

LA INTELIGIBILIDAD DEL MUNDO Y LA EXISTENCIA DE LEYES DE LA NATURALEZA.

Luis A. de Vedia*

(Presentación realizada en ocasión del Plenario y Asamblea anual de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires el 25 de Abril de 2011)

Es difícil establecer en que momento el hombre comenzó a preocuparse por comprender el mundo que habita. Sin embargo, es razonable asumir que la preocupación por "entender" nuestro entorno pueda haber surgido simultáneamente con el pensamiento conciente, posiblemente ligado al desarrollo de neocórtex en los mamíferos superiores hace varios millones de años, es decir al darse cuenta el hombre primitivo que en tanto individuo, su suerte estaba ligada a la forma en que el resto del mundo actuara sobre él. De hecho, los registros que existen en tantos lugares de actividades rituales llevadas a cabo por comunidades primitivas, nos indican claramente la preocupación permanente del hombre por ejercer cierto grado de control sobre la naturaleza. Es evidente que si bien estas prácticas rituales no conducen al entendimiento, al menos ponen de manifiesto una intención primitiva de comprensión del mundo, es decir de identificación de los efectos producidos por ciertas causas cuyo control el hombre trataba de ejercer⁽¹⁾.

En la raíz de nuestro análisis se encuentra por un lado el interrogante de si el mundo es predecible (en principio), es decir, si está de alguna manera sujeto a regularidades que son las que llamamos un tanto pomposamente "leyes de la naturaleza"⁽²⁾. Por el otro lado, deseáramos poder determinar si estas leyes de la naturaleza existen realmente o son meras creaciones del observador. Vale la pena aquí acotar dos expresiones que corresponden a dos posiciones distintas respecto de este problema. Alberto Einstein, quien mantuvo durante toda su vida una actitud optimista en cuanto a la posibilidad de describir racionalmente el mundo, decía: "la naturaleza es sutil pero no es maliciosa", implicando con esto que la complejidad que normalmente presentan los fenómenos naturales, no es otra cosa que un disfraz para impedirnos ver la simplicidad subyacente de la naturaleza. Un físico británico actual, John Barrow, se pregunta en cambio en una actitud mas escéptica si la naturaleza no puede ser después de todo sutilmente maliciosa⁽³⁾.

Puede suceder que una consecuencia observacional deducida dentro de una teoría resulte ya conocida como verdadera porque una investigación empírica así lo estableció previamente. Si esto ocurre, decimos que hemos *explicado* el hecho descrito por la consecuencia observacional⁽⁴⁾. La razón es que aunque ya teníamos información sobre el hecho y sabíamos que ocurrió de tal o cual manera, ahora estamos en condiciones de deducirlo de las leyes o principios de la teoría y, por lo tanto, comprender por qué ocurrió. Esta es la

* El Ing. Luis A. de Vedia es Académico Titular de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires y de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

noción básica de lo que llamamos *explicación científica*. En el caso en que no sepamos si la consecuencia observacional es verdadera o falsa, porque se refiere a un hecho que ocurrirá en el futuro, decimos que estamos haciendo una *predicción*. Es evidente que existe una estrecha conexión entre las nociones de explicación y de predicción. Una predicción cumplida, es decir una consecuencia observacional que se hace verdadera, se transforma automáticamente en una explicación: la consecuencia observacional queda explicada por la teoría de la cual se la dedujo. Destaquemos por ahora solamente que cuando hablamos de predictibilidad de los acontecimientos naturales, ello implica que existen aspectos de la naturaleza que se encuentran totalmente fuera de nuestro control, es decir asumimos que existe un mundo exterior a nosotros e independiente de nosotros. Este punto de vista, esencial para la existencia de la ciencia, suele denominarse dualismo (separación del observador y la naturaleza). Sin embargo, la aceptación del dualismo no implica posiciones idénticas en cuanto a la relación entre el observador y lo observado. Por el contrario, caben distintas interpretaciones acerca de la manera en que nuestra conciencia establece contacto con el mundo que percibe. Estas interpretaciones van desde el realismo ingenuo, realismo representativo, idealismo, fenomenalismo, e innumerables variantes hasta el extremo del solipsismo⁽⁵⁾.

La mayoría de los enunciados que formulamos en la vida cotidiana son empíricos. Aún en el caso que no hayamos comprobado directamente la verdad de un enunciado empírico, por una observación personal, la cadena de transmisión indirecta del enunciado debe necesariamente concluir en una observación empírica directa. En este sentido, hay una clase de enunciados empíricos que presentan especial interés, por razones prácticas por un lado debido a que nos permiten predecir acontecimientos, y por razones teóricas por el otro debido a que plantean problemas especiales. Esta clase de enunciados está formada por lo que llamamos *leyes de las ciencias naturales* (física, química, astronomía, biología, psicología, etc.), o simplemente *leyes de la naturaleza*. Las leyes de estas ciencias son empíricas, al igual que la mayoría de los enunciados de la vida ordinaria, pero difieren de éstos en que son *universales*: es decir se aplican en todos los casos y sin excepciones. Sus formulaciones tienen formas distintas. Por ejemplo: Todo A es B; Si A entonces B; etc., pero cualquiera que sea la forma en que se las enuncie, tienen en común su universalidad. Sin esta propiedad, no son leyes. En otras palabras, la universalidad es una característica definitoria de una ley (Veremos mas adelante sin embargo, que últimamente este criterio ha sido blanco de algunas críticas).

Pero el enunciado de una ley no solamente debe carecer de excepciones, también debe ser verdadero: es decir debe formular una uniformidad o regularidad que realmente se dé en el universo. Obviamente, no es fácil hallar tales regularidades, y las que hoy conocemos han costado el esfuerzo acumulado de siglos de investigación científica.

Las leyes de la naturaleza son *descriptivas*, ya que describen alguna regularidad que existe en el universo, y constituyen *generalizaciones*, es decir

que a partir de la observación de ejemplos particulares de regularidades de la naturaleza, generalizan tales uniformidades afirmando que son válidas en *todos* los casos, incluyendo los casos pasados y los futuros.

Si una ley dice que "Todo A es B", es lógicamente imposible examinar todos los A del universo para verificar que son B. Lo mismo puede decirse con respecto a testimonios del pasado o del futuro. De modo que es lógicamente imposible conocer la verdad de un enunciado contenido en una ley. Lo más que podemos decir es que el mismo es *probable*; que la uniformidad se ha producido en todos los casos observados y que por lo tanto *inferimos* que aquél enunciado es válido. Por otra parte sabemos que sólo es necesario comprobar una desviación para (al menos teóricamente) refutar el enunciado en cuestión. Aquí se plantea entre otros, el problema de establecer hasta que punto el hecho que algo haya ocurrido en el pasado constituye un indicio para aseverar que seguirá ocurriendo en el futuro. Con relación a esto, tengamos en cuenta que la aparición de ciertas regularidades en el pasado son un indicio que continuarán produciéndose en el futuro, pero puede no serlo para otras regularidades. Bertrand Russell da el ejemplo del pollo que vuelve a su gallinero todas las noches en la creencia de que por no haber sido molestado en el pasado, estará seguro en el futuro. Sin embargo, una noche su propietario entra en el gallinero y le retuerce el pescuezo⁽⁶⁾. En realidad, creencias de esta clase se hacen *menos* probables y no más probables con la repetición de acontecimientos. Otra creencia de este tipo es la de que por el hecho de habernos levantado todas las mañanas durante ochenta años, tenemos mayores probabilidades de volver a hacerlo que si tuviéramos veinte, o porque habiendo viajado tantas veces en avión, tenemos menos posibilidades de sufrir un accidente en el próximo viaje que en los anteriores. Lo que ocurre es que la adición de ejemplos repetidos hace que una generalización sea más o menos probable según las pruebas que se tengan de otras generalizaciones que interesan a la cuestión. En el caso de los ejemplos del pollo o de los días de vida, o los viajes en avión, la probabilidad de los enunciados está subordinada a generalizaciones más amplias (y más vagas) acerca de por ejemplo la conducta de los granjeros y del mercado de pollos, acerca de la biología humana, o sobre la confiabilidad de sistemas mecánicos respectivamente, que hace que aquellos enunciados se hagan en realidad menos probables con la repetición de ejemplos. Por el contrario, una afirmación como la de que el sol aparecerá mañana por la mañana, se fortalece con la repetición de ejemplos, y esto se debe a que tal afirmación es dependiente de otras generalizaciones concernientes a la estructura y comportamiento del sistema planetario y del mundo que hacen más probable aquella afirmación.

El principio general que se invoca tácitamente como premisa en razonamientos del tipo mencionado, es el *Principio de Uniformidad de la Naturaleza* que podemos formularlo simplemente expresando "si la naturaleza ha sido siempre uniforme en el pasado, continuará siéndolo en el futuro". Obviamente, no podemos demostrar este principio. En todo caso, podemos justificar *pragmáticamente* su adopción aduciendo que ha resultado fructífero y que sin él no podríamos hacer inferencias del pasado hacia el futuro.

Cuando los filósofos discuten sobre las leyes de la naturaleza, lo hacen en términos de "*universalidad*" y "*necesidad*". En cambio, los científicos, en especial los físicos, lo hacen en términos de "*simetría*", "*invariancia*", y "*transformación*". Efectivamente, las ideas centrales de la física actual surgen esencialmente de consideraciones de simetría e invariancia frente a determinadas transformaciones. Es así como en el marco de la formulación Lagrangiana de la dinámica de partículas, el Ppio. de homogeneidad o simetría del espacio bajo desplazamientos conduce en mecánica clásica al 1er. teorema fundamental de la dinámica de conservación de la cantidad de movimiento, la simetría frente a rotaciones al 2º teorema fundamental de conservación del momento cinético y la homogeneidad del tiempo al teorema de conservación de la energía⁽⁷⁾ y más modernamente las invariancias de gauge del electromagnetismo a la formulación de la electrodinámica cuántica⁽⁸⁾.

Descartes, Newton y Leibnitz fundan en el siglo XVII tanto la física moderna como la nueva filosofía. Ellos ya hablaban libremente de "*leyes de la naturaleza*". De hecho, el gran escándalo de la filosofía natural pre-moderna era la distancia que existía entre la física y la astronomía. Recordemos que la física imperante hasta entonces era la física aristotélica que describía todos los fenómenos en términos de interacción y de acción local. El primer principio de la física aristotélica: que nada se mueve a menos que sea movido por algo más, se aplicaba no sólo al movimiento sino a todo cambio. Se requería entonces un movimiento que fuera desde el concepto de acción o "*causa local*" al de "*restricción global*" (es decir que se aplica al sistema como un todo y que no es derivable de principios que rigen localmente. P.Ej.: el Ppio. de conservación de la energía, o de la cantidad de movimiento son de carácter global y no son deducibles de principios que se aplican a partes de un sistema).

Santo Tomás de Aquino había tratado de conciliar la visión judeo-cristiana del mundo (que está determinado por el mandato de Dios), con la física aristotélica. Encontró su camino a través del concepto de "*causa próxima*" o de la naturaleza de las cosas (ya que Dios seguía siendo la causa primera o remota). En el siglo XVIII se elimina la calificación aristotélica y el concepto de ley de la naturaleza se identifica en buena medida con el de "ley de Dios", con lo que se pasa de causa local a un concepto teológico mucho más fuerte, pero de restricción global. Recordemos que Descartes, en la Parte 2 de sus *Principios de Filosofía*, escribe⁽²⁾:

"Que Dios es la Causa Primera de movimiento y que El siempre preserva la misma cantidad de movimiento en el universo"

Mas tarde Leibnitz reemplazará este principio de la conservación de movimiento por un principio de conservación de la fuerza, que en términos modernos equivaldría a la conservación de la energía.

Si bien los newtonianos argumentan haber utilizado en su física principios locales a partir de los cuales pueden deducirse restricciones globales, ello no es en realidad correcto. Es así que el concepto de acción instantánea a distancia, que se encuentra subyacente en la 3ª ley de Newton,

es de hecho una restricción global, y por otra parte, la ley de conservación de la energía es deducible de los principios de la física newtoniana sólo para el caso de sistemas conservativos, mientras que el Universo, aún considerado como sistema cerrado, no es necesariamente conservativo.

En el siglo XVIII se produce un quiebre importante en la filosofía, ya que si bien existía unanimidad en la necesidad de separar la ciencia de la teología, comenzaba también un movimiento (los empiristas) para separar a aquella de la metafísica. El *empirismo* es la posición filosófica que sostiene que la experiencia es la única fuente de información acerca del mundo. Por otra parte la metafísica, entonces bajo el ataque de la *Crítica* de Kant, se caracterizaba en cambio por la convicción que la razón nos puede traer la certeza de verdades que trascienden la experiencia. Kant sostenía que cuestiones metafísicas tales como “¿Tuvo el mundo un origen en el tiempo?” o “¿Ha existido siempre el mundo?” si bien tienen significado, los seres humanos no están estructurados para encontrar las respuestas. Justificaba esta afirmación argumentando que se esto aplicaba a cualquier ser que representara la realidad exterior a través de sus estados internos de conciencia ⁽⁹⁾. Sea como sea, a la luz de todo lo expuesto anteriormente, podemos decir que la pretensión que la razón puede trascender la experiencia es sin duda una exageración. Lo mas que puede la razón por sí sola es deducir, a partir de condiciones que la experiencia indica como posibles, verdades generales referentes a la estructura de la experiencia misma.

La otra gran pauta, que ya había comenzado a insinuarse en el siglo XVII, era la idea de *simetría*. El nacimiento del concepto de simetría en el siglo XVII puede ser vinculado con el Ppio. de Leibnitz de "*Razón Suficiente*": Dios no actúa sin una razón suficiente. En otras palabras: para cada verdad o para todo lo que "es", hay una razón suficiente para que sea verdad o para que sea de ese modo. El principio de Razón Suficiente tiene un cierto atractivo intuitivo, hasta el punto que algunos lo consideran la base de toda ciencia. La ciencia moderna no se contenta con la mera descripción de un fenómeno sino que presuponiendo la validez del principio, busca el "por qué" de su ocurrencia. Es así que Leibnitz reconstruyó los argumentos de Fermat para la trayectoria de un rayo luminoso en términos de simetría, aunque no utilizara en realidad este término. Su argumento seguía aproximadamente el siguiente razonamiento: consideremos que la luz viaja en un medio homogéneo desde un punto *A* hasta otro punto *B*. Esto implica un par de puntos, el *A* y el *B*, y una dirección, la dirección *AB*. Ahora bien, definir otra dirección en el espacio implica la referencia a otro punto, línea o elemento que no ha sido introducido en la consideración anterior. De manera que cualquier regla que gobierne el movimiento de la luz en un medio homogéneo debe aceptar alguna de las dos siguientes alternativas: a) la luz sigue la línea *AB*, o b) hacer intervenir algún elemento *X* adicional que pudiese señalar un camino alternativo a la trayectoria *AB*. Pero la suposición que el medio es homogéneo impide la presencia de tal elemento que destruiría la simetría del sistema y por lo tanto la alternativa a) es la verdadera. Para Leibnitz, la prosecución de la simetría en el teorizar reflejaba el método de diseño de Dios para la creación.

Ya hemos mencionado que una ley de la naturaleza, para que sea tal, debe satisfacer algunos requerimientos o criterios (hemos considerado el de universalidad). Si bien no es imprescindible que lo haga simultáneamente con todos ellos, al menos tendrá que satisfacer a la mayoría de tales criterios. Esta vaguedad no debería desalentarnos, ya que muchos de nuestros conceptos son, utilizando una expresión de Wittgenstein: *conceptos grupales*, es decir tienen asociados un grupo de criterios, de los cuales sólo es necesario que se cumpla *la mayoría* de ellos⁽²⁾. Obviamente, cuanto mas criterios se satisfagan, mas claro y definido es el caso en cuestión. En el caso de las leyes de la naturaleza, los criterios serían:

Universalidad: las leyes de la naturaleza son leyes universales. Este ha sido siempre un criterio favorito, en especial de los empiristas quienes en general se muestran cautelosos con los otros criterios. Digamos que este criterio ha sufrido dificultades últimamente: ningún río en el pasado, en el presente, ni (previsiblemente) en el futuro, es de "Coca-Cola", pero ello no implica ley de la naturaleza alguna y preferimos admitir este hecho como una verdad circunstancial o accidental. Consideremos ahora los dos ejemplos paralelos siguientes, que emplean exactamente la misma categoría de términos y comparten la misma forma lógica, pero que suscitan diferentes reacciones cuando pensamos en cual puede representar una ley de la naturaleza⁽⁹⁾:

- i) "Todas las esferas sólidas de uranio enriquecido (U235) tienen menos de un kilómetro de diámetro"
- ii) "Todas las esferas sólidas de oro tienen menos de un kilómetro de diámetro"

Si bien aceptamos que ambas proposiciones son verdaderas (incluso en el sentido de verdad universal), su naturaleza es completamente distinta. La primera califica como ley de la naturaleza ya que la masa crítica de una esfera de uranio enriquecido es mucho menor que la que correspondería a una esfera de un kilómetro de diámetro. En cambio, la segunda proposición es meramente accidental, aún aceptando el hecho que todo el oro de la tierra y de los planetas no fuese suficiente para construir tal esfera. El punto es que si i) califica como ley de la naturaleza, mientras que ii) no lo hace, no es debido a una diferencia en su universalidad. Otra consecuencia de nuestro análisis es que las leyes no pueden ser simplemente los enunciados verdaderos en una cierta clase caracterizados en términos de sintaxis y semántica. Vimos que los ejemplos anteriores son idénticos en tal sentido, sin embargo sólo el primero puede ser considerado ley de la naturaleza.

Lo expuesto nos puede ilustrar sobre las razones por las cuales las opiniones sobre el requerimiento de que una ley, para serlo, debe satisfacer la condición de universalidad, no son coincidentes. En otras palabras, el criterio de universalidad, aunque todavía presente en las discusiones sobre las leyes de la naturaleza, ha dejado de ser el de mayor relevancia.

Necesidad: en nuestra sociedad, debemos hacer lo que las leyes (de nuestro sistema legal) imponen, y sólo podemos hacer aquello que las leyes no

prohíben. Esta es una parte importante de la analogía positiva entre el concepto ordinario de "ley" con la expresión "ley de la naturaleza". Los cuerpos no caen por azar, sino que deben hacerlo en virtud de la ley de gravedad. Vemos aquí la estrecha relación entre el término "*deber*" y "*ley*". El criterio de "*necesidad conferida*" ("necessity bestowed") nos dice que si la sentencia: "*es una ley que A*", es verdadera, entonces la sentencia: "*es necesario que A*", también es verdadera. Esta necesidad es llamada entonces *necesidad física* o *necesidad nomológica*, y actualmente es generalizada como *probabilidad física*. Destaquemos que los empiristas no comparten este criterio de necesidad física, ya que para ellos la necesidad sólo surge en conexión con las ideas o las palabras. Con relación a esto, podemos señalar que hay una diferencia importante entre necesidad nomológica y probabilidad física y en este sentido el ejemplo más claro es el referente al concepto termodinámico de *entropía*. En efecto, el segundo principio de la termodinámica prescribe que en cualquier transformación de un sistema cerrado, es decir que no intercambia trabajo ni calor con el medio exterior, la función de estado entropía aumenta o se mantiene constante, pero nunca disminuye. Este principio era considerado una de las leyes más universales de la naturaleza hasta que en 1872, el físico austríaco Ludwig Boltzmann demostró que se trataba no de una ley estricta o necesidad nomológica, sino que era un enunciado probabilístico⁽¹⁰⁾. Si bien es cierto que la probabilidad que un sistema cerrado viole el 2º Ppio, es en la práctica despreciable a menos que esperemos un tiempo tan largo que puede exceder la vida del universo, hay una diferencia sustancial entre un enunciado que expresa una probabilidad física y otro que expresa una necesidad nomológica, como por ejemplo las leyes de la dinámica newtoniana.

Explicación: existen quienes sostienen que las leyes son necesarias para explicar los fenómenos, y que del mismo modo, no hay explicaciones sin leyes. Esta posición corresponde al modelo de explicación llamado *nomológico-deductivo*, que dice que explicar un tipo de evento es mostrar que el enunciado de la ocurrencia del evento puede deducirse lógicamente del enunciado de la ocurrencia de otro tipo de eventos, generalmente antecedentes, si además de la descripción de los eventos explicativos, se utilizan enunciados (leyes de la naturaleza) que conectan la descripción de ambos tipos de eventos. Algunos proponentes de este modelo de explicación destacan la estrecha relación entre el concepto de explicación con el de predicción y en tal sentido manifiestan que si el evento explicado y los eventos explicativos no guardan la necesaria relación causal de antecedente y consecuente en el tiempo, entonces la conexión entre sus descripciones no constituye explicación. En tal sentido, la deducción de la posición que *ayer* tenía un planeta a partir del conocimiento de su posición *actual*, no explicaría *porque* el planeta tenía ayer la posición que tenía, dado que el pasado explica el futuro pero no a la inversa.

Objetividad: este concepto implica que el hecho que algo sea una ley o no lo sea, es totalmente independiente de nuestro conocimiento, creencias, opiniones, intereses, o cualquier otro tipo de factor epistemológico o pragmático. Si bien es cierto que existen concepciones que niegan este concepto, es obvio que tales concepciones tropiezan con la dificultad que representa la idea intuitiva que existen leyes de la naturaleza que no se han

descubierto aún (y quizás no lo sean nunca) y a las cuales ni siquiera hemos concebido.

Relación con la ciencia: éste constituye un criterio de particular importancia, aunque al igual que los demás, se encuentra sujeto a una serie de dificultades. En efecto, desde cualquier concepción, las leyes de la naturaleza son lo que la ciencia intenta descubrir. En primer lugar, no hay una versión filosóficamente neutra respecto de qué es lo que la ciencia descubre o procura descubrir. En segundo lugar, el término "ley" es utilizado en la ciencia de manera idiosincrática. En efecto, solemos hablar de leyes de Newton, leyes de Kepler, Ley de Ohm, etc. En cambio decimos Ecuación de Schrödinger, o Ppio. de Exclusión de Pauli, a los que a pesar de ser inmensamente más comprensivos que por ejemplo, la ley de Ohm, no denominamos leyes. Algunos autores proponen que el término ley debe utilizarse para designar a cualquier ecuación numérica precisa que describa fenómenos de un cierto tipo. Sin embargo, un mínimo análisis nos dice que esta sugerencia carece de atractivo ya que podríamos encontrar ejemplos triviales que podrían satisfacer tal criterio. A fin de evitar estos problemas, existen sugerencias de que deberíamos llamar "ley" a las regularidades de bajo nivel verificables empíricamente. Desde este punto de vista, la "ley de Boyle" calificaría como ley de la naturaleza mientras que denominar "ley" a la "ley de la conservación" de la energía respondería a una mera idiosincrasia terminológica. De manera que distinguiríamos así a las leyes de bajo nivel o leyes fenomenológicas de los principios básicos, generalmente de naturaleza más teórica y universales.

El físico y Premio Nobel Richard Feynman, sin duda una de las mentes más brillantes de su generación, en un análisis desprovisto de formalismo epistemológico pero de profundo contenido filosófico, hace hincapié en el atributo de fertilidad que debe caracterizar a una ley de la naturaleza⁽¹¹⁾. Fertilidad en el sentido que una ley de la naturaleza, para que merezca su calificación como tal debe permitir explicar fenómenos previamente considerados desconectados, tomando como ejemplo paradigmático a la ley de gravitación universal que permite unificar en un mismo análisis la caída de los cuerpos y el movimiento planetario.

Digamos finalmente que el Ppio. aristotélico de causa local encuentra su formulación moderna en el concepto de *espacio-temporalidad local*⁽¹²⁾, que expresa esencialmente que causa y efecto deben ser contiguos en el espacio y en el tiempo. Sin embargo, este principio, que regía indiscutido para todos los eventos físicos, se ve hoy desafiado por evidencia experimental que parece validar predicciones teóricas de la mecánica cuántica, dando lugar a uno de los debates más apasionantes de la ciencia actual y que hoy es objeto de profundo análisis filosófico⁽¹³⁾ al que el tema que hasta aquí nos ha ocupado, no es ajeno.

Referencias.

¹ C.Sagan "Los Dragones del Edén: especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana" Colección Biología y Psicología de Hoy, Ediciones Grijalbo, Buenos Aires, 1982.

² B.C Van Fraassen "*Laws and Symmetry*" Clarendon Paperbacks, Oxford University Press, Oxford, 1989.

³ J.D.Barrow, *The World Within the World*. Oxford University Press, Oxford, 1988.

⁴ L.Sklar "*Philosophy of Physics*" Dimensions of Philosophy Series, Oxford University Press, Oxford, 1992.

⁵ J.Hospers "*An Introduction to Philosophical Analysis*", 3ª Ed., Routledge, London, 1990.

⁶ J.Hospers "*Introducción al Análisis Filosófico*" Colección Problemas Filosóficos, Editorial Macchi, Buenos Aires, 1961.

⁷ H.Goldstein "*Classical Mechanics*" 2nd. Edition, Addison-Wesley Series in Physics, Addison Wesley, New York, 1981.

⁸ I.J.R.Aitchison, A.J.G.Hey "*Gauge Theories in Particle Physics*" 2nd. Edition, Graduate Student Series in Physics, Adam Hilgher, England, 1989.

⁹ P.Van Inwagen "*Metaphysics*" Dimensions of Philosophy Series, Oxford University Press, Oxford, 1993.

¹⁰ H.Reichenbach "*The Direction of Time*" Dover Publications Inc., N.Y., 1999.

¹¹ R.P.Feynman "*The Character of Physical Law*" Penguin Books, London, 1992.

¹² M.Lange "*An Introduction to The Philosophy of Physics: Locality, Fields, Energy, and Mass*" Blackwell Publishing, USA, 2002.

¹³ M.Redhead "*Incompleteness, Nonlocality and Realism*" Clarendon Paperbacks, Clarendon Press, Oxford, 1990.