



SOBRE EL SENTIDO DE LO BELLO EN LA CIENCIA NATURAL¹

Por:

WERNER HEISENBERG
Físico Alemán

CUANDO UN REPRESENTANTE de la Ciencia Natural toma la palabra en una reunión de la Academia de Bellas Artes, apenas puede atreverse a expresar opiniones sobre el tema del Arte. Y, sin embargo, quizás le sea permitido abordar el tema de lo bello. Pues el epíteto "bello" se aplica para caracterizar las artes, pero el dominio de lo bello sobrepasa ampliamente su campo de acción. No hay duda de que abarca otros dominios de la vida espiritual y de que la belleza de la naturaleza se refleja también en la belleza de la ciencia natural.

Como punto de partida, antes de intentar un análisis filosófico, quizás sea conveniente preguntarnos simplemente, dónde podemos encontrar lo bello en el ámbito de las ciencias exactas. Aquí tal vez pueda empezar con una vivencia personal. Cuando era niño y asistía a las clases inferiores del Gimnasio en Múnich, me interesaba por los números. Me causaba gozo conocer sus propiedades, saber, por ejemplo, si eran números primos o no y tratar de ver si podían ser representados como sumas de números cuadrados o no, o finalmente probar que deben existir infinitos números primos. Como mi padre consideraba los conocimientos de latín mucho más importantes que mi interés en los números, me trajo alguna vez de la biblioteca pública un tratado del matemático Kronecker escrito en latín, en el cual

las propiedades de los números enteros se ponían en relación con el problema geométrico de dividir una circunferencia en partes iguales. No sé cómo tropezó mi padre con esta investigación de la mitad del siglo pasado. Pero el estudio del tratado de Kronecker me produjo una gran impresión; inmediatamente experimenté como bello que se pudiera aprender, a partir del problema de la división de la circunferencia cuyos casos más simples nos eran familiares desde la escuela, algo sobre los problemas completamente diferentes de la teoría elemental de los números. En la distancia se insinuaba ya la pregunta acerca de si existen o no los números enteros y las formas geométricas, es decir, si existen fuera del espíritu humano o si sólo han sido construídas por este espíritu como instrumentos para comprender el mundo. Pero sobre tales problemas no estaba entonces en capacidad de reflexionar. Únicamente la impresión de algo muy bello era directa, no necesitaba fundamento, ni explicación.

Pero ¿qué significaba aquí bello? Ya en la antigüedad había dos definiciones de belleza que eran en cierto modo contradictorias. La controversia entre estas dos definiciones ha desempeñado un gran papel, especialmente en el Renacimiento. Una explica la Belleza como la correcta concordancia de las partes entre sí y con el todo. La otra, que se remonta a Plotino, la describe, sin referencia a las partes, como el traslucir del



A sus 32 años Werner Heisenberg fue uno de los científicos más jóvenes entre los galardonados por el Nobel de Física

eterno resplandor de lo "uno" a través del fenómeno material. En el ejemplo matemático nos tendremos que atener de inmediato a la primera definición. Las partes son aquí las propiedades de los números enteros, leyes sobre construcciones geométricas; el todo es, evidentemente, el sistema matemático de axiomas que está detrás y al cual pertenecen la arit-

¹ La traducción del texto alemán fue realizada por Alicia Guerrero de Mesa, del Departamento de Física de la Universidad Nacional, para el Seminario sobre Fundamentos Conceptuales de la Teoría Cuántica.



mética y la geometría euclidiana; esto es, la gran unidad que es garantizada por la consistencia del sistema de axiomas. Reconocemos que las partes individuales concuerdan, que pertenecen como partes a este Todo, y sentimos, sin reflexionar, la solidez y simplicidad de este sistema de axiomas como algo bello. Por tanto, la belleza tiene relación con el antiguo problema de lo "uno" y de lo "múltiple", que estuvo en el centro de la filosofía griega en conexión con el problema del "ser" y el "devenir".

Como también allí están las raíces de la Ciencia Natural Exacta, es conveniente dibujar a grandes rasgos los movimientos de ideas de aquella época antigua. Al comienzo de la filosofía natural griega está la pregunta por el principio fundamental a partir del cual se puede hacer comprensible la abigarrada multiplicidad de los fenómenos. La conocida repuesta de Tales, "El agua es la causa material de todas las cosas", por extraña que nos parezca, contiene, según Nietzsche, tres exigencias filosóficas fundamentales que en el desarrollo ulterior llegaron a ser importantes, a saber: primera, la necesidad de buscar un principio fundamental unitario; segunda, que la respuesta debe darse de manera racional, no por referencia a un mito; y, tercera, que el aspecto material del mundo debe tener aquí un papel decisivo. Tras estas exigencias está implícito el reconocimiento de que comprender solo puede significar: reconocer en la multiplicidad rasgos unitarios, interrelaciones, signos de afinidad.

Pero, si existe tal fundamento unitario de todas las cosas, inevitablemente se plantea la pregunta acerca de cómo puede entenderse el cambio a partir de él; y este fue el paso siguiente en este camino del pensar. La dificultad se puede

reconocer especialmente en la célebre paradoja de Parménides: Solo el Ser es; el No-ser no es. Pero si solo el Ser es, no puede existir nada fuera del Ser que lo divida, nada que pueda producir cambios. Pero entonces el Ser debería ser pensado como eterno, uniforme, ilimitado en el espacio y el tiempo. Los cambios que experimentamos podrían, en consecuencia, ser solo apariencia.

El pensamiento griego no podía detenerse por mucho tiempo en esta paradoja. El cambio incesante de los fenómenos era dado de manera inmediata y tenía que ser explicado. En el intento de superar esta dificultad los filósofos tomaron caminos diferentes. Uno de ellos condujo a la teoría atómica de Demócrito. Junto al Ser puede existir el No-ser como posibilidad de movimiento y forma, es decir, como espacio vacío. El Ser es repetible y así se llega a la imagen de los átomos en el espacio vacío, a la imagen que más tarde llegó a ser infinitamente fértil como fundamento de la ciencia natural. Pero de este camino no se hablará más aquí. Se describirá de manera más precisa el otro camino, el que condujo a las ideas de Platón y que nos acerca inmediatamente al problema de lo bello.

Este camino comienza en la Escuela de Pitágoras. Se dice que en ella surgió el pensamiento según el cual la matemática, el orden matemático, es el principio fundamental a partir del cual se puede comprender la multiplicidad de los fenómenos. De Pitágoras mismo se sabe muy poco. Su círculo de discípulos parece haber sido más bien una secta religiosa y con certeza sólo se puede atribuir a Pitágoras la doctrina de la migración de las almas y ciertos mandamientos y prohibiciones de carácter ético-religioso. Pero en este círculo de discípulos jugaban

papel importante las matemáticas y la música, lo cual habría de ser decisivo para el futuro. Se dice que aquí fue realizado por Pitágoras el célebre descubrimiento de que cuerdas vibrantes con tensiones iguales resuenan armónicamente cuando sus longitudes están en una relación numérica simple racional. La estructura matemática -a saber, la relación numérica racional- como fuente de la armonía fue, en consecuencia, uno de los descubrimientos más ricos en la historia de la humanidad. La concordancia armónica de dos cuerdas produce un sonido bello. El oído humano percibe la disonancia como perturbadora a causa de la inquietud que surge de las pulsaciones; pero la calma de la armonía, la consonancia, la percibe como bella. En esta forma la relación matemática era también la fuente de lo bello.

La belleza es, según una de las antiguas definiciones, la correcta concordancia de las partes entre sí y con el todo. Las partes son aquí los tonos individuales, el todo es el sonido armónico. La relación matemática puede, por tanto, unir dos partes inicialmente independientes en un todo y producir así lo bello. Este descubrimiento llevó en la doctrina de los pitagóricos a la irrupción de formas completamente nuevas de pensamiento e hizo que ya no se viera como fundamento último de todas las cosas una materia sensible -como el agua para Tales- sino un principio formal ideal. De esta manera se hizo explícita una idea fundamental que más tarde se constituyó en fundamento de todas las ciencias naturales exactas. Aristóteles informa en su *Metafísica* sobre los Pitagóricos: "Ellos se ocupaban al comienzo de la matemática, la estimularon y, formados en ella, sostuvieron que los principios matemáticos son los principios de todos los seres. Y,



vislumbrando en los números las propiedades y causas de la armonía, ya que todo lo demás les parecía hecho a imagen de los números mientras que estos aparecían como lo primero en toda la naturaleza, concibieron los elementos de los números como los elementos de todas las cosas y todo el universo como armonía y número”.

La comprensión de la multiplicidad abigarrada de fenómenos debe entonces resultar del reconocimiento de principios formales unitarios que pueden ser expresados en el lenguaje de la matemática. Así se produce una conexión estrecha entre lo comprensible y lo bello. Pues si lo bello es reconocido como la concordancia de las partes entre sí y con el todo y

ideales son reales porque y en la medida en que ellas se realizan en el acontecer material. Platón distingue aquí con toda claridad un ser corporal accesible a los sentidos y un ser puramente ideal que no es perceptible por los sentidos sino a través de actos espirituales. Este ser ideal no requiere el pensamiento humano para ser producido. Por el contrario, él es el Ser propiamente dicho, a cuya imagen están hechos el mundo corporal y el pensamiento humano. La captación de las ideas por el espíritu humano, como lo indica su nombre, es más una contemplación artística, una intuición semi-consciente, que un conocimiento reflexivo. Es una reminiscencia de formas que han sido implantadas en esta alma antes de su ser terre-

natural. La multiplicidad abigarrada de los fenómenos puede ser comprendida, según Platón y los Pitagóricos, porque y en la medida en que subyacen principios formales unitarios que son susceptibles de representación matemática. De esta manera se anticipó todo el programa de la actual ciencia natural exacta. Pero no podía ser desarrollado en la antigüedad porque faltaba el conocimiento empírico de los detalles del acontecer natural.

Como se sabe, el primer intento de profundizar también en estos detalles fue emprendido en la filosofía de Aristóteles. Pero ante la infinita profusión que se ofrecía de inmediato a la observación del investigador natural, ante la completa carencia de algunos puntos de vista desde los cuales se pudiera reconocer algún orden, los principios formales unitarios exigidos por Pitágoras y Platón debieron ceder el primer plano a la descripción de los detalles. Así se inició en aquella época la oposición que ha perdurado hasta hoy en la discusión entre la física teórica y la experimental; la oposición entre el empírico, que mediante cuidadoso y concienzudo trabajo del detalle crea la premisa para una comprensión de la naturaleza, y el teórico que esboza imágenes matemáticas según las cuales trata de ordenar y así entender la naturaleza, imágenes matemáticas que se muestran como las verdaderas ideas subyacentes en los fenómenos naturales, no sólo por la correcta representación de la experiencia sino, sobre todo, por su simplicidad y belleza.

Ya Aristóteles, como empirista, hablaba críticamente sobre los pitagóricos que “no buscaban teorías y explicaciones para los hechos sino que, teniendo en mente ciertas teorías y opiniones predictas, violentaban los hechos y,

Se dice que la idea de que la matemática es el principio fundamental del cual se puede comprender a la multiplicidad de los fenómenos, surgió en la Escuela de Pitágoras

sí, por otra parte, toda comprensión resulta de esta conexión formal, la vivencia de lo bello se hace casi idéntica a la vivencia de la concordancia comprendida o al menos vislumbrada.

El siguiente paso en este camino fue dado por Platón con su doctrina de las Ideas. Platón contrapone a las imágenes imperfectas del mundo sensorial corporal las formas matemáticas perfectas, a las órbitas imperfectas de los astros el círculo perfecto matemáticamente definido. Las cosas materiales son las imágenes, las sombras de las formas ideales reales. Hoy estaríamos tentados a proseguir diciendo que estas formas

nales. La idea central es la idea de lo bello y lo bueno, a través de la cual se hace visible lo divino y en cuya contemplación crecen las alas del alma. En el Fedro se dice: El alma se asusta y tiembla ante la mirada de lo bello pues siente que en ella es convocado algo que no le es dado desde fuera por los sentidos sino que estaba desde siempre en ella en un profundo dominio inconsciente.

EL CAMINO DEL CONOCIMIENTO Y EL CAMINO DE LO BELLO

Pero regresemos a la comprensión y, con ello, a la ciencia



podría decirse, actuaban como co-ordenadores del universo". Mirando retrospectivamente la historia de la ciencia natural exacta se puede quizás comprobar que la representación correcta de los fenómenos naturales se ha desarrollado precisamente en esta tensión entre las dos concepciones opuestas. La pura especulación matemática se hace estéril porque a partir del juego con la profusión de las formas posibles no puede encontrar las pocas formas de acuerdo con las cuales se ha formado realmente la naturaleza. Y la pura empiria se hace estéril porque se ahoga finalmente en tablas infinitas de datos sin conexión interna. Sólo de la tensión, del juego entre la multitud de los hechos y las formas matemáticas posiblemente adecuadas a ellos, pueden provenir los progresos decisivos.

Pero esta tensión no pudo ser ya sostenida en la antigüedad y así, por mucho tiempo, se separó el camino del conocimiento del camino de lo bello. La importancia de lo bello para la comprensión de la naturaleza se hizo apenas de nuevo visible cuando en los comienzos de la época moderna se retornó de Aristóteles a Platón. Y sólo mediante este viraje se reveló toda la fertilidad del modo de pensamiento inaugurado por Pitágoras y Platón.

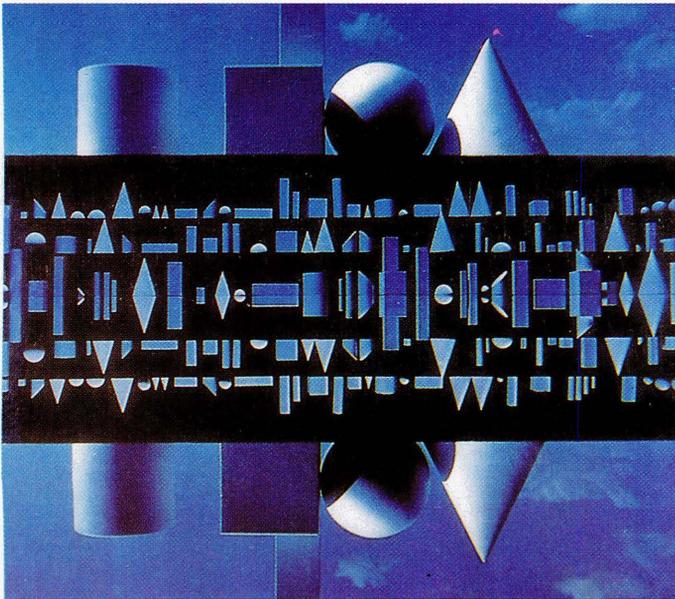
Los famosos experimentos de caída libre, que Galileo ciertamente no realizó en la torre inclinada de Pisa, muestran esto de manera muy clara. Galileo comienza con observaciones cuidadosas sin tomar en cuenta la autoridad de Aristóteles; sin embargo intenta, siguiendo las doctrinas de Pitágoras y Platón, encontrar formas matemáticas que correspondan a los hechos obtenidos experimentalmente y así llega a sus leyes de caída. Pero, y este es un punto decisivo, para reencontrar la belleza de las formas matemáti-

cas en los fenómenos tiene que idealizar o, según la expresión de censura de Aristóteles, violentar los hechos. Aristóteles había enseñado que todos los cuerpos que se mueven sin la acción de fuerzas externas finalmente llegan al reposo y esta era la experiencia general. Galileo afirma, por el contrario, que los cuerpos sin fuerzas externas persisten en el estado de movimiento uniforme. Galileo podía atreverse a esta deformación de los hechos porque podía señalar que los cuerpos en movimiento siempre están sometidos a resistencias de rozamiento y que el movimiento de hecho persiste más cuanto mejor se puedan eliminar las fuerzas de rozamiento. A cambio de esta deformación de los hechos, de esta idealización, ganó una ley matemática simple y este fue el comienzo de la ciencia natural exacta moderna.

Algunos años más tarde Kepler logró, en los resultados de sus cuidadosas observaciones sobre las órbitas de los planetas, descubrir nuevas formas matemáticas y formular sus famosas tres leyes. Cuán cercano se sentía Kepler en estos descubrimientos a las antiguas formas de pensamiento de Pitágoras y en qué medida era guiado en su formulación por la belleza de las interrelaciones, se puede ver en su comparación de las revoluciones de los planetas alrededor del sol con las vibraciones de una cuerda, o en la manera como se refiere a la consonancia armónica de las diversas órbitas planetarias, la armonía de las esferas, o, finalmente, en la exclamación de júbilo con que culmina su obra *La Armonía del Mundo*: "A Ti doy gracias, Señor nuestro Creador, por permitirme contemplar la belleza en Tu Creación". Kepler estaba profundamente conmovido por haber encontrado una interrelación central que no era inventada por los hombres y que

le fue reservado a él reconocer por primera vez, una interrelación de la mayor belleza. Algunas décadas más tarde Isaac Newton en Inglaterra puso completamente al descubierto esta interrelación y la describió en detalle en su gran obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Así se trazó el camino que habría de seguir la ciencia natural exacta durante casi dos siglos.

Pero ¿se trata aquí sólo de conocimiento o también de lo bello? Y, si se trata también de lo bello, ¿qué papel ha desempeñado en el descubrimiento de las interrelaciones? Recordemos de nuevo la antigua definición: "La belleza es la concordancia correcta de las partes entre sí y con el todo". Que este criterio es aplicable en alto grado a una creación como la mecánica newtoniana, apenas si requiere explicación. Las partes aquí son los procesos mecánicos singulares; tanto aquellos que aislamos cuidadosamente con aparatos, como los que transcurren inextricablemente ante nosotros en el juego multicolor de los fenómenos. Y el todo es el principio formal unitario que rige estos procesos y que fue precisado por Newton en un sistema simple de axiomas. Unicidad y simplicidad no son exactamente lo mismo. Pero el hecho de que en tal teoría se contraponga lo Uno a lo Múltiple, que en ella se unifique lo múltiple, da como resultado el que nosotros la percibamos al mismo tiempo como simple y como bella. La importancia de lo bello para el descubrimiento de lo verdadero ha sido reconocida y exaltada en todas las épocas. El proverbio latino: "simplex sigillum veri" (lo simple es el sello de lo verdadero) está en mayúsculas en el auditorio de Física de la universidad de Göttingen como advertencia para los que aspiran a descubrir lo nuevo. Y el otro proverbio latino:



"Que no entre nadie que no sepa geometría". Esta era la inscripción de origen pitagórico, que se encontraba a la entrada de la Academia de Platón. Y aconsejaba el estudio matemático como el primer deber de la clase dirigente.

"pulchritudo splendor veritas" (la belleza es el brillo de la verdad) puede interpretarse en el sentido de que el investigador reconoce primero la verdad por su brillo, por su esplendor.

Ese resplandor de la gran unidad ha sido, en otras dos ocasiones en la historia de la ciencia natural exacta, la señal decisiva para un progreso significativo. Pienso en dos acontecimientos de la física de nuestro siglo: el surgimiento de la teoría de la relatividad y de la teoría cuántica. En ambos casos se ordenó de repente una multitud confusa de detalles, después de largos años de esfuerzos vanos por comprenderlos; emergió como una interrelación, ciertamente no intuitiva, pero simple en su esencia, que convenció inmediatamente por su unidad y belleza abstracta a todos aquellos que entienden y pueden hablar tal lenguaje abstracto.

Pero aquí no queremos proseguir la marcha histórica sino más bien preguntar directamente: ¿Qué replandece aquí? ¿Cómo se hace reconocible la gran unidad en este resplandor de lo bello en la ciencia natural, aún antes de ser comprendida en los detalles, antes de que se pueda demostrar racionalmente? ¿En qué consiste la lu-

minosidad y qué efectos tiene en el desarrollo ulterior de la ciencia?

Quizás se debería recordar aquí un fenómeno que se puede denominar el desarrollo de estructuras abstractas. Se puede explicar con ayuda del ejemplo de la teoría de los números que se mencionó al comienzo, pero se puede también aludir a procesos similares en el desarrollo del arte. Para la fundamentación de la aritmética, de la teoría de los números, bastan unos pocos axiomas simples que, en rigor, solo definen lo que significa contar. Pero con estos pocos axiomas ya está dada toda la multitud de formas, la teoría de los números primos, de los residuos cuadráticos, de las congruencias numéricas, etc., que sólo han entrado en la conciencia de los matemáticos en el transcurso de una larga historia. Se puede decir que las estructuras abstractas dadas con el contar sólo se ha hecho visibles en el curso de la historia de la matemática, que ellas han producido la multitud de proposiciones e interrelaciones que constituyen el contenido de la compleja ciencia de la Teoría de Números. De manera similar, al comienzo de un estilo artístico, por ejemplo en la arquitectura, están presentes ciertas formas fundamentales simples, tales como el cuadrado y la circunferencia en la

arquitectura románica. A partir de estas formas fundamentales surgen en el transcurso de la historia formas nuevas, complicadas, modificadas, que en cierto modo pueden verse como variaciones del mismo tema. Y así se despliega a partir de las estructuras fundamentales una nueva forma, un nuevo estilo de construcción. Se tiene la impresión de que en estas formas primitivas se pueden ver desde el comienzo las posibilidades de desarrollo; de otra manera es difícil entender por qué tantos artistas de talento deciden rápidamente explorar estas nuevas posibilidades.

Tal desarrollo de las estructuras fundamentales abstractas también ha ocurrido sin duda en aquellos casos que he mencionado en la historia de la ciencia natural exacta. Este crecimiento, el desarrollo de ramas siempre nuevas, se prolongó en la mecánica newtoniana hasta mediados del siglo pasado. Algo similar hemos experimentado en este siglo con la relatividad especial y la teoría cuántica y el crecimiento aún no ha concluido.

Este proceso, tanto en la ciencia como en el arte, tiene un aspecto social y ético importante puesto que en él pueden tomar parte activa muchos hombres. Cuando se construía una gran catedral en la Edad Media se ocupaban muchos arquitectos y artesanos. Ellos estaban impregnados de la idea de belleza dada en las formas originales y se veían forzados por su tarea a realizar un trabajo cuidadoso y exacto en el sentido de estas formas. En forma similar, en los dos siglos que siguieron al descubrimiento de Newton, muchos matemáticos, físicos y técnicos afrontaron la tarea de tratar problemas mecánicos concretos según los métodos newtonianos, realizar experimentos o dedicarse a aplicaciones técnicas; y también



aquí se exigió el máximo cuidado para alcanzar lo posible en los marcos de la mecánica newtoniana. Quizás se pueda decir en general que de las estructuras fundamentales, en este caso la mecánica newtoniana, se desprenden directrices o aún tablas de valores que permiten decidir objetivamente si una tarea planteada ha sido bien o mal resuelta. Precisamente porque aquí se plantean exigencias precisas, porque el individuo puede colaborar con pequeñas contribuciones en el logro de grandes objetivos, porque se puede decidir objetivamente sobre el valor de su contribución, surge la satisfacción que tal desarrollo produce en el gran círculo de seres humanos participantes. Por ello no se debe subestimar la significación ética de la técnica para la época actual.

Por ejemplo, del desarrollo de la ciencia natural y la técnica surgió la idea del avión. El técnico individual que construye algún aparato para el avión, el trabajador que lo produce, conocen la importancia de la máxima exactitud y el cuidado en su trabajo, saben que incluso la vida de muchos seres humanos depende de su confiabilidad. Por eso gana el derecho al orgullo que proviene de un trabajo bien realizado y se regocija con nosotros en la belleza del avión al sentir que en él se ha realizado el objetivo técnico con los medios adecuados. Belleza es, según la antigua definición varias veces citada, la concordancia de las partes entre sí y con el todo; también un buen avión debe llenar esta exigencia.

Sin embargo, con esta alusión al despliegue de la bella estructura fundamental no se ha respondido aún a la pregunta planteada: ¿Qué es lo que resplandece en estas estructuras y hace reconocible la gran unidad antes de que pueda ser comprendida racio-

nalmente en detalle? Ciertamente desde el comienzo está presente la posibilidad del engaño en este conocimiento. Pero nadie puede dudar de la existencia de este conocimiento inmediato, de este terror ante lo bello, como lo designa Platón en el Fedro.

KEPLER Y PAULI

Entre todos aquellos que han reflexionado sobre el problema parece existir acuerdo en que este conocimiento inmediato no ocurre a través del pensamiento discursivo, esto es, racional. Quiero citar aquí dos manifestaciones: la primera de Johannes Kepler, de quien se habló antes; la segunda de nuestro tiempo, del físico atómico Wolfgang Pauli de Zúrich, amigo del sicólogo C.G. Jung.

El primer texto proviene de la obra de Kepler, *Kosmische Harmonie*, y dice así: "Aquella capacidad de percibir y reconocer relaciones adecuadas en lo dado sensorialmente y en las otras cosas externas se debe atribuir al dominio inferior del alma. Está muy próxima a la capacidad que suministra a los sentidos los esquemas formales o, más profundamente aún, a la pura capacidad vital del alma que no piensa discursivamente, es decir, en juicios como los filósofos, que no hace uso de ningún método superior y, por tanto, no es peculiar al ser humano sino que es también innata en los animales salvajes y domésticos..." Ahora se podría preguntar cómo puede aquella capacidad del alma, que no participa del pensamiento conceptual y por tanto no puede tener ningún saber propiamente dicho de las relaciones armónicas, cómo puede tener la capacidad de reconocer en el mundo exterior lo dado. Pues reconocer significa comparar lo percibido sensorialmente en el exterior con los arquetipos interiores y

juzgarlo como concordante con éstos. Proclus lo expresó muy bellamente en la imagen del despertar como de un sueño. Así como las cosas dadas sensorialmente en el mundo exterior nos recuerdan aquellas que percibimos antes en el sueño, así las relaciones matemáticas dadas sensorialmente evocan aquellos arquetipos inteligibles que están dados desde siempre en el interior y que ahora brillan real y verdaderamente en el alma, mientras que antes sólo existían nebulosamente en ella. Pero, ¿cómo llegaron al interior? A esto -prosigue Kepler- respondo así: "Todas las ideas puras o relaciones arquetípicas de lo armónico, como las discutidas hasta ahora, son innatas en todos aquellos que son capaces de percibir las. Pero ellas no son puestas en el interior mediante un proceso conceptual sino que provienen de una pura intuición instintiva de las magnitudes y son innatas en estos individuos como en el principio formal de las plantas está innato el número de pétalos de las flores o el número de semillas de la manzana".

Hasta aquí Kepler. El nos señala posibilidades ya dadas en el reino animal y vegetal, arquetipos que permiten el reconocimiento de formas. En nuestra época Portmann ha descrito tales posibilidades. El describe, por ejemplo ciertos patrones de colores en los plumajes de las aves que sólo pueden tener un sentido biológico si pueden ser percibidos por los otros pájaros de esta especie. La capacidad para la percepción debe ser tan innata como el patrón mismo. Se puede pensar también en el canto de los pájaros. Desde el punto de vista biológico se requiere sólo una señal acústica determinada que sirve para la búsqueda de compañero y que es comprendida por él. Pero en la medida en que la función biológica inmedia-



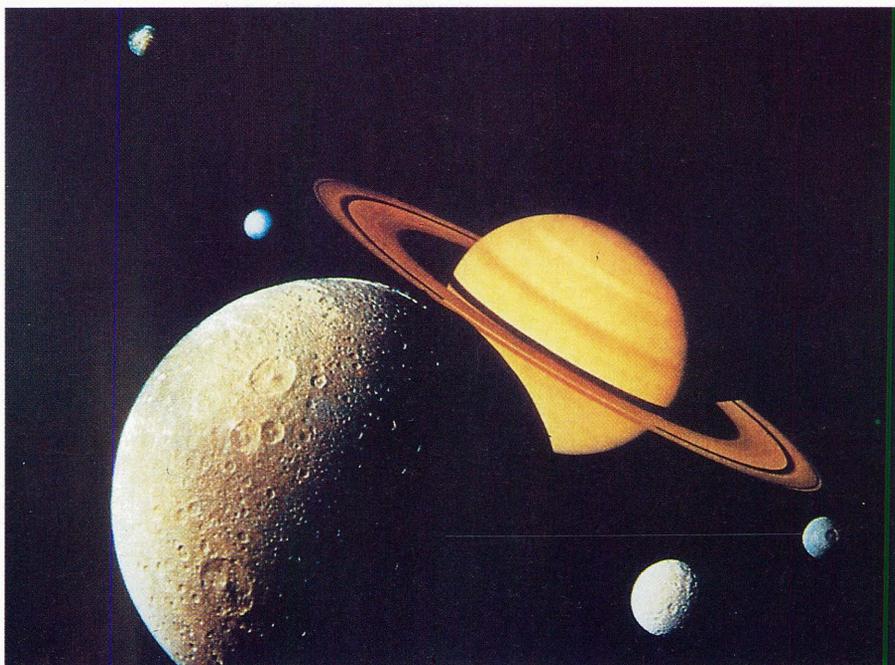
ta pierde importancia, puede ocurrir un desenvolvimiento de la estructura melódica subyacente que luego, como canto, fascina a otra especie tan extraña como el hombre. En cualquier caso la capacidad de reconocer este juego de formas debe ser innata en el correspondiente género de aves, no requiere el pensamiento discursivo racional. En el ser humano, para mencionar otro ejemplo, es probablemente innata la capacidad de conocer ciertas formas básicas del lenguaje de gestos, para decidir, por ejemplo, si el otro alberga intenciones amistosas u hostiles, una capacidad de gran importancia para la vida en comunidades humanas.

En un ensayo, Wolfgang Pauli enunció pensamientos similares a los de Kepler: "El proceso del comprender en la naturaleza, así como la alegría que el ser humano experimenta en la comprensión, es decir, en el devenir consciente de un nuevo conocimiento, parece reposar en la correspondencia o congruencia de imágenes interiores pre-existentes de la psique humana con objetos exteriores y su comportamiento. Como se sabe, esta concepción del conocimiento natural se remonta a Platón y es compartida por Kepler en forma muy clara. De hecho él habla de ideas pre-existentes en el espíritu de Dios que fueron implantadas en el alma en cuanto imagen de Dios. Estos prototipos que puede percibir el alma con ayuda de un instinto innato son denominados por Kepler arquetípicos. La concordancia con las imágenes primitivas o arquetipos introducidos por C.G. Jung en la psicología moderna, que funcionan como instintos de la presentación, es muy amplia. Al mostrar la psicología moderna que cada acto de comprensión es un largo proceso acompañado de procesos en el inconsciente, anteriores a la po-

sibilidad de formular racionalmente el contenido de la conciencia, llamó de nuevo la atención hacia el estadio preconsciente, arcaico, del conocimiento. En este nivel existen, en lugar de conceptos claros, imágenes con fuerte contenido emocional que no son pensadas sino gráficamente contempladas. En la medida en que estas imágenes son expresión de

ponerlo en relación con determinadas ideas racionalmente formulables".

En el curso de sus investigaciones Pauli describe cómo Kepler llegó inicialmente al convencimiento de que el sistema copernicano era correcto, no a partir de los resultados de observaciones astronómicas concretas, sino por



Para Platón, el demiurgo (el creador) actúa como un geómetra. Por eso el Kosmos es esférico; la esfera es la figura más perfecta de las figuras en la que se contiene todas las otras y en la que la distancia del centro a los extremos es siempre igual.

una realidad presentida pero aún desconocida, pueden designarse como simbólicas en el sentido del símbolo definido por C.G. Jung. En cuanto operadores ordenadores y formadores en este mundo de las imágenes simbólicas, los arquetipos funcionan como el puente buscado entre las percepciones de los sentidos y las ideas y son, por tanto, una condición necesaria para el surgimiento de una teoría científica. Sin embargo, se debe evitar trasladar este a priori del conocimiento a la conciencia y

la concordancia de la imagen copernicana con un arquetipo, denominado Mandala por C.G. Jung y usado también por Kepler como símbolo de la sagrada Trinidad. Dios está en el centro de una esfera como el motor primario; el mundo, donde actúa el Hijo, es comparado con la superficie de la esfera y el Espíritu Santo corresponde a los rayos que salen del centro hacia la superficie de la esfera. Naturalmente, es de la naturaleza de estos arquetipos no poder ser descritos de manera por-



piamente racional y ni siquiera en forma intuitiva.

Pero, aún si Kepler llegó al convencimiento de la corrección de la imagen copernicana a partir de tales arquetipos, una condición decisiva de toda teoría científica útil es su capacidad para resistir el examen empírico y el análisis racional ulterior. En este punto están las ciencias naturales en una situación mejor que las artes, ya que para la ciencia natural existe un criterio de valor, imprescindible e implacable, al cual no se puede sustraer ningún trabajo. El sistema copernicano, las leyes de Kepler y la mecánica newtoniana se confirmaron después en la interpretación de la experiencia, de los resultados de la observación y en la técnica en tal extensión y con tan extrema exactitud, que desde los Principios de Newton ya nadie pudo dudar de su corrección. Y, sin embargo, se trata aquí también de una idealización, como la que Aristóteles censuró y Platón consideró necesaria.

Esto se hizo patente con toda claridad hace aproximadamente cincuenta años, cuando se reconoció con base en las experiencias de la física atómica que la concepción newtoniana no era suficiente para aproximarse a los fenómenos mecánicos en el interior de los átomos. A partir del descubrimiento del cuanto de acción por Planck en 1900 surgió un estado de confusión en la física. Las antiguas reglas con las cuales se había descrito exitosamente la naturaleza durante dos siglos ya no querían adecuarse a las nuevas experiencias. Pero también estas experiencias eran en sí contradictorias. Una hipótesis que se confirmaba en un experimento fracasaba en otro. No pudiendo acceder a una visión real de nuevas y diferentes interrelaciones a partir de experimentos a menudo divergen-

tes, la belleza y unidad de la antigua física parecían destruidas. Quizás no es correcto comparar el estado de la Física en aquellos 25 años que siguieron al descubrimiento de Planck, y que yo alcancé a vivir como joven estudiante, con la situación actual del arte moderno. Pero debo confesar que esta comparación se me impone una y otra vez. La perplejidad de no saber qué hacer con los fenómenos desconcertantes, la aflicción por la coherencia perdida que, sin embargo, parecía aún tan convincente, toda esta insatisfacción ha determinado de manera similar el rostro de estos dos dominios y épocas tan diferentes. Evidentemente se trata de un estadio de transición que no puede ser saltado y que prepara el desarrollo ulterior. Pues, como afirmaba Pauli, cada acto de comprender es un largo proceso precedido por procesos que tienen lugar en el inconsciente mucho antes de que el contenido de la conciencia sea racionalmente formulable. Los arquetipos funcionan como el puente buscado entre las percepciones sensoriales y las ideas.

Pero el momento en que surgen las ideas correctas se desarrolla en el alma de aquel que las ve un proceso indescriptible de máxima intensidad. Es el asombro, el horror del cual habla Platón en Fedro, con que el alma recuerda al mismo tiempo algo que había poseído siempre inconscientemente. Kepler dice: "geometría est archetypus pulchritudinis mundi", (la matemática, podríamos traducir generalizando, es el arquetipo de la belleza del mundo). En la física atómica se desarrolló este proceso no hace más de cincuenta años y puso de nuevo a la ciencia exacta natural, bajo presuposiciones completamente nuevas, en el estado de unidad armónica que se había perdido durante un cuar-

to de siglo. No veo razón alguna para que algo similar no pueda ocurrir algún día en el arte. Pero se debe agregar una advertencia: Algo así no se puede hacer, debe ocurrir por sí mismo.

He descrito este aspecto de la ciencia natural exacta porque en él se hace más visible la afinidad a las bellas artes y porque aquí se puede prevenir la equivocación de creer que en la ciencia natural y en la técnica se trata solamente de observación precisa y de pensamiento racional, discursivo. Ciertamente, el pensamiento racional y la medición cuidadosa pertenecen al trabajo del investigador natural como el cincel y el martillo al trabajo del escultor. Pero en ambos casos se trata de instrumentos, no del contenido del trabajo.

Quizás deba concluir recordando una vez más la segunda definición del concepto de "belleza" según Plotino, donde ya no se habla de las partes y el todo: "La belleza es el traslucir del eterno resplandor de lo "uno" a través de los fenómenos materiales". Hay importantes épocas en la historia del arte a las cuales se adaptaría mejor esta definición que la primera y con frecuencia añoramos tales épocas. Pero en nuestro tiempo es difícil hablar de este aspecto de la belleza y tal vez es una buena regla atenerse a las costumbres de la época en que nos correspondió vivir y callar sobre lo que nos es difícil expresar. En realidad ambas definiciones no están muy alejadas entre sí. Démonos por satisfechos con la primera y más sobria definición de belleza, que ciertamente se realiza también en la ciencia natural, y comprobamos que ella es, tanto en la ciencia natural exacta como en las artes, la mayor fuente de iluminación y claridad.