

Segunda Parte: La matematización galileana de la naturaleza según Husserl

Matías Osta

UdelaR (Fhuce)

CFE (Semipresencial, Cerp del Este)

matiasosta@gmail.com

El relato más difundido sobre la revolución científica en la modernidad muestra a Galileo como un pionero del método experimental que pone a los hechos como fuente primera y último juez del conocimiento científico. Esta visión suele opacar otro aporte revolucionario del físico italiano a la metodología científica que contrasta (aunque definitivamente no contradice) con su imagen experimentalista: el método idealizador conocido como la matematización de la física y de la naturaleza.

En una brillante labor histórico-epistemológica, el filósofo Edmund Husserl realizó un profundo análisis del rol pionero de Galileo en la matematización de la física y la naturaleza así como del impacto metodológico y filosófico que este giro tuvo en la física posterior.

En lo que sigue, reconstruiremos el análisis husserliano de la matematización galileana de la naturaleza. Esperamos que esto contribuya a difundir una imagen equilibrada entre el rasgo experimentalista y el rasgo idealizador de la revolución metodológica de Galileo; y a su vez, que ilustre sobre una manera de hacer filosofía de la ciencia en el cual la reconstrucción epistemológica de la historia de la ciencia juega un papel central para la comprensión de la ciencia actual.

En el libro *Crisis de las Ciencias Europeas y la Fenomenología Trascendental* (de ahora en más “Crisis”), publicado por primera vez en 1936, Husserl desarrolló un enorme trabajo histórico-filosófico con la pretensión de explicar las razones que habían dado lugar a una crisis cultural que sufría Europa, a principios del siglo XX, que se manifestaba particularmente en las ciencias naturales y la filosofía. Su objetivo era desentrañar el modo en el que ciertos “malentendidos” en la historia intelectual europea fueron causantes de una

crisis que dejó a las ciencias desorientadas en cuanto a sus fundamentos y sentido, despojó a la filosofía de su “fin originario” y sumió a la civilización Europa en un estado socio-cultural aparentemente sin precedentes.

El comienzo de esta crisis, según Husserl, tiene lugar en el Renacimiento, en particular por la influencia de los aportes revolucionarios de Galileo y Descartes en las Ciencias Naturales y la Filosofía. Grosso modo, la idea que defiende Husserl es que durante el Renacimiento la realidad comienza a ser vista como si poseyese una configuración puramente racional que espera a ser develada por medio de algún método de estructura análoga. El método que se postula como el correcto para este trabajo por los filósofos y científicos es la matemática.

Galileo

Galileo es conocido, entre muchas otras cosas, por desatar la lucha contra el ideal de conocimiento de los escolásticos, que ataba a la ciencia a la especulación abstracta alejándola de la experiencia y la observación. A esto se debe, en buena medida, la fama que ganó Galileo como promotor pionero del ‘método experimental’. Según Husserl, sin embargo, Galileo no luchaba por desterrar la abstracción de las ciencias, sino que intentaba resignificarla, llevándola al dominio estricto de las matemáticas. El supuesto (metafísico) básico que promovía el científico italiano era la idea de que las matemáticas son “el alfabeto con el cual Dios ha escrito el universo”. Con esto, no solo abogaba por la instauración de un lenguaje único, preciso y objetivo para las ciencias, sino que asociada, de manera definitiva, el dominio de lo abstracto e ideal, al dominio de lo empírico.

El famoso pasaje dice:

La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que continuamente está abierto ante nuestros ojos (a saber, el universo), pero no puede entenderse si antes no se procura entender su lenguaje y conocer los caracteres en que está escrito. Este libro está escrito en lenguaje matemático, y sus caracteres son triángulos, círculos.¹⁶

16 Galileo (1981).

Esta idea tendrá un rol justificatorio (a nivel filosófico y metodológico) en la revolución galileana. Galileo está asegurando una relación fundamental entre lo empírico y lo matemático. Una relación que nos permitirá acceder a conocimiento ‘empírico’ desde el dominio de lo matemático. Esta idea es, según Husserl, el corazón de la revolución científico-metodológica de Galileo, donde el giro hacia la matematización es más importante que el giro hacia la experimentación. Galileo entonces se aferra a un supuesto metafísico para luego justificar una nueva metodología. Ésta consistirá en ‘traducir’ los aspectos relevantes de los fenómenos físicos al dominio ideal de las matemáticas. Esta ‘traducción’ es en realidad un desplazamiento, es resignificar la noción de naturaleza desde una perspectiva de la experiencia básica hacia una matemática y por lo tanto idealizada. Husserl denomina esto la ‘matematización de la naturaleza’, y la caracteriza como el rasgo central de la nueva física nacida con Galileo.

La “matematización” de la naturaleza

Según Husserl, con la fuerte influencia que tuvo en Galileo la geometría euclidiana y las matemáticas de Apolonio y Pitágoras, el científico heredó un ideal platónico de geometría pura. A su vez, heredó también un ideal de geometría aplicada (a la Física y la Astronomía principalmente) principalmente de los trabajos de Arquímedes, Eudoxo y Ptolomeo.

De la interacción entre estos dos ideales, Galileo va a darle un nuevo sentido a la ciencia geométrica. Nuevo, con relación a la tradición griega, que, como plantea Husserl, explicaba la aplicabilidad empírica de la matemática según concepciones filosóficas de corte platónico. Concretamente, Platón entendía que las formas sensibles hacían referencia (podríamos decir que “se debían a”, o más arriesgadamente “eran construidas desde”) a las formas geométricas ideales. La realidad empírica participaba de lo ideal, que a su vez, se presentaba más bien como un campo finito y de límites claros; como consecuencia de esto la geometría y las matemáticas griegas siempre se mantuvieron dentro de un dominio de tareas y problemas finitos.

Galileo comenzó a ver a la naturaleza con ojos de geómetra, esto es, empezó a relacionar la experiencia sensible de nuestro mundo circundante con el campo objetivo, coherente y potencialmente infinito, de la matemática; pero lo hizo

invirtiendo la postura platónica: el mundo ideal geométrico, de formas-límites, debía fundarse en la percepción sensible, para luego independizarse de ella.

Husserl escribe sobre esto:

Para el platonismo lo real tenía una *métexis* más o menos acabada en lo ideal. Esto brindaba a la geometría antigua posibilidades de una primera aplicación a la realidad. En la matematización galileana de la naturaleza, es la naturaleza misma la que es idealizada bajo la dirección de la nueva matemática, ella misma se transforma – expresándolo modernamente- en una multiplicidad matemática.¹⁷

Para Husserl, la matematización galileana de la naturaleza es un proceso que da lugar a una nueva ciencia, que resignifica en diversos modos la ciencia clásica. Consiste en partir de la experiencia del mundo circundante (del mundo de la vida, aquel que nos es dado pre-científicamente) para construir y dar sentido a la geometría, y luego a la ciencia natural. Husserl afirma que la motivación principal de Galileo para desarrollar su nuevo método fue el intento por encontrar en la naturaleza una “objetividad” subyacente. El mundo natural pre-científico nos es dado de modo subjetivo-relativo: en el mundo de la vida *experimentamos* cuerpos cuyas formas espaciales presentan límites difusos, formas vagas e irregulares, un mismo objeto se nos presenta de múltiples modos; de modo que para que sea objeto de conocimiento, necesitamos creer que es un mundo, es decir, necesitamos proyectar sobre él una “objetividad natural” que lo presenté de un modo único.

La matematización de la naturaleza es un proceso de transformación que sufren las intuiciones básicas que provienen del mundo de la vida. Estas son reconstituidas mediante una actividad teórica (idealizante) que las lleva cada vez más hacia formas-límite para terminar identificándolas con entidades matemáticas.

De esta manera, el proceso de matematización consiste en subsumir, a través de procesos idealizatorios, la experiencia del mundo circundante (en la terminología husserliana: las intuiciones originales del mundo de la vida) al dominio y universo de la matemática.

17 Husserl (1984): 36.

De la irregularidad y variabilidad de las formas en el mundo empírico, pasamos a tener un conjunto de formas básicas puras que son perfectamente determinables en todo instante, de identidad precisa y constante, y con propiedades siempre explicables mediante un método racional y exacto. Además de esto, mediante las figuras básicas ideales (círculos, cuadrados, rectas, triángulos, etc.) podemos construir nuevas figuras más complejas, con nuevas propiedades (determinadas formalmente), y así poblar el nuevo mundo geométrico.

Se constituye así una nueva naturaleza paralela, naturaleza de formas-límites ideales, de proporciones perfectas y constantes, cuya interrelación es puramente descifrable mediante métodos matemáticos. Las intuiciones básicas (del mundo de la vida) transformadas en conceptos geométricos aparecen en la conciencia como una “estructura estratificada de idealidades”.

Es necesario resaltar que, según Husserl, la constitución de la nueva naturaleza matematizada a través de transformación de las intuiciones sensibles y las plenitudes es un proceso y una reconstitución que se da en la conciencia con intuiciones que le eran propias. Que sea procesual implica que no es inmediato. Las intuiciones sensibles son susceptibles de variación en la imaginación, y la imaginación solo puede aplicar los procesos idealizatorios correspondientes de forma gradual: “de lo más o menos recto, de lo más o menos plano, de lo más o menos circular, etcétera.”¹⁸

La matematización de la naturaleza es un proceso orientado hacia un ideal de perfección, un acercamiento gradual de lo imperfecto a lo perfecto, que constituye en sí una tarea infinita. Este nuevo método nos permite construir, mediante operaciones precisas, un inagotable mundo de idealidades geométricas que supera al mundo de las formas dado empíricamente ya que carece de relatividad e imprecisión y es objetivo.

Como Husserl lo interpreta, la gran contribución metodológica y fundamental de Galileo fue proveer a la ciencia de un método por el cual asegurar el dominio de la objetividad y las verdades absolutas, tal como planteaba el ideal de episteme.

Mientras que para los griegos a la geometría euclidiana le correspondía un a priori finite y cerrado, dentro de la concepción galileana a la geometría

18 Husserl (1984): 29.

le correspondían tareas infinitas. La matematización se nos presenta como un método de tareas infinitas pero virtualmente asequibles; un método que a través de la deducción precisa nos permite alcanzar el mundo de todas las formas idealmente inscribibles en un espacio.

Se refiere a esto Husserl:

Al espacio ideal es inherente, para nosotros, un a priori universal sistemáticamente unificado, una teoría infinita y, a pesar de la infinitud, cerrada, en sí, unificada y sistemática, teoría que, ascendiendo desde conceptos y proposiciones axiomáticas, permite construir toda forma imaginable construible en el espacio, en univocidad deductiva. De antemano, aquello que existe idealmente en el espacio geométrico está unívocamente fijado en todas sus determinaciones. Nuestro pensamiento apodíctico, progresando por etapas hasta el infinito según conceptos, proposiciones, consecuencias, demostraciones, sólo “descubre” lo que ya de antemano, lo que en sí ya es verdad.¹⁹

Matematizar la naturaleza no es descubrir algo que ella guarda, sino que es construir un nuevo universo paralelo como un entretejido teórico en clave matemática. Esto corresponde a la reconstrucción de una noción intuitiva y pre-teórica de naturaleza dentro del dominio de lo matemático. Según Husserl, la revolución galileana de la ciencia implica esta innovación teórica: dejar atrás la vieja noción de naturaleza para dar paso a la noción de naturaleza matematizada.

La matematización no es un proceso exclusivamente teórico, sino que también está relacionado con la técnica. El proceso de objetivar la naturaleza para dominarla y entenderla en un plano regido por leyes matemáticas condiciona al desarrollo técnico de la sociedad. La técnica avanza en la medida que avanza ese proceso, y a su vez, se ve también orientada hacia un ideal de perfección. Husserl escribe respecto de esto:

...pero con la humanidad progresa la técnica, así como el interés por lo técnicamente más refinado, y así el ideal de perfección se coloca siempre más allá. De aquí que tengamos siempre ya un horizonte abierto de mejoramiento imaginable, que ha de ser llevado cada vez

¹⁹ Husserl (1984): 26.

más lejos.²⁰

El desarrollo del arte de la medida cumplió un rol importante en el proceso de consolidación de la nueva geometría. Principalmente porque tenía una función idealizatoria y objetivante que actuaba en consonancia con los modos de la nueva geometría. El artesano, en su afán de mejorar sus creaciones trabajaba su material acercándose y descubriendo las formas puras.

Este arte de la medida jugó además un importante papel en la posibilidad de que el nuevo mundo ideal-geométrico y su método tuvieran una aplicación práctica al mundo de la vida. Ya que permitía calcular con exactitud, a partir de “acontecimientos de forma dados y medidos”, otros inaccesibles a la medida directa. Esto permitía que, en un sentido, se conociera el mundo real a través del modelo (mundo) ideal.

Durante el Renacimiento el desarrollo de las técnicas de medición era impulsado por fuertes intereses económico-políticos. Se pueden ver ejemplos claros en el desarrollo de la balística, de nuevas técnicas de navegación, y de la arquitectura, disciplinas ‘prácticas’ que dependían fuertemente de las distintas técnicas de medición. Husserl cree que el impulso de los fuertes intereses prácticos, combinado con las nuevas tendencias filosófico-científicas orientadas al desarrollo del conocimiento puramente teórico y objetivo, y las tendencias a objetivar lo empírico en el arte de la medida hacen que este último se idealice, se desligue de su anclaje empírico y se convierta en un modo de pensar puramente geométrico. De este modo, “el arte de la medida se vuelve así precursor de la geometría finalmente universal y de su mundo de formas-límites.”²¹

Como se mencionó anteriormente, con la matematización viene un nuevo método a la vez que un nuevo sentido para el término “científico”. El geómetra será ahora aquel que se ocupe de definir, construir y encontrar propiedades en el dominio de las formas ideales, en lo que corresponde a la esfera de lo relativo a lo espacial. En tanto que, de manera más general, será matemático aquel que se ocupe también de la esfera que contiene a la dimensión del tiempo. La matemática, que antiguamente tenía la forma de una praxis real que se ocupaba de las formas empíricas, reales o posibles, se entiende ahora

20 Husserl (1984): 29.

21 Husserl (1984): 32.

como una praxis ideal inmersa en el dominio de las estructuras puras, las formas idealizadas espacio-tiempo.

Husserl remarca el hecho de que la matemática, como una práctica humana, se desarrolla históricamente y se conserva objetivamente cognoscible y disponible a los sujetos en el acervo cultural. Las teorías y proposiciones matemáticas están disponibles gracias a que sufren un proceso de síntesis cultural que permite aprehenderlas sin necesidad de que cada sujeto que intenta entenderlas recorra el proceso que antaño implicó descubrirlas, sin que “su configuración de sentido deba ser siempre de nuevo explícitamente renovada”.²²

Las fórmulas matemáticas se sintetizan culturalmente como objetos de uso análogos a las herramientas manuales más comunes. Esto es que “son comprendidos y vistos sin más en sus específicas propiedades culturales sin necesidad de tornar nuevamente intuitivo aquello que dio a tales propiedades su genuino sentido”.²³

Según Husserl, para agregar algo al edificio matemático, las proposiciones y teorías ya establecidas deben estar materializadas en formas “sensibles” para poder manipularlas. De este tipo de corporización se encarga el lenguaje y la escritura, en esta última se va construyendo un tipo de sistema simbólico específico (que incluye diagramas y esquemas de diversos tipos). Estos medios para “materializar” las proposiciones matemáticas actúan como puentes entre el mundo ideal matemático y la práctica empírica, posibilitan “un maniobrar espiritual en el mundo geométrico de las objetividades ideales”.²⁴

La matemización indirecta de las plenitudes

Hasta aquí, hemos hablado de la matemización de las formas sensible que se nos aparecen en la naturaleza conformando una nueva ciencia de las formas. Hemos intentado reconstruir los argumentos de Husserl sobre como el mundo, en tanto configuración universal de todos los cuerpos, (Husserl cree que el mundo natural posee, de antemano, una estructura, una configuración determinada como totalidad de las formas) es idealizable directamente

22 Husserl (1984): 30.

23 Husserl (1984): 30.

24 Husserl (1984): 30.

y reconstruible en el dominio matemático. Sin embargo, el gran proyecto galileano, que Husserl entiende como una “hipótesis científico-natural fundamental”, no está completo aún.

Bajo la creencia de que el mundo guarda una estructura matemática, la hipótesis de Galileo lleva en su seno a la matemática como maestra, y si bien la observación y la experimentación también tendrán un lugar privilegiado, serán solo el punto de partida para reconstruir el mundo en un discurso científico objetivo.

A esto se refiere Husserl:

Conocer el mundo “filosóficamente”, de una manera seriamente científica, sólo puede tener sentido y ser posible si se encuentra un método para construir el mundo y la infinitud de sus causalidades, sistemáticamente y en cierto modo de antemano, a partir del reducido contingente de lo comprobable en cada caso y sólo relativamente en la experiencia directa, y comprobar irrecusablemente esta construcción a pesar de su infinitud.²⁵

Como se explicó antes, el proyecto galileano apuesta a la matemática como guía hacia el ideal de la episteme, pero la matematización del dominio de las formas dadas en la experiencia no es suficiente en el proyecto de matematización de la naturaleza.

Tal como lo pone Husserl, para desarrollar su proyecto, Galileo debe insertar en el dominio matemático (objetivar, según Husserl) las cualidades sensibles (o “plenitudes”) de los cuerpos, y aún más, construir matemáticamente el mundo y la infinitud de sus causalidades. Este es en realidad el gran nuevo rumbo de la ciencia natural, construir a partir del mundo (cuerpos, cualidades, y sus innumerables relaciones causales) modelos matemáticos que nos permitan conocerlo en el dominio de lo objetivo, para poder realizar predicciones, inducciones, y cálculos rigurosos.

Además del dominio de las formas, la naturaleza posee un dominio de cualidades específicas de esos cuerpos; nos referimos a lo que Husserl llama “plenitudes”, estas son propiedades de las cosas como temperatura, olor, color, rugosidad, etc.; este tipo de cualidades exceden las posibilidades de cualquier

25 Husserl (1984): 36.

geometría, así lo expresa Husserl: “Tenemos solamente una, y no una doble forma universal del mundo, solo una geometría y no una geometría de dos caras; esto significa que tenemos solo una geometría de las formas y no una segunda geometría que sería la de las plenitudes.”²⁶

Esto mantiene incompleta la tarea que determinará a la nueva ciencia: poder ver la naturaleza como fundamentalmente matemática. El problema, para Husserl, reside principalmente en el hecho de que las cualidades sensibles de los cuerpos no poseen, como conjunto, una configuración determinada, no están dispuestas en una forma-de-mundo que les sea propia. Esto sería el primer obstáculo para desarrollar cualquier método a través del cual podamos objetivar el mundo de las plenitudes. No podemos aproximarnos a las formas-límites de las cualidades sensibles en el sentido en que lo hacíamos con las formas.

Ante este panorama, y, según Husserl, guardando la idea fundamental de una nueva física, Galileo inicia un método de matematización indirecta de las plenitudes, que le permitirá manipular y evaluar matemáticamente las cualidades específicas de las cosas. Este consiste, muy básicamente, en relacionar mediante normas y preceptos el comportamiento de las cualidades específicas con el de las formas, de manera de poder generar un índice matemático de las cualidades específicas de las cosas en el mundo de las idealidades, y así poder hacer evaluaciones, mediciones, y predicciones con cada vez mayor exactitud. Esto es bautizado por Husserl como “matematización indirecta”; se refiere a esto en el siguiente pasaje:

Ella solo es pensable en el sentido de que las cualidades específicamente sensibles (“plenitudes”), experimentables en los cuerpos dados a la intuición están íntimamente vinculados con las formas que les corresponden esencialmente, de un modo totalmente peculiar y según reglas propias.²⁷

Husserl describe la presunción de Galileo para desarrollar esta idea como un pensamiento de este tipo:

todo lo que se manifiesta como real en las cualidades sensibles específicas debía tener su índice matemático en acontecimientos de

²⁶ Husserl (1984): 39.

²⁷ Husserl (1984): 40.

la esfera de la forma, concebida obviamente como ya idealizada, y que de esto también podía resultar la posibilidad de una matematización indirecta... ”²⁸

Un clásico ejemplo puede clarificar este asunto: los pitagóricos, siglos antes, habían descubierto la dependencia entre el tono de un sonido y la longitud de la cuerda vibrante que lo producía; de este modo obtenían índices matemáticos del plano de las formas ideales (longitud de una cuerda) para cualidades sensibles (las variaciones tonales de un sonido), la relación “1/2” refería al intervalo musical que conocemos como octava; “2/3” refería al intervalo de quinta; “4/5” al intervalo de tercera mayor; etc. Esto es una matematización de cualidades sensibles, porque se correlacionan “plenitudes” con ciertas estructuras matemáticas.

Lo que resalta Husserl es mostrar cómo la física tomó definitivamente un rumbo matemático con Galileo.

Las cualidades del mundo sensible que no podían ser medibles, continuaban como parte del mundo subjetivo, en tanto que el mundo objetivo, se iría construyendo a través de la matematización, la medición mediante experimentación, y el desarrollo constante de la matemática.

El otro paso que, según Husserl, era necesario dar para consolidar el nuevo método científico galileano consistía en dar cuenta de la multiplicidad de las relaciones causales entre los fenómenos.

La causalidad es el aspecto fundamental de la naturaleza que la nueva física-matemática debe captar de alguna manera. Tal como lo expresa Gurwitsch:

es preciso encontrar un método que permita especificar la causalidad general del mundo y construir series infinitas de conexiones causales, sobre la base de lo que es accesible a la experiencia, finita y fragmentaria. Ese método es la matematización y, más específicamente, la “algebrización”²⁹

Para la tarea de captar con sistematicidad la causalidad universal, fue clave el desarrollo de la geometría analítica; que refinó, en general, los métodos geométricos existentes otorgándoles una dimensión una dimensión algebraica

28 Husserl (1984): 41.

29 Gurwitsch (1956): 57.

que magnifica su potencial. Para Husserl en la hipótesis galileana estaba implícita la idea de una causalidad universal idealizada como la búsqueda de una causalidad universal exacta que englobaría toda relación causal entre la esfera de las formas y la esfera de las plenitudes.

Nuevamente, el camino de Galileo iría desde la observación y experimentación (desde el mundo natural concreto) hacia el mundo de la matemática. Hizo explícita la posibilidad de encontrar efectivamente conexiones causales entre hechos concretos que eran susceptibles de ser expresados en fórmulas matemáticas y luego, susceptibles de ser verificados mediante la medición de los fenómenos. Husserl explica que la causalidad general en el mundo de la vida concierne al dominio de las formas y al dominio de las cualidades específicas de los objetos. Los cambios en cualquier dominio suceden de modo regular en conexión con otros cambios inmediatos. La nueva física galileana refiere todo cambio concerniente a una cualidad específica a acontecimientos de orden espaciotemporal (formas). En la medida en que el dominio espaciotemporal es matematizable directamente, y que podemos tener índices matemáticos de las cualidades específicas a través del dominio ideal de las formas, logramos insertar en el dominio matemático el universo causal.

Hasta aquí, se podría decir que se ha reconstruido, la interpretación de Husserl sobre la revolución galileana en física y en matemática.

El resultado de la matematización para la nueva física-matemática queda bien expresado en este pasaje de Gurwitsch:

Las leyes naturales son las fórmulas de dependencia funcional que correlacionan entre sí a los fenómenos matematizados. Estas leyes de dependencia funcional, las leyes naturales expresadas en forma matemática— que es su forma adecuada y genuina—expresan el verdadero estado de la naturaleza.³⁰

Esta cita de Gurwitsch capta muy bien el espíritu de lo que Husserl quiere dar a entender respecto de lo que produce la matematización en la física en general.

³⁰ Gurwitsch (1956): 57.

La experimentación en el marco de la matematización galileana

La matematización es probablemente el elemento clave del desarrollo de la nueva física con Galileo, pero ¿cual es el rol de la experimentación?

El paradigma metodológico aristotélico ponía a la observación directa (nuestra experiencia “común” en el mundo de la vida) como primer recurso metodológico para las Ciencias Naturales. Como es bien sabido, una de las claves de la ruptura galileana con la tradición aristotélica tiene que ver con el reemplazo de la observación directa por la experimentación. La clave de la experimentación es el proceso de aislar, en el mayor grado posible, un fenómeno de otros fenómenos asociados. Consiste en acercarse al caso puro. En su discusión sobre el movimiento natural, Galileo asume que cierto movimiento de los cuerpos es “natural” en la medida en que se pueda definir su acción independientemente de ciertas causas externas que lo distorsionan. Lo que se nos presenta aquí es el inicio de procesos idealizatorios en el marco del mundo empírico. El experimento se afronta de un modo geométrico, se afina y perfecciona en el mayor grado posible para acercarse a un caso ideal (incluso Galileo ya proponía experimentos de carácter puramente ideal, es decir, experimentos mentales), en el que se puedan reconocer los patrones de dependencia funcional de ciertos fenómenos, que luego se expresarán en fórmulas matemáticas.

El caso paradigmático es el estudio galileano de los cuerpos en caída libre, en el que pretende investigar lo que le sucedería a cuerpos de pesos diversos en un medio completamente vacío de resistencia (medio ideal) de modo de poder asociar la diferencia de velocidad en la caída a la diferencia de peso entre los cuerpos.

Galileo diseña un experimento que se acerque en mejor modo a este caso ideal. Cuando logra hallar leyes de dependencia funcional entre fenómenos ya matematizados (medidos y convertidos a magnitudes matemáticas) obtiene fórmulas que luego se pueden configurar, junto a una explicación de situaciones hipotéticas, en un modelo para luego aplicar (descender a través de la idealización) a la realidad.

Consecuencias del proceso de matematización

La revolución galileana no fue solamente un cambio conceptual dentro de la física. Fue también una revolución en los fundamentos metafísicos y metodológicos de la física. Ciertos conceptos fundamentales para la ciencia natural cambian, por ejemplo la noción de naturaleza y la noción de objetividad.

Con la matematización, “naturaleza” deja de ser un concepto relacionado al mundo de la vida y la experiencia cotidiana, pierde en gran medida su inmediatez práctica. En cierto sentido se produce una especie de bifurcación en el concepto, pues se comienza a construir una naturaleza paralela a la naturaleza dada al mundo de la vida. La experiencia en el mundo de la vida ya no es más objetiva, sino que se rebaja a un fenómeno de tipo subjetivo, a una mera apariencia; en tanto que se postula la existencia de una verdadera naturaleza que se oculta inamovible y objetiva detrás del constante fluir de la experiencia mundana, es un universo de entidades matemática “ideales” constituido como un entramado perfecto de idealidades y leyes de vinculación exactas.

El cambio radical surge de entender que no podremos conocer el mundo si no lo desentrañamos en la forma de una multiplicidad matemática de la experiencia mundana. El mundo de la vida no es material para el científico, ya que oculta en su variabilidad a la estructura real del mundo, que es matemática.

Los fenómenos subjetivos sirven en tanto son medibles, esto quiere decir que deben ser sometidos a procesos de estabilización e idealización en los que el científico los manipula para generar ciertas situaciones específicas, las condiciones experimentales. De estos, se obtendrán de los fenómenos subjetivos índices que develarán su función en la gran estructura matemática del mundo.

Este nuevo concepto de naturaleza es producto de la nueva física, y por tanto puede ser entendido como naturaleza del físico. Esta naturaleza es una estructura conceptual de carácter básicamente matemático que es construida por la ciencia, a través de la matematización de la naturaleza mundana, pero en la modernidad no se entendía como una construcción sino como un develar, un descubrir la estructura real de las cosas.

El éxito creciente que experimentó a la nueva física-matemática en la modernidad, debido tanto a sus logros teóricos y explicativos como a los tecnológicos, se cristalizó en una gran influencia para los círculos científicos e intelectuales de la sociedad europea.

En este sentido, la nueva ciencia influye determinantemente en el contenido de ciertos conceptos generales (no solo científicos), y la realidad dejará de ser algo asociado al mundo de la vida para convertirse en el tejido de ideas que propone la nueva física; el mundo de la vida será olvidado como fuente de episteme, desplazado por las nuevas estructuras simbólico-ideales.

Galileo es quién inicia el proceso de matematización que constituye a la nueva física, pero es la ciencia posterior a él la que realmente se adentre en este camino, profundizando en un grado dramático el desarrollo de estructuras matemáticas como sustentos de las nuevas teorías físicas, y produciendo así una profunda separación entre la realidad mundana y la naturaleza matematizada. Este fenómeno, llamado actualmente por algunos estudiosos de Husserl como “alienación formalista”³¹ será la gran preocupación de Husserl, y la clave de la crisis de las ciencias.

Bibliografía correspondiente a “Física y Filosofía. Una oportunidad interdisciplinaria”

- Aristóteles (1991): *Física*, Gredos, Barcelona.
- Boido, G. (1996): *Noticias del planeta tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*, A-Z Editora, Buenos Aires.
- Burt, E.A. (1960): *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Sudamericana, Buenos Aires.
- Butterfield, H. (1958): *Los orígenes de la ciencia moderna*, Taurus, Madrid.

31 Ver: Da Silva (2010)

- Canguilhem, G. (1966): *El objeto de la historia de las ciencias*, Conferencia dictada en Montreal, por invitación de la Sociedad Canadiense de Historia y Filosofía de las Ciencias
- Da Silva, J.J. (2010): “Beyond Leibniz: Husserl's vindication of symbolic knowledge” en Mirja Hartimo (ed.), *Phenomenology and Mathematics*. Springer.
- Dood, J. (2004): *Crisis and reflection: an essay on Husserl's Crisis of the European sciences*. Kluwer Academic, Dordrecht, Boston.
- Feyerabend, P. (1989): *Contra el Método*, Ariel, Barcelona.
- Galileo (1890–1909): *Le opere complete di Galileo Galilei*. Edición Nacional, 20 vols. Firenze.
- Galileo, G. (1981): *El ensayador*, trad. Revuelta, J.M. d. Aguilar, Buenos Aires.
- Gurvitch, G. (1939): *Las tendencias actuales de la filosofía alemana*, Trans. Almena Vives, P. Losada, Buenos Aires.
- Gurwitsch, A. (1956): *La última obra de Edmund Husserl*, Trad. Villalobos, <http://www.gurwitsch.net/ultima1.htm>.
- Heelan, P. (1987): “Husserl's Later Philosophy of Natural Science” *Philosophy of Science*, 54, pp. 368-390.
- Holton, G. (2001): *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*, Editorial Reverté, España.
- Husserl, E. (1911): *La filosofía como ciencia estricta y La Filosofía como Autorreflexión de la Humanidad*, Trans. Tabernig, E. Almagesto, Buenos Aires.

- (1929): *Investigaciones Lógicas*, Trans. Gaos, J. Revista de Occidente, Madrid.
- (1935): *Philosophy and the Crisis of European Man*, http://www.users.cloud9.net/~bradmcc/husserl_philcris.html
- (1984): *La Crisis de las ciencias europeas y la filosofía trascendental trad. Steinberg, H., Folios Ediciones.*
- (2008) *La Crisis de la ciencia europea*, Prometeo Libros, Buenos Aires.
- (1970): *The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology*, Northwestern University Press.
- Hyder, D. y Rheinberger, H.-J. (2010) *Science and the life world: Essays on Husserl's Crisis of European Sciences*, Stanford University Press, Stanford.
- Kolakowski, L. (1983): *Husserl y la búsqueda de la certeza*, Trans. Zurriarain, A. Alianza, Madrid.
- Koyré, A:
- (1943): "Galileo and Plato". *Journal of the History of Ideas* 4/4.
- (1981) *Estudios Galileanos*, Siglo XXI, Argentina.
- (1990) *Estudios galileanos*, Siglo XXI, Madrid, 1990.
- (1991) *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*, Siglo XXI, España.

(2008) *Del mundo cerrado al universo infinito*, Siglo XXI, España.

Rossi, P. (1990): *Las arañas y las hormigas, una apología de la historia de la ciencia*, Crítica, Barcelona.

Shea, W.R. (1972): *La revolución intelectual de Galileo*, Ariel, España.

Whitehead, A.N. (1925): *La Ciencia y el Mundo Moderno, Conferencias Lowell*, Losada, Buenos Aires, 1949.