no se dice. El filósofo británico comienza esbozando la teoría matemática de la probabilidad a la que correctamente considera una rama más de la matemática pura, tan exacta como cualquier otra, en tanto no se deseen confrontar sus resultados con los datos empíricos del mundo natural. En tal caso, al igual que sucede con la geometría, constataremos la diferencia entre las elucubraciones matemáticas abstractas y las servidumbres materiales de la ciencia experimental.

Russell distingue, con acierto, el uso formal de la probabilidad matemática (*probability*, en inglés) y la acepción ordinaria de la probabilidad como el grado de verosimilitud o fiabilidad que vagamente asignamos a los supuestos prácticos de la vida cotidiana (*likeliness*). Este segundo significado dio paso a la interpretación subjetivista de la probabilidad (*Finetti*, 1930,

1931; Ramsey, 1931), que considera las probabilidades como atributos de nuestras opiniones subjetivas sobre aquellos asuntos acerca de los cuales no estamos en condiciones de establecer afirmaciones objetivas. Así entendidas, las probabilidades tan solo cuantificarían el grado de confianza que cada opinión inspira en un momento dado a quien la mantenga, sin más aspiración que alcanzar un acuerdo intersubjetivo entre individuos cuyos razonamientos fuesen autoconsistentes.

Contra el subjetivismo se alzó, casi tres décadas después, una interpretación objetivista que juzgaba las probabilidades como “propensiones”, es decir, propiedades genuinamente físicas de los sistemas materiales –en pie de igualdad con la carga eléctrica o la masa, por ejemplo– que reflejarían una característica ínsita del sistema en cuestión (Popper, 1957). Desarrollado en la segunda mitad del siglo XX e inspirado en las paradojas cuánticas, Russell no pudo tener en cuenta este punto de vista antes de escribir su libro, aunque es interesante preguntarse si hubiese modificado sus opiniones de haberlo conocido. Para los propensistas, las probabilidades cuantifican la disposición, o propensión, de un sistema cuántico a dar lugar a ciertas frecuencias estadísticas típicas en una situación experimental específica.

Sorprendentemente, Russell no menciona la axiomatización de la probabilidad llevada a cabo por el ruso Andréi Kolmogórov (1903 – 1987) tres lustros antes de la publicación del libro. Quizás por eso en los siguientes capítulos Russell se mueve en una cierta ambigüedad cuando habla de la frecuencia estadística, pues unas veces parece utilizarla para definir el concepto de probabilidad y otras se diría que la usa para justificar su aplicación empírica.

Tradicionalmente cierta corriente intelectual (Cournot, 1843; Mises, 1928, 1931) ha venido identificando la probabilidad de un suceso con su frecuencia estadística a largo plazo. En tal contexto, solo cabe atribuir probabilidad a un suceso si forma parte de una extensa serie de sucesos del mismo tipo, donde la frecuencia relativa del suceso considerado converge a un límite determinado cuando los miembros de la serie aumentan indefinidamente. El límite así definido sería la probabilidad de ese suceso

dentro de la serie dada, de forma que, si dicho límite no existe, o no se ha establecido el colectivo al que pertenece, no tendría sentido hablar de probabilidades.

Sin embargo, no deberíamos olvidar que los experimentos proporcionan frecuencias de resultados y las fórmulas de la teoría de la probabilidad no son satisfechas exactamente por frecuencias, ni siquiera a largo plazo, que siempre es un plazo finito. Sólo en un tipo especial de procesos aleatorios, las series de Bernoulli, se muestra que la probabilidad de cualquier divergencia dada de una frecuencia con respecto a la probabilidad teórica correspondiente, decrece con el tamaño de la muestra. Pero esta probabilidad de segundo orden es una propiedad matemática de las series de Bernoulli, y por ello no resulta reducible en sí misma a una frecuencia. Así, la denominada “ley de los grandes números” determina el número  $n$  de sucesos aleatorios que debe tener una serie de Bernoulli para que la frecuencia de un resultado concreto  $f_n$  se encuentre dentro de un intervalo  $p \pm \epsilon$  en torno a su probabilidad matemática  $p$  en un porcentaje de ocasiones previamente especificado.

Por otro lado, Russell también comete el muy habitual error de confundir azar con ignorancia:

[...] ¿Cuál es la probabilidad de que un entero menor que 10 elegido al azar sea un número primo? Hay nueve enteros menores que diez, y cinco de ellos son números primos; luego, la probabilidad es de  $5/9$ . ¿Cuál es la probabilidad de que haya llovido en Cambridge el año pasado el día de mi cumpleaños, suponiendo que usted no sepa cuándo es mi cumpleaños? Si  $m$  es el número de días que llovió, la probabilidad es de  $m/365$ . [...]. (Russell, 1983: 357).

El primer ejemplo es plenamente correcto, pero el segundo yerra por completo. Las probabilidades solo pueden aplicarse legítimamente a procesos aleatorios, como sucede cuando escogemos un número al azar en una serie dada. Pero la frase «haber llovido en Cambridge un cierto día de 1947» concierne a un hecho pretérito que nada tiene de aleatorio; o bien llovió

ese día o no lo hizo, con independencia de que sepamos a qué día en concreto nos estamos refiriendo. Un planteamiento mejor hubiese formulado la pregunta acerca de la probabilidad de acertar el cumpleaños de Russell escogiendo un día del año al azar.

Ni siquiera como pronóstico de futuro se pueden asignar probabilidades a la lluvia en un día especificado, a menos que utilicemos frecuencias estadísticas para estimar de nuestras expectativas. Porque, a diferencia – por ejemplo– del instante de una desintegración radiactiva, la lluvia es un fenómeno físico que nada tiene de aleatorio, aun cuando el concurso de numerosos factores dificulte la tarea de acotar los errores en la predicción.

Llegados a este punto, resulta crucial aquilatar todo lo posible –pues sus perfiles son borrosos– las fronteras entre la probabilidad y estadística, por muy estrechamente que suelen relacionarse estas dos disciplinas. La probabilidad es un concepto métrico aplicable a sucesos individuales aleatorios, a diferencia de la estadística, la cual estudia propiedades colectivas de conjuntos sobre cuyos elementos se ha definido una cierta distribución de probabilidad. Es fácil constatar que los parámetros estadísticos básicos (moda, mediana, media, desviaciones típicas, varianzas, etc.) se refieren a propiedades grupales, no individuales.

El propósito de Russell es utilizar una interpretación pertinente de la probabilidad para sustentar el razonamiento inductivo como una de las bases del conocimiento científico. Como el filósofo británico no incluyó en sus consideraciones la interpretación objetivista de la probabilidad, tampoco se planteó fundamentar los razonamientos inductivos sobre la inferencia estadística, para lo cual debe definirse primero un espacio aleatorio en el que insertar el suceso estudiado. Por el contrario, Russell prefiere poner en juego los cinco postulados que él considera indispensables y suficientes para convalidar el método científico, los cuales discutiremos a continuación.

### ***5. Los principios gnoseológicos de Russell***

La inducción de tipo expansivo recoge aquellas inferencias que preten-

den predecir las propiedades de un conjunto posiblemente infinito de elementos a partir de los datos ofrecidos por una muestra parcial de ese conjunto. Este es el género de inducción que Russell sitúa en los cimientos del método científico, puesto que, aunque las premisas no impliquen la verdad de la conclusión, al menos sí aspiran a ofrecer buenos argumentos para creer en ella (Black, 1967). Con ese fin, el filósofo británico se apoya en una muy concreta interpretación de la probabilidad (Keynes, 1921) a la que dedica el quinto capítulo en la parte V de *El Conocimiento Humano*. Ahora bien, incluso esas probabilidades apriorísticas han de justificarse de algún modo, misión encomendada a los principios de la inferencia científica que expondrá a continuación:

Cada uno de estos postulados afirma que algo ocurre a menudo, pero no necesariamente siempre; cada uno, por consiguiente, justifica, en un caso particular, una expectativa racional que no llega a la certeza [...]. Colectivamente, los postulados aspiran a brindar las probabilidades previas que se requieren para justificar las inducciones. (Russell, 1983: 491).

Con la perspectiva histórica que nos otorga el tiempo transcurrido, hoy sabemos que no existe una lógica rigurosa de la inferencia inductiva –en el mismo sentido en que sí la hay para la deducción– y muy verosímilmente no llegue a existir jamás, también por razones lógicas. Sin embargo, un examen atento de los postulados propuestos por Russell sigue encerrando un enorme interés epistemológico por cuanto nos revelará el alcance de tal formulación y su utilidad en el momento actual.

### ***5.1 El postulado de cuasi-permanencia***

La intención declarada de este enunciado es la de prescindir de la noción filosófica de “sustancia”, en la cual se arraigan los conceptos de “cosa” o “persona”. Adoptando esta perspectiva, una porción cualquiera de materia –viva o inerte– no debe ser considerada una sola entidad individual

persistente en el tiempo, sino más bien una serie de sucesos con algún tipo de conexión causal entre ellos. En las propias palabras de Russell: «Dado un suceso  $A$  ocurre muy frecuentemente que, en algún un tiempo cercano, se produce en un lugar cercano un suceso muy similar a  $A$ » (Ibid., 492).

En primer lugar, los motivos que condujeron a Russell a rechazar de plano la dicotomía “sustancia-accidente” (o “sustrato-propiedad”, si se prefiere) no resultan evidentes, toda vez que en el momento de escribir las líneas precedentes ya había renunciado al empirismo radical de años anteriores. Si el conocimiento humano debe depender de algún elemento extraempírico, tanto da que sea la noción de sustancia como cualquier otra. A pesar de ello, la tentativa de Russell reviste un notable interés, pues enlaza con la respuesta que cabría esperar tras la revelación por parte de la física relativista del carácter netamente tetradimensional del universo.

Este punto de vista exigiría considerar que las identidades de objetos físicos vienen dadas por la serie de sucesos espacio-temporales que constituye su línea de universo (*worldline*, en inglés), o “cosmolínea”. Así, este enunciado tan solo nos asegura que un acontecimiento se ve seguido espacial y temporalmente por otro muy semejante, o alternativamente, que los sucesos espacio-temporales correspondientes a entidades físicas poseen una cierta extensión en el espacio y en el tiempo (Sazanov, 1990).

Justo es señalar que, pese al tiempo transcurrido desde que Russell lo propuso, este postulado late en las entrañas todas las leyes físicas conocidas. Incluso en el mundo cuántico, sin menoscabar la nebulosa identidad de sus habitantes, no deja de ser cierto que en cada instante su distribución de probabilidad se desenvuelve en las proximidades de la región que ocupaban en el momento anterior. Ese es el sentido de la evolución unitaria gobernada por la ecuación de Schrodinger –procesos  $U$ – en contraposición con la aleatoriedad del resultado de una medida –procesos  $R$ – (Penrose, 2006).

### ***5.2 Postulado de las líneas causales separables***

Este segundo principio establece que a partir de uno o dos miembros de

una serie de sucesos –la cosmólínea antes mencionada– suele ser posible obtener inferencias que se refieran a todos los demás miembros de la serie. Tales series, definidas internamente por una ley causal intrínseca, y cuyas interacciones mutuas las gobierna una ley extrínseca, constituyen lo que llamamos porciones de materia.

Aunque Russell no lo indique explícitamente, de su texto fluye que este postulado contiene dos afirmaciones capitales, la primera de ellas con un doble cometido. La primera idea implicaría que las cosmólíneas deben caracterizarse por una conexión causal interna, pues en caso contrario cualquier serie de sucesos espacio-temporales formaría una línea de universo, lo cual es patentemente falso. Esta primera afirmación implícita –cuya importancia no cabe desmedrar– sirve a un doble propósito, habida cuenta de que explica tanto la identidad persistente de las cosas y las personas a lo largo del tiempo, como la percepción que las mentes humanas tienen de los objetos materiales. En efecto, ese vínculo causal que conecta los sucesos de una cosmólínea permite identificarlos como entidad distinguible, nada semejante a una colección de sucesos espacio-temporales tomados al azar. Por otra parte, de aquí también se colige la existencia, cuando percibimos algo, de una cadena de eventos físicos causalmente conectados entre el objeto percibido y el órgano sensorial del receptor, de modo que cabe considerar legítimamente al objeto como causa de la percepción.

La segunda afirmación implícita en este postulado, a cuya denominación contribuye, admite la posibilidad de separar unas líneas causales de otras, de manera tal que para conocer una parcela de la realidad no resulte necesario conocer todo el universo en su conjunto. Es decir, aunque el mundo natural sea un sistema cuyos componentes se influyen mutuamente, no se excluye que cada parte pueda ser conocida en cierto grado con relativa independencia del resto. El descubrimiento, en la segunda mitad del siglo XX, del entrelazamiento cuántico y la dinámica caótica no disminuye la vigencia de este postulado.

Contra una opinión tan extendida como errónea, el fenómeno del entrelazamiento cuántico (o efecto EPR) no constituye una interacción física



propiamente dicha por cuanto no involucra intercambio de energía ni viola el límite de la velocidad de la luz. Se trata más bien de la demostración de que las correlaciones estadísticas entre algunas propiedades cuántica no dependen de la distancia que separa dos micro-objetos una vez estos han interactuado. Por sorprendente que nos parezca, esto no impide que estudiemos la evolución de los sistemas cuánticos entrelazados sin tener en cuenta al resto del universo (Cramer, 2016).

Por otro lado, la dinámica de los sistemas no lineales (popularmente conocida como “teoría del caos” o “efecto mariposa”) impone un límite a la capacidad predictiva de las leyes causales sobre ciertos sistemas físicos, caracterizados no necesariamente por un gran número de componentes sino por el tipo particular de sus interacciones. Sin embargo, ha de subrayarse de nuevo que los sistemas no lineales –tanto si exhiben un comportamiento caótico como auto-organizado– pueden estudiarse con el mismo grado de independencia respecto al entorno que los sistemas lineales ordinarios. De no ser así, el propio descubrimiento de la dinámica no lineal hubiese resultado imposible (Hirsch et al, 2004).

### ***5.3 Postulado de la continuidad espacio-temporal***

Russell utiliza este tercer postulado para proscribir la acción a distancia, como se viene haciendo en la física desde el advenimiento de la teoría de campos. Con él nos dice que, cuando hay una conexión causal entre dos acontecimientos separados por un intervalo finito, debe haber un proceso continuo que los una. El utillaje físico de las teorías de campos junto al aparato matemático de las ecuaciones diferenciales, hace del todo prescindibles las teorías de acción a distancia. Es más, la formulación geométrica de las leyes relativistas convierte en imperativo el manejo de líneas de universo, que en sí mismas constituyen series continuas de sucesos espacio-temporales.

Presuponiendo la existencia de líneas causales, si el segundo postulado posibilitaba la extrapolación de cualquier miembro de una serie espa-

cio-temporal partiendo de algunos de ellos, el tercero abre la puerta a las interpolaciones en dichas series. Y a despecho de la denominada “interpretación de Copenhague”, que durante varias décadas pasó por ser la genuina ortodoxia de la teoría cuántica, el postulado de continuidad afirma que los sistemas físicos siguen existiendo aunque nadie los perciba, concediéndonos el derecho de inferir su comportamiento entre dos observaciones sucesivas (Bunge, 1967).

#### ***5.4 Postulado estructural***

Según este principio, cuando cierto número de acontecimientos de estructura compleja se hallan dispuestos alrededor de un centro en regiones no muy alejadas, suele ocurrir con frecuencia que todos ellos pertenecen a líneas causales que tienen su origen en un acontecimiento de igual estructura situado en el centro. La probabilidad de que esto sea así aumenta con la complejidad y la multiplicidad de los acontecimientos periféricos; esto es, cuanto más complicados y numerosos sean, más improbable resultará que hayan ocurrido por azar o se deban a errores de percepción

El postulado estructural nos faculta, por ejemplo, para suponer que la misma emisión de energía que detectamos en las estrellas sería percibida por cualquier otro observador situado en una orientación diferente. Y, sobre todo, gracias a él nos atrevemos a afirmar que las interacciones gravitacionales, electromagnéticas o nucleares que sufre la materia en determinados lugares, están provocada por la presencia en su vecindad de otros cuerpos materiales responsables de tales interacciones.

Llama particularmente la atención que, habiendo rechazado la noción metafísica de sustancia, Russell distinga entre estructuras sustanciales, correspondientes a una porción de materia, y otras referidas no a un cuerpo material sino un suceso, como una melodía. Tanto la luz reflejada por un objeto como el sonido que emite un instrumento musical pueden considerarse como formas de interacción con el entorno que constituyen nuestras propias percepciones de tales objetos. En ambos casos tanto las ondas lu-

minosas como las sonoras son cualitativamente muy distintas de los objetos que las despiden. Ello nos hace sospechar que son las propiedades estructurales lo que liga las percepciones de nuestros sentidos con las cualidades de los objetos que las causan. Ahora bien, ¿qué es una estructura, en el sentido al que Russell apela?

Una estructura es una sucesión finita de conjuntos de objetos y de relaciones definidas sobre tales conjuntos. Formalmente escrito,  $\langle D1, \dots, Dm, R1, \dots, Rn \rangle$ , con  $D$  los conjuntos y  $R$  las relaciones. Dos estructuras  $\langle D, R \rangle$  y  $\langle D^*, R^* \rangle$  se juzgan equivalentes (o “isomorfas”) si existe una correspondencia biunívoca,  $f: D \rightarrow D^*$ , tal que para cualquier par de elementos  $x$  e  $y$  pertenecientes a  $D$ ,  $xRy \rightarrow f(x)R^*f(y)$ . Es decir, cuando dos elementos  $x, y$  de una de las estructuras se hallan vinculados por la relación  $R$ , sus imágenes por  $f$  en la otra estructura  $f(x), f(y)$  están ligadas por la relación  $R^*$ . Vemos entonces que es la equivalencia estructural entre las señales electromagnéticas que circulan desde un teléfono a otro y las ondas sonoras correspondientes –por ejemplo– la condición que garantiza la posibilidad de comunicarse telefónicamente.

### **5.5 Postulado de la analogía**

Este último postulado estipula que ante dos clases de acontecimientos  $A$  y  $B$ , con buenas razones para creer que  $A$  causa  $B$ , entonces si en un caso dado se observa  $A$  pero no hay medio de observar si  $B$  se ha producido o no, es probable que sí se haya producido. Asimismo, si se ha observado  $B$  pero no se ha podido observar la presencia o ausencia de  $A$ , es probable que  $A$  se haya dado. Con semejante enunciado se pretende brindar apoyo a las generalizaciones basadas en la repetición de un gran número de sucesos análogos entre sí. Esa repetición en la que se observa una conjunción invariable de ciertos acontecimientos, nos conduce con una fuerza irresistible a la conjetura de que existe algún vínculo causal entre ellos, pese a saber que ninguna necesidad lógica hay de que así ocurra.

Precisamente por esa ausencia de necesidad lógica, Russell se propone

afianzar la verosimilitud de las reglas obtenidas por inducción mediante un principio de uniformidad que actúe como premisa mayor del razonamiento inductivo. Así se garantizaría de algún modo una cierta regularidad estructural en la naturaleza, avalando la suposición según la cual lo que ha ocurrido hasta ahora de una manera dada seguirá ocurriendo de la misma forma en el futuro.

Un obstáculo interesante se presenta a este respecto en lo concerniente a las secuencias aleatorias, en las que no cabe asegurar siquiera la conjunción entre varios sucesos más que de modo estadístico. La postura tradicional acerca de la probabilidad aplicada al mundo físico adjudica todo el valor epistemológico de la teoría de probabilidades al hecho de que los fenómenos aleatorios, considerados en su acción colectiva a gran escala, crean una regularidad no aleatoria. Esta tesis entraña la presunción de que toda acción colectiva posee al menos un aspecto que es, en el límite, regular y no aleatorio. No obstante, además del azar manejable a que estábamos habituados, existe un azar intratable originado por dos causas principales: la presencia de fluctuaciones irreductibles a un valor estable ni siquiera en el límite, o una convergencia hacia la regularidad tan lenta que sea inalcanzable en la práctica.

Un buen exponente de la primera circunstancia lo encontramos en los llamados “ruidos eléctricos anormales”, fluctuaciones de intensidad de las corrientes que atraviesan componentes electrónicos que al ser ampliadas manifiestan una dependencia entre la amplitud de la señal y el inverso de la frecuencia. Este género de perturbaciones esconde desviaciones tan enormes que la media no llega formarse en absoluto. La segunda modalidad de azar indomeñable encuentra un fiel ejemplo en la variable logarítmico-normal (la exponencial de una variable gaussiana), cuyos límites se alcanzan tan lentamente que no reflejan en modo alguno el comportamiento colectivo de los sistemas finitos que hallamos en la naturaleza.

Con todo y ello, este postulado final es posiblemente el más controvertido y prescindible de todos, dado que se reduce de hecho a reformular la creencia en la validez de la inducción. Porque ese, y no otro, es el nombre

que recibe la tesis expuesta en este quinto postulado que, en definitiva, nos permite pasar de una colección de casos particulares a una regla general inferida a partir de ellos. Russell asegura que este postulado pretende conferir solidez a nuestra creencia en las mentes ajenas (Ibid, 497), aunque una somera lectura de su planteamiento muestra que va mucho más allá de eso hasta convertirse en una suerte de petición de principio en respaldo del método inductivo.

Entre los enfoques sobre la inducción desarrollados en la segunda mitad del siglo XX, cabe destacar el de Ray Solomonoff (1926 – 2009), basado en la hipotética posibilidad de simular la totalidad del universo mediante un programa informático suficientemente sofisticado. Admitiéndolo así, cualquier fenómeno incluido en esa simulación sería reproducible mediante un algoritmo de complejidad medible según cierto criterio. La inducción de Solomonoff se apoya en tales supuestos para establecer una distribución de probabilidad que otorga mayor peso a los algoritmos menos complejos capaces de reproducir las observaciones que constituyen nuestro conocimiento empírico del mundo material. Con ello Solomonoff justifica el razonamiento inductivo asignando probabilidades apriorísticas estipuladas en virtud de una regla bien definida.

Muy provechosa en el marco intelectual que la alumbró (Inteligencia Artificial y Aprendizaje Maquinal), la inducción de Solomonoff pierde fuerza más allá de las ciencias de la computación y, desde luego, no puede adjudicarse con justicia la resolución definitiva del problema de la inducción. No solo porque resulta dudosa –siquiera teóricamente– la posibilidad de simular el entero universo material, sino porque implica la falacia positivista que identifica las teorías científicas con una mera codificación de datos empíricos, en este caso expresables en forma algorítmica. Muy al contrario, los grandes avances científicos proceden contrastando hipótesis originales que no son producto de un algoritmo alguno ni reducibles a programas informáticos. Por ello, la distribución de probabilidad apriorística de Solomonoff aunque matemáticamente válida, se muestra tan físicamente arbitraria

como otras muchas.

## 5. Conclusiones

La obra *El Conocimiento Humano* recoge el pensamiento más elaborado y maduro de su autor acerca de los problemas centrales de la gnoseología. Los cinco postulados expuestos hacia el final del texto se proponen sintetizar nuestros supuestos epistémicos básicos sobre la regularidad del mundo natural, de forma que suministren una base razonable para la inducción, que Russell sitúa en la raíz de la inferencia no demostrativa típica del método científico. El filósofo británico afirmaba así su convicción de que era posible fundamentar el conocimiento humano sobre bases empíricas, al menos parcialmente, al precio de abandonar el psicologismo escéptico de Hume (Bishop y Trout, 2005) para abrazar los elementos lógicos y probabilístico que –a su juicio– avalaban la racionalidad y credibilidad de la inducción. Sin embargo, nadie logró definir de modo totalmente libre de un cierto grado de arbitrariedad las probabilidades a priori que estos postulados deseaban legitimar.

La inferencia concreta por la que aboga este filósofo no es la inducción por simple enumeración, al estilo de quienes sentencian “todos los pájaros vuelan” porque jamás han visto un avestruz. Esta es la que él denominada “inferencia fisiológica” o “inducción animal”, basada en los reflejos condicionados y en las expectativas generadas por la repetición habitual de un determinado tipo de suceso.

En virtud de que el mundo es como es, a veces ciertos sucesos son, de hecho, prueba de ciertos otros; y puesto que los animales están adaptados a su ambiente, los sucesos que son de hecho prueba de otros, tienden a despertar expectativas de estos otros. Reflexionando sobre este proceso y refinándolo, llegamos a los cánones de la inferencia inductiva. Estos cánones son válidos si el mundo tiene ciertas características que todos creemos que tiene. Las inferencias hechas de acuerdo con estos cánones son autoconfirmatorias, y se observa que no contradicen la experiencia. Además, nos llevan a juzgar probable que tengamos

hábitos mentales que estos cánones, en conjunto, justificarán, pues tales hábitos mentales serán biológicamente ventajosos. (Ibid, 499).

Este género de inducciones se funda gran parte de nuestra confianza en la validez de la ciencia y casi todo lo que aconseja el sentido común. De hecho, tales presunciones se hallan en el origen de todo un programa de investigación como es la epistemología evolucionista. Esta disciplina se sirve de la teoría de la evolución para comprender el desarrollo de los mecanismos y capacidades cognitivas de los vertebrados superiores, particularmente el ser humano (Riedl, 1983; Bradie, 1986; Goldman, 1986; Mithen, 1996; Boy y Silk, 2000; Dieguez, 2002; Burian, 2005). Dado que la supervivencia hubiese sido imposible si nuestro aparato cognitivo nos condujese al error más a menudo que al acierto, cabe deducir que el realismo (Bhaskar, 2008), epistemológico y ontológico, se ve refrendado por nuestra propia constitución biológica.

El esfuerzo de Russell, empero, sigue vigente en su incitación a la búsqueda de alguna explicación sobre el funcionamiento de la naturaleza en el orden de lo probable, preguntándonos qué precisa saberse además de hechos particulares para que las inferencias científicas resulten válidas (Guttmann, 1999; Horowitz, 2006; Sosa, 2007). Y también en el recordatorio de que toda justificación racional no debe exceder sus propias limitaciones. A causa de ello, Russell no trata de tomar la inducción como una premisa del razonamiento, sino como una aplicación, no especificada del todo, de la probabilidad matemática a premisas que se alcanzan independientemente de la inducción. No obstante, este empeño también es objeto de duras controversias, sin que tengamos indicios de que haya sido culminado.

### ***Bibliografía***

- Bhaskar, R. (2008): *A Realist Theory of Science*. London – New York: Routledge.  
Bishop, M; Trout, J. (2005): *Epistemology and the Psychology of Human Judgment*. Oxford – New York: Oxford University Press.

- Black, M. (1967): «Induction», en: Paul Edwards (ed.), *The Encyclopedia of Philosophy* (vol. 4). New York: Macmillan, pp. 169-181.
- Boyd, R; Silk, J. B. (2000): *How Humans Evolved*. New York: Norton & Company.
- Bradie, M. (1986): «Assessing Evolutionary Epistemology», *Biology and Philosophy*, (1), pp. 401-59.
- Bunge, M. (1967): *Foundations of Physics*. New York: Springer.
- Bunge, M. (1983): *Controversias en física*. Madrid: Tecnos.
- Burian, R. (2005): *The Epistemology of Development, Evolution, and Genetics*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.
- Clark, R. (1984): *Russell*. Barcelona: Salvat.
- Cournot, A. (1834): *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*. Paris: Hachette.
- John G. Cramer. J. (2016): *The Quantum Handshake. Entanglement, Nonlocality and Transactions*. New York: Springer
- Dieguez, A. (2002): «Realismo y epistemología evolucionista de los mecanismos cognitivos», *Crítica*, 34 (102), pp. 3-28.
- Finetii, B. de (1930): «Funzione caratteristica di un fenómeno aleatorio», *Memorie della Reale Accademia dei Lincei*, 4 (5), pp. 86-133.
- Finetii, B. de (1931): «Sul significato soggettivo della probabilità», *Fundamenta Mathematicae*, (17), pp. 298-329.
- Friedman, M. (1991): *Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo*. Madrid: Alianza.
- Gödel, K. (2006): «La lógica matemática de Russell», *Teorema*, 25 (2), pp. 113-137
- Goldman, A. H. (1986): *Epistemology and Cognition*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Griffin, N. (ed.), (2003): *The Cambridge Companion to Bertrand Russell*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.
- Guttman, Y. (1999): *The Concept of Probability in Statistical Physics*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.
- Hirsch, M. et al (2004): *An Introduction to Chaos*. New York: Elsevier
- Horowitz, T. (2006): *The epistemology of a priori knowledge*. Oxford – New York: Oxford University Press.
- Keynes, J. M. (1921): *A Treatise on Probability*. London: Macmillan.
- Mithen, S. (1996): *The Prehistory of the Mind*. London: Thames and Hudson.
- Mises, R. von (1928): *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, Wien: Springer.
- Mises, R. von (1931): *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theo-*



*retischen Physik*, Leipzig, Detuicke, 1931

Penrose, R. (2006): *El camino a la realidad*. Barcelona: Debate.

Popper, K. (1957): «The propensity interpretation of the calculus of probability and the quantum theory», en: S. Korner (ed.), *Observation and Interpretation. A Symposium of Philosophers and Physicists. Proceedings of the Ninth Symposium of the Colston Research Society held in the University of Bristol* (April 1st - April 4th). London: Butterworth, pp. 65-70.

Ramsey, F. (1931): *The Foundations of Mathematics and Other logical Essays*. London: Routledge & Kegan.

Riedl, R. (1983): *Biología del Conocimiento. Los fundamentos filogenéticos de la razón*. Barcelona: Labor.

Robb, A. (1921): *The absolute relations of time and space*. Cambridge (U.K.): Cambridge University Press.

Robb, A. (1936): *Geometry of Time and Space*. Cambridge (U.K.): Cambridge University Press.

Russell, B. (1946a): *Investigación sobre el significado y la verdad*. Buenos Aires: Losada.

Russell, B. (1946b): *Nuestro conocimiento del mundo externo*. Buenos Aires: Losada, 1946b

Russell, B. (1982): *La evolución de mi pensamiento filosófico*. Madrid: Alianza.

Russell, B. (1983): *El Conocimiento Humano*. Barcelona: Orbis.

Sazanov, A. (1990): *El universo tetradimensional de Minkowski*. Moscú: Mir

Sen, R. N. (2010): *Causality, Measurement Theory and the Differentiable Structure of Space-Time*. New York: Cambridge University Press

Sosa, E. (2007): *A Virtue Epistemology*. Oxford – New York: Oxford University Press.

Rafael Andrés Alemañ  
raalbe.autor@gmail.com

