

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VI JORNADAS
(1996)

Marisa Velasco
Aarón Saal
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



LA GEOMETRÍA DE LOS OTROS.

Introducción:

En su juventud, y con anterioridad al desarrollo de la filosofía crítica, Kant manifestó su entusiasmo por una geometría de todos los tipos posibles de espacio, y no sólo de este espacio real nuestro de cada día.

Como esos tipos de espacio Kant los refería cada uno a un mundo posible¹ distinto, es razonable pensar que la "geometría suprema"², como Kant la denominó, en realidad era el nombre genérico para un conjunto de geometrías diversas que describen espacios igualmente diversos. Entre ese conjunto genérico se encuentra la geometría de Euclides, y cabe preguntarse si ésta es la única especie conocida para nosotros. Acaso entre las otras geometrías no podrían encontrarse las que hoy conocemos como no euclídeas, desarrolladas por Gauss, Bolyai, Lobachevsky y Riemann?

Creemos que no es así, y es lo que nos proponemos mostrar en este trabajo. Mantendremos, por lo tanto, la distinción entre las denominaciones "otras geometrías" y "geometrías no euclídeas" y desarrollaremos la incompatibilidad entre ambas tal como ésta se sigue de los textos de Kant.

Intentaremos asimismo una caracterización de las "otras geometrías" en base a la noción de "espacio habitado", por nosotros, o por otros, por los posibles habitantes de otros universos o de otras regiones de éste mismo. Así, las "otras geometrías" quizá podrían ser comprendidas mejor si las viéramos como geometrías de los otros (o de la alteridad), que si las tratamos de confundir con las geometrías no euclídeas.

Consideraremos tres momentos distintos en el pensamiento de Kant, cuya caracterización realizaremos a partir de otros tantos textos que se corresponden con ellos. Estos textos son, en el primer momento, Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas; en el segundo, Sobre el fundamento primero de la diferencia entre las regiones del espacio, más conocido como el Artículo del '68; y en el tercero, la Crítica de la razón pura.

¹En sentido leibniziano.

²"Die höchste Geometrie"

Momento 1: Las Fuerzas Vivas.

En esta obra, Kant conjetura que las "propiedades de la extensión" (o sea, del espacio) tienen un fundamento, y que éste es la ley de gravitación universal, que afirma que la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Esta concepción implica la prioridad ontológica y causativa de las cosas sobre el espacio.

"...las sustancias en el universo... del cual formamos parte tienen fuerzas esenciales... sus acciones se propagan en proporción inversa al cuadrado de las distancias... el todo resultante tiene... la propiedad de la tridimensionalidad."

"...esta ley es arbitraria y... Dios hubiera podido elegir otra... de otra ley se habría derivado una extensión de otras propiedades y dimensiones.

Una ciencia de todas estas posibles clases de espacios sería ... la más alta geometría abordable por un entendimiento finito"³

"Se infiere de lo anterior que son posibles otras geometrías, cada una correspondiendo a cada tipo diferente de espacio"⁴

Sin embargo, hay motivos para pensar que estas "otras geometrías" no pueden ser las actuales geometrías no euclídeas. Si todas las "propiedades de la extensión" dependen de la misma ley de atracción, entonces no sería posible pensar una ley distinta sin cambiar todas las propiedades simultáneamente. O sea, la dimensionalidad y las "otras propiedades" estarían necesariamente coordinadas entre sí y no sería posible mantener constante a una de ellas mientras se varían las otras. Así, no sería concebible un espacio con tres dimensiones, como el nuestro, pero con otras propiedades métricas. De esto último es precisamente de lo que tratan las geometrías de Riemann y Lobachevsky.

Este argumento quedaría invalidado si fueran concebibles otros mundos posibles donde la causa de las propiedades espaciales no fuera la ley de atracción. Pero Kant en 1747 profesaba la fe de Leibniz en la monadología⁵, y concebía a los mundos posibles como formados de sustancias simples (o sea, mónadas) y sus enlaces mutuos. La diferencia con Leibniz es que los cambios en las sustancias no se piensan con respecto a una "armonía preestablecida", sino con respecto a la "fuerza activa" propia de cada sustancia. No existiría mundo alguno si esta fuerza no fuera operante.

"...no se puede decir que algo sea parte de un todo si no está enlazado de algún modo con las partes restantes... el universo es un ser... compuesto"⁶,

³KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, # 10, pp. 35-6. (Las letras negritas son nuestras).

⁴GÓMEZ, R., "Kant, 1747 filósofo no euclideo?", p. 169

⁵Cfr. en particular, KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, ## 1 y 2. Esta concepción también está desarrollada en su obra de 1756, titulada precisamente la Monadología Física.

⁶KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, # 8, p. 33.

" Es fácil probar que no habría espacio ni extensión si las sustancias estuviesen desprovistas de fuerza para actuar fuera de sí. Porque sin esta fuerza no hay enlace alguno, sin éste tampoco orden y... sin éste tampoco espacio"⁷,

" La fuerza con que actúa una sustancia al asociarse a otras no puede concebirse sin una ley que se manifieste en la forma de su acción"⁸

Así, no podemos concebir otros mundos sino como compuestos de mónadas que interactúan desde una fuerza que es su componente esencial y cuya ley de acción determina el espacio y sus propiedades.

Otras veces⁹, Kant se refiere únicamente a "otras dimensiones" e ignora las "otras propiedades". Si suponemos que éstas permanecen invariables, obtendríamos una serie de espacios euclidianos n-dimensionales¹⁰. Esta interpretación no resultaría congruente con las otras secciones que ya analizamos. Por lo tanto, conviene desecharla. Ya que esta sección particular nada dice acerca de las "otras propiedades", no es necesario suponer a las mismas invariables. Aunque Kant no lo indica explícitamente, podríamos preguntarnos si sería incongruente con su doctrina hablar de espacios que compartan la misma dimensionalidad, pero con distintas propiedades métricas.

Pensamos que sí lo sería. Kant piensa las "otras geometrías" en términos de mundos o universos radicalmente separados. Lo único que garantiza esa separación con fuerza de necesidad es la diferencia en el número de dimensiones. Por lo tanto, debe haber un sólo universo de n-dimensiones, pues si hubiera más, la separación entre ellos no sería necesaria¹¹.

Tampoco sería posible que se diera la diversidad de propiedades dentro de un mismo universo porque la ley de atracción es una característica esencial, o sea universal, de la

sustancia. Dicha universalidad garantiza la homogeneidad del espacio.

No hay indicios de que por "otras propiedades" Kant se refiriera específicamente a propiedades métricas. Probablemente se refería a cualquier propiedad imaginable y, simplemente ni siquiera intentó determinarlas, quedando la alusión como una simple sugerencia. Así vemos que Kant carecía de las distinciones necesarias para aludir a la posibilidad de las geometrías no euclídeas que hoy conocemos. Pero además, vimos que la

⁷Ob. cit., # 9, p. 34.

⁸Ob. cit., # 10, p. 35

⁹"Si es posible que haya extensiones de otras dimensiones, también es muy probable que Dios las haya puesto en alguna parte." Ob. cit., p. 36.(Subrayado nuestro).

¹⁰"Es razonable suponer que la "geometría suprema" en que Kant piensa no es sino una geometría euclídeana de n dimensiones" TORRETTI, R., Kant, nota 277 de p. 190.

¹¹"Porque de ser posible solamente el espacio tridimensional, los otros universos situados fuera del que habitamos podrían relacionarse en el espacio con el nuestro, dado que son espacios de la misma clase. Entonces cabría preguntarse por qué Dios ha separado un universo de los demás" KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, # 11, p. 36.(Subrayado nuestro).

rigidez con que deberían ir coordinadas las propiedades espaciales de cada mundo posible elimina directamente dicha posibilidad.

Las "otras geometrías" de Kant probablemente sólo quepa imaginarlas como la radical alteridad de otro universo.

Momento 2: El Artículo del '68.

Aquí la cuestión de la prioridad ontológica entre el espacio y las cosas recibe un tratamiento distinto y una respuesta opuesta a la que tuviera en las Fuerzas Vivas¹².

El espacio precede a las cosas y en el análisis que le permite establecerlo Kant apela a dos propiedades topológicas del espacio: la dimensionalidad y la orientabilidad¹³. Los argumentos con los que pretende establecer ambas ya han sido superados¹⁴ y nada permiten deducir acerca de propiedades métricas, por lo que nada se puede inferir de este artículo acerca de posibilidad o imposibilidad de las geometrías no euclídeas.

¹²Mientras en las Fuerzas Vivas, como ya se afirmó, las cosas preceden al espacio, en el Artículo del '68 es el espacio el que precede a las cosas, en tanto que "...el fundamento de la determinación cabal de una figura corpórea no depende únicamente de la mutua relación y la posición relativa de sus partes, sino además de una relación con el espacio general absoluto. ...". KANT, I., "Sobre el fundamento primero de la diferencia entre las regiones en el espacio", p. 143 (Subrayado nuestro).

¹³La dimensión que explicita Kant en este artículo es la tridimensionalidad, se refiere a ella del siguiente modo: "en el espacio corpóreo, debido a sus tres dimensiones, pueden concebirse tres planos, cada uno de los cuales corta perpendicularmente a los otros dos". Ob. cit., p. 141 (Subrayado nuestro). La otra propiedad topológica mencionada aquí, la orientabilidad, se manifiesta específicamente en el fenómeno de las contrapartidas incongruentes. Puesto que "la posibilidad de las contrapartidas incongruentes implica que la figura de un cuerpo no depende únicamente de la distancia entre los puntos discernibles en él, de modo que la determinación del espacio que el cuerpo ocupa no puede efectuarse en forma completa si no se conocen más datos que las posiciones relativas de sus partes" TORRETTI, R., Kant, p. 122 También es necesaria la orientación de dichas partes en relación a las regiones del espacio, esta orientación consiste en una relación del cuerpo con el "...espacio universal como una unidad de la cual cada extensión tiene que ser considerada como parte" KANT, I., "Sobre el fundamento primero de la diferencia entre las regiones del espacio", p. 140.

¹⁴"Wir sind jetzt in der Lage, relativ klar sagen zu können, was man heute über die Geometrie des Rechts und Links mehr weiss als Kant. Erstens wissen wir aufgrund globaler geometrischer Betrachtungen, die die Möglichkeit nichtorientierbarer 3-dimensionaler Mannigfaltigkeiten aufzeigen, das Kants Suche nach inneren geometrischen Eigenschaften, die das Nicht-zur-Deckung-bringen-können erklären könnten, verfehlt ist. Solche Eigenschaften gibt es nicht. Und zweitens wissen wir, dass bei einer Beschränkung auf lokale geometrische Betrachtungen das Rechts-Links-Phänomen weniger ein eigentlich geometrisches ist, als vielmehr ein kombinatorisch-arithmetisches: Es hat Vertauschungen (Transpositionen) zu tun und mit dem Zählen von Vertauschungen" MÜLHÖLZER, F., "Das Phänomen der inkongruenten Gegenstücke aus Kantischer und heutiger Sicht", en. Kant-Studien 83, 1992, p. 452

Cfr también TORRETTI, R., Kant, pp. 85-6, y "La geometría en el pensamiento de Kant", pp. 61-75.

Momento 3: Período crítico.

"La imposibilidad que percibimos en nosotros mismos para figurarnos un espacio de más de tres dimensiones, me parece estribar en que nuestra alma recibe las impresiones externas según la ley de la... relación inversa [al cuadrado] de las distancias, y en que no sólo sufre, sino que actúa fuera de sí de esta manera"¹⁵ Podemos ver en esta cita de las Fuerzas Vivas que, tanto las condiciones de nuestra percepción, como las del espacio que podemos construir y habitar, están dadas por una ley objetiva. En cambio, en el período crítico estas condiciones radican en la estructura trascendental de la subjetividad humana.

El método de Euclides, en su formulación primitiva, no es puramente deductivo, sino constructivo-deductivo, y Kant así lo entendió¹⁶ en el período crítico: la intuición no sólo verifica los postulados, sino que participa en la demostración de los teoremas.

No podemos derivar otras geometrías de un simple cambio en algunos de los postulados. Dicho cambio, aplicado a una axiomatización de la geometría euclídea, permite obtener teoremas distintos de los clásicos a partir de la aplicación de la regla de inferencia. Pero aplicado al método de Euclides tal como Kant lo concebía, o sea en su forma original no axiomática, no permitiría comenzar a trabajar siquiera, ya que dicho trabajo implica dibujar o construir los objetos, para luego razonar y deducir sus propiedades. De este modo, las geometrías no euclídeas, que desde este punto de vista resultan de una variación en el sistema de Euclides, no podían estar en el horizonte de Kant. Sin embargo, aunque no suministra el fundamento para desarrollarlas, la filosofía trascendental tampoco niega de manera absoluta la posibilidad de estas geometrías. Sobrevive la posibilidad lógica¹⁷, aunque no intuitiva, de dichas geometrías. Si éstas fueran posibles real, además de lógicamente, lo serían sólo para otros, para seres racionales distintos de los humanos y con otras capacidades sensibles¹⁸, pues el método

¹⁵KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, # 10, p. 36.

¹⁶"Kant... opma que las fases que Proclo llama [éctesis y catásgene], al exhibir los datos y completarlos según las posibilidades que esa misma exhibición hace presentes, constituyen el aspecto distintivo del método matemático, sin el cual éste no puede procurarnos conocimientos realmente nuevos.

La "construcción" en el sentido kantiano (que comprende la [éctesis], más la [catásgene]...) exhibe mutuamente los datos en que ha de apoyarse la demostración" TORRETTI, R., "La geometría en el pensamiento de Kant", p. 99

¹⁷Para Kant, es lógicamente posible todo lo que no vaya contra el principio de contradicción. Este principio por sí solo no basta para caracterizar a las "otras geometrías". "Logical possibility, the wider notion, is characterized in terms of the law of contradiction, real possibility in terms of the principles of possible experience, viz. the Categories" BRITTAN, G., Kant's Philosophy of Science, p. 21. "Alles Wirkliche ist möglich; hieraus folgt: einiges Mögliches ist wirklich, was zu bedeuten scheint: es ist vieles möglich, was nicht wirklich ist, d.h. das Feld der M. ist grösser als das der Wirklichkeit" EISLER, R., Kant-Lexikon, p. 369 (Artículo: Möglichkeit). (Subrayado nuestro). Cfr., KANT, I., Crítica de la razón pura, A 220-1 = B 268.

¹⁸"Sólo podemos hablar del espacio... desde el punto de vista humano.

La forma constante de ese receptividad que llamamos sensibilidad es una condición necesaria de todas las relaciones en las que intuimos objetos como exteriores a nosotros... podemos decir que el espacio abarca todas las

geométrico es un híbrido de deducción lógica y construcción sensible, y tiene un sentido holístico que no permite prescindir de ninguno de esos dos aspectos.

Conclusión.

El saber que el espacio a que Kant se refería es el espacio real, el espacio en que se dan los cuerpos físicos y sus desplazamientos, el espacio habitado y conocido por nosotros mismos¹⁹, nos sugiere una interpretación que no pasa por interpolar la concepción de Kant con la lógica y la matemática modernas.

Es obvio que la filosofía de Kant (además de contestar por qué la geometría es adecuada para describir el mundo objetivo) intenta explicar por qué los seres humanos deben coincidir en sus juicios geométricos, éste es otro aspecto distinto de lo que significa el carácter a priori de dichos juicios. Este preguntar acerca de la intersubjetividad no se dá explícitamente en Kant, pero es tematizable. Consideremos que para Kant hay ciertos seres (los humanos) que comparten ciertas estructuras cognitivas en las que se basan sus coincidencias. Las condiciones para estas coincidencias no se dan por supuestas, sino que se elaboran trabajosamente en la Crítica de la razón pura.

Las personas coinciden solamente porque aplican el mismo método? Si fuera así, bastaría con la geometría y no sería necesario filosofar sobre ella. Sin embargo, Kant estima necesario explicar por qué todos interpretamos el método y seguimos sus reglas de idéntica manera. Así, el método constructivo-deductivo de Euclides constituye un aspecto heurístico del trabajo geométrico, que se complementa con un aspecto sensible, dado en la forma de nuestra intuición.

Cómo reaccionarían distintas personas a las que se diera los principios para construir una figura? Hay algo que garantice la coincidencia de sus dibujos?. Kant encabeza las Fuerzas Vivas con la siguiente frase de Séneca²⁰. "Nada, pues, más importante que no seguir, a la manera de los rebaños, a los que van adelante, caminando no adonde se debe ir, sino por donde de ordinario se va". Kant, de todas maneras, pensaba que cierta uniformidad en las respuestas era necesaria. Conocer el fundamento de las propias acciones es lo que diferencia a los seres racionales del rebaño. En las Fuerzas

cosas que se nos pueden manifestar exteriormente, pero no todas las cosas en sí mismas, sean intuídas o no y sea quién sea el que las intuya. En efecto, no podemos juzgar si las intuiciones de otros seres pensantes están sometidas a las mismas condiciones que limitan nuestra intuición y que tienen para nosotros validez universal. Si añadimos al concepto del sujeto la limitación de un juicio, éste posee entonces validez absoluta. La proposición: "Todas las cosas se hallan yuxtapuestas en el espacio" es válida [en A: "sólo es válida"] si la limitamos de forma que esas cosas sean entendidas como objetos de nuestra intuición sensible" Ob. cit., A 27=B 43, p. 72.

¹⁹El tema de la filosofía del espacio de Kant es lo que hemos llamado el espacio físico, el espacio en que se mueven los cuerpos. en [el] que nos movemos en nuestra vida diaria, vemos salir y ponerse el sol y acontecer las acciones grandes y pequeñas de la historia en el mismo espacio en que la ciencia física sitúa los movimientos cuyas leyes estudia" TORRETTI, R., Kant, pp 70-1

²⁰La traducción de esta frase es de J. Arana Cañedo-Argüelles en su comentario a las Fuerzas Vivas, en. KANT, I, Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, p. 314.

Vivas el fundamento para la geometría es la ley de gravedad de Newton, en el período crítico es la intuición pura y el esquematismo.

Siempre es fundamental confrontar al geómetra con el desafío de la construcción, no sólo a su entendimiento sino al individuo completo, con sus ojos y su razón, su regla y su imaginación, su dibujo y su esquema mental. Así, no importa tanto especificar de una manera lógicamente rigurosa condiciones (tales como la continuidad) que deben cumplir los objetos geométricos como quiere por ejemplo Friedman²¹, sino más bien fundamentar por qué determinados procedimientos de construcción y deducción, seguidos por diferentes personas, deberían llevar siempre a idénticos resultados. Las reglas del procedimiento consideradas formalmente no garantizan la homogeneidad de los resultados²². Esta homogeneidad está necesariamente limitada a un entorno particular. En las Fuerzas Vivas ese entorno es "este mundo" por oposición a otros "mundos posibles". En el período crítico el entorno es nuestra "intuición pura", por oposición a la intuición de otros posibles seres racionales.

Este entorno siempre es, presumiblemente, un fragmento de la realidad. Esta realidad siempre desborda el entorno de nuestra comprensión y lo hace de una manera indescriptible²³. Esta realidad no se constriñe a unas condiciones dadas a priori (salvo la del principio de contradicción). Sus otros "espacios", de existir efectivamente, sólo serían dados a un ser cuya sensibilidad le permitiera ir dando sentido paso a paso a un

²¹Cfr. la interpretación que hace de este tema Friedman en : FRIEDMAN, M., Kant and the Exact Sciences, cap. 1 de la Parte I, titulado Geometry.

²²Qué pasaría si formulásemos otro procedimiento de construcción, como el de las trivariadas, que en base a la intuición del espacio real permita representar objetos no euclidianos? Esta construcción no podría ser terminada empíricamente (en un modelo de cartón plegado, por ejemplo) pero conduce a la imaginación hacia una representación en la que concurren imagen e intuición. "Una de las dificultades del estudio de las trivariadas es que la visualización directa debe, en parte, dejar su puesto a la representación abstracta. Considérese la trivariada generada a partir de un bloque rectangular de espacio; vgr el espacio interior de una habitación. Péguese, en abstracto, la pared delantera de la habitación con la trasera, la pared de la derecha con la de la izquierda, y el suelo con el techo. Si los pegamientos se hicieran realmente, tendría uno que imaginarse a la habitación doblándose... en una cuarta dimensión. Sin embargo, todo cuanto necesitamos para describir la variedad está dado por el procedimiento [descripto] Si un objeto... se mueve hacia la pared delantera, desaparece en esa pared para reaparecer en la trasera; análogamente el objeto desaparece por la pared de la derecha al mismo tiempo que reaparece por la de la izquierda y reaparece por el suelo conforme desaparece por el techo". THURSTON, W., y WEEKS, J., "Matemática de las variedades tridimensionales", pp. 86-7.

Probablemente Kant no aceptaría este tipo de representación, ya que él requiere la posibilidad empírica de la construcción. Una vez construido un triángulo, el entendimiento nos dice que se trata sólo de un ejemplo y que debemos ver en él propiedades comunes a todos los triángulos. Pero es necesario para la validez de la prueba poder trazar y ver la figura. "Und natürlich bestet ja die mathematische Praxis des sich an Euklid anlehenden Geometers gewöhnlich in der Konstruktion geometrischer Begriffe in der empirischen Anschauung, in der Herstellung räumlicher Figuren auf dem Papier mit Zirkel und Lineal. Die einzelnen gezeichneten Figuren sind empirische Gegenstände, sollen aber nach Kant den konstruierten Begriff in seiner Allgemeinheit anschaulich exemplifizieren". SCHIRN, M., "Kants Theorie der geometrischen Erkenntnis und die nichteuclidische Geometrie", p. 9 (Subrayado nuestro).

²³"No podemos considerar las especiales condiciones de la sensibilidad como condiciones de posibilidad de las cosas [la realidad completa], sino sólo de sus fenómenos [lo aprehensible para nosotros]" KANT, I., Crítica de la razón pura, A 27=B 43, p. 72.

procedimiento de construcción y deducción adecuado y obteniendo así un panorama que desafía nuestra imaginación y sobre el que nada podemos adelantar.

Bibliografía:

Escritos de Kant.

KANT, I., Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas, Traducción y comentario de Juan Arana-Cañedo-Argüelles, Peter Lang, Bern-Frankfurt am Mainz-New York-Paris, 1988.

KANT, I., "Sobre el fundamento primero de la diferencia entre las regiones del espacio", en Diálogos, Año VIII, Nro. 22, Abril 1972, pp. 139-146.

KANT, I., Crítica de la razón pura, Traducción de Pedro Ribas, Ediciones Alfaguara, Madrid, 1978.

Textos sobre Kant:

BRITTAN, G., Kant's Philosophy of Science, Princeton, 1978

FRIEDMAN, M., Kant and the Exact Sciences, Harvard University Press, Cambridge, Massachusets, London, England, 1992.

EISLER, R., Kant-Lexikon, Nachschlagewerk zu Kants sämtlichen Schriften, Briefen und handschriftlichem Nachlass, Georg Olms Verlag, Hildesheim-Zürich-New York, 1989.

GÓMEZ, R., "Kant, 1747 filósofo no euclideano?", en VILLANUEVA, E., (Compilador), Quinto Simposio Internacional de Filosofía, 2 vols., vol. 2, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1992, pp. 163-72

MÜHLHÖLZER, F., "Das Phänomen der inkongruenten Gegenstücke aus Kantischer und heutiger Sicht", en Kant-Studien, 83, 1992, pp. 436-53

SCHIRN, M., "Kants Theorie der geometrischen Erkenntnis und die nichteuclidische Geometrie", en Kant-Studien, pp. 1-28

TORRETTI, R., Manuel Kant. Estudio sobre los fundamentos de la filosofía crítica, 2da. edición, Editorial Charcas, Buenos Aires, 1980.

TORRETTI, R., "La geometría en el pensamiento de Kant", en: C. CORDUA-R. TORRETTI, Variación en la razón. Ensayos sobre Kant, Rio Piedras. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, 1992, pp. 53-103

Textos sobre Geometría.

THURSTON, W., y WEEKS, J., "Matemática de las variedades tridimensionales", en Investigación y Ciencia, Nro. 96, Septiembre 1984, Barcelona, pp. 84-97.

TORRETTI, R., Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré, D Reidel Publishing Company, Dordrecht-Boston-Lancaster, 1984.