

COMPILADORES:

Iván Fernando Mejía Correa

ORCID: [0000-0003-2005-6370](https://orcid.org/0000-0003-2005-6370)

Docente de la Facultad de Teología.

Hernán Antonio Arciniegas Vega

ORCID: [0000-0001-9493-4151](https://orcid.org/0000-0001-9493-4151)

Docente de la Facultad de Educación.

DOCUMENTO DE TRABAJO

**FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
MARIANO ARTIGAS**

COLECCIÓN DE TEOLOGÍA
CUESTIONES DE FILOSOFÍA, CIENCIA Y SOCIEDAD
FILOSOFÍA
No. 8

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE TEOLOGÍA
2017

RESUMEN:

El autor aborda en este libro la ciencia desde una perspectiva filosófica. Para ello, parte por presentar el desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia –desde el mundo antiguo hasta el tiempo presente-. Seguido a ello, procede con la reflexión filosófica, de modo que desde el inicio identifica los límites, alcances y la relación entre el conocimiento experimental – también científico-, la filosofía y la teología. Por lo mismo, presenta los distintos movimientos o perspectivas científicas, de manera que resalta las posibilidades y pertinencias de cada una. Así, aborda también la naturaleza y el método de la ciencia, especificando su finalidad, utilidad y limitación. Como últimos apartados presenta las distintas posibilidades de construcciones científicas y el valor que tiene en sí misma la ciencia. Además, presenta las distinciones y acercamientos de las ciencias naturales con las ciencias humanas; de tal forma que resalta la particularidad de cada una. En el caso de las ciencias naturales menciona como elemento eje el concepto de cantidad; mientras que en las ciencias humanas se presenta el concepto de libertad. Para el autor, el realismo tiene cabida en el ámbito científico, en tanto que la ciencia natural presenta un orden cognoscible y lógico.

PALABRAS CLAVE:

Método, Objeto, Valor, Hipótesis, Metafísica, Historia.

FICHA TÉCNICA

Título: Filosofía de la ciencia.

Autor: Mariano Artigas.

Editorial: Ediciones Universidad de Navarra.

Año: 2006

Ciudad: Pamplona.

Citación APA:

Artigas, M. (2006). *Filosofía de la ciencia*. Pamplon: Ediciones Universidad de Navarra.

Citación CHICAGO:

Artigas, Mariano. *Filosofía de la ciencia*. Pamplon: Ediciones Universidad de Navarra, 2006.

NOTAS PRELIMINARES ACLARATORIAS
REALIZADAS POR LOS BIBLIOGRAFISTAS Y COMPILADORES
IVAN FERNANDO MEJIA CORREA Y
HERNÁN ANTONIO ARCINIEGAS VEGA

RUTA DE LECTURA

Dentro del campo de la Teología y las Ciencias Religiosas, la presente propuesta tiene como objetivo la formulación de aportes al estado del Arte, en cuanto a este campo se refiere. Asimismo, la creación de estrategias bibliográficas que permitan un fácil abordaje a estas ciencias humanas, desde una perspectiva tanto academicista como de interés general, por parte de religiosos, religiosas y laicos atraídos por estos contenidos temáticos.

A continuación, encontrarán varias indicaciones que servirán para realizar un trabajo de lectura más comprensivo, objetivo, y que facilitarán el acceso a cada una de las temáticas expuestas, con el fin de abordar, de una mejor manera, cada fuente bibliográfica trabajada.

1. Este texto no es propiamente un resumen, sino un documento de trabajo gris, a manera de ficha textual, donde se exponen y difunden las ideas del autor del libro.
2. Las ideas escritas son propias del autor del libro y por ello, se cita el número de la página correspondiente de donde fueron tomadas y están expuestas.
3. Los conceptos son extractados de su original tal y como son presentados y encontrados en los textos, lo que indica que no hay ningún tipo de adiciones particulares.
4. Se trata de una extracción de ideas nucleares sugestivas o frases acuñadas, las cuales ostentan por sí un campo semántico propio y que por sí mismas, tienen vida y pueden considerárseles ejes significativos para sustentar, ampliar y profundizar cada una de las temáticas allí expuestas.
5. El método está apoyado en la teoría lingüístico-semiótica de “la Frase acuñada”, propuesta por la Dra. Sonia Mireya Tapias., Ph.D. La teoría de “la Oración temática” en la estructura Semántico Sintáctica, del Dr. Nicolás Polo, M.A., y “la Frase, núcleo generador significativo de discurso y texto”, del Dr. Fabio Valencia, Ph.D., quienes hacen énfasis en la oración temática como unidad semántica completa.
6. Hemos querido aplicar la metodología en cuanto a didácticas para lecturas y escrituras: “Cuando leo, me leo”.
7. Hay una triple finalidad en este trabajo bibliográfico:
 - a) Dar a conocer los autores y sus obras, y de ésta manera exhortar a su lectura.
 - b) Servir como herramienta facilitadora, al momento de iluminar el estado del arte, desde la referenciación bibliográfica y bibliográfica en lo referente a investigaciones, ensayos y crítica literaria especializada que estén enfocados a solventar un interrogante a una problemática específica, en este campo de la teología y la filosofía.

c) Ser fuente de consulta para los interesados como para los estudiosos de las ciencias religiosas y filosóficas.

8. El modelo de presentar cada texto es de la siguiente manera:

- a) Ficha técnica del Libro
- b) Presentación
- c) Capítulos
- c) Índice del libro.

Querido lector: En ningún instante pierda de vista que este trabajo bibliográfico es, ante todo, una herramienta facilitadora de procesos que coadyuven a dar luz al estado del arte, desde una reflexión continua y un diálogo continuado con las fuentes originales, más no una cantera para que promueva el plagio y la ociosidad.

Agradecemos que esta recopilación bibliográfica sea una constante fuente de consulta y que represente el comienzo de trabajos bibliográficos futuros.

Fr. Iván Fernando Mejía Correa, O.P.
Fr. Hernán Antonio Arciniegas Vega, O.P.
(Bibliografistas compiladores).

FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

I. INTRODUCCIÓN

- “Aristóteles comienza su *Metafísica* señalando que «todos los hombres desean por naturaleza saber»”. Pág. 13
- “La historia de la humanidad es testigo de ese afán siempre renovado de saber, que se mueve por el deseo de la verdad y por las repercusiones que el conocimiento tiene para resolver los problemas prácticos”. Pág. 13
- “La *filosofía de la ciencia* estudia la naturaleza y el valor del conocimiento científico en general, y también la naturaleza y el valor de cada una de las ciencias o de grupos de ellas: en este caso hablamos, por ejemplo, de *filosofía de la física*, de *filosofía de las ciencias sociales*, o de *filosofía de la matemática*”. Pág. 14
- “Una gran parte de los conocimientos que utilizamos en nuestra vida ordinaria se basan en ese progreso, que ha cambiado y continúa cambiando las condiciones de nuestra vida, e influye notablemente en el modo de pensar y de valorar las cosas”. Pág. 14
- “El estudio de la naturaleza mediante los métodos de la ciencia experimental moderna ha conseguido un éxito sin precedentes, lo que ha llevado a preguntarse cuál es el secreto de tal éxito, con vistas a impulsar el progreso científico y a extender, si fuera posible, la aplicación de esos métodos a otras áreas”. Pág. 14
- “El calificativo «científico» sugiere que un conocimiento es objetivo, verdadero, riguroso, bien comprobado”. Pág. 14
- “La importancia que tiene la ciencia en nuestra civilización no va acompañada por una comprensión adecuada de su validez”. Pág. 15
- “El enorme progreso de la ciencia experimental desde el siglo XVII no ha ido acompañado por un progreso semejante en la comprensión de su naturaleza”. Pág. 17
- “La filosofía de la ciencia ha sido, desde el siglo XVII, objeto de atención esporádica por parte de los científicos, cuyo trabajo suele resultar muy absorbente y requiere una actitud bastante diferente de la que se necesita en filosofía”. Pág. 17
- “Los científicos se han ocupado de la reflexión filosófica sobre la ciencia sólo de modo ocasional y, a veces, no muy afortunado”. Pág. 17
- “Las dificultades que han experimentado tanto los científicos como los filósofos para proponer una imagen adecuada de la ciencia se deben, en parte, a tres escollos reales, que son independientes de la voluntad de los diversos autores”. Pág. 17
- “La ciencia experimental moderna se desarrolló sistemáticamente a partir del siglo XVII en un contexto polémico, ya que se presentaba como un nuevo tipo de saber que exigía una nueva valoración de muchas ideas que hasta entonces se tenían por bien establecidas”. Pág. 17
- “La filosofía de la ciencia ha estado, con demasiada frecuencia, excesivamente centrada en los logros particulares de cada momento”. Pág. 17
- “El mecanicismo reduce la naturaleza al movimiento y al choque de porciones de materia”. Pág. 18

- “Las polémicas entre ciencia y filosofía se han apaciguado, porque en ambos campos se ha adquirido una mayor conciencia de los límites y de la complementariedad de ambas perspectivas”. Pág. 18
- “La ciencia posee su propia autonomía”. Pág. 19
- “La reflexión filosófica sobre la ciencia debe respetar esa autonomía”. Pág. 19
- “El caso de la filosofía es diferente, precisamente porque la perspectiva filosófica se extiende hasta el estudio de las dimensiones más radicales de todos los objetos, incluyendo la propia reflexión filosófica”. Pág. 19
- “*La determinación de la naturaleza de la ciencia es una tarea principalmente descriptiva*, al menos en aquellas ramas de la ciencia que se encuentran bien establecidas”. Pág. 19
- “La ciencia experimental, en torno a la cual gira la filosofía de la ciencia, es una realidad muy compleja; por tanto, cualquier descripción, por muy ajustada que se encuentre a la ciencia tal como se da en la realidad, necesariamente se basará en esquemas e interpretaciones que no son el resultado de una simple recolección de datos”. Pág. 20
- “*La determinación del valor de la ciencia es una tarea principalmente filosófica*”. Pág. 20
- “La necesidad o la posibilidad de adoptar una perspectiva metacientífica para estudiar la ciencia es negada por quienes proponen una *epistemología naturalizada*, que consiste en estudiar la ciencia utilizando métodos idénticos a los que se utilizan en la ciencia misma; en esta perspectiva, la ciencia es considerada como cualquier otro objeto de estudio”. Pág. 20
- “*El método utilizado por la filosofía de la ciencia debe ser un método propiamente filosófico*”. Pág. 21
- “La filosofía adopta una perspectiva general en la que nos preguntamos por el ser y el significado de todo lo que existe en la realidad, mientras que las ciencias adoptan perspectivas particulares”. Pág. 22
- “El conocimiento humano no se limita a lo sensible”. Pág. 22
- “La filosofía de la ciencia se relaciona con la *historia de la ciencia*, que estudia el desarrollo histórico de las ciencias, y con la *sociología de la ciencia*, que se ocupa de la ciencia como actividad humana ejercida en el ámbito de comunidades que poseen peculiaridades propias”. Pág. 22
- “Los problemas relacionados con los valores tiene una enorme importancia en la vida humana, y es lógico prestarles gran atención”. Pág. 23
- “El estudio de la relación entre la ciencia y los valores nunca debería suponer el olvido de los problemas relacionados con el conocimiento, que es el aspecto central de la ciencia”. Pág. 23

II. EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA CIENCIA

- “La ciencia experimental moderna se desarrolló sistemáticamente a partir del siglo XVII en la Europa cristiana, y su progreso ha contribuido a crear nuevas circunstancias sociológicas y culturales que influyen de modo decisivo en la civilización actual”. Pág. 25
- “En culturas antiguas como las de Babilonia y Egipto se realizaron algunos avances científicos, pero solamente en Grecia encontramos un primer desarrollo de ideas que pueden considerarse precursoras de la ciencia experimental en sentido moderno”. Pág. 25
- “Ciencia y filosofía fueron de la mano en sus orígenes”. Pág. 26
- “En la Antigüedad se carecía de instrumentos precisos de observación y no se había desarrollado el método científico moderno, de modo que, por lo general, los fragmentos de ciencia empírica se encontraban mezclados con reflexiones de tipo filosófico y, con frecuencia, con especulaciones de dudoso valor”. Pág. 26
- “Los presocráticos se plantearon este problema y aportaron soluciones que, si bien eran diferentes y ninguna de ellas puede considerarse acertada, establecieron un camino que ya nunca se interrumpiría y que, en la época moderna, condujo a resultados satisfactorios”. Pág. 26
- “Los pitagóricos insistieron en la importancia de la matemática para estudiar la naturaleza”. Pág. 26
- “Aristóteles se ocupó de muchas cuestiones científicas, y consiguió resultados importantes en el ámbito de la biología”. Pág. 27
- “El enorme impulso que experimentó el pensamiento en la Grecia antigua incluyó un notable desarrollo de la filosofía, la lógica, las matemáticas y múltiples esfuerzos por estudiar la naturaleza”. Pág. 27
- “Durante el auge del Imperio romano se cultivaron las letras, el derecho y la técnica, pero el progreso científico fue muy escaso”. Pág. 27
- “El impulso dado a las ciencias en la Grecia antigua repercutió en las culturas helenísticas y árabe”. Pág. 27
- “La influencia de los árabes en la Edad Media fue notable, e incluyó la transmisión de obras griegas que, de otro modo, podían haber permanecido olvidadas”. Pág. 27
- “Los árabes tradujeron obras griegas de la Antigüedad y las asimilaron, haciendo posible de este modo la transmisión de la civilización antigua”. Pág. 27
- “Hacia los siglos IX y X comenzó a renacer la cultura en la Europa cristiana”. Pág. 28
- “El saber medieval realizó una importante síntesis entre los elementos filosóficos y científicos de la Antigüedad, enriquecidos con las contribuciones de los árabes y los judíos, con la teología cristiana”. Pág. 29
- “La síntesis escolástica entre las ciencias, la filosofía y la teología alcanzó su máxima expresión en el siglo XIII, sobre todo con los dominicos San Alberto Magno (1206-1280) y su discípulo Santo Tomás de Aquino (1225-1274)”. Pág. 29
- “La filosofía de la ciencia de Tomás de Aquino se encuentra, principalmente, en sus comentarios al *De Trinitate* de Boecio y a los *Analíticos Posteriores* de Aristóteles”. Pág. 29

- “Aristóteles mostró un vivo interés por las ciencias naturales y dedicó una gran atención al estudio de los vivientes, que era el ámbito de la naturaleza más asequible a los medios conceptuales e instrumentales de que se disponía en la Antigüedad”. Pág. 29
- “La tesis de Duhem es que las teorías físicas tienen como finalidad principal «salvar las apariencias», sin negar, por ello, que la ciencia proporcione un conocimiento auténtico de la realidad”. Pág. 31
- “Aunque la ciencia experimental estaba poco desarrollada en la época de Santo Tomás, la síntesis tomista proporciona un marco válido para la integración de los saberes en nuestra época, ya que permite integrar de modo armónico la teología, la filosofía y las ciencias particulares”. Pág. 31
- “La ciencia moderna se desarrolló sistemáticamente, como una empresa autosostenida cuyo progreso ya no ha cesado, desde que se consiguió combinar las matemáticas y la experimentación para elaborar un conocimiento que, por una parte, se formula con precisión matemática y, por la otra, se somete a control experimental”. Pág. 31
- “El nacimiento de la ciencia experimental moderna fue el resultado de la revolución científica del siglo XVII”. Pág. 31
- “La física de Aristóteles y la astronomía de Tolomeo fueron generalmente admitidas todavía durante bastante tiempo, pero se iban abriendo paso nuevos conceptos que proporcionaron la base que hizo posible que más tarde surgieran la astronomía de Copérnico y la física de Galileo”. Pág. 33
- “Los eruditos medievales apenas habían entrevisto las novedades astronómicas y cosmológicas que pondrían sobre el tapete sus sucesores de los siglos XVI y XVII”. Pág. 33
- “La insistencia en la libertad de Dios al crear y, por tanto, en la contingencia del mundo, subrayaba que no podemos deducir por meros razonamientos, prescindiendo de la observación empírica, cómo es el mundo, y, por tanto, estimuló el estudio empírico del mundo”. Pág. 33
- “En definitiva, la ciencia experimental moderna supone que existe un orden natural estable que puede ser conocido por nosotros”. Pág. 34
- “El cristianismo favoreció la aceptación de este supuesto durante muchas generaciones, y afirmó, al mismo tiempo, la contingencia del orden natural, conduciendo a admitir que, para conocer la naturaleza, debemos recurrir a la observación empírica”. Pág. 34
- “La revolución científica del siglo XVII se centró en torno a la astronomía, a la mecánica y a las relaciones entre ellas”. Pág. 34
- “La óptica, que estudia los fenómenos relacionados con la luz, recibió un gran impulso del propio Newton (su obra *Óptica* fue publicada en 1704), y en el siglo XIX se mostró que la luz visible es una radiación electromagnética que ocupa solamente una pequeña parte del espectro de esas radiaciones”. Pág. 35
- “El camino para llegar ahí pasó por el descubrimiento de todo un conjunto de fenómenos y leyes particulares referentes a la electricidad, al magnetismo, y a la relación entre ambos”. Pág. 35

- “El francés André Marie Ampère (1775-1836) realizó, en el transcurso de ese mismo año, cierto número de descubrimientos: por ejemplo, mostró cómo se atraen y repelen hilos paralelos por los que circula electricidad: pero realizó su contribución principal en 1827, al formular la ley que lleva su nombre, que relaciona la fuerza magnética entre dos hilos con el producto de las corrientes que fluyen por ellos y con el inverso del cuadrado de la distancia entre ellos”. Pág. 35
- “El inglés Michael Faraday (1791-1867) realizó en 1821 experimentos que se consideran como la invención del motor eléctrico; además, en 1831 mostró que un campo magnético produce una corriente eléctrica, y usando en este contexto su idea de líneas y campos de fuerza creó la teoría clásica de campos; en ese mismo año construyó el primer generador eléctrico; y formuló en 1834 las leyes de la electrólisis, sentando así las bases de la electroquímica”. Pág. 35
- “Los antiguos estudios de alquimia proporcionaron resultados que sirvieron, por ejemplo, para el progresivo descubrimiento de los elementos químicos a lo largo del siglo XVIII”. Pág. 35
- “El progreso en la física y en la química hizo posible el desarrollo de la biología moderna”. Pág. 36
- “Los estudios con el microscopio a partir del siglo XVII abrieron nuevos horizontes”. Pág. 36
- “La teoría de la célula, formulada por Jacob Schleiden (1804-1881) y Theodor Schwann (1810-1882) en 1838-1839, se encuentra en el centro de ulteriores avances, en los que también ha desempeñado un importante papel la teoría de la evolución, formulada con diferentes variantes por Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) en 1809, y por Alfred Russel Wallace (1823-1913) y Charles Darwin (1809-1882) en 1858 y 1859”. Pág. 36
- “El enorme desarrollo de la ciencia experimental a partir del siglo XVII se explica por la peculiar combinación de matemáticas y experimentación”. Pág. 36
- “Las matemáticas proporcionan un instrumento muy preciso que permite obtener enunciados y demostraciones teóricas rigurosas y, además, relacionar todo ello con los resultados de experimentos y mediciones”. Pág. 36
- “Los siglos XVIII y XIX fueron testigos de un enorme desarrollo de las ciencias y de las aplicaciones tecnológicas que se derivan de ellas, y ese progreso tuvo importantes consecuencias filosóficas”. Pág. 36
- “La revolución científica del siglo XVII no carecía de precedentes”. Pág. 36
- “El aspecto principal de la nueva ciencia consistía en combinar las demostraciones teóricas con la experimentación, buscando un conocimiento que pueda servir como base para el dominio de la naturaleza: las teorías de la ciencia experimental se prueban recurriendo no sólo a argumentos teóricos, sino también a los resultados de experimentos repetibles, de modo que el control experimental es una parte esencial de la nueva ciencia”. Pág. 36
- “El desarrollo sistemático de la ciencia experimental a partir del siglo XVII significó un punto de inflexión en la historia de la humanidad, y sus consecuencias, tanto en el nivel teórico como en el práctico, no han cesado de aumentar desde entonces”. Pág. 36

- “El ideal antiguo de ciencia, centrado en torno al conocimiento demostrado, se combinó con el ideal del control de la naturaleza, y se logró una combinación que anteriormente sólo existía en pequeña medida”. Pág. 36
- “El nacimiento moderno de la ciencia experimental en el siglo XVII fue acompañado por fuertes polémicas contra la filosofía natural antigua, que estaba centrada principalmente en cuestiones filosóficas pero contenía, a la vez, especulaciones científicas que, por lo general, fueron superadas por la nueva ciencia”. Pág. 37
- “El ambiente polémico y el desarrollo gradual de la ciencia experimental, cuyo progreso se realizó, como es lógico, de modo muy fragmentario, influyeron en la existencia de malentendidos que impidieron advertir cuál era el significado y el alcance real de la nueva ciencia”. Pág. 37
- “El nombre mismo pretendía señalar la oposición frente a la ‘edad oscura’ representada por la Edad Media”. Pág. 37
- “Aunque las ideas de la Ilustración se centraban en torno a la naturaleza humana y a la sociedad, se encontraban influidas por el gran desarrollo alcanzado por la ciencia experimental, que parecía proporcionar una base para afirmar que la humanidad había llegado a su mayoría de edad y podía prescindir de los apoyos sobrenaturales tradicionales, apoyándose en la razón para conseguir su emancipación definitiva”. Pág. 37
- “Todavía en la actualidad se repite el viejo cliché de la presunta oposición entre ciencia y religión, presentando el ideal de la Ilustración como un producto de la revolución científica que fue posible gracias a la oposición a la religión organizada, a la revelación y al dogma, aunque, al mismo tiempo, se deba reconocer, como un hecho histórico cierto, la influencia positiva del cristianismo en el desarrollo de la ciencia experimental”. Pág. 38
- “El cientificismo, que lleva a la exaltación de la ciencia como contraria a la metafísica y a la religión, y la aplicación del método de la ciencia natural a las ciencias humanas, adquirieron una influyente formulación con el positivismo de Augusto Comte (1798-1857), que es uno de los fundadores de la sociología moderna y pretendía conseguir una reorganización de la sociedad basada en la perspectiva científica”. Pág. 38
- “El positivismo de Comte afirma que la ciencia ‘positiva’ se limita a relacionar hechos observables, evitando toda especulación metafísica y religiosa”. Pág. 38
- “El neopositivismo, también denominado ‘empirismo lógico’, fue una reedición del positivismo en el siglo XX”. Pág. 39
- “El neopositivismo se presentaba como si fuese una consecuencia del progreso de la ciencia y de la lógica; afirmaba que se podía mostrar que todo conocimiento válido referente a hechos reales se contiene en la ciencia empírica y solamente en ella”. Pág. 39
- “La ciencia experimental moderna representa, sin duda, uno de los mayores logros de la humanidad”. Pág. 39
- “El extraordinario desarrollo de la ciencia experimental desde el siglo XVII hasta finales del siglo XIX afectó, sobre todo, a las ciencias físico-químicas”. Pág. 39
- “Una de las manifestaciones principales de la revolución biológica es la *teoría de la evolución*, que fue formulada, con diversas modalidades, desde comienzos del siglo XIX”. Pág. 40

- “La teoría de la evolución ha provocado muchas discusiones que, en ocasiones, se complican porque se mezcla *teoría científica con interpretaciones ideológicas*”. Pág. 40
- “El progreso de la biología es muy importante para la filosofía de la naturaleza”. Pág. 40
- “La imagen de la naturaleza que se obtenía a partir de la física era una imagen muy incompleta”. Pág. 40
- “El mecanismo, que solía presentarse como asociado a la física clásica, proporcionaba una imagen deformada de la naturaleza”. Pág. 40
- “El estudio de los fenómenos, humanos se remontan a la Antigüedad”. Pág. 41
- “Los grandes filósofos clásicos, como Platón, Aristóteles y muchos otros, dedicaron su esfuerzo a explicar la naturaleza humana, la sociedad y la historia, y sus doctrinas han ejercido un amplio influjo a lo largo de los siglos y lo siguen ejerciendo en la actualidad”. Pág. 41
- “La *economía* es el ámbito donde el intento de emplear matemáticas, modelos y datos empíricos se ha concretado con más éxito”. Pág. 42
- “La ciencia económica moderna se desarrolló a partir de los *fisiócratas*: los franceses François Quesnay (1694-1774) y sus discípulos, quienes ejercieron un influjo breve (aproximadamente entre 1760 y 1770), pero importante”. Pág. 42
- “La economía francesa se encontraba en una situación mala, y la doctrina de los fisiócratas no llegó a aplicarse porque poco después tuvo lugar la Revolución francesa”. Pág. 42
- “La tarea del físico es descubrir las leyes naturales de los fenómenos físicos para que el ingeniero pueda proyectar máquinas de acuerdo con ellas”. Pág. 42
- “Los fisiócratas estudiaron la economía desde el punto de vista de los mercados, concediendo gran importancia a la agricultura (que tenía grandes posibilidades, pero se encontraba en mal estado)”. Pág. 42
- “El nacimiento de la nueva ciencia económica coincidía con la revolución industrial, que planteó graves problemas sociales, de modo que, desde el primer momento, se plantearon interrogantes no sólo económicos, sino también éticos, acerca de los modelos que se proponían”. Pág. 43
- “La economía clásica siempre se encontró estrechamente relacionada con los problemas sociales del momento; por ejemplo, adquirió mala fama en el Reino Unido debido a las polémicas en torno a la Ley de Enmienda a la Ley de Pobres en la década de 1830 y a las leyes del grano en la década de 1840: se la acusó, a veces de modo exagerado, de promover un *laissezfaire* individualista en perjuicio de las clases menos favorecidas de la sociedad”. Pág. 43
- “Las teorías clásicas y neoclásicas se refieren a la *microeconomía*, centrada en los mercados particulares”. Pág. 45
- “Los factores económicos son una parte importante de la vida social, pero no la agotan”. Pág. 46
- “El desencantamiento del mundo se relaciona estrechamente con un proceso de ‘racionalización’ que deja fuera los aspectos ‘mágicos’ antiguos del pensamiento y lo reemplaza con explicaciones naturalistas científicas”. Pág. 47

- “La psicología, entendida como estudio filosófico de las capacidades y del comportamiento del ser humano, ha existido desde la Antigüedad”. Pág. 49
- “La acumulación de conocimientos de fisiología a lo largo de los siglos XVIII y XIX condujo al nacimiento de la nueva ciencia”. Pág. 49
- “El *estructuralismo* se encuentra asociado a Wilhelm Wundt (1838-1920), que suele ser considerado el padre de la psicología experimental”. Pág. 50
- “El *funcionalismo*, asociado a William James (1842-1910) y John Dewey (1859-1952), concentraba su atención, precisamente, en el funcionamiento de la mente”. Pág. 50
- “La psicología cognitiva forma parte de la denominada *ciencia cognitiva*, que comprende un amplio espectro interdisciplinar de estudios, ya que se intenta comprender el funcionamiento concreto de la mente al procesar la información”. Pág. 51
- “La ciencia cognitiva tiene una relación especialmente estrecha con las disciplinas científicas que estudian el cerebro, los procesos del conocimiento, y el tratamiento de la información: por tanto, tiene muy en cuenta la neurofisiología y los estudios relacionados con la ‘inteligencia artificial’”. Pág. 51
- “La *psicología evolutiva* desarrollada por Jean Piaget (1896-1980) y su escuela se ha centrado en el estudio de la adquisición de los conceptos, especialmente en los niños, y ha intentado clarificar la génesis de las ideas básicas que se utilizan en la ciencia”. Pág. 52
- “El éxito del método utilizado por la ciencia experimental ha llevado a intentar aplicar en las ciencias humanas métodos semejantes, lo cual siempre es posible, porque las realidades humanas poseen dimensiones materiales y espirituales íntimamente compenetradas, y es posible aplicar el método experimental al estudio de las condiciones materiales asociadas a todas las facetas de la vida humana”. Pág. 52
- “Las ciencias humanas, en la medida en que estudian dimensiones que se relacionan con lo material, pueden utilizar métodos semejantes; sin embargo, en la medida en que estudian las dimensiones específicamente humanas que incluyen la libertad y lo que la libertad implica, no pueden alcanzar el mismo tipo de leyes que rigen la naturaleza material, precisamente porque el objeto que estudian tiene una categoría ontológica que supera a la naturaleza puramente material”. Pág. 52
- “El desarrollo de la ciencia experimental moderna ha creado un ámbito de conocimientos, cada vez más amplio, que sólo resulta accesible a los especialistas”. Pág. 53
- “La multiplicación de nuevas disciplinas y conocimientos hace que, incluso dentro de una misma rama de la ciencia, existan diferentes compartimentos, de tal modo que al especialista de uno de ellos puede resultarle difícil entender el trabajo de un especialista de otro ámbito de su misma disciplina”. Pág. 53
- “Los pioneros de la ciencia experimental moderna, desde el silo XVII hasta el XIX, tenían en muchos casos intereses culturales y filosóficos que cultivaban con una competencia notable”. Pág. 53
- “Los grandes científicos en esa época se interesaban por los problemas culturales, y los grandes filósofos se interesaban por los problemas científicos e incluso contribuían, en ocasiones, al progreso de la ciencia”. Pág. 53

- “El enorme desarrollo de las ciencias a partir del siglo XIX provocó una especialización creciente que hace cada vez más difícil la comunicación entre los especialistas de las ciencias y de las humanidades”. Pág. 53
- “El fenómeno de las ‘dos culturas’ diferenciadas e incluso separadas, la científica y la humanística, se ha convertido en uno de los problemas principales de la civilización actual”. Pág. 53
- “La necesaria síntesis entre las ciencias y las humanidades exige el trabajo riguroso de los especialistas de ambos campos, en una colaboración que evite extrapolaciones y síntesis superficiales”. Pág. 53
- “La relatividad y la mecánica cuántica ampliaron extraordinariamente el ámbito de la física”. Pág. 54
- “La *relatividad especial, o teoría especial de la relatividad*, se basa en dos postulados”. Pág. 54
- “El primero establece que la velocidad de la luz en el vacío es constante con independencia del movimiento de la fuente de luz o del observador, lo cual venía avalado por el resultado negativo del experimento realizado poco antes por Albert Michelson y Edward Morley”. Pág. 54
- “En consecuencia, Einstein negó la existencia del éter y, por tanto, la posibilidad de observar un movimiento absoluto: todo movimiento es relativo a algún sistema de referencia, y de ahí el nombre de teoría de la relatividad”. Pág. 54
- “El segundo postulado establece que las leyes de la física deben tener la misma forma cuando se refieren a sistemas inerciales, que se mueven uno respecto al otro con una velocidad rectilínea y uniforme”. Pág. 54
- “A partir de ahí, Einstein llegó a una nueva formulación de las leyes de la mecánica, obteniendo consecuencias revolucionarias: las mediciones de distancia y de duraciones son diferentes según el sistema de referencia en que se miden; la masa no es constante, sino que cambia con la velocidad; existe una equivalencia entre masa y energía en las transformaciones físicas: esa equivalencia tiene consecuencias importantes en la física atómica, y se encuentra en la base de utilización de la energía atómica”. Pág. 54
- “La *teoría de la relatividad general* amplió la idea central de Einstein a los sistemas acelerados”. Pág. 55
- “Se expresa en un formalismo matemático más complejo que la relatividad especial”. Pág. 55
- “Proporciona la base para el estudio del universo en su conjunto y, de hecho, se utiliza en todos los modelos que propone la cosmología científica sobre el origen del universo”. Pág. 55
- “La teoría de la relatividad significó el fin de una etapa de más de dos siglos en la que se había llegado a creer que la mecánica de Newton proporcionaba el esqueleto básico y definitivo de la estructura de la naturaleza”. Pág. 55
- “La situación creada por la revelación relativista tuvo un fuerte impacto en la filosofía de la ciencia, porque mostró que incluso las teorías mejor comprobadas pueden ser rectificadas y perfeccionadas”. Pág. 55
- “La teoría de la relatividad no tiene nada que ver con el relativismo o el subjetivismo de tipo filosófico”. Pág. 56

- “La revolución cuántica comenzó en el año 1900”. Pág. 56
- “La física cuántica fue el resultado de muchos trabajos realizados por diferentes físicos, entre los cuales ocupan un lugar destacado Louis de Broglie (1892-1987) y Niels Bohr (1885-1962)”. Pág. 56
- “Dentro de la física, la mecánica cuántica representa un avance gigantesco, porque permite estudiar con gran éxito el mundo microfísico”. Pág. 56
- “Al mismo tiempo, desde el principio existieron discrepancias entre los físicos, no sólo sobre el significado filosófico de la física cuántica, sino sobre su valor como teoría científica”. Pág. 56
- “Los debates en torno a la física cuántica continúan en la actualidad”. Pág. 56
- “El desarrollo de la biología molecular, que ha sido posible gracias al enorme avance de la física y la química, ha abierto nuevas y fascinantes perspectivas, ya que ha permitido desentrañar los mecanismos de la vida en un nivel de explicación anteriormente insospechado”. Pág. 57
- “Las consecuencias prácticas de estos avances, que se multiplican sin cesar, han abierto la posibilidad de actuar sobre los vivientes de una manera que no tiene precedentes”. Pág. 57
- “Uno de los avances fundamentales en este ámbito fue el descubrimiento de la estructura en doble hélice del ADN (ácido desoxirribonucleico), el componente básico del material genético, realizado en 1953 por James Watson y Francis Crick”. Pág. 57
- “Los estudios sobre el caos se desarrollaron especialmente a partir de los trabajos matemáticos de Edward Lorenz en 1963”. Pág. 59
- “Se trataba de ecuaciones diferenciales no lineales que no admitían soluciones periódicas estables”. Pág. 59
- “El caos es, por una parte, determinista, pero por otra, refleja un futuro incierto”. Pág. 59
- “Sugiere la existencia de una indeterminación en el mundo físico”. Pág. 59
- “El concepto de *información* suele utilizarse en tres contextos que, si bien están relacionados, son diferentes”. Pág. 60
- “La ‘teoría de la información’ trata del estudio científico de la información y comprende el estudio del procesamiento y transmisión de información”. Pág. 60
- “Los avances recientes se refieren especialmente a la ‘ingeniería genética’, mediante la cual se manipula el ADN de los organismos con objetivos diversos, que van desde la producción de medicinas hasta la producción de otros vivientes mediante clonación”. Pág. 61
- “La biotecnología proporciona instrumentos importantes para avanzar en los ámbitos de la salud y de la alimentación, pero plantea también serios desafíos morales”. Pág. 61

III. LA REFLEXIÓN FILOSÓFICA SOBRE LA CIENCIA

- “La ciencia natural, la filosofía y la teología han sido cultivadas desde la antigüedad griega, y desde entonces ha coexistido, junto con la ciencia, la reflexión filosófica acerca de la naturaleza y el alcance de la ciencia. Pág. 63
- “El término «ciencia» se ha aplicado cada vez de modo más exclusivo a la ciencia experimental”. Pág. 63
- “Las ciencias humanas han intentado desarrollarse siguiendo, en lo posible, el método de las ciencias naturales”. Pág. 63
- “La reflexión filosófica acerca de la ciencia experimental se ha encontrado muy condicionada por el grado de desarrollo de la ciencia en cada época, y por ideas filosóficas que han pretendido interpretar la ciencia utilizando categorías preconcebidas en función de intereses ajenos a la ciencia”. Pág. 63
- “Las ideas de Aristóteles sobre la ciencia ocuparon un lugar destacado hasta el siglo XVII”. Pág. 63
- “El nacimiento de la ciencia experimental moderna, en esa época, provocó interpretaciones que oscilaron entre los extremos representados por el racionalismo y el empirismo, corrientes que predominaron en los siglos XVII y XVIII”. Pág. 63
- “En el siglo XIX, el positivismo influyó notablemente en la idea que se tiene acerca de la ciencia, su valor y su lugar dentro de la vida humana”. Pág. 63
- “Según Aristóteles (384-322 a.C.), la ciencia es conocimiento cierto por medio de causas”. Pág. 64
- “La ciencia rigurosa busca conocimientos universales y necesarios, que se obtienen cuando conocemos las causas propias”. Pág. 64
- “La teología natural, que estudia lo que se puede conocer de Dios por medio de la razón, es la culminación de la metafísica”. Pág. 64
- “La filosofía de la ciencia aristotélica se encuentra principalmente en los *Segundos Analíticos*”. Pág. 64
- “La demostración perfecta, según Aristóteles, parte de principios evidentes y se estructura a través de un razonamiento silogístico”. Pág. 65
- “Los principios que sirven como punto de partida de la demostración se obtienen por inducción a partir de la experiencia”. Pág. 65
- “El nacimiento de la ciencia experimental en el siglo XVII estuvo enmarcado en discusiones epistemológicas del tipo recién mencionado”. Pág. 66
- “Las características del espacio y tiempo absolutos de Newton fueron elevadas por Kant al nivel de condiciones que hacen posible todo conocimiento sensible y, en definitiva, la teoría kantiana pretendía justificar filosóficamente la validez de la mecánica de Newton”. Pág. 67
- “La ciencia experimental combina, de un modo peculiar, la teoría y la experimentación”. Pág. 68
- “El racionalismo y el empirismo clásico insistían de modo excesivamente unilateral en uno de esos dos elementos, y no conseguían proporcionar una imagen adecuada de la nueva ciencia”. Pág. 68
- “La ciencia se reducía, en esa perspectiva, a relacionar fenómenos observables, renunciando al conocimiento de causas”. Pág. 68

- “La moderna filosofía de la ciencia se ha constituido como disciplina con su propio objeto y tradición a raíz de los cambios experimentados por las ciencias a principios del siglo XX”. Pág. 69
- “El nacimiento de la filosofía de la ciencia como disciplina con carácter propio coincidió con la «crisis de fundamentos» que se dio en las ciencias a finales del siglo XIX y comienzos del XX”. Pág. 70
- “La teoría de la relatividad y la física cuántica introdujeron perspectivas revolucionarias en la física”. Pág. 70
- “La física de Newton tuvo un éxito espectacular desde que fue formulada en 1687 hasta finales del siglo XIX”. Pág. 70
- “Una ciencia limitada a los fenómenos sin admitir preguntas acerca de la realidad que fuera más allá de la experiencia, una ciencia reducida a una herramienta útil sin dejar lugar para la valoración de la verdad: ésa es la perspectiva de Mach”. Pág. 71
- “La influencia del empirismo en la interpretación de las revoluciones de la física en las primeras décadas del siglo XX fue notable”. Pág. 71
- “El nacimiento de la ciencia moderna en el siglo XVII estuvo acompañado por una polémica en torno a su alcance”. Pág. 72
- “El *convencionalismo* afirma que las construcciones científicas son solamente convenciones útiles para el dominio de la naturaleza, sin que pueda decirse que son verdaderas”. Pág. 73
- “El *instrumentalismo* es una doctrina semejante, según la cual las teorías son sólo instrumentos que sirven para conseguir objetivos prácticos”. Pág. 73
- “Los problemas planteados por el convencionalismo y el instrumentalismo siguen siendo actuales, y deben ser tenidos en cuenta cuando se intenta delimitar el alcance de la verdad científica”. Pág. 74
- “El empirismo fue una de las tesis principales propuestas por el Círculo de Viena, cuyo manifiesto programático, escrito por Rudolf Carnap, Hans Hahn y Otto Neurath, titulado *La concepción científica del mundo*, fue publicado en 1929 con ocasión de una conferencia de la Sociedad Ernst Mach de Viena y de la Sociedad para la Filosofía Empírica de Berlín, que tuvo lugar en Praga los días 15 y 16 de septiembre de 1929”. Pág. 74
- “La interpretación empirista de la ciencia, en su versión inductivista, fue considerada como un rasgo central del método científico por los miembros del Círculo de Viena”. Pág. 74
- “La actitud antimetafísica y antiteológica fue presentada por los neopositivistas como la nueva «concepción científica del mundo»”. Pág. 77
- “El manifiesto describe el nacimiento del Círculo en torno a Schlick como la reunión de miembros que, aun teniendo opiniones diferentes, coincidían en la dirección de «una concepción científica del mundo», de tal modo que: «Cada vez quedaba más claro que el objeto común a todos era una posición no sólo libre de metafísica, sino opuesta a la metafísica»¹”. Pág. 77
- “El Círculo de Viena no se limita al trabajo colectivo como un grupo cerrado”. Pág. 78

¹ R. Carnap, H. Hahn y O. Neurath, *The Scientific Conception of the World: The Vienna Circle*, cit., p. 304.

- “En la epistemología contemporánea se han propuesto muchas interpretaciones diferentes, pero existe un consenso generalizado en considerar como especialmente influyentes las de Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend”. Pág. 79
- “La epistemología de Popper es «falsacionista» porque niega que sea posible «verificar» los enunciados científicos y afirma, en cambio, que la «falsación» de esos enunciados, que lleva consigo la detección de errores, es el camino para el progreso científico. Pág.82
- “La «ciencia normal», en la interpretación de Kuhn, es el tipo de actividad científica que se da cuando la comunidad científica admite determinadas teorías sin discusión; entonces, los científicos se esfuerzan por estudiar y resolver problemas concretos a la luz de esas teorías”. Pág.85
- “La actividad de la ciencia normal es una especie de “resolución de rompecabezas” (*puzzle-solving*), ya que no se plantean cuestiones básicas acerca de las teorías utilizadas, sino solamente cuestiones concretas dentro del ámbito de esas teorías: cómo encajar las piezas (problemas y soluciones) dentro de la teoría generalmente aceptada”. Pág. 85
- “La interpretación de Kuhn es inequívoca al respecto; así, acerca de la ciencia normal afirma que «examinada de cerca, tanto históricamente como en el laboratorio contemporáneo, esa empresa parece ser un intento de obligar a la naturaleza a que encaje dentro de los límites preestablecidos y relativamente inflexibles que proporciona el paradigma»²”. Pág. 85
- “El progreso científico se explica en gran parte, según Kuhn, mediante la ciencia normal: el hecho de que los científicos admitan colectivamente un paradigma que no se discute, hace posible que se concentren en la resolución de problemas concretos, dando lugar a un avance que en otro caso no se produciría”. Pág. 86
- “Las revoluciones científicas vienen provocadas por la ciencia normal”. Pág. 86
- “Las revoluciones científicas representan un cambio en «el concepto del mundo» y, en esas circunstancias, no existen datos neutrales de experiencia que sirvan para comparar las consecuencias del antiguo paradigma y del nuevo, ya que cada paradigma provoca un modo diferente de considerar la naturaleza y de enfocar los problemas científicos”. Pág. 86
- “El Feyerabend «anarquista» se recrea en señalar todo tipo de defectos en el paradigma científicista”. Pág. 97
- “El remedio que propone Feyerabend no llega, ni mucho menos, a la raíz de las dificultades, ya que el acercamiento a la historia real de la ciencia no basta para plantear adecuadamente los problemas filosóficos”. Pág. 97
- “El científicismo afirma que la ciencia experimental es el único acceso válido a la realidad o, al menos, el modelo que cualquier otra pretensión de conocimiento debería imitar”. Pág. 97
- “El problema del realismo ocupa un lugar central en la filosofía de la ciencia, y da lugar a debates que siguen abiertos en la actualidad”. Pág. 99

² T.S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México 1975, p. 33.

- “El realismo afirma la existencia real de las entidades, las propiedades y los procesos, tal como son afirmados por las teorías científicas”. Pág. 99
- “Los realistas afirman que el *éxito predictivo* de la ciencia experimental sería un auténtico milagro si no se admite que, de algún modo, la ciencia proporciona un conocimiento verdadero de la realidad”. Pág. 99
- “La ciencia experimental tiene sentido en la medida en que consiste en la búsqueda de la verdad, y el compromiso con esta tarea explica por qué la ciencia es una tarea moral”. Pág. 104
- “El progreso científico implica el cumplimiento histórico de esa tarea histórica: muestra que la tarea puede ser cumplida, y también que progresamos en nuestro esfuerzo por alcanzar un conocimiento verdadero del mundo natural”. Pág. 104
- “La *sociología de la ciencia* estudia la ciencia como actividad social y proporciona una ayuda importante para la determinación de la naturaleza del conocimiento científico”. Pág. 105
- “El enorme progreso de la ciencia y de sus aplicaciones condujo, en el siglo XIX, al auge del cientificismo”. Pág. 107
- “Su forma típica fue el positivismo, pero también se expresó en otros ámbitos: por ejemplo, el marxismo se presentó como «socialismo científico», como si se apoyara en leyes científicas de la economía y de la historia, frente a los socialismos anteriores que eran calificados como «utópicos»”. Pág. 107
- “Sin embargo, en el mismo siglo XIX, el cientificismo fue seriamente criticado por los diversos movimientos románticos y por el idealismo, que incluso, en su forma hegeliana, pretendió introducir cambios en el interior de la misma ciencia”. Pág. 107
- “Los intelectuales europeos del siglo XX han sido, con cierta frecuencia, hostiles con respecto al cientificismo y la civilización tecnológica”. Pág. 107
- “El cientificismo presenta una imagen deformada de la ciencia experimental, pues sólo así puede afirmar el monopolio cognoscitivo de la ciencia”. Pág. 107
- “La racionalidad científica sería esencialmente instrumentalista, en cuanto que sólo se ocupa de estudiar los medios o instrumentos sin referencia a la realidad social que determinaría cómo se utilizan; al proyectarse la mentalidad instrumentalista en la realidad social, la consecuencia sería la falta de libertad, puesto que todo queda sometido al aparato técnico que proporciona mayor productividad y confort”. Pág. 111
- “La modificación de las estructuras sociales produciría un mundo diferente, pacificado, y entonces la ciencia encontraría unas condiciones experimentales diferentes, de tal modo que en la ciencia se obtendrían hechos y conceptos que también diferían esencialmente de los actuales”. Pág. 111
- “El *ecologismo* plantea, en la actualidad, problemas relacionados con los límites de la ciencia y de la tecnología”. Pág. 114
- “La *ecología* es una rama de la ciencia que se ha desarrollado durante el siglo XX, cuando el progreso en muchas ramas de la ciencia ha permitido plantear con suficientes garantías problemas interdisciplinares que se refieren a las condiciones en que se desarrolla la vida en nuestro planeta”. Pág. 114
- “La ecología estudia las relaciones, distribución y abundancia de organismos o grupos de organismos en un determinado medio ambiente”. Pág. 114

- “Se centra en torno a los vivientes, y su objeto característico son los «ecosistemas»”. Pág. 114
- “El ecologismo se asocia, con frecuencia, a movimientos sociopolíticos”. Pág. 115
- “En arquitectura y otras artes, el «postmodernismo» es un estilo que, surgido en las últimas décadas del siglo XX, se enfrenta al “modernismo”: así como el modernismo subraya la pureza de formas y de técnicas, el postmodernismo utiliza combinaciones de estilos un tanto paradójicas”. Pág. 115
- “La comprensión de la ciencia como una *subcultura* postmoderna, o un conjunto suave y contextualmente relacionado de subculturas, liberaría a la ciencia de sus conflictos vacíos y definitivamente estériles con la literatura, la religión y la política, así como de la lucha vigorosamente contestada por la igualdad entre las ciencias”. Pág. 116

IV. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

- “La ciencia es un tipo de saber, y más en concreto, un saber que va más allá de la experiencia ordinaria”. Pág. 119
- “En la ciencia buscamos un conocimiento que trasciende las apariencias”. Pág. 119
- “Las ramas de la ciencia que conocemos en la actualidad han surgido y se han consolidado en diferentes momentos de la historia”. Pág. 119
- “La ciencia se encuentra en continuidad con la búsqueda de conocimiento en la vida ordinaria”. Pág. 120
- “El ideal clásico de la ciencia suele expresarse en pocas palabras como un *conocimiento cierto por causas*”. Pág. 120
- “El conocimiento que Dios tiene de todo, como Causa Primera que da el ser a todo lo que existe, es la ciencia divina, que es perfecta: ni siquiera se encuentra limitada por la contingencia del mundo físico ni por la libertad humana, ya que Dios es el fundamento radical de todo ser y se encuentra en un nivel diferente al de los seres creados”. Pág. 121
- “El estudio científico de la metafísica nos permite conocer mucho mejor nuestras propias ideas y actitudes ante la realidad y, por tanto, adoptar posiciones más auténticas y coherentes”. Pág. 122
- “Todas las disciplinas filosóficas se relacionan con objetivos prácticos”. Pág. 122
- “La felicidad es el objetivo práctico por excelencia de la vida humana”. Pág. 122
- “El conocimiento es la base para la práctica, y los problemas prácticos son un estímulo para la búsqueda de conocimiento”. Pág. 122
- “Lo que caracteriza a una ciencia concreta es el tipo de objetivos que persigue, y la relación que existe entre los objetivos teóricos y los prácticos de esa ciencia”. Pág. 122
- “Las imágenes de la ciencia que resultan en ambos casos son bastante diferentes e incluso pueden parecer incompatibles, pero es fácil advertir que, en realidad, responden a dos aspectos de la actividad científica que no sólo son compatibles, sino que son importantes y deben ser tenidos en cuenta si se desea obtener una representación objetiva de la ciencia experimental”. Pág. 123
- “Los *métodos* utilizados por las ciencias son los medios que emplean para conseguir sus objetivos”. Pág. 123
- “El progreso moderno de la biología se dio cuando comenzaron a construirse modelos ideales, sometidos a tratamiento matemático y a experimentos repetibles; de hecho, cuando Gregor Mendel presentó a la Sociedad Científica de Brno sus estudios sobre los guisantes, los asistentes quedaron desconcertados por aquella extraña mezcla de matemática y experimentación a la que Mendel había sometido las propiedades que había seleccionado en los guisantes, y la enorme importancia de su trabajo, publicado por aquella Sociedad en 1865, no se reconoció hasta 1900”. Págs. 124-125
- “La comprobación de la validez de las teorías es crucial en el desarrollo de la ciencia, y muchos de los problemas que se plantea la filosofía de la ciencia pertenecen a ese tipo”. Pág. 125

- “Los *resultados* de la aplicación del método científico en una determinada disciplina son las *construcciones científicas*, que ordinariamente son un conjunto de proposiciones, modelos y teorías”. Pág. 126
- “El caso de la teoría de la relatividad es mucho más complejo, porque se trata de todo un sistema teórico (en realidad, dos sistemas, la relatividad especial y la general) que incluye muchos elementos cuya validez no está comprobada por igual”. Pág. 126
- “La relatividad de que se habla en esa teoría se refiere a sistemas de coordenadas, y la teoría permite, precisamente, pasar de un sistema a otro manteniendo la validez de las leyes de la física e incluso algunas cantidades concretas”. Pág. 127
- “Los textos científicos, sobre todo en el ámbito de las ciencias naturales, con frecuencia exponen las teorías sin referirse a su contexto real (qué problemas se pretende resolver, cómo se resuelven, cómo se aplican las teorías); el estudiante se considera obligado a aprender a manejarse dentro de los paradigmas admitidos, y las teorías aparecen ante el profano como adquisiciones que, desde el momento en que son admitidas en la ciencia, deben considerarse como demostradas”. Pág.127
- “La justificación fluye hacia arriba tanto como hacia abajo en la jerarquía, vinculando los objetivos, los métodos y las pretensiones fácticas”. Pág. 129
- “La axiología, la metodología y las pretensiones fácticas se encuentran inevitablemente entrelazadas en relaciones de dependencia mutua”. Pág. 129
- “La jerarquía implícita en la perspectiva jerárquica debe dejar su lugar a una especie de principio nivelador que subraya las pautas de dependencia mutua entre esos diferentes niveles”. Pág. 129
- “Hemos caracterizado a las ciencias en función de sus *objetivos*, lo cual implica considerarlas, ante todo, como una actividad humana dirigida hacia esos objetivos, considerando todo lo demás (métodos, construcciones) en función de los objetivos”. Pág. 130
- “El *objeto material* es el tipo de seres que son estudiados por una ciencia: por ejemplo, los vivientes en el caso de la biología, o los cuerpos celestes en el caso de la astronomía”. Pág. 131.
- “El *objeto formal quo* es la perspectiva en la que nos situamos en cada ciencia, y de algún modo viene a ser el tipo de recursos que se utiliza: por ejemplo, la filosofía se despliega a la luz de la razón natural, mientras que la teología, además de utilizar la razón, se basa en el contenido de la revelación sobrenatural”. Pág. 131
- “Ciencia y filosofía tienen la misma raíz, el afán de un saber que se extienda más allá de lo que aparece ante la experiencia ordinaria”. Pág. 131
- “Podemos estudiar científicamente cualquier aspecto de la realidad”. Pág. 132
- “Tienen carácter sapiencial la teología en el plano sobrenatural y la filosofía en el natural”. Pág. 133
- “La teología dogmática y la teología moral constituyen el eje de la teología, y en ellas se realiza de modo principal el carácter sapiencial de la teología”. Pág. 133
- “La metafísica estudia el ser en toda su generalidad, dirigiendo su mirada hacia los modos generales de ser y a sus causas últimas”. Pág. 133
- “Las ciencias particulares son muy numerosas, y su mismo progreso hace posible que nazcan otras nuevas, cada vez más especializadas”. Pág. 134

- “Aunque la ciencia moderna tiene antecedentes que se remontan hasta la Antigüedad, la revolución científica del siglo XVII significó un punto de inflexión decisivo en el desarrollo de las ciencias”. Pág. 134
- “La consolidación de la ciencia experimental moderna ha exigido reformular la idea de ciencia, de hecho, su enorme éxito, tanto teórico como práctico, ha tenido como consecuencia que la noción de «ciencia» se aplique, en la actualidad, de modo preferente y a veces casi exclusivo a ese tipo de ciencia, y que todas las demás ciencias intenten, para establecer su validez, mostrar que, de algún modo, utilizan métodos semejantes a los empleados por la ciencia experimental”. Pág. 134
- “La ciencia experimental se centra en el estudio de la naturaleza, buscando conocimientos que pueden ser controlados mediante experimentos”. Pág. 135
- “Una característica fundamental que se exige a los experimentos científicos es que sean repetibles, de tal modo que posean una validez intersubjetiva (independiente de la idiosincrasia de quienes los realizan) y permitan conocer aspectos de la naturaleza que, al menos en principio, pueden repetirse del mismo modo”. Pág. 135
- “Las ciencias experimentales que se han desarrollado en primer lugar son la astronomía y la mecánica”. Pág. 135
- “El gran desarrollo de la física durante varios siglos ha hecho posible un desarrollo también muy notable de la química, y el progreso en estas dos ciencias ha conducido en épocas más recientes a un enorme adelanto en la biología, al que estamos asistiendo en la actualidad”. Pág. 135
- “El estudio científico del ser humano, tanto en sus aspectos individuales como sociales, se remonta a la Antigüedad”. Pág. 135
- “El ser humano pertenece a la naturaleza y, al mismo tiempo, la trasciende, debido a sus dimensiones espirituales”. Pág. 135
- “El estudio de las características específicamente humanas, tal como se ha realizado, por ejemplo, en la psicología filosófica y en la filosofía social, ha conducido a grandes logros mucho antes de la revolución científica del siglo XVII”. Pág. 135
- “Las ciencias formales por excelencia son la lógica y las matemáticas”. Pág. 136
- “La lógica se ocupa de relaciones de razón: por ejemplo, de los argumentos que se utilizan para llegar a unas conclusiones a partir de unas determinadas premisas”. Pág. 136
- “Las ciencias formales poseen una autonomía propia, pero encuentran múltiples aplicaciones en las ciencias empíricas”. Pág. 137
- “La diversidad de las ciencias plantea el problema de su unidad, que tiene dos vertientes”. Pág. 137
- “Cada ciencia adopta una perspectiva propia”. Pág. 137
- “El *reduccionismo* parece encontrar algún apoyo en la unidad de la naturaleza”. Pág. 137
- “Frente al reduccionismo, el *emergentismo* afirma que existen niveles diferentes en las ciencias, de tal modo que no pueden reducirse unos niveles a otros”. Pág. 137
- “Las construcciones teóricas se formulan a fin de resolver problemas particulares en áreas científicas específicas, y se construyen de acuerdo con los recursos conceptuales e instrumentales disponibles en cada momento”. Pág. 139

- “La existencia de límites en las reducciones epistemológicas implica que también existen límites en las posibilidades de establecer el reduccionismo ontológico, porque una explicación completa de los niveles ontológicos superiores en términos de los niveles más básicos no se encuentra justificada desde el punto de vista científico”. Pág. 139
- “Las dificultades de la reducción son tan grandes que las tendencias actuales que siguen la tradición del reduccionismo se presentan ordinariamente hoy día usando una terminología que evita la utilización del término «reducción», incluso negando ser reduccionistas”. Pág. 139
- “Basándose en la revelación divina, el cristianismo propone una doctrina profunda y coherente acerca del mundo, del hombre y de Dios, mostrando el sentido de todo lo creado a la luz de los planes divinos”. Pág. 143
- “La doctrina cristiana contiene verdades que sólo pueden ser conocidas a través de la revelación divina; se trata de «misterios» en sentido estricto, que superan la capacidad humana sin que esto signifique que vayan en contra de la razón: por una parte, porque la revelación se presenta como algo razonable, fundado en argumentos inteligibles y profundos, y por otra, porque las verdades reveladas nos elevan a un plano superior, dándonos a conocer realidades que arrojan una poderosa luz sobre nuestra vida”. Pág.144
- “Las diferentes ciencias (experimentales y humanas, incluyendo las filosóficas) pueden estudiar los fundamentos racionales del cristianismo”. Pág.144
- “La mutua complementariedad que existe entre la razón y la fe ha sido puesta de relieve con gran fuerza por el Papa Juan Pablo II en su Encíclica *Fides et ratio*, publicada en 1998, que comenzaba con las palabras siguientes: «La fe y la razón son como las dos alas con las cuales el espíritu humano se eleva hacia la contemplación de la verdad»”. Pág.144
- “La ciencia se prepara a dominar todos los aspectos de la existencia humana a través del progreso tecnológico”. Pág. 145
- “Los éxitos innegables de la investigación científica y de la tecnología contemporánea han contribuido a difundir la mentalidad cientificista, que parece no encontrar límites, teniendo en cuenta cómo ha penetrado en las diversas culturas y cómo ha aportado en ellas cambios radicales”. Pág.145
- “Juan Pablo II subraya que el hombre posee la capacidad de buscar y encontrar la verdad, también las verdades últimas sobre la existencia”. Pág.145
- “La iglesia no tiene miedo a la razón”. Pág.145
- “Resulta significativo que, en la Encíclica *Fides et ratio*, los peligros que Juan Pablo II denuncia se encuentran, por lo general, en la línea de la desconfianza frente a la razón, del relativismo y del escepticismo”. Pág.145
- “La fe mueve a la razón a salir de todo aislamiento y apostar de buen grado por lo que es bello, bueno y verdadero”. Pág.146
- “La iglesia católica reconoce la legítima autonomía de las ciencias en su propio orden”. Pág.146
- “El hombre no comenzaría a buscar lo que desconociese del todo o considerase absolutamente inalcanzable”. Pág.147

- “Sólo la perspectiva de poder alcanzar una respuesta puede inducirlo a dar el primer paso”. Pág.147
- “A pesar del influjo de la mentalidad positivista, en la actualidad suele reconocerse que el acceso a la realidad se lleva a cabo mediante perspectivas limitadas y que es deseable su integración, respetando las peculiaridades de cada una”. Pág.147
- “El diálogo entre ciencia y teología se está desarrollando rápidamente”. Pág. 147
- “El progreso científico ejerce una retroacción sobre esos supuestos, ya que los retrojustifica, los enriquece y los precisa”. Pág. 148
- “La ciencia supone que existe un orden que podemos conocer, aunque sea de modo parcial y perfectible”. Pág. 149
- “El progreso científico justifica la validez de ese supuesto, y nos proporciona un conocimiento cada vez más amplio y profundo del orden de la naturaleza”. Pág. 149
- “La cosmovisión científica actual proporciona una base muy adecuada para una perspectiva que incluye la finalidad y los valores religiosos, y su estudio proporciona claves interesantes para nuestras ideas sobre el universo como creación de Dios, el hombre como colaborador de Dios, y Dios como el fundamento del ser, de la creatividad y de los valores”. Pág. 149
- “La ciencia experimental no debería ser utilizada como la base de perspectivas reduccionistas o naturalistas, ya que no solamente incluye un conocimiento acerca de hechos, sino también las condiciones necesarias de ese conocimiento, que pueden ser consideradas como supuestos cuyo análisis constituye una tarea filosófica y teológica”. Pág. 149

V. EL MÉTODO DE LAS CIENCIAS

- “La ciencia *positiva*, tal como era concebida por el positivismo, nunca ha existido ni puede existir”. Pág. 151
- “La ciencia experimental existe y progresa gracias al empleo creativo de construcciones e interpretaciones que van mucho más allá de lo «dado» en la experiencia”. Pág. 151
- “El físico teórico busca formulaciones abstractas que, a veces, no tienen una conexión inmediata con los fenómenos observables, el físico experimental busca resultados experimentales, y entre los dos extremos se dan múltiples situaciones intermedias”. Pág. 155
- “La ciencia experimental combina ambos, que resultan ser como dos aspectos de un único objetivo general: busca un dominio controlado de la naturaleza, pero no de modo meramente práctico, sino fundamentado en explicaciones teóricas”. Pág. 155
- “En la física contemporánea, los avances van paralelos a una sofisticación creciente de los instrumentos matemáticos”. Pág. 156
- “Los físicos pueden adoptar personalmente una interpretación realista o instrumentalista de las teorías, pero de hecho, han de formularlas de modo tal que permitan deducir consecuencias que puedan relacionarse de modo coherente con hechos experimentales”. Pág. 156
- “La ciencia experimental no es un conjunto de verdades definitivamente demostradas mediante la experiencia”. Pág. 156
- “La ciencia experimental es una actividad humana que tiende hacia los objetivos mencionados (una peculiar combinación de explicación y predicción), con total independencia de que puedan existir otros objetivos impuestos desde fuera, por muy importantes que estos últimos puedan ser desde el punto de vista sociológico”. Pág. 157
- “Un científico no debe cooperar en la planificación ni en el funcionamiento de una cámara de gas para exterminar personas, pero los fines perversos de esa actividad no pueden conseguir que el gas se comporte apartándose de las leyes de la física y de la química”. Pág. 158
- “Todo el esfuerzo que se ponga en determinar los deberes éticos de los científicos, y de la sociedad con respecto a los logros de la ciencia, será poco”. Pág. 158
- “Los filósofos de la ciencia discuten acerca de los objetivos de la ciencia experimental, especialmente porque algunos de ellos, viendo la importancia creciente de la tecnología en el progreso de la ciencia, dicen que, en lugar de distinguir entre la ciencia pura y la aplicada, deberíamos hablar hoy día de «tecnociencia» como un todo; subrayan que, de hecho, los científicos ya no son autónomos, porque sus objetivos y métodos dependen de factores económicos, políticos y militares”. Pág. 159
- “En la ciencia experimental se exige que las teorías pueden someterse a control experimental, pero los grados y modalidades de ese control son variables, en función de la naturaleza de los problemas (que pueden estar más o menos próximos al nivel observacional), y de los conceptos e instrumentos disponibles en cada momento (una

teoría que, en principio, puede ser sometida a control experimental, quizá no pueda serlo en la actualidad y sí, en cambio, dentro de cierto tiempo)”. Pág.160

- “La flexibilidad del control experimental es especialmente notoria cuando se trata de grandes sistemas teóricos y de explicaciones acerca de sucesos o entidades muy alejadas de las posibilidades de observación inmediata”. Pág. 161
- “El experimento es un método para interrogar a la naturaleza y obtener respuesta”. Pág. 161
- “La naturaleza sólo manifiesta a la experiencia ordinaria algunos fenómenos superficiales”. Pág. 161
- “El lenguaje de la naturaleza son los hechos; cuando Galileo decía que ese lenguaje eran las matemáticas y comparaba a la naturaleza con un libro escrito con caracteres matemáticos, expresaba de modo metafórico la importancia de las matemáticas para estudiar los aspectos cuantitativos de la realidad, pero se trata de una metáfora que no puede tomársela pie de la letra”. Pág. 161
- “La naturaleza sólo responde con hechos, y por tanto, hay que interrogarla también con hechos, interviniendo en el desarrollo de los acontecimientos naturales”. Pág. 161
- “El término «experiencia» se utiliza en sentidos diversos”. Pág. 162
- “La física moderna es una recusación de la suficiencia universal del sentido común, y previene contra una aceptación demasiado fácil de lo que, según se dice, nos revelan los sentidos”. Pág. 163
- “La ciencia experimental representa un modo de plantear el conocimiento que se diferencia del ideal de la ciencia tal como fue concebido generalmente hasta el siglo XVII”. Pág. 164
- “La ciencia real es una actividad enormemente variada y compleja”. Pág. 164
- “La *construcción de sistemas teóricos* tiene gran importancia, especialmente en la física matemática, y es más difícil en las ciencias, como la química y la biología, que se sitúan en un nivel de organización natural mayor”. Pág. 165
- “Una disciplina científica alcanza su madurez cuando se obtienen teorías generales; hasta ese momento, es un conjunto de conocimientos fragmentarios que carecen de unidad rigurosa”. Pág. 165
- “Los sistemas teóricos son el resultado de un largo proceso de descubrimientos experimentales, sucesivas conceptualizaciones y síntesis parciales”. Pág. 165
- “La *construcción de modelos particulares* es necesaria porque los fenómenos naturales son demasiado complejos, y se debe recurrir a modelos simplificados en los que se representan algunos aspectos y se supone que los restantes no influyen en los problemas considerados o que permanecen constantes”. Pág. 165
- “La *formulación de leyes experimentales*, que establecen relaciones entre magnitudes observables, representa el primer paso en la consolidación de una disciplina”. Pág. 165
- “La investigación teórica y la experimental no se dan aisladas, pues la una necesita de la otra: los nuevos datos exigen explicaciones teóricas, las nuevas teorías han de comprobarse experimentalmente, y siempre permanece la exigencia de que las construcciones teóricas deben poder relacionarse con el control experimental, el cual, a su vez, requiere el empleo de conceptos teóricos”. Pág. 165

- “La sistematización supone una unificación en la que se relacionan datos particulares, leyes experimentales y principios generales, de modo que exista una conexión lógica entre ellos”. Pág. 166
- “La actividad científica tiende a conseguir nuevos conocimientos, y para ello puede resultar ventajoso recurrir a las funciones heurística, crítica, explicativa y de economía del pensamiento que están implicadas en la sistematización”. Pág. 167
- “La axiomatización total es prácticamente inalcanzable, excepto en algunos fragmentos de las teorías, ya que constantemente se añaden nuevos conocimientos”. Pág. 167
- “Los contenidos teóricos, los resultados experimentales, y los métodos empleados en la obtención de ambos, se expresan en un determinado lenguaje”. Pág. 167
- “La aceptación e interpretación de los contenidos científicos no es impersonal ni automática, lo cual es un hecho suficientemente comprobado en la historia de la ciencia”. Pág. 167
- “La aplicación de las teorías es su utilización para resolver problemas científicos”. Pág. 168
- “Las actividades de investigación (logro de nuevos conocimientos) a veces son consecuencias de las de sistematización, porque la unificación de conocimientos ya disponibles conduce a nuevas consecuencias y aplicaciones: es lo que se ha llamado «función heurística» de la sistematización”. Pág. 170
- “Las actividades de sistematización, además de relacionarse con las de investigación mediante su función heurística, se relacionan con las de transmisión y aplicación a través de su función de «economía del pensamiento»: la transmisión es más cara y efectiva cuando se consigue una mejor sistematización de los conocimientos, y algo semejante cabe decir de las aplicaciones científicas”. Pág. 170
- “La conexión de la actividad de transmisión con las otras tres es evidente, ya que consiste precisamente en transmitir los logros alcanzados mediante la investigación, la sistematización y las aplicaciones”. Pág. 170
- “Las verdades metafísicas fundamentales, si se encuentran formuladas de modo concreto, están implícitamente presente en el desarrollo de las ciencias particulares”. Pág. 173
- “El método axiomático consiste en formular una teoría como un sistema de enunciados en el cual algunos de ellos, que se denominan *axiomas*, se consideran como proposiciones primitivas que no necesitan prueba y sirven como fundamento a todas las demás, que se obtienen mediante *deducciones lógicas* a partir de los axiomas”. Pág. 174
- “La epistemología posterior, a partir de la década de 1960, ha subrayado la importancia de los factores conceptuales e históricos en la ciencia”. Pág. 176
- “Las teorías se entrelazan, formando una red en la cual las comprobaciones de algunas consecuencias experimentales refuerzan la validez de todos los elementos de la red teórica”. Pág. 185
- “La *predicción* es, obviamente, una consecuencia lógica de la hipótesis que se intenta comprobar”. Pág. 186

- “Las demostraciones de la ciencia experimental, tanto las negativas como las positivas, suelen ser muy sutiles, y no pueden expresarse como una simple secuencia de pasos lógicos”. Pág. 186
- “Las diferencias entre las ciencias naturales y las humanas son patentes”. Pág. 187
- “La principal se refiere al objeto de estudio: las ciencias experimentales estudian la naturaleza, y por eso se suelen denominarse también «ciencias naturales», y las ciencias humanas estudian el ser humano”. Pág. 187
- “Si tenemos en cuenta que el hombre es un ser natural que, al mismo tiempo, trasciende la naturaleza por sus dimensiones espirituales, advertimos que, en sus dimensiones naturales, el ser humano es también objeto de las ciencias naturales: es objeto de la física y de la química si consideramos su masa, su composición química, y las demás propiedades del nivel físico-químico, y es objeto de la biología si consideramos las estructuras y funciones que pertenecen al nivel biológico”. Pág. 187
- “Pero las ciencias humanas se ocupan de problemas en los que intervienen las dimensiones espirituales, porque se encuentran implicadas acciones racionales dirigidas hacia fines y, por consiguiente, interviene la libertad”. Pág. 187
- “La revolución científica del siglo XVII afectó directamente a las ciencias naturales, pero inmediatamente se desarrolló el interés por comprobar si los nuevos métodos se podían aplicar a los problemas humanos”. Pág. 187
- “La nueva ciencia experimental proporcionaba medios para dominar la naturaleza, y parecía deseable conseguir algo semejante en la sociedad”. Pág. 187
- “La economía primero y, después la sociología, la psicología y otras ciencias humanas intentaron aplicar el método experimental a los problemas humanos, individuales y sociales, buscando dominarlos”. Pág. 187
- “Los objetivos de las ciencias naturales y humanas son semejantes en la medida en que, en los dos casos, buscamos un conocimiento que pueda permitir un dominio controlado”. Pág. 187
- “En las ciencias humanas intervienen las dimensiones específicamente humanas que incluyen la libertad, y por tanto, las leyes que conseguimos en esas ciencias no tienen la finalidad propia de la ciencia experimental”. Pág. 188
- “Las diferencias entre las ciencias humanas y las naturales se centran en torno a la tensión que existe entre sujeto y objeto, libertad y necesidad, significado y estructuras, comprensión y explicación, valores y hechos, fines y causas, ausencia de valores y compromiso, intencionalidad y experimentación, particularidad y universalidad”. Pág. 191
- “Las dificultades que encuentran las ciencias humanas no se limitan a la existencia de *interpretaciones*, como si éstas ciencias poseyeran un carácter *hermenéutico* que estaría completamente ausente en las ciencias naturales”. Pág. 192
- “En la ciencia experimental, la interpretación se refiere a la necesidad de introducir estipulaciones que no vienen dadas por la experiencia ni están fijadas por motivos teóricos; en las ciencias humanas, a esto se añade la existencia de una subjetividad que condiciona fuertemente lo que sucede, lo que se observa, lo que se busca y cómo se interpreta todo”. Pág. 192
- “El *conocimiento introspectivo* es una fuente de conocimientos que resulta insustituible en la psicología, y las restantes ciencias humanas se apoyan de algún

modo en la psicología porque han de apoyarse en hipótesis acerca del comportamiento humano”. Pág. 192

- “La dificultad mayor que encuentran las ciencias naturales es que *la naturaleza no piensa ni habla*, de modo que, para desentrañar sus leyes, nos vemos obligados a crear un lenguaje que, siendo comprensible para nosotros, permita expresar los hechos que la naturaleza manifiesta a través de la observación y la experimentación”. Pág. 193
- “El problema de las ciencias humanas es exactamente el inverso: que *estudia seres que piensan, deciden y hablan*, de tal modo que, aunque adoptemos perspectivas bien definidas para estudiarlos y seamos coherentes en nuestro trabajo científico, todo puede cambiar en cualquier momento, sin previo aviso y sin pedimos permiso”. Pág. 193
- “Las diferencias indudables que existen entre las ciencias humanas y las naturales no deberían ser un obstáculo para el progreso de las ciencias humanas; más bien pueden ayudar a estas ciencias a realizar un trabajo riguroso y a no perder de vista la singularidad del ser humano: sólo así se alcanzará la objetividad y se obtendrán conocimientos que puedan servir para ayudar a mejorar la conducta individual y la organización social”. Pág. 193

VI. LAS CONSTRUCCIONES CIENTÍFICAS

- “El uso de conceptos cuantitativos (magnitudes) tiene enorme importancia en la ciencia experimental”. Pág. 196
- “Las magnitudes constituyen el puente entre la teoría y la experimentación, porque son conceptos teóricos que se relacionan con los resultados de los experimentos”. Pág. 196
- “La realidad es compleja y, para estudiarla científicamente, debemos recurrir a simplificaciones que representen de modo conveniente los aspectos que nos interesa estudiar”. Pág. 200
- “El uso de modelos es uno de los factores que hicieron posible la revolución científica del siglo XVII”. Pág. 200
- “El uso de modelos ideales es habitual en la ciencia experimental”. Pág. 201
- “La variedad de los modelos depende del tipo de fenómenos que se estudian y de las posibilidades conceptuales y experimentales disponibles”. Pág. 201
- “La *construcción de los conceptos científicos exige interpretaciones*”. Pág. 203
- “Las interpretaciones son necesarias en el caso de los conceptos básicos, próximos al nivel de lo observable, y con mayor razón lo son para los conceptos derivados, que se construyen a partir de los básicos”. Pág. 203
- “El carácter hipotético de los enunciados observacionales es una consecuencia de su naturaleza contextual”. Pág. 205
- “La determinación de dicho contexto es un objetivo primordial de cualquier disciplina que intente consolidarse sobre bases firmes”. Pág. 205
- “Las *leyes experimentales* relacionan conceptos observacionales”. Pág. 206
- “Las leyes experimentales pueden comprobarse dentro del grado de aproximación permitido por los conceptos e instrumentos disponibles y en un ámbito determinado de condiciones; por ejemplo, la ley de los gases ideales se convierte en un enunciado verdadero o falso cuando se sustituyen la presión, el volumen y la temperatura por sus valores medidos: resulta entonces que es válida para bajas presiones y en el supuesto de que las moléculas se comporten de modo aleatorio, tengan dimensiones despreciables, no ejerzan fuerzas de atracción y sus choques sean perfectamente elásticos”. Pág. 207
- “*Una ley experimental no es una traducción exacta de las leyes de la naturaleza*”. Pág. 207
- “El progreso científico puede determinar que el grado de aproximación proporcionado por una ley resulta insuficiente para las nuevas necesidades de la investigación”. Pág. 207
- “Los *principios generales* relacionan conceptos teóricos”. Pág. 208
- “Los nuevos conceptos introducidos para salvar el principio no son hipótesis arbitrarias ni meras estratagemas pragmáticas”. Pág. 208
- “Kuhn explica que una teoría es *precisa* si sus consecuencias concuerdan bien con los resultados de los experimentos y observaciones disponibles”. Pág. 214
- “La interpretación juega un papel importante en cada uno de los pasos de la ciencia experimental, y esto es compatible con la existencia de criterios rigurosos en las pruebas científicas”. Pág. 215

- “El problema de la aceptación de las teorías se presenta, con frecuencia, como la elección entre *teorías rivales*, o sea, teorías diferentes que aparecen como candidatas para resolver el mismo problema”. Pág. 215
- “La característica más espectacular de la ciencia experimental es su progreso”. Pág. 215
- “El progreso científico no siempre es lineal en ese sentido”. Pág. 222

VII. EL VALOR DE LA CIENCIA

- “La ciencia experimental se presenta como conocimiento objetivo”. Pág. 223
- “La exigencia de *control experimental* implica que debemos definir conceptos que relacionen la teoría con la experimentación: aunque los conceptos no se reducen al conjunto de las operaciones empíricas mediante las cuales se definen (como afirma el operacionalismo extremo), es preciso relacionar los conceptos básicos de una teoría con los experimentos que sirven para definirlos y para medir sus valores”. Pág. 223
- “En definitiva, la *objetividad* científica resulta de *construir un objeto* estableciendo su relación con los experimentos”. Pág. 224
- “La validez de los enunciados científicos es contextual, puesto que depende de un contexto teórico y práctico, que es el conjunto de las estipulaciones admitidas en cada caso”. Pág. 228
- “El problema de la verdad ocupa un lugar central en la epistemología”. Pág. 230
- “La verdad existe cuando lo que afirmamos corresponde a la realidad, pero esa correspondencia debe valorarse teniendo en cuenta el significado de los signos lingüísticos que utilizamos”. Pág. 231
- “La *verdad de los enunciados científicos debe valorarse teniendo en cuenta las diferentes modalidades de su formulación*”. Pág. 231
- “Las teorías sobre la evolución han sido impulsadas en ocasiones por el afán de defender ideas materialistas que sobrepasan el ámbito científico, e incluso llegan a ser un obstáculo para el progreso porque tienden a dar carácter definitivo a conclusiones parciales en detrimento de nuevas ideas”. Pág. 232
- “La física cuántica se presenta a veces asociada a puntos de vista subjetivistas, que son incompatibles con el valor real de los conocimientos conseguidos y frenan también la investigación de nuevas perspectivas en una línea realista”. Pág. 232
- “En la ciencia experimental estudiamos algún aspecto de la realidad adoptando un punto de vista determinado por predicados básicos y criterios operativos”. Pág. 233
- “La verdad de un enunciado científico no es absoluta, o sea, independiente de todo marco conceptual y experimental; es relativa a tales marcos o contextos”. Pág. 234
- “El *realismo* es una posición filosófica según la cual podemos alcanzar conocimientos verdaderos acerca de la realidad”. Pág. 236
- “Las construcciones teóricas son el instrumento mediante el cual se busca conocer la realidad, pero no son meras traducciones de ella”. Pág. 236
- “La verdad se encuentra en el plano objetivo, ya que expresa la adecuación entre nuestros enunciados y la realidad”. Pág. 239
- “En cambio, la certeza se encuentra en el plano subjetivo, pues se refiere al grado de seguridad subjetiva con que se afirma algo como verdadero o falso”. Pág. 239
- “El problema filosófico en este ámbito es el de la legitimidad de la certeza: ¿existen fundamentos sólidos que nos permitan estar ciertos acerca de la verdad o falsedad de nuestros enunciados?”. Pág. 239
- “El conocimiento humano de la realidad tiene muchos e importantes límites”. Pág. 240

- “La experiencia del error es compatible con una actitud realista, e incluso puede advertirse que sólo es posible hablar del error si somos capaces de distinguirlo de la verdad”. Pág. 240
- “La actividad científica se apoya continuamente sobre el conocimiento ordinario”. Pág. 240
- “Las *leyes experimentales* son enunciados que contienen magnitudes que se definen operacionalmente”. Pág. 241
- “Los *sistemas teóricos*, en su forma ideal, se supone que están perfectamente formalizados e incluyen sólo enunciados bien establecidos”. Pág. 241
- “En las ciencias humanas también se busca la verdad”. Pág. 244
- “Las ciencias humanas pueden asemejarse a las naturales, en la medida en que pueden utilizar métodos semejantes en la construcción de modelos teóricos y en su comprobación”. Pág. 246
- “La tentación de utilizar la ciencia en apoyo de ideologías que le son extrañas ha acompañado al desarrollo de la ciencia moderna”. Pág. 247
- “En el siglo XVIII, los materialistas pretendieron apoyar sus ideas en el progreso que la física había conseguido hasta la fecha”. Pág. 247
- “El positivismo, el empirismo y el marxismo siguieron la misma línea desde el siglo XIX hasta la mitad del siglo XX”. Pág. 248
- “Las ciencias experimentales adoptan puntos de vista particulares, objetivaciones concretas, que hacen posible la peculiar fiabilidad de sus conocimientos”. Pág. 252
- “Ciencia y metafísica se encuentran unidas desde el comienzo”. Pág. 254
- “Por eso resulta ilusorio trazar una línea de demarcación que las coloque en espacios incomunicados”. Pág. 254
- “La demarcación se refiere al planteamiento temático de los problemas metafísicos y científicos, pero no impide que la metafísica, al menos de modo implícito, se extienda a toda la realidad y al conocimiento de la misma, de modo que, para establecer la demarcación, es necesario adoptar una perspectiva metafísica”. Pág. 254
- “Todo ello es compatible con la autonomía de las ciencias en su propio ámbito, puesto que el carácter general de los principios metafísicos no prejuzga los conocimientos detallados, que sólo pueden obtenerse adoptando objetivaciones particulares”. Pág. 254
- “El problema de la fiabilidad de la ciencia desempeña un papel central en la cultura contemporánea”. Pág. 254
- “En la ciencia experimental alcanzamos un peculiar tipo de intersubjetividad porque nos centramos en torno a pautas naturales, que son estructuras espaciotemporales que se repiten”. Pág. 256
- “El poder predictivo es, con frecuencia, la característica más deseada de las teorías empíricas”. Pág. 258
- “Las pruebas empíricas, especialmente cuando consisten en la predicción de hechos que anteriormente eran inesperados y se corroboran con precisión, son de ordinario el tipo más fuerte de pruebas en la ciencia experimental”. Pág. 258
- “El cientificismo encuentra eco sobre todo en la opinión pública, influida por el éxito de las aplicaciones científicas en la tecnología y por el impacto de obras divulgativas”. Pág. 264

- “El cientificismo resulta incoherente intrínsecamente, puesto que no tiene sentido afirmar que la ciencia experimental es el paradigma de todo conocimiento válido si esta misma afirmación no es una afirmación científica, como de hecho no lo es”. Pág. 265
- “La alternativa viable al cientificismo consiste en formular una perspectiva metafísica que responda fielmente a las exigencias de la experiencia humana y sea coherente con las ciencias”. Pág. 265
- “Una crítica del cientificismo que se limite a confinar a la ciencia experimental a un ámbito instrumental y tecnológico no llega a plantearse el problema de fondo, y fácilmente sustituirá un cientificismo por otro: la primacía de la ciencia experimental vendrá sustituida por la de una teoría social que se presenta como ciencia última liberadora, careciendo, sin embargo, de una perspectiva metafísica que posibilite una concepción adecuada de la verdad y del bien”. Pág. 265
- “Las ciencias adoptan puntos de vista particulares, la filosofía se pregunta por la realidad buscando su sentido último a la luz de la razón, y la teología argumenta a partir de la revelación divina”. Pág. 266
- “La actividad científica se apoya sobre unos supuestos cuyo estudio es una tarea filosófica e incluso teológica”. Pág. 267
- “Los científicos son seres humanos que, como cualquier otra persona, deben afrontar problemas filosóficos y teológicos, y a veces puede suceder que algunas situaciones científicas les muevan a plantear tales problemas”. Pág. 272
- “El origen de esos problemas puede ser denominado científico solamente en un sentido amplio, en tanto que una situación científica ha actuado como estímulo para activar una actitud filosófica o teológica”. Pág. 272
- “La ciencia puede comportarse como un catalizador de actitudes metafísicas, pero eso no significa que la ciencia por sí misma implique ningún problema metafísico: de hecho, adopta un punto de vista que no es metafísico”. Pág. 273
- “Los problemas científicos, cuando están formulados de modo adecuado, tienen soluciones científicas”. Pág. 273
- “Las cuestiones metafísicas pertenecen a una perspectiva que sobrepasa el ámbito científico, y deben ser estudiadas desde un punto de vista metafísico”. Pág. 273
- “La información científica se puede usar en la teología natural como cualquier otra información”. Pág. 274
- “El desfase metodológico entre la ciencia empírica, por una parte, y la metafísica y la teología, por la otra, es muy amplio”. Pág. 275
- “Es posible salvarlo, pero el puente debe incluir reflexiones filosóficas que, aunque deben ser coherentes con la ciencia, no pueden ser consideradas como una simple consecuencia de ella”. Pág. 275
- “El doble objetivo de la ciencia tiene un carácter ético”. Pág. 275
- “La ciencia experimental suele ser considerada como algo independiente de los factores personales y subjetivos que se asocian con los valores, por tanto, parece ser una empresa libre de valores”. Pág. 275
- “*La objetividad científica es un valor ético porque representan un modo concreto de buscar la verdad, y la búsqueda de la verdad es un valor ético fundamental en la vida humana*”. Pág. 276

- “La ciencia experimental está libre de valores sólo si consideramos sus aspectos más pragmáticos”. Pág. 276
- “La ciencia experimental también puede ser considerada como libre de valores, en la medida en que no la consideramos como una actividad humana dirigida hacia objetivos, sino como una colección de resultados”. Pág. 276
- “Los *valores constitutivos* se refieren a los objetivos internos que caracterizan a la empresa científica en sí misma, dejando aparte los fines particulares de individuos y comunidades”. Pág. 277
- “El doble objetivo de la ciencia experimental indica los valores más importantes de la empresa científica, o sea, la *búsqueda de la verdad y el domino controlado de la naturaleza* como medio para *servir a la humanidad*”. Pág. 277
- “El progreso en las aplicaciones tecnológicas de la ciencia es tan evidente que es probablemente la razón principal del apoyo social a la empresa científica”. Pág. 280
- “Las crecientes comodidades y conveniencias que se derivan de la tecnología y, en última instancia, de la ciencia, promueven el apoyo social a la investigación científica”. Pág. 280
- “La ciencia debería ser utilizada en servicio de la humanidad, pero también puede ser usada para objetivos éticamente incorrectos”. Pág. 280
- “El progreso científico nos proporciona una abundancia creciente de medios que son extraordinariamente útiles para muchos fines prácticos”. Pág. 280
- “El progreso en la biotecnología ha proporcionado medios que son extraordinariamente útiles para muchos fines prácticos”. Pág. 280
- “El progreso en la biotecnología ha proporcionado medios insospechados que han abierto caminos éticamente ambivalentes”. Pág. 281
- “El poder de los seres humanos sobre el mundo físico, incluyendo sus mismas dimensiones físicas, se ha multiplicado de un modo que no tiene precedentes”. Pág. 281
- “Los *valores institucionales* se refieren al trabajo científico en la medida en que se encuentra institucionalizado como una empresa común y, como tal, implica todo un conjunto de valores que deben ser buscados por los miembros de la comunidad científica”. Pág. 281
- “La búsqueda de la verdad, decir la verdad, honestidad al informar de los resultados, integridad, tratar honestamente la evidencia, objetividad, rigor, cooperación, modestia intelectual y libertad de investigación son valores científicos institucionales que corresponden a lo que podríamos denominar «ética de la objetividad»”. Pág. 282
- “Los valores institucionales se derivan del carácter comunitario de la empresa científica”. Pág. 283
- “La *objetividad o la intersubjetividad* son valores muy cercanos al universalismo, aunque este término expresa mejor que los otros dos el carácter comunitario del valor correspondiente”. Pág. 283
- “El *comunismo*, aun siendo un término un tanto desafortunado, es muy claro, y expresa otro aspecto del universalismo, concretamente la disponibilidad pública”. Pág. 283
- “El *escepticismo organizado* se relaciona estrechamente con la actitud metodológica implicada por los objetivos generales de la ciencia experimental”. Pág. 284

- “Los valores institucionales se refiere a la dimensión social de la ciencia”. Pág. 285
- “Los valores institucionales son intrínsecos a la ciencia, y pueden ser considerados como la consecuencia de los valores constitutivos cuando tomamos en cuenta la naturaleza comunitaria de la empresa científica”. Pág. 285
- “Los valores institucionales de la ciencia empírica no son, hablando propiamente, valores éticos”. Pág. 285
- “Los científicos pueden buscarlos por razones personales independientes de motivos éticos”. Pág. 285
- “Los valores institucionales de la ciencia poseen una dimensión ética porque se derivan de los objetivos generales de la ciencia, o sea, de la búsqueda de la verdad y de un dominio sobre la naturaleza que pueda servir para mejorar las condiciones de la vida humana”. Pág. 285

ÍNDICE

<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	13
<i>II. EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA CIENCIA</i>	25
<i>III. LA REFLEXIÓN FILOSÓFICA SOBRE LA CIENCIA</i>	63
<i>IV. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA</i>	119
<i>V. EL MÉTODO DE LAS CIENCIAS</i>	151
<i>VI. LAS CONSTRUCCIONES CIENTÍFICAS</i>	195
<i>VII. EL VALOR DE LA CIENCIA</i>	223
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	287