

¿QUE SABEMOS DEL SABER?

Marginales para una epistemología de las ciencias exactas

Por el Dr. GEROLD STAHL

Las ciencias se han transformado en una construcción impresionante y cobran de día en día mayor influencia. Por eso es necesario preguntarse críticamente por su justificación. La parte racional de este problema concuerda en mucho con la epistemología de las ciencias exactas y ésta a su vez es idéntica con la epistemología de todo pensamiento estrictamente científico. No conviene separar las ciencias exactas de las no exactas al principio de estas páginas, sino que la separación se obtendrá más bien como resultado de esta exposición.

1. Creación o descubrimiento

Para la antigua pregunta: ¿Qué es verdad?, existe la antigua respuesta del realista: Correspondencia entre conocimiento (pensamiento) y ser o realidad o mundo objetivo. Esta definición tiene sus problemas conocidos: ¿Cómo podemos probar si hay correspondencia? ¿Qué relación existe entre conocimiento y ser que permite establecer correspondencia? Tenemos que aclarar la naturaleza de nuestro conocimiento y del ser. Surge el problema de si nuestro conocimiento es creación o descubrimiento o hasta dónde es creación y hasta dónde descubrimiento.

En el caso de descubrimiento, ¿cómo sabemos que hemos "descubierto" algo? Tomamos por ejemplo las leyes de la caída. "Descubrir" incluye la idea de que algo existe realmente para ser "descubierto"; pero no tenemos una prueba para la existencia real de la caída o de cuerpos que caen. Lo único que tenemos son percepciones. Las piedras caen en nuestra percepción; si caen en realidad, eso no lo sabemos.

No es necesario ni conveniente sacar de esto conclusiones idealistas y negar la existencia de un mundo objetivo. Aunque no tenemos pruebas de que algo corresponde en realidad a nuestras percepciones, tampoco tenemos pruebas de lo contrario. De las tantas pruebas para la concepción idealista

o realista que conoce la historia del pensamiento humano, ninguna es satisfactoria. A pesar de esto, la humanidad ya vivía milenios como si existiera un mundo objetivo, una realidad. Los seres humanos, sin darse cuenta, usaban la convención: "Existe un mundo real fuera de nosotros". Esta convención tan fructífera que aparece también intrínsecamente en las ciencias exactas, la aceptaremos en lo que sigue. Se volverá a tratar más tarde esta materia, ya que en este estado nuestro proceder podría parecer demasiado ligero, apariencia que se desvanecerá cuando se trate más ampliamente la función de la "convención" en las ciencias exactas:

Respecto al problema "creación o descubrimiento", no cuadra el concepto "descubrimiento" aplicado a algo que fué aceptado por convención. ¿Vamos a "descubrir" una realidad convencional? ¿No conviene más el concepto "creación" para todo eso?

Hemos creado (es producto de nuestra mente) el concepto de cuerpo pesado, espacio, tiempo, caída, etc. Las ciencias, cualesquiera que sean, están formadas por tales creaciones de nuestra mente; pero no todas son creaciones y nada más, no todas son puras creaciones. Hemos creado conceptos y podemos crear relaciones entre ellos en número infinito. Sólo algunas de esas relaciones van a confirmarse en nuestra percepción.

Eso significa: Hay algo en nuestra percepción que nos induce a dar nuestra aprobación a algunas relaciones creadas y negarla a otras. Podemos decir que a algunas de estas relaciones creadas corresponde algo en nuestra percepción. Este "algo" lo llamamos "complemento perceptivo". Hay que exigir que el complemento perceptivo se encuentre en muchos individuos que se ocupan seria y científicamente del problema respectivo, sin que hubiese complementos perceptivos de peso y seriedad que hablen en contra de esta relación creada. En otras palabras, la confirmación depende del complemento perceptivo del individuo y además de que este individuo perciba comunicaciones de otros in-

dividuos que confirmen la correspondencia entre la relación creada y el complemento perceptivo*.

Entonces, como ya fué aceptada por convención la existencia del mundo objetivo, aceptamos en consecuencia: "Para las relaciones creadas que están confirmadas por complementos perceptivos, hay algo correspondiente en el mundo objetivo". Esto podemos llamarlo "complemento real" u "objeto" o "fenómeno objetivo".

Para la pregunta: ¿creación o descubrimiento?, hay la respuesta: creación, pero no creación pura, sino creación controlada por la percepción y esta última es condicionada (por convención) en alguna forma por el mundo objetivo. Hay que agregar que este control está influenciado continuamente por nuestras creaciones, porque ellas mismas son elementos del control. Volviendo a la pregunta principal: ¿Entonces la verdad es la correspondencia entre nuestras creaciones y la percepción y la correspondencia de segundo grado (por intermedio de la percepción) entre nuestras creaciones y el mundo objetivo?

La respuesta es sólo parcialmente afirmativa. Hay que distinguir entre la "verdad perceptiva" y la "verdad sistemática". No sólo hay verdad como correspondencia entre creación y complemento perceptivo (verdad perceptiva), sino también otra clase de verdad sin influencia de la percepción. Estas son las verdades sistemáticas, a las cuales no es aplicable la explicación anteriormente mencionada. Los ejemplos más claros de lo que son verdades sistemáticas, nos los dan la lógica simbólica y las matemáticas. Pero con anterioridad hay que aclarar el problema de las bases de las ciencias exactas.

2. Las bases de las ciencias exactas

Cada ciencia exacta, como por ejemplo las matemáticas, tiene sus supuestos. Generalmente los conceptos usados en una ciencia exacta son definidos y las proposiciones probadas. Pero hay algunas conceptos básicos que no están definidos y sirven para la definición de todos los demás conceptos (o expresiones) de la ciencia correspondiente. Si estos mismos fuesen definidos por otros

conceptos de la ciencia, sería una definición en círculo. Lo mismo ocurre con las proposiciones no probadas que sirven como base para probar con ellas las otras proposiciones.

En el pasado se creyó que los conceptos no definidos y las proposiciones no probadas (llamadas axiomas) eran "evidentes". Eso quiere decir que estos conceptos y proposiciones entrarían directamente en la mente, que parecerían "lógicos" y "verdades" a cualquier ser humano normal y que convenecerían automáticamente sin mayores esfuerzos. Verdaderamente, en el pasado, estos principios, por ejemplo los axiomas de la geometría euclidiana, tenían mucha "evidencia". Pero ya aquí la palabra "muchas" debe disgustar a un pensamiento estrictamente científico. Entonces hay grados de evidencia. Por ejemplo, el axioma de las paralelas es menos evidente que otros. ¿Cuándo hay "bastante" evidencia? ¿No hay proposiciones evidentes que no se usan como axiomas? ¿Por qué? ¿Tal vez otros serían falsos, a pesar de su evidencia, si se parte de estos últimos?

Las dudas que surgieron con respecto a la "evidencia" se hicieron abrumadoras cuando al principio del siglo XIX se formaron las geometrías no euclidianas. Estas geometrías tenían la misma exactitud que la euclidiana, pero partían de axiomas de los cuales por lo menos uno estaba lejos de ser evidente, era francamente anti-evidente. Difícilmente existirán seres humanos para los cuales sea evidente que por un punto se pueden trazar a una recta ninguna o infinitas paralelas. Había que sepultar la "evidencia".

Como reemplazo se ofreció la convención. Los conceptos no definidos y las proposiciones no probadas se eligen por convención. Eso significa que son ahora puras construcciones de la mente, sin justificación previa, elegidas por los especialistas de la materia respectiva. Sin embargo, no se toman cualesquier conceptos y proposiciones básicos, sino que la elección tiene que justificarse posteriormente por tres consideraciones.

1) El sistema construído sobre estas bases no debe contener o conducir a contradicciones. Una sola contradicción que se conozca en el sistema, basta para indicar que la elección de las bases era injustificada. Si no se conocen contradicciones de un sistema, se le considera como "sin contradicción".

2) El sistema debe poseer aplicabilidad.

* En muchos casos basta la confirmación por comunicación.

Esto quiere decir: El sistema debe contener proposiciones a las cuales corresponde un complemento real (directamente o a través de un segundo sistema) y no debe contener proposiciones contradictorias a un complemento real. En otras palabras, debe haber proposiciones verificables y ninguna proposición cuya contradicción sea verificable.

3) Entre los sistemas exactos en este sentido, que se refieren a la misma materia, se elige el que muestra mayor simplicidad y utilidad práctica. En razón de esta simplicidad se eligen sólo tantos conceptos y proposiciones básicos como sean indispensables para el sistema y que no puedan ser definidos y probados respectivamente por los otros.

3. Convención y definición

La convención tiene suma importancia no sólo para las bases de las ciencias exactas, sino también para su desarrollo, especialmente en las definiciones. En la lógica clásica, la definición tiene que indicar lo que "es" una cosa. Se definía un concepto (más o menos correspondiente a un objeto real) por otros conceptos (también correspondientes a objetos reales) y se creyó descubrir así un orden real. Con eso, las definiciones fueron llevadas al campo de opiniones y divergencias sobre el orden real.

Las matemáticas y la lógica simbólica proceden de otra manera. Ellas definen un concepto (signo) puro, *sin* significación, por otros conceptos puros *con* significación. Por *convención* —y eso es esencial— se da significación a un signo que anteriormente no la tenía y se crea así un orden meramente convencional.

Ese proceder garantiza una correspondencia única que es fija y concluyente para cualquier hombre de ciencia. El concepto obtiene su significación sólo y exclusivamente por la definición y es, fuera de discusión, un elemento ideal de las ciencias exactas.

La definición tiene que justificarse por su logicidad (la expresión que define debe seguir las reglas prescritas por el sistema respectivo). Es deseable que tenga simplicidad y utilidad práctica. Además, es deseable que el concepto definido científicamente signifique más o menos lo mismo que el concepto respectivo del uso común (por ejemplo, de la Real Academia). Eso sólo es un deseo, a veces hay aproximación bastante grande y

otras veces no. Puede ser que convenga en el último caso la introducción de una nueva palabra para evitar confusiones innecesarias. Pero en ningún caso puede el concepto común, con su doble sentido y sus limitaciones no fijas, reemplazar al concepto científico en un sistema exacto. Aquí hay únicamente la definición científica, de carácter convencional.

Ya que, para justificar los axiomas, todo sistema exacto debe ser aplicable, es necesario que haya ciertos conceptos a los cuales corresponda algo en la realidad. Estos conceptos no sólo tenemos que correlacionarlos con otros conceptos (definición), sino también con elementos de la percepción (o realidad). La correlación de un concepto con la percepción, tenemos que distinguirla de la definición (correlación de un concepto con otros conceptos) y la llamamos "descripción".

Una definición que no contiene todas las descripciones (todos los casos) que están considerados como pertenecientes a esta definición, no es prácticamente útil y por eso los especialistas respectivos no la van a elegir. Pero esto no influye en lo más mínimo en su logicidad. La definición es, desde el punto de vista lógico, anterior a las descripciones*. Una vez creada la definición por convención hay que ver cuáles descripciones (casos) caben en ella y cuáles no.

Si percibimos "velocidad", la descripción ("velocidad" del caso especial) cabe probablemente en la definición física. Si no, hay dos posibilidades: la primera es que la definición física de velocidad no es prácticamente útil (pero no por eso falsa) y es recomendable cambiarla. La segunda posibilidad es que ya ha sido previsto o se prevé ahora bajo un rubro especial el caso de esta descripción que no cabe en la definición. Uno de estos rubros especiales es, por ejemplo, la alucinación. Percibimos "velocidad", sin que quepa esta velocidad en la definición física de velocidad. Para todas las excepciones de ese tipo se formulan definiciones y una descripción de velocidad que no cabe bajo la definición física de velocidad cabe entonces

* Si consideramos la definición como clase de descripciones, pasa lo siguiente: las descripciones son, en la intención, elementos de la definición y como tales anteriores a ella, pero las verdaderas descripciones son posteriores a la definición.

bajo la definición de la excepción "alucinación" *.

Tal vez es preferible dar a definiciones que no pertenecen a un sistema exacto y que no tienen un carácter lógicamente tan purificado como éstas, otro nombre, por ejemplo, explicación, circunscripción, etc.

Las convenciones que tienen tanta importancia para la formación no sólo de conceptos no definidos y proposiciones no probadas, sino también para las definiciones, podemos diferenciarlas en convenciones ampliadoras, convenciones simplificadoras, convenciones restrictivas y convenciones interpretativas.

Convenciones ampliadoras son generalmente los conceptos no definidos, las proposiciones no probadas y gran parte de las definiciones. Son convenciones tales las que nos ayudan mucho en la ampliación de nuestro conocimiento.

Convenciones simplificadoras son el resto de las definiciones que no son muy importantes para el sistema respectivo, pero que se recomiendan por su utilidad práctica, simplificando todo el proceso lógico. Por ejemplo, en la lógica simbólica se define $p \vee q \vee r$ por $(p \vee q) \vee r$, permitiéndonos economizar los paréntesis.

Convenciones restrictivas establecen qué procedimientos no son lícitos en el sistema exacto respectivo. No pertenecen generalmente en forma expresa al sistema, pero sí en forma implícita, porque se presentan en los axiomas o también en la falta de axiomas (haciendo esto imposible ciertos procedimientos, lo cual es la intención de las convenciones restrictivas).

Las convenciones interpretativas no pertenecen al sistema respectivo. Su valor consiste en la interpretación del sistema o de todos los sistemas, aproximando estos lo más posible al pensamiento común. No sólo son lícitos, sino ayudan a veces verdaderamente, siempre bajo la condición de que no estén en contradicción con los sistemas exactos. Como ejemplo se puede citar el de la existencia del mundo objetivo. Esta convención facilitó el trabajo en el pasado y lo hace en el presente, sin estar en contradicción con las ciencias exactas.

* Por convención se niega a la percepción alucinatoria la correspondencia de algo real, diferenciando de ésta manera aun más decididamente la velocidad física de la velocidad alucinadora.

4. Las verdades sistemáticas

En "creación o descubrimiento" fué explicada la verdad perceptiva como correspondencia entre creación y percepción, siempre tomando en cuenta que el control de esta correspondencia se hace también con la ayuda de elementos creados. Se le puede considerar, en otras palabras, como proposición para la cual hay complemento perceptivo.

Verdad sistemática es una proposición que cumple con las condiciones convencionales que están implícita o explícitamente contenidas en los conceptos no definidos y en los axiomas. Ya los axiomas mismos son verdades sistemáticas y además todas las proposiciones derivadas en forma "exacta" de ellas.

Importancia tiene el hecho de que todas las verdades formales son verdades sistemáticas, mientras que entre las verdades sistemáticas puede haber también verdades no formales (materiales). Las verdades formales, como aparecen en la lógica simbólica, tienen muchos rasgos esenciales para las verdades sistemáticas en general.

Están definidas como proposiciones tales que uno y más componentes (que por sí mismos también son proposiciones) ocurren algunas veces y que esta ocurrencia se hace en tal forma que la proposición entera es verdadera, sin que sea necesario conocer verdad o falsedad de las proposiciones componentes.

Tenemos, por ejemplo, la proposición componente p , sin saber si es verdadera o falsa. Tenemos además $f(p)$ la proposición entera, que sería " $p/\sim p$ " (" p es incompatible con no- p "). $f(p)$ la proposición entera es verdadera, cualquiera que sea su componente p . " $p/\sim p$ " es una verdad formal, es verdadera, sin que p tenga que ser verdadera.

La lógica clásica generalmente no apreciaba las verdades formales. Eso lo muestra otro ejemplo de la lógica simbólica, formulado en el idioma común: "Supuesto que la proposición p es verdad, entonces la proposición p es verdad o la proposición q es verdad". Toda esta proposición entre comillas $f(p,q)$ es verdadera, cualesquiera que sean sus proposiciones p y $q/f(p,q)$ también es una verdad formal.

Parece ingenua e inservible esta proposición. Sin embargo, es uno de los axiomas del cálculo de proposiciones. Proposiciones importantísimas son verdaderas formales y

no todas parecen tan "ingenuas" como algunas básicas.

Los dos ejemplos anteriores hacen creer, por su alto grado de evidencia, que las verdades formales se basan en evidencia (si no están probadas). Esta impresión se refuerza por la definición arriba mencionada: "... en tal forma que la proposición entera es verídica..." Sin embargo, esta posición no está justificada. Las verdades formales están formadas por convención, lo que se muestra claramente en los axiomas de Nicod, los cuales no tienen ninguna evidencia.

Una convención esencial para la lógica simbólica "bivalente" es que una proposición (significativa) debe ser verídica o falsa. Usando las expresiones propias de esta ciencia, se puede decir: para las proposiciones hay dos "valores veritativos", "verdad" o "falsedad". Por eso, la lógica simbólica de mayor uso y aplicación, se llama "bivalente", en contraposición a una lógica "trivalente" o de otra valencia, con el número correspondiente de valores veritativos.

En la lógica bivalente o en una lógica de valencia superior, *sólo ciertas proposiciones* son verdades formales, son siempre verídicas, cualesquiera que sean sus proposiciones componentes. En una supuesta lógica monovalente, con un solo valor veritativo "verdad", *todas las proposiciones*, cualesquiera que sean, serían verdades formales.

El número de verdades formales en la lógica simbólica bivalente y también en cualquiera otra, es infinito, quiere decir que las posibilidades para crearlas no están limitadas numéricamente. El pequeño número de conocidas (deben ser unos cuantos miles) está limitado por la imaginación deductiva del lógico. Además, pensando en la utilidad práctica, éste se ocupa sólo de aquellas que prometen una ampliación esencial de nuestros conocimientos.

La verdad sistemática, como aparece en consecuencia de todo eso, trae muchos nuevos aspectos consigo. Tenemos, por ejemplo, la pregunta: ¿ $2 + 2 = 4$ es una verdad sistemática o perceptiva? Sabemos que es derivada en forma exacta de verdades sistemáticas y por último de axiomas. Es entonces claramente una verdad sistemática.

Pero si tenemos 2 manzanas en un cajón y agregamos dos manzanas, entonces tenemos bajo condiciones regulares 4 manzanas en el cajón. Hacemos la adición en la per-

cepción y ella nos da el resultado. Es claramente una verdad perceptiva.

2 manzanas en el cajón + 2 manzanas en el cajón = 4 manzanas en el cajón, es al mismo tiempo verdad sistemática y verdad perceptiva. Lo primero por ser derivado de otras verdades sistemáticas y lo segundo por tener el complemento perceptivo. Tenemos el caso de que una verdad sistemática se verifica en la percepción, justificando con eso su sistema respectivo.

Si consideramos nuestros conocimientos (en el caso ideal de los sistemas exactos) desde el punto de vista puramente lógico y epistemológico, tenemos el siguiente cuadro: Todos los axiomas y proposiciones derivadas de ellos, son verdades sistemáticas. Todas las proposiciones que sirven para la verificación del sistema respectivo en la percepción, son, además, verdades perceptivas.

Si consideramos ahora nuestros conocimientos desde el punto de vista psicológico-histórico, obtenemos otro cuadro: en el principio de la evolución mental, sea de la humanidad o del individuo, $2 + 2 = 4$ es una verdad perceptiva o una proposición derivada directamente de verdades perceptivas. En el último caso, es ganada por inducción de muchos casos especiales como manzanas, piedras, huesos, etc. Para el hombre de la edad de piedra o para el niño de 6 años, es una verdad perceptiva que se puede controlar fácilmente en la percepción, usando los dedos para calcular.

Lógicamente no es lo mismo con $1\ 478\ 362 + 2\ 525\ 391 = 4\ 003\ 753$. Es sumamente difícil obtenerlo como verdad perceptiva y a nadie se le ocurriría probar esto por inducción con distintas cosas. Por eso, para los primitivos hay sólo adición hasta 10 ó 20, es decir hasta donde es fácil obtenerla como verdad perceptiva o derivación directa de ella.

Es interesante que en el pasado (con pocas excepciones) ni el carácter perceptivo o inductivo derivado de la percepción, ni tampoco el carácter convencional-deductivo de las verdades matemáticas, fueron reconocidos. Desde la mística y la especulación oriental de los números, a través de Pitágoras, Platón y la filosofía medieval hasta nuestros días, se les dió a las matemáticas un carácter metafísico. Se las creyó consistiendo de "verdades eternas", que "rigen" y "existen" aun sin existencia del hombre.

5. Significación

Según el capítulo anterior, la lógica simbólica bivalente tiene proposiciones "significativas", que pueden ser verdaderas o falsas. Antes de investigar si una proposición es verdadera o falsa, hay que investigar si es significativa.

"Ba-ba-ba" o "círculo verduoso tres aviones siesta", no son significativas como proposiciones de ciencias exactas. Generalmente se identifica el "no ser significativo" con "no tener sentido". En los ejemplos arriba mencionados, la primera proposición es un conjunto de sonidos y la segunda un conjunto de palabras a las cuales no se les ha dado ninguna interpretación determinada. Son, en el concepto común, "sin sentido".

Si en vez de ponerlas como proposiciones simples, las ponemos entre signos de interrogación como preguntas, también quedan "sin sentido". Mucho más que las proposiciones no significativas, son las preguntas no significativas uno de los problemas de mayor discusión en la epistemología actual.

Lo tratado hasta aquí no parece muy problemático, porque las ciencias exactas no pueden investigar proposiciones o dar respuestas a preguntas que no tienen interpretación determinada. Por convención, podemos excluir de una vez para siempre tal investigación. El problema surgió cuando representantes de la ciencia declararon como preguntas no significativas las que comúnmente tenían "sentido" y una interpretación bien determinada.

Para justificar estas exclusiones y para evitar la impresión de arbitrariedad que a veces produjo este procedimiento, es muy conveniente establecer cuáles preguntas deben ser consideradas como no significativas. Son:

1) Las que no tienen interpretación determinada (ya tratadas).

2) Las que no se refieren a un objeto totalmente determinado.

Ejemplo: "¿Estuvo Gutiérrez en Sudáfrica?" ¿A quién se refiere? Pero sí es significativa cuando se sabe (por haberse hablado anteriormente de él), a quién se refiere.

3) Las que actúan contra convenciones restrictivas en general. Para facilitar el trabajo científico, puede ser que estas convenciones, que están contenidas implícitamente en los axiomas, obtengan una formulación

especial en el lenguaje común (como principios). Así se las maneja más fácilmente y se evitan paradojas. Se conoce de la aritmética la que restringe el uso del 0. Muy importante es el principio del círculo vicioso de la lógica simbólica que dice: "Todo lo que se refiere al total de una colección, no puede ser uno (un elemento) de la colección". Ejemplos de preguntas no significativas de esta clase son: "Si yo digo que yo miento ahora, ¿digo entonces la verdad?" o "¿Es una metafísica el no tener metafísica?" La primera de estas preguntas es conocida como paradoja.

4) Las que están basadas en interpretaciones no conformes con la ciencia respectiva, especialmente las que contienen elementos o relaciones que no son propios de ella. El ejemplo más claro es la interpretación animista de la física. Este punto se tratará más ampliamente en el próximo capítulo.

5) Las que no pueden formar parte de una ciencia (por lo menos intencionalmente) exacta*, es decir, aquellas cuyas respuestas no pueden ser obtenidas con métodos científicos. Este punto muchas veces es atacado sin pensar que las ciencias exactas tienen el derecho de formar y limitar sus conceptos como lo estimen conveniente para el desarrollo de sus ciencias. Lo metafísico, lo más allá de las ciencias exactas, no es, ya por definición, material de las ciencias exactas y luego, tampoco, significativo (en el sentido de las ciencias exactas).

Tal vez sea necesario agregar uno que otro punto, pero sin duda queda indicado lo esencial de la "significación". Personalmente no llamaría a todas estas preguntas "sin sentido", porque en el uso común de la palabra tienen, por lo menos en parte, sentido. Sería más conveniente reservar para estas preguntas exclusivamente la expresión "no significativas" y nada más.

Se ve que se trata de preguntas que no admiten respuesta determinada dentro de las ciencias exactas "en el mismo plano" de la pregunta. Se puede decir algo "sobre" la

* Es lógico que esto se refiera al estado actual de las ciencias. Como no significativas son consideradas preguntas que actualmente no pueden formar parte de las ciencias exactas (intencionalmente) a pesar de que "pudiera" ser posible alguna vez. Mientras no haya ocurrido eso, no son significativas.

pregunta, por ejemplo que no es significativa; pero eso no es una respuesta correspondiente, partiendo de la pregunta dada. Con respecto a las preguntas no significativas, es necesario:

1) Explicar por qué una pregunta no es significativa, y

2) Explicar cómo transformar (si es posible) la pregunta en una significativa. Eso es generalmente fácil en el punto 2) y muchas veces posible en el punto 3). (Ejemplo de la metafísica: la primera vez que aparece la palabra metafísica es de tipo superior a la de la segunda vez. Hay que usarlas como dos palabras distintas).

A veces se explica el "no significativo" por "no verificable" (o por no perteneciente a un sistema verificable). Es lógico que no se trata de un "no verificable" motivado por deficiencias técnicas, etc., sino de un "no verificable" absoluto, es decir, de la falta de posibilidad (aun sólo intencional) para verificarlos. Estos "no verificables" coinciden prácticamente con los puntos enumerados y se refieren especialmente a todo lo que no puede ser material de las ciencias exactas. Al revés, podemos decir que los conceptos y proposiciones son significativos si pertenecen a un sistema verificable. Hay que tomar en cuenta que aun con conceptos significativos se pueden formar proposiciones no significativas.

Para completar el problema de la significación falta ahora el ejemplo para el punto 4), la interpretación animista de la física.

6. Interpretación animista de la física

Nadie que tenga educación científica, preguntará: ¿Para qué cae una piedra? Nadie preguntará: ¿Qué finalidad tiene la piedra cuando cae? Sin embargo, la pregunta: ¿Por qué cae la piedra? es de uso común. Parece que no se concede una finalidad a la piedra, pero sí un motivo para sus acciones.

Visto históricamente, la física exacta no admitió en sus primeros tiempos la finalidad, pero sí la causalidad. No se consideraron ambos conceptos de procedencia común —del animismo del hombre primitivo que creyó que todo el mundo (incluso las piedras) reaccionaba en forma análoga a él y que tenía motivos y finalidades semejantes a los suyos.

Mientras que la finalidad fué dejada a un

lado, se dió a la causalidad una interpretación mecánica en vez de la interpretación "psicológica" de la edad de piedra. La piedra no cae porque "obedece" a un mandato de su madre, la tierra, que desea que su hijo, la piedra, vuelva a su corazón, sino porque "obedece" a la "ley" de la gravitación. ¡Qué progreso inmenso! Las piedras siguen obedientes; sólo el dueño ha cambiado.

Y todo eso a pesar de que Galileo ya había dado algunos pasos que llevaban directamente y sin animismo a una concepción mucho más exacta. Los griegos habían fracasado en sus intentos físicos, debido a su metafísica y especialmente a los residuos del animismo, que les hicieron buscar el "por qué" de las cosas, en vez de una descripción simple y clara de ellas. Galileo, al contrario, cumplió muy bien con las exigencias de las ciencias exactas al preguntar por el "cómo" de las cosas. Sin embargo, él y sus sucesores eran demasiado hijos de su tiempo para librarse totalmente del animismo. Latente y abiertamente triunfaba la causalidad, una causalidad muy mecanizada, pero al fin y al cabo la misma causalidad de la edad de piedra.

Hasta el siglo pasado los físicos se ocuparon muy poco de los problemas básicos de su ciencia. Cuando lo hacían, chocaban inmediatamente con la causalidad. El intento definitivo de eliminarla de la física lo hizo Ernst Mach y, siguiendo a él, se la reemplaza por la funcionalidad.

A primera vista puede parecer un cambio de palabras y nada más. Sin embargo, hay una diferencia profunda entre ambos conceptos. Mientras que la causalidad indica que hay una relación causa-efecto, la funcionalidad dice sólo que hay una relación cualquiera, a la cual se puede dar una formulación matemática.

Si consideramos, por ejemplo, la caída, vemos que están incluidos en este fenómeno (en forma matemática) las relaciones de espacio, tiempo, masa del cuerpo que cae y del cuerpo atrayente, resistencia del medio, etc. Lo que exactamente no aparece aquí es la relación causa-efecto.

Es enteramente artificial el construir la relación causal entre gravitación (causa) y caída (efecto). La caída no es el efecto de la gravitación, sino que se trata de la relación del caso especial (caída) con la generalización (gravitación). Otro intento es el de considerar el retirar de la mano como

causa y la caída como efecto. El retirar la mano significa una disminución de la resistencia. Antes la resistencia alcanzaba tal valor, que el camino recorrido en el primer segundo era 0; ahora, disminuyendo la resistencia (retirando la mano), el camino recorrido por la piedra en el primer segundo es de tantos centímetros. Aquí se trata entonces únicamente de la relación resistencia-camino recorrido.

Otra interpretación causal es la de considerar el estado anterior como causa y el posterior como efecto. En esto se fundamentó el causalismo de las ciencias naturales, especialmente de la física, en los siglos pasados. Representante típico de esta interpretación es Laplace. El presume un espíritu mundial que conocería todas las posiciones de puntos de masa en el universo en un momento dado y sus velocidades en ese momento y que poseería el sistema de ecuaciones diferenciales necesarias. Entonces ese espíritu vería todo lo que pasa en el pasado, presente y futuro, con una exactitud total. Ya los astrónomos saben algo del pasado, presente y futuro de los astros. Este espíritu sería un superastrónomo para todas las partículas del mundo y hasta los tiempos más remotos.

Esta idea es típica para el causalismo que ve todo en el mundo enhilado en una red de cadenas causa-efecto. Sin embargo, lo esencial de este modelo se puede interpretar también en forma no causal. En este caso podemos distinguir dos creencias de Laplace:

1ª creencia. Todo en el mundo está enhilado en una red de relaciones, las cuales pueden ser incluidas en sistemas exactos.

2ª creencia. Estas relaciones determinan todo, en tal forma que eso sólo puede ocurrir de una manera única.

Contra la primera creencia no hay objeciones. No es indispensable para el desarrollo de las ciencias exactas, pero tampoco existe motivo para no aceptarla, ya que propagaría la idea de describir una vez todo el mundo en forma estrictamente científica.

La segunda creencia no se puede sostener en la Mecánica de los Cuantos (relación de la inseguridad) y por eso no sirve en general para las ciencias exactas. Ya la sola posibilidad, científicamente bien fundada, de que no podría sostenerse la segunda creencia, basta para rechazarla. No hay ningún motivo físico (sólo metafísicos) para exigirla. Las ciencias quedarán igualmente exactas si no

existe. Siempre pueden formarse relaciones de grado superior totalmente determinadas, aun si hay otras "inferiores" que se desconocen o por sí mismo están indeterminadas. Las relaciones "superiores" muestran entonces el promedio estadístico y son relaciones de probabilidad, pero no por eso menos exactas y científicas. El intento de derivar del fin de la causalidad en las ciencias exactas el fin de las ciencias exactas mismas y una vuelta a la metafísica, carece totalmente de base.

El relacionar el supuesto nexo causal de los sucesos con el transcurso del tiempo (el estado anterior como causa del posterior), es interpretación tan artificial e injustificada como las otras. En una curva se trata sólo de la relación que un valor especial de la abscisa (u ordenada) tiene con la curva entera. Una persona hábil puede interpretar además ciertos casos de co-existencia y muchos otros casos de cualquier tipo, también en forma causal. Nadie puede impedir a los animistas llamar causales a tales relaciones. Los límites para eso están únicamente en su propia fantasía. Gracias a la flexibilidad del concepto "causalidad" hay grandes áreas para estas especulaciones.

Dejamos a un lado la física, donde la interpretación causal no sólo es innecesaria, sino está, además, en contradicción por lo menos con interpretaciones fundadas, o hasta con las mismas teorías físicas, las cuales en este caso están bien fundadas. No existe tampoco otra ciencia exacta que aporte material concluyente para su admisión. Por eso no está justificado el considerar cualquier cosa como efecto, para la cual debe haber una causa. Es conocido este juego de buscar para una cosa una causa y después la causa para la causa de la cosa y después la causa para la causa de la causa de la cosa, etc. Finalmente se cansaron los animistas e inventaron un principio metafísico como primera causa, el cual es directa o indirectamente causa de todo, mientras que el mismo no tiene causa. Pero con esto ya estamos lejos de las ciencias exactas.

Las matemáticas felizmente se salvaron de la causalidad. Aquí hay sólo relaciones funcionales. Se sabe que un triángulo con ángulos iguales tiene lados iguales. A nadie se le ocurriría considerar la igualdad de los lados como efecto de la igualdad de los ángulos o lo inverso, sino, sólo el uno como

función del otro. Es lógico que los animistas también exigieron la causalidad para las matemáticas, pero no buscaban las causas en las matemáticas mismas, sino en el campo metafísico, donde no molestaban. Dentro de las matemáticas se usa la pregunta "por qué", pero únicamente preguntando por la prueba y no por la causa, y contra eso no hay objeciones.

Sin embargo, después de todo hay que preguntarse cómo la causalidad tiene y tuvo tanta importancia no sólo en la física, etc., sino también en la vida diaria. Aparte del animismo inherente a todo nuestro pensamiento, del cual no podemos librarnos de golpe, se debe esto, en primer término, a la gran simplificación que produce cierto tipo de causalidad entre las relaciones. Algunas relaciones causales son aquellas que relacionan fenómenos que están bajo nuestra influencia directa, con otros que están bajo nuestra influencia indirecta por intermedio de los primeros. Si retiro mi mano (influencia directa) cae el cuerpo (influencia indirecta). Si aumento la presión del vapor (influencia directa) aumenta la temperatura (influencia indirecta). Si aumento la temperatura (influencia directa) aumenta la presión (influencia indirecta). Si hago pasar corriente eléctrica por un alambre (influencia directa) se produce un campo magnético (influencia indirecta). Siempre lo primero es considerado como causa y lo segundo como efecto.

No se puede negar que esta manera de pensar trajo cierto provecho, limitándose por supuesto al campo del trabajo práctico y no refiriéndose a las bases teóricas de las ciencias exactas. Los físicos tenían fenómenos, los consideraban como efectos y buscaban las causas. En otras palabras, había algo que no pudieron o no intentaron influir directamente (campo magnético) y buscaban influirlo indirectamente (haciendo pasar corriente por el alambre). En otro caso, primero tenían un fenómeno bajo su influencia directa y después otro bajo su influencia indirecta por intermedio del primero, y correlacionaban ambos fenómenos por la "causalidad".

Esta manera de pensar no la restringieron al "yo", a sí mismos ("mi" influencia directa o indirecta), sino la ampliaron a cualquier ser animado y aun más, a un x personificado, que no debía existir necesariamente,

sino que se usaba inconcientemente como punto de apoyo del pensamiento. Ejemplo: Si x inicia ciertos procesos térmicos, eléctricos, etc., en el aire (influencia directa), se produce una tormenta (influencia indirecta). La causa son los procesos eléctricos en el aire, el efecto es la tormenta y el x queda en el inconciente. Esto último es exacto sólo para los sabios modernos, no para los hombres primitivos.

Se ve claramente en todo esto el animismo que se va disfrazando gradualmente. Sin embargo, lo que se reprocha a la interpretación causal no es su procedencia animista como tal, sino el que (gracias a ella) no esté en correspondencia con el resto del sistema, que ya se ha alejado definitivamente de tales interpretaciones.

La causalidad y la finalidad no son las únicas interpretaciones impropias de la física. La fuerza (también de procedencia animista: fuerza muscular) que anda a veces ligada a la causalidad, tampoco es una interpretación ideal. Hasta ahora no se encontraron inconvenientes en su uso, pero la ciencia física ya está discutiendo su eventual reemplazo por el impulso.

Se podría alargar la enumeración de interpretaciones impropias de la física o de cualquiera otra ciencia exacta, pero ya estos ejemplos muestran lo esencial del punto 4) de la significación, el cual se repite:

4) No significativas son preguntas que están basadas en interpretaciones no conformes con la ciencia respectiva, especialmente las que contienen elementos o relaciones que no son propios de ella.

Ejemplos de preguntas no significativas en este sentido son: "¿Para qué cae una piedra?", "¿Por qué cae una piedra?", "¿Por qué algunos triángulos tienen ángulos iguales (cuál es la causa)?", "¿Qué es la esencia de la caída?", etc.

7. La tautología

Un problema de gran importancia es el del carácter tautológico de las verdades sistemáticas. Mientras que los unos afirman que las verdades de las matemáticas, de la lógica simbólica, etc., (mejor dicho, lo que nosotros llamamos verdades sistemáticas), son tautologías, hay otros que lo niegan decididamente.

Antes de entrar en la discusión hay que

aclarar la palabra "tautología". Si se entiende como tautología "la duplicación superflua de una expresión", entonces las verdades sistemáticas no son tautologías, porque no son simples duplicaciones o repeticiones de algo, ni menos son superfluas.

Si entendemos como "tautología" "lo mismo, expresado dos veces de igual o distinta manera", surge otro problema: ¿Qué es ese "lo mismo"? Tomamos como ejemplo $3+4=7$. $3+4$ por un lado y 7 por el otro serían "lo mismo" expresado de distinta manera. ¿Tiene este "mismo" un carácter igual a los conceptos de las ciencias exactas (lo llamamos "formal") o nó? Si no, ¿entonces se supone algo detrás del $3+4$ y del 7 , que es lo "mismo" para ambos, que es un mismo de carácter metafísico? El hecho de que entre los defensores del carácter tautológico de las verdades sistemáticas haya algunos, si no la mayoría, de tendencia netamente anti-metafísica, hace suponer que no es así y que se trata de un "mismo" puramente formal*.

Ese "mismo", según veo el problema, es representado entonces por los signos simétricos, reflexivos y transitivos**, como $=$, \sim , \approx , \equiv , etc. Un lado de expresiones de ese tipo es considerado (aparentemente por convención) como "lo mismo" que el otro. Contra eso no hay objeciones. ¿Pero cómo es respecto a expresiones con signos que no son simétricos, reflexivos y transitivos? ¿Dónde se encuentra dos veces lo mismo en $2 > 1$, en $p \supset q$ o $q \supset p$ o aun más en $E!V$, que son indudablemente verdades de las matemáticas o de la lógica simbólica? Aquí sólo una injustificada arbitrariedad puede llamar a ambos lados (¿dónde se encuentran dos lados en $E!V$?) "lo mismo".

Hay un último recurso para la tautología: estas proposiciones pueden (por lo menos en gran parte ¿o todas?) unirse con otras proposiciones o axiomas, de las cuales se derivan, por signos simétricos, reflexivos y transitivos. Eso significa que pueden ser consi-

deradas como parte (un lado) de una tautología. En este sentido cada sistema exacto está lleno de tautologías.

Hasta aquí se ha mostrado con todas las reservas lo que queda del carácter tautológico de las verdades sistemáticas. No es muy alentador el resultado. Sin embargo, hay un argumento más para justificar el uso de la palabra "tautología" con respecto a las verdades sistemáticas; ese es, si se quiere, de carácter lógico-genealógico. Desde $3=3$, a través de $3 \times 2 = 2 \times 3$ hasta $3+4=7$, tenemos tres etapas en que se muestra la "tautología" con apariencia cada vez menor. ¿Dónde trazar el límite? La primera proposición es, sin duda, una tautología. ¿Y la última?

Considerando todo eso, parece justificable el uso de la palabra tautología, siempre que se tome en cuenta lo indicado arriba. Impugnadores de esta concepción sostienen que las verdades de las matemáticas, etc., con sus tantos "descubrimientos", no pueden ser tautologías, ya que la tautología trae consigo sólo excepcionalmente un progreso y una ampliación de nuestros conocimientos.

En verdad, hay tautologías, especialmente cuando expresan lo mismo de la misma o casi de la misma manera, que resultan ingenuas y tontas o por lo menos que no dicen nada. Un ejemplo es: "Los triángulos tienen tres ángulos". Eso puede ser una explicación lingüística para personas que no se dieron cuenta de la procedencia de la palabra "triángulo". Pero, eso no trae consigo un progreso (considerable) de nuestros conocimientos. Decir: "Los círculos son redondos", ya es cosa distinta. Eso también parece ingenuo en la vida diaria. Sin embargo, la geometría define al círculo como el lugar geométrico de todos los puntos que tienen la misma distancia a un punto dado. Con la tautología mencionada, sabemos entonces que el lugar geométrico... es (se representa gráficamente como) una línea redonda. Esta última proposición no aparece en nada como ingenua.

Con tautologías tan primitivas se ganan ya nuevos conocimientos y tanto más con aquellas que expresan lo mismo de manera muy distinta, como lo hace la mayoría de las proposiciones de las matemáticas, de la lógica simbólica, etc. La mala fama de la "tautología" es injustificada y las ciencias exactas no pierden nada con contener tantas,

* De otra manera el asunto estaría fuera del alcance de un tratamiento exactamente científico.

** Un signo R (relación) es simétrico si de aRb sigue siempre bRa . Un signo R es reflexivo si todos sus elementos tienen la relación R con sí mismo. (Ejemplo: aRa). Un signo R es transitivo si de aRb y de bRc sigue siempre aRc ($a=b$ y $b=c$, entonces $a=c$).

8. Deducción e inducción

En la lógica clásica se consideraba como deducción la derivación de lo especial desde lo general y como inducción la derivación de lo general desde lo especial. Sin embargo, se aplicó el concepto deducción también en otro sentido, esto es, como derivación de proposiciones desde los axiomas o desde otras proposiciones ya derivadas del sistema respectivo. En este sentido, todas las proposiciones (no axiomáticas) de un sistema exacto son "deducidas". Las dos explicaciones (definiciones) de "deducción" no contienen los mismos casos y por eso hay que decidirse por una u otra.

Para la lógica moderna, la última es mucho más conveniente, mientras que la primera es bastante vaga y no sirve mucho. Hay un sinnúmero de proposiciones matemáticas, en que la deducida no es en nada más especial que aquella de la cual fué deducida. Contrariamente a eso, el uso del concepto "inducción" sigue siendo el de la derivación de lo general desde lo especial. Eso tiene como consecuencia que deducción e inducción no se excluyan mutuamente.

Ejemplo muy conocido es la inducción matemática, en la cual la inducción se hace por pasos meramente deductivos. Se deduce el resultado para $n = 1$, de éste para $n = 2$, etc. Y se hace algo más, se prueba por mera deducción que si la proposición respectiva es verdadera para $n = r$, también es verdadera para $n = r + 1$. Eso significa que la proposición fué probada por deducción para cualquier n (en este caso de número entero y positivo). Así tenemos (aunque no en forma explícita) la generalización. Esta clase de inducción también la podríamos llamar "inducción deductiva".

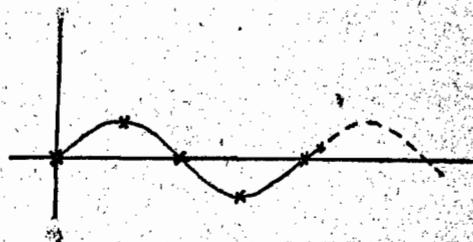
Hay otra clase de inducción, la cual puede llamarse "inducción empírica". En ésta derivamos, por ejemplo, de experimentos de la caída las leyes de la caída. La generalización se obtiene a base de casos especiales conocidos, ya aceptados como verdades (por ej.: como verdades perceptivas), más la suposición de que todos los casos correspondientes se comportan en forma correspondiente como los casos ya conocidos. Esta suposición la podemos considerar más ampliamente en la siguiente forma, comenzando con lo más simple:

a) Los casos conocidos tienen, en el aspecto referido, valores iguales (se comportan

en forma igual). Entonces la suposición dice que todos los casos se comportan como los conocidos.

b) Los casos conocidos tienen en el aspecto referido valores distintos. Estos valores se pueden dibujar como puntos en un esquema gráfico. Si se unen estos puntos por una línea, se obtiene una curva. La suposición dice ahora que todos los casos se comportan en forma tal que sus valores están en la curva*.

Esta suposición se llama "interpolación" cuando se refiere a todos los valores entre valores conocidos. Generalmente se encontrará en la curva una regularidad que permite prolongar la curva más allá de los valores conocidos. La suposición se llama "extrapolación" cuando se refiere a todos los valores en la parte prolongada de la curva.



Cuadro: Los puntos representan los casos conocidos, la línea gruesa las interpolaciones posibles y la línea rayada extrapolaciones.

La suposición generalizadora de la inducción depende esencialmente de dos condiciones:

1) No debe conocerse un caso que no se comporta en forma correspondiente. Eso quiere decir que no deben conocerse verdaderas excepciones. Una sola de éstas hace ilícita la inducción. Eso no ocurre con las excepciones en el sentido corriente, que son casos que en algún aspecto no pertenecen a la clase de casos aparentemente correspondientes.

2) Debe haber un alto grado de probabilidad de que todos los casos respectivos se comporten correspondientemente a los casos conocidos. Esta probabilidad puede ser directa si se conoce un número tan alto de casos (más la justificación por el sistema respectivo) que el cálculo de la probabilidad permita la generalización. O la probabilidad

* El punto a) puede considerarse bajo el punto b); la curva correspondiente es una recta.

puede ser indirecta: si hay pocos (tal vez un solo caso conocido), pero cuando la generalización deseada —únicamente así como es— forma parte de un sistema exacto (verificado). El valor de la inducción depende menos del número de casos conocidos que del grado de la relación con un sistema y de la exactitud de este sistema.

La suposición generalizadora de la inducción empírica (cumpliendo con las dos condiciones), es nada más que una convención, es, si se quiere, un axioma para las ciencias exactas.

9. La hipótesis

¿Podemos considerar las hipótesis como axiomas, ya que son proposiciones no probadas que sirven como base para un sistema?

No es conveniente hacerlo en general. Las hipótesis aparecen con frecuencia en partes donde quedan muchos problemas sin solución. No se sabe en muchos casos si el sistema respectivo se justifica verdaderamente, por no contener contradicciones, por su aplicabilidad, simplicidad y utilidad práctica. Las hipótesis son más bien axiomas provisorios, para ver si acaso se justifica el sistema construido a base de ellas; son axiomas de experimento.

Cuando las ciencias progresan, desaparecen algunas hipótesis, por no servir o por ser innecesarias, otras se transforman en proposiciones probadas y otras se muestran como bases de un sistema bien fundado. Sólo estas últimas tienen realmente carácter de axiomas. Ese es el resultado, al cual conduce prácticamente la tendencia de eliminar hipótesis.

Se intenta, además, limitar las hipótesis a elementos indispensables para el sistema exacto respectivo. Se puede distinguir entre hipótesis que están formadas prácticamente de los mismos elementos que el sistema exacto —las llamamos sistemáticas*— y otras hipótesis que dan un modelo, una imagen

* Ejemplos ideales de hipótesis sistemáticas se presentan en la lógica simbólica. Son los "implicantes" en las implicaciones (las partes que preceden al \supset). Por una parte se transforman en proposiciones probadas, por otra en axiomas (cumpliendo las condiciones respectivas). Si no ocurre ni lo uno ni lo otro, entonces no sirven para probar la verdad del "implicado"; todo queda en el "estado hipotético".

de lo que expresan, imprimiendo eso, en consecuencia, también a otras proposiciones. Hay muchas hipótesis cuya colocación es intermedia y cambia de lugar con el progreso de las ciencias. Por ejemplo, la hipótesis del átomo fué al principio del siglo XIX nada más que un modelo, pasó a fines del siglo XIX por la etapa de la hipótesis sistemática y es hoy día en gran parte un conjunto de proposiciones probadas.

En este ejemplo, una hipótesis con carácter de modelo ayudó a la ciencia exacta. Sin embargo hubo muchos otros casos en que hipótesis con carácter de modelo obstaculizaban el trabajo científico, porque los investigadores vieron los problemas del modelo y no los verdaderos problemas (ejemplo: el "éter").

Ese era el motivo de la crítica (a veces exagerada) de los positivistas en contra de las hipótesis, una crítica que sirvió mucho para aclarar los fundamentos epistemológicos de las ciencias exactas. Una de las consecuencias más beneficiosas de esta crítica es que hoy o no se usan modelos e imágenes o se deja constancia de que son sólo puntos de apoyo para la imaginación (lo que es un valor innegable). Únicamente así los modelos no pueden originar problemas artificiales. Únicamente así sirven las hipótesis como elementos purificados de un sistema exacto.

10. Las ciencias exactas

Después de usar tantas veces conceptos como "sistema exacto" y "ciencia exacta", es necesario explicar (definir) ambos.

Bajo "sistema exacto" entendemos un conjunto de proposiciones probadas, más los axiomas, definiciones y conceptos no definidos, en los cuales se basa este conjunto. "Ciencia exacta" lo usamos casi en el mismo sentido, tiene la misma construcción, sólo que el concepto ciencia es anterior al concepto "sistema" (en este sentido); se formó históricamente por otro camino y tiene por eso otro material que "sistema". Ciencia exacta difiere de sistema exacto por contener tal vez más de un sistema exacto o sólo parte de un sistema exacto (mientras que el resto de este sistema pertenece a otras ciencias).

Ciencias exactas son la lógica simbólica, las matemáticas y, con aproximación en parte grande y en otra menor, la física y la

química. En la mayoría de las ciencias existe la intención de llegar una vez al estado de la ciencia exacta por aplicación de los principios metódicos de ella. Considerando la historia de las ciencias, se nota que todas estas ciencias "intencionalmente" exactas progresan en esta dirección y con pasos bastante largos.

En el pasado se clasificaron las ciencias en "reales" e "ideales", considerándose bajo las primeras la física, química, biología y bajo las últimas las matemáticas, la lógica, etc. Esta clasificación no corresponde al estado actual. Partes de la física, como por ejemplo la cinemática, son tan "ideales" como la geometría pura. Hay deducción e inducción en las ciencias reales tanto como en las ideales, la experiencia tiene su papel en ambas, como también las puras construcciones de la mente. Se puede decir que en la física la experiencia tiene mayor importancia que en las matemáticas, mientras que las puras construcciones de la mente tienen mayor importancia en las matemáticas. Eso es verdad, pero no significa una diferencia esencial, sino sólo gradual. Las matemáticas y la física tienen mucho más de común que, por ejemplo, la física y la biología.

Si se intenta una clasificación de las ciencias, hay que tomar en cuenta que "ciencia" es algo históricamente crecido y que sus limitaciones no son idealmente sistemáticas. Cada clasificación tiene que sufrir las consecuencias de esto y una clasificación ideal la tendremos sólo cuando todas las ciencias sean exactas e idealmente sistemáticas. Mientras tanto hay que buscar una clasificación que corresponda lo mejor posible al estado actual de las ciencias. Aplicando las ideas de Comte a la situación de 1954, me parece conveniente la siguiente clasificación:

1) Ciencias básicas, conteniendo epistemología, lógica (simbólica), matemáticas y sus aplicaciones.

2) Físico-química, conteniendo además las subciencias de física y química, como astronomía, geografía física, mineralogía, etc., y las aplicaciones como ingeniería, etc.

3) Biología-psicología con sus aplicaciones, como medicina, medicina veterinaria, etc.

4) Sociología, conteniendo como subciencias historia (historia de la sociedad), geografía, economía, lingüística, ciencia de las religiones y conceptos metafísicos, ética

(empírica), estética, etc., y las aplicaciones como jurisprudencia, pedagogía, etc.

Bajo estos cuatro puntos se considerarían todas las ciencias exactas o intencionalmente exactas. Las ciencias de cada punto anterior han alcanzado generalmente mayor exactitud que las de los puntos posteriores y sirven como base, punto de partida y material para las posteriores.

No aparecen ni la metafísica ni la filosofía. La metafísica no tiene lugar en esta clasificación de ciencias (intencionalmente) exactas, porque no puede ser considerada como tal. Ella no ha creado bases comunes, un idioma común y ni siquiera un procedimiento común para todos los metafísicos. Los sistemas metafísicos del pasado o del presente se contradicen entre sí abiertamente y en casi todos los puntos. Además, hay un gran número que contienen en sí mismos contradicciones graves y aparentes. Y por último, ellos no tienen aplicabilidad (lo esencial desde el punto de vista positivista).

El positivismo en general entiende bajo metafísica lo que no tiene aplicabilidad. Sistemas son considerados como metafísicos si no es posible en forma alguna apoyarlos en la experiencia. Proposiciones y conceptos son considerados como metafísicos si no pertenecen a un sistema aplicable. Esa explicación (definición) difiere formalmente de las que tienen los metafísicos de su ciencia. Pero, considerando el material que abarcan las distintas explicaciones, se nota que son prácticamente equivalentes.

Sería absurdo reprochar a la metafísica lo anteriormente tratado, porque ella tiene otros ideales y otros fines que las ciencias exactas. Solamente es necesario indicar que no es ciencia (intencionalmente) exacta en el sentido explicado. A pesar de eso, la metafísica es muy compatible con un pensamiento estrictamente científico, como también lo es la poesía.

Esta compatibilidad termina donde la metafísica entra en el campo de las ciencias (intencionalmente) exactas. Aquí no puede haber entendimiento. Donde la metafísica niega los resultados de las ciencias exactas, como aun hoy (1954) lo hace con la teoría de la evolución con respecto al hombre, donde la metafísica interpreta artificialmente las ciencias exactas, como lo hace con la relación de la inseguridad o con la teoría de la relatividad, donde quiere prescribir los

procedimientos y los conceptos básicos, como lo hace con la psicología, no puede esperar un buen eco de parte de los científicos respectivos. Ese es el motivo por el cual muchos de ellos exponen con tanto fervor su posición anti-metafísica, recordándonos al prefacio de "La Mecánica en su Evolución", donde Ernst Mach proclama: "La tendencia de esta obra es antimetafísica".

Aunque la metafísica misma no pertenece a la clasificación, pertenece sí una ciencia que considera los conceptos metafísicos como fenómenos sociológicos (y psicológicos), en analogía a la relación de la estética con la poesía.

Ahora sólo falta explicar por qué la filosofía no aparece en la clasificación. La filosofía entendida científicamente es lo esencial de todas las ciencias (intencionalmente) exactas, es "la ciencia universal". Esa concepción no tiene nada de sorprendente, ya que se siguió con esto las tradiciones griegas de comprender el mundo en su totalidad (incluyendo al hombre).

Hay una diferencia con los griegos. Esta

ciencia universal debe ser por sí misma ciencia (intencionalmente) exacta. La única manera de comprender parcialmente el mundo, sin contradicciones, con pruebas continuas y con resultados comunes para todo ser humano que sigue los mismos procedimientos, es la ciencia (intencionalmente) exacta. Una filosofía entendida científicamente, debe tener resultados necesariamente comunes para toda la humanidad y por eso hay que formarla con las mismas normas que las ciencias exactas. Si la filosofía no se entiende así, sino como algo intuicional o poético, o de otra forma no-científica, entonces y sólo entonces puede contener elementos metafísicos.

El uso común da a la palabra "filosofía" ambos aspectos, el científico y el no científico. La clasificación corresponde sólo a la parte científica de la filosofía. Conviene marcar la línea de separación, teniendo por un lado la filosofía como ciencia universal y por el otro las restantes intenciones del hombre de comprender al mundo y a sí mismo.