

INDICE

- 1 POR LA PERCEPCIÓN AL CONCEPTO Y LA IMAGEN
- 4 Erwin Schrödinger / *El misterio de las cualidades sensuales*
- 9 Hansjochem Autrum / *Los límites de eficacia de los órganos de los sentidos*
- 12 Paul Nougé / *La visión burlada*
- 14 Carlos Germán Belli / *Dos sextinas*
- 16 Eleodoro Vargas Vicuña / *El cristal con que se mira*
- 19 Marco Antonio Montes de Oca / *La confesión del mago*
- 21 DOS NARRADORES DE CHECOSLOVAQUIA
- 22 Bohumil Hrabal / *¿Quiere usted ver la ciudad dorada?*
- 25 Ivan Vyskocil / *Huesos*
- 31 Ernesto Mejía Sánchez / *Alfredo Hlito vuelve a la tierra*
- 33 Allen Ginsberg / *A un viejo poeta en el Perú*
- 35 Antonio Cisneros / *Los 'drop-outs' viajeros y otra vez el buen salvaje*
- 37 Mario Vargas Llosa / *La estrategia narrativa de 'Tirant lo Blanc'*
- 44 Ariel Dorfman / *Borges y la violencia americana*
- 52 Giuseppe Ungaretti / *Piero Dorazio: un intenso esplendor*
- 54 Piero Dorazio contesta cinco preguntas de Murilo Mendes
- 58 Ernesto Gastelumendi / *Estudio del carácter urbano de dos jirones de Lima tradicional*
- NOTAS COMENTARIOS APUNTES
- 75 Raúl Silva Cáceres / *Los sistemas expresivos en la obra de Alejo Carpentier*
- 78 Carlos Martínez Moreno / *Desapacible imagen de centenario: Carlos Reyles*

CRÍTICA

- 81 Luis Alberto Gómez de Souza / *La dominación de América Latina*
- 85 Blanca Varela / *Poesía de desencanto, crítica o furor*
- 86 Tomás G. Escajadillo / *'El Caballero Carmelo' a los cincuenta años*

ESTE MUNDO

- 89 Stefano Varese / *Antropología, política y neutralidad*
- 91 *Protesta de los antropólogos contra la persecución y extirminación de las poblaciones autóctonas*

DECLARACIONES MANIFIESTOS DOCUMENTOS

- 92 Ernst Fischer / *Porque el hombre es hombre, no quiere ser reptil*

94 NOTICIAS SOBRE LOS AUTORES

- 95 EN LA TEORÍA Y EN LA PRÁCTICA — ¿REBELDÍA ESTUDIANTEL O CRISIS DEL SISTEMA?
- 96 I - Santo y seña: *Batallón Olímpico* (Heinrich Jaenecke)

ILUSTRACIONES

- 55-56 Reproducción de pinturas de Piero Dorazio
- 67-74 Ilustraciones al 'Estudio del carácter urbano de dos jirones de Lima tradicional'

En el texto *Dibujos de Fernand Léger* (pp. 15, 30), *Vasarely* (p. 20), *Hartung* (p. 88), *Capogrossi* (p. 91)

Diagramación de la carátula y contracarátula J. Ruiz Durand

En la carátula se ha reproducido la pintura de Piero Dorazio *Costruzione Eurasia* (óleo 1964) y en la contracarátula *La ribambelle des Gobelins* (óleo 1964) del mismo autor.

amaru

revista de artes
y ciencias

Casilla 1301 — LIMA

Director — Emilio Adolfo Westphalen / *Redacción* — Abelardo Oquendo / Blanca Varela / *Administración* - Livio Gómez

Corresponsales — Antonio Cisneros / André Coyné / Alvaro Mutis / José Emilio Pacheco / Carlos Martínez Moreno / Mario Vargas Llosa

Asesores — Jorge Bravo Bresani / Luis Miró Quesada G. / Georg Petersen / Gerardo Ramos / Augusto Salazar Bondy / Javier Sologuren / Fernando de Szyszlo / José Tola Pasquel



PUBLICADA POR LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE INGENIERIA
Subdivisión de Extensión Universitaria

PATROCINADORES

BANCO CENTRAL HIPOTECARIO DEL PERÚ
CORPORACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL
FÁBRICA PERUANA ETERNIT S. A.
TECNOQUÍMICA, S. A.

Por la percepción al concepto y la imagen

El fenómeno de la percepción suscita tantos problemas a diferentes niveles de la experiencia y el conocimiento que una presentación y discusión adecuada sería imposible aun recurriendo a volúmenes de análisis y teorías; lo sería aun en este caso, en que se trata sólo de consideraciones muy generales, introductorias a unos breves artículos sobre aspectos singulares del tema. No intentaremos, pues, sino traer a colación ciertos elementos que puedan contribuir o a esclarecer y completar lo expuesto en ellos, o a abrir perspectivas diferentes a la interpretación o la especulación.

Podríamos, por ejemplo, preguntarnos qué importancia tienen esas cualidades sensuales que, según Erwin Schrödinger¹, no son explicables mediante su reducción a las referencias cuantitativas del físico (imposibilidad que Bertrand Russell ya había expresado en otras palabras: no se puede, en fin de cuentas, hacer comprender la palabra «rojo» sino señalando algún objeto de ese color). El mismo Schrödinger no nos parece muy dispuesto a salvarlas, a reconocerlas un lugar honorable en su visión del mundo; es lo que al menos podría deducirse cuando se lee que la percepción sensual directa del fenómeno no nos dice nada acerca de la naturaleza física objetiva (o lo que comúnmente denominamos así) y debe ser descartada como fuente de información.

¿El mundo que conocemos directamente por los órganos de los sentidos no nos da información alguna útil o válida? Al propósito podemos recordar una afirmación de Einstein: Los conceptos y proposiciones adquieren «significado», o sea, «contenido» sólo a través de su conexión con las experiencias de los sentidos.² Pero no únicamente para la comprobación de la verdad de la teoría científica hay que recurrir a los sentidos: las complicadas mediciones y pruebas mediante instrumentos especiales de la misma física se basan —y esto es parte de la argumentación de Schrödinger— en los datos de los sentidos. Hay además toda una enorme gama de experiencias vitales, no superfluas ni descartables, en que todo depende de nuestra conexión directa con el mundo por medio de los órganos de los sentidos. No nos alimentamos —al menos todavía— con arreglo a fórmulas científicas sino cediendo al apetito y con arreglo a los usos de un arte tradicional cuyo propósito exclusivo es excitar y satisfacer nuestro paladar. La relación con un paisaje, una ciudad, un ser humano, un cuadro, un objeto cualquiera es determina-

¹ Véase en este número (p. 4) su artículo sobre 'El misterio de las cualidades sensuales'.

² A. Einstein, 'Notas autobiográficas' en AMARU, N° 5, p. 5.

da por lo que nos informan acerca de ellos nuestros sentidos. ¿Será demasiado pedir que se acepte por tanto que ellos no sólo nos proporcionan el material bruto indispensable a la interpretación científica (cuantitativa) del mundo, sino también son la fuente de todos los estímulos y complacencias que hacen que nuestra vida sea algo más que la especulación teórica de un científico ciego y sordo y, en general, insensible a todas las propiedades sensuales de las cosas —y éticas y estéticas— de los seres? ¿No habrá también el peligro de que estemos dando demasiado ingerencia en nuestro mundo a las invenciones de unos ciegos indiferentes a las necesidades de la vida humana? Wolfgang Paalen nos advirtió hace algún tiempo: No es acaso evidente que nuestro mundo está dominado por toda especie de ciegos que se sirven con una habilidad funesta de muy poderosos instrumentos que ellos mismos hubieran sido incapaces de crear. No hay que ser ni químico ni matemático para lanzar bombas —y probablemente es por esto que nuestra civilización se asemeja tanto a un gigante ciego.³

*La relación de Autrum acerca del grado de sensibilidad de los órganos de los sentidos en el hombre y el animal*⁴, llevará estas notas en otra dirección; no insistiendo en su asombro —e igualmente el nuestro— ante el «increíble», el «fantástico» rendimiento de esos órganos (con frecuencia, estima Autrum, estaríamos ante un límite absoluto, más allá del cual no habría posibilidad física de superación); nos chocará más bien que a tan enorme capacidad se dé tan mal empleo, que simplemente no se la use, que en general no veamos de la realidad sino lo que en determinado momento nos puede ser de algún provecho, que en ocasiones sólo veamos u oigamos lo que deseamos ver u oír (y a este respecto remitimos a las lúcidas observaciones de Paul Nougé en este mismo número⁵).

No pretendamos, naturalmente, una recepción igual y uniforme de todos los datos presentes en el campo de la percepción, experiencia esporádica y penosa y cuya persistencia sería más bien síntoma de un estado patológico⁶. Adjudicar valor parejo a todos los elementos,

sin clasificar, preferir, rechazar, equivaldría a sumergirse en una multitud indefinida y caer en inseguridad y desconcierto. No se podría hacer frente a un tan brutal embate de todos los componentes de la realidad. La plétora indiscriminada y la estrechez total son igualmente nocivas para el entendimiento y la sensibilidad.

Aquí podrían introducirse algunas consideraciones desde otros puntos de vista: al físico (y al metafísico) le ha interesado establecer la vinculación entre fenómeno percibido y hecho real para concluir sobre la veracidad de sus observaciones, el uno, y la verosimilitud de sus lucubraciones, el otro; al fisiólogo, el comportamiento en condiciones normales y anómalas del organismo que recibe y trasmite las excitaciones sensoriales (o que se las imagina⁷); pero son también necesarios el sociólogo, el psicólogo, el epistemólogo, etc. El joven Marx había observado que no se había escrito una historia sociocultural de los sentidos. No sólo vemos lo que espontáneamente se impone a nuestra conciencia sino, sobre todo, lo que nos han enseñado a buscar a nuestro alrededor. Hay prejuicios de clase, casta o grupo respecto a los órganos de los sentidos. Algunas sensaciones son cultivadas, refinadas, mencionadas constantemente, comparadas, prestigiadas; otras, rebajadas, ignoradas, hundidas bajo el peso de tabús e inhibiciones. Aún un temperamento tan acucioso como E. Schachtel no pudo eximirse de calificar como 'superiores' e 'inferiores' a las dos clases de órganos de los sentidos que, con mucho fundamento, había dividido en aloécnicos y autocéntricos (los de la vista, el oído, y el tacto, instrumentos principales de la orientación y la objetivación del mundo exterior, los primeros; y los otros dos, más el sentido térmico y la percepción cinestética, que siempre van acompañados de la sensación de placer o desagrado, los segundos). También hubiera sido pertinente un estudio de las relaciones recíprocas entre los sentidos y la manera como todos ellos contribuyen a nuestra concepción de la realidad. Más nos interesa, sin embargo, ver como podría trazarse, de ser posible, el tránsito de la percepción al concepto y la imagen, es decir, verijicar la manera cómo los fenómenos sensoriales son preámbulo necesario de la teoría y la praxis, de la ciencia y el arte.

Por lo pronto, se comprobará que la percepción no es un hecho simple ni un fenómeno síquico pasivo, que tal vez como mejor se describa es como una «captación»

³ Cf. 'Art and Science' en DYN, N° 3, México, otoño 1942.

⁴ Véase en la p. 9: Hansjochem Autrum, 'Los límites de eficacia de los órganos de los sentidos'.

⁵ Véase en la p. 12 'La visión burlada'.

⁶ Caso de Julie Weber a que hace mención Ernest G. Schachtel en *Metamorphosis - On the Development of Affect, Perception, Attention and Memory*. Londres 1963, p. 113.

⁷ Véase el curioso estudio de Johannes Müller, *Los fenómenos fantásticos de la visión*, Madrid 1946. (Edición original de 1826).

de las cualidades de los objetos que nos permiten distinguirlos, reconocerlos y compararlos. Esta actitud agresiva, este «agarrar» los objetos para conocerlos estaría asociado con un hecho notorio: el que el tacto sea —como escribe Schachtel— filogenética y ontogenéticamente el fundamento de toda experiencia sensorial y que todos los demás receptores de estímulos externos no sean sino variantes muy especializadas de la sensibilidad cutánea⁸. Lo que percibimos sería principalmente todo aquello que podemos coger y apropiarnos totalmente, como el infante se lleva a la boca todo lo que lo que le llama la atención y quiere conocer.

Habría, luego, que destacar la precedencia del afecto sobre el intelecto; el gesto, la expresión son comunicados antes que el significado de palabras, signos o símbolos. Los colores, [por ejemplo] son sentidos como excitantes o calmantes, disonantes o armoniosos, chillones o suaves, vivos o tranquilos, alegres o sombríos, cálidos o fríos, turbadores y distrayentes o propensos a la concentración y el reposo no sólo al ser reconocidos sino usualmente aun antes de haberlo sido⁹. (He aquí quizás también una explicación para la precedencia en el tiempo de la poesía y el arte sobre la ciencia y la filosofía.)

Vemos que la percepción no es un fenómeno aislado sino en relación estrecha con todos los demás procesos y estados anímicos, también, por tanto, con las circunstancias sociales del observador. Ver —explica Robert Havemann¹⁰— no es precisamente un proceso fotográfico que se trasplanta de la retina a la conciencia, sino un proceso particularmente activo en que interviene nuestra razón y nuestros conocimientos. [Y, añadiremos nosotros, nuestras emociones y nuestros deseos, nuestras desilusiones y nuestras esperanzas, nuestras reticencias y nuestras fantasías.] La representación que obtenemos de la realidad no es idéntica con ésta sino constituye ya una abstracción de la realidad. [Todo conocimiento es parcial e incompleto.] Aprender a ver quiere decir aprender a reencontrar y a reconocer en la realidad determinadas formas. [Pero también a distinguir nuevas apariciones y variaciones inéditas de la realidad.] Aprender a ver no significa otra cosa, por tanto, sino la formación de un depósito cada vez más amplio de elementos formales y figuras abstractas. [Siempre que continúen vivas en nosotros la esponta-

neidad, curiosidad e interés del niño para volcarse entero ante una realidad que descubre siempre distinta e inagotable.]

El bueno y sabio de Cézanne nos apoyará en esta última aseveración, él que censuraba a los campesinos de su región el que no supieran mirar a su amada montaña Sainte Victoire. Saben lo que se ha plantado aquí, al borde del camino, el tiempo que hará mañana, si sobre Sainte Victoire hay una capa de nubes; lo sienten al igual que los animales, como un perro que conoce esta pieza de pan, sólo por sus necesidades, pero que los árboles son verdes, y que este verde es un árbol, que esta tierra es roja y que este cascajo y estas peñas rojas son cerros, yo realmente no creo que la mayoría se ellos lo sientan, lo conozcan, salvo ese sentimiento inconsciente de lo útil.

En su arte Cézanne se empeñaría testarudamente en 'hacer ver' a los demás lo que en sus innumerables contactos con la naturaleza le había revelado ésta. El arte lo entendemos o como esa recreación de la experiencia primigenia —en el caso de Cézanne y algunos de sus contemporáneos,— o en la invención de una imagen nueva, trasunto de una posibilidad entrevista o imaginada, a contrapelo diríamos de la experiencia corriente —en el caso de muchos artistas actuales.

En cuanto a la percepción como fuente del conocimiento científico, Konrad Lorenz no ha podido ofrecer mejor comprobación, en un extenso ensayo sobre el tema¹², que el hecho de que la percepción gestaltica no sólo se desenvuelve con arreglo a formas semejantes a las racionales conocidas sino también que apela a operaciones profundamente análogas a las que emplea el científico, por más que inaccesibles a la observación propia. A estas reflexiones harían eco unas de Susanne K. Langer: Creo que el hábito que nos es inherente de... ver 'objetos' y no datos de los sentidos se basa en el hecho de que extraemos pronta e inconscientemente una forma de cada experiencia sensorial, y que utilizamos esa forma para 'concebir' la experiencia como un todo, como un 'objeto'... El poder de... considerar en la información de los sentidos todo como no pertinente salvo la 'forma' en que está incorporada, es el rasgo más característico de la humanidad. Se origina en un proceso espontáneo e inconsciente de abstracción que no cesa nunca en la mente humana... El ver abstrayente es el fundamento de nuestra racionalidad...¹³

⁸ En la obra citada, véase el C. 6.

⁹ Idem, p. 142.

¹⁰ Idem, p. 109.

¹¹ Cf. Dialektik ohne Dogma? Naturwissenschaft und Weltanschauung. Berlin 1964 p. 45.

¹² 'Gestaltwahrnehmung als Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis' en Vom Weltbild des Verhaltensforschers. Munich 1968, pp. 97-147.

¹³ Philosophy in a New Key, Nueva York 1951, pp. 83-84. Cita de Schachtel, ob, cit. p. 107.

Erwin Schroedinger

El misterio de las cualidades sensuales

Quisiera ocuparme aquí en detalle en un estado de cosas del cual ya se daba noticia en un famoso fragmento de Demócrito de Abdera: el extraño hecho de que, por una parte, todo nuestro conocimiento acerca del mundo a nuestro alrededor, tanto el obtenido en nuestra vida diaria como el revelado por los experimentos de laboratorio, aun los mejor planeados y esmeradamente realizados, repose por entero en la percepción sensual inmediata y, por otra, que ese conocimiento no revele cuáles sean las relaciones de esas percepciones sensuales con el mundo exterior, de modo que el cuadro o modelo que nos formamos de tal mundo exterior carezca en absoluto de cualidades sensuales. Aunque la primera parte de esta proposición será, me imagino, fácilmente aceptada por todos, no lo es con tanta frecuencia la segunda, simplemente porque el lego, por regla general, tiene en gran reverencia a la ciencia y cree que nosotros los científicos somos capaces de lograr, gracias a nuestros 'métodos fabulosamente refinados', lo que por su misma naturaleza ningún humano puede lograr ni será capaz de lograr nunca.

Si se le pregunta a un físico qué es lo que piensa de la luz amarilla dirá que son ondas magnéticas transversales con una longitud de cerca de 590 milimicrones ($\mu\mu$). Si se le inquiere: ¿pero en dónde entra el amarillo?, responderá: En mi cuadro, en ninguna parte, pero esas especies de vibraciones cuando chocan con la retina de un ojo sano dan a la persona a quien pertenece una sensación de amarillo. Averiguando más, se puede saber que ondas de diferente longitud producen diferentes sensaciones de color; aunque no todas, sólo aquellas entre 800 y 400 $\mu\mu$. Para el físico, las ondas ultrarrojas (más de 800 $\mu\mu$) y las ultravioleta (menos de 400 $\mu\mu$) son de la misma especie de fenómenos que las comprendidas entre los 800 y 400 $\mu\mu$, a las cuales es sensible el ojo. ¿Cómo ocurre esta selección peculiar? Evidentemente es una adaptación a la radiación solar, la cual es más fuerte en esa región de longitudes de onda pero disminuye a ambos extremos. Además, la sensación de color más brillante, intrínsecamente, el amarillo, se encuentra en el lugar (dentro de la región mencionada) en que la radiación solar exhibe su máximo, alcanza una verdadera cúspide.

Se puede seguir preguntando: ¿Es una radiación de unos 590 $\mu\mu$ la única que produce la sensación de amarillo?

De ninguna manera. Mezclando ondas de 760 $\mu\mu$, que en sí mismas producen la sensación de rojo, con determinada proporción de ondas de 535 $\mu\mu$, que en sí mismas producen la sensación de verde, se obtiene un amarillo que no es posible distinguir del correspondiente a 590 $\mu\mu$. Dos campos adyacentes iluminados uno por la mezcla y el otro por la luz espectral simple tienen el mismo aspecto y no es posible diferenciarlos. ¿Puede esto ser previsto de las longitudes de onda, hay una conexión numérica entre estas características objetivas, físicas, de las ondas? No. Se ha establecido, desde luego empíricamente, la representación gráfica de todas las mezclas de esta clase; se la llama el triángulo cromático. Pero no está en relación simple con las longitudes de onda. No hay regla general alguna según la cual a determinada mezcla de dos luces espectrales corresponderá una longitud de onda; por ejemplo, una mezcla de 'rojo' y 'azul', en los extremos del espectro, da 'morado', color que no es producido por ninguna luz espectral simple. Además, esa representación gráfica, el triángulo cromático, varía ligeramente de una persona a otra, y en algunas difiere considerablemente (en las llamadas tricromáticos anómalos, que *no* son ciegos al color).

La sensación de color no puede ser explicada mediante el cuadro objetivo de longitudes de onda del físico. ¿Podría hacerlo el fisiólogo si tuviera un conocimiento más completo del que realmente posee acerca de los procesos en la retina y de los procesos nerviosos desencadenados por ellos en los haces de nervios ópticos y en el cerebro? No lo creo. A lo más podríamos llegar al conocimiento objetivo de cuáles son las fibras de nervios excitadas y en qué proporción; tal vez a conocer exactamente los procesos que se originan en algunas células cerebrales cuando nuestra mente registra una sensación de amarillo en particular dirección, o dominio, de nuestro campo visual. Pero ni aun ese conocimiento íntimo nos diría algo acerca de la sensación de color, en especial, de un amarillo en esa dirección; los mismos procesos fisiológicos podrían concebiblemente resultar en una sensación de dulzor, o cualquier otra cosa. Lo que quiero decir es simplemente esto: podemos estar seguros que no hay proceso nervioso cuya descripción objetiva incluya la característica 'color amarillo' o 'sabor dulce', como tampoco la descripción objetiva de una

onda electromagnética incluye ninguna de esas características.

Lo mismo se aplica a las demás sensaciones. Es muy interesante comparar la percepción de color, que acabamos de examinar, con la de sonido. Este nos es transmitido normalmente por ondas elásticas de compresión y dilatación propagadas en el aire. Su longitud de onda —o para ser más exactos, su frecuencia— determina el tono del sonido escuchado. (N. B. Fisiológicamente lo pertinente es la frecuencia y no la longitud de onda, también en el caso de la luz, en la que, sin embargo, las dos son virtualmente recíprocas exactas una de otra, ya que las velocidades de propagación en el espacio vacío y en el aire no difieren perceptiblemente.) No necesito decir que la amplitud de las frecuencias de 'sonido audible' es muy diferente de la de 'luz visible'; varía entre 12 ó 16 por segundo y 20.000 ó 30.000 por segundo, en tanto que las de la luz llegan a varios billones. Sin embargo, la amplitud es mucho más considerable para el sonido ya que abarca 10 octavas (en comparación con apenas una para la 'luz visible'); además, cambia con los individuos, sobre todo con la edad: el límite superior del tono se reduce regular y considerablemente a medida que avanza la edad. Pero el hecho más notable respecto al sonido es que una mezcla de varias frecuencias distintas nunca se combinan para producir un tono intermedio que correspondería a una frecuencia intermedia. En gran medida los tonos superpuestos son percibidos separada —aunque simultáneamente— en especial por las personas dotadas para la música. La combinación de numerosas notas altas de distintas calidades e intensidades da origen a lo que se llama el timbre, el cual hace distinguir un violín de una corneta, una campana de iglesia, un piano... etc., incluso a base de sólo una nota. Pero también los ruidos tienen sus timbres; hasta mi perro está familiarizado con el ruido peculiar que se produce al abrir cierta caja de lata, de la que a veces recibe una galleta. En todos ellos las razones de las frecuencias son las determinantes. Al cambiarse todas en la misma razón, como al tocarse un disco demasiado lenta o demasiado rápidamente, siempre se puede reconocer lo que está pasando. Sin embargo, algunas distinciones dependen de las frecuencias absolutas de los componentes. En una grabación de la voz humana que se toque demasiado rápido se nota un cambio perceptible de las vocales. Una serie continua de frecuencias es siempre desagradable, ya se trate de una secuencia, como en el caso de una sirena o de un gato maullando, ya de una audición simultánea, la cual es difícil de llevar a la práctica, a no ser quizás mediante una multitud de sirenas o un regimiento de gatos maullando. Esto es también completamente dis-

tinto de lo que ocurre con la percepción de la luz. Todos los colores que percibimos normalmente son producidos por mezclas continuas; y una gradación continua de matices, en un cuadro o en la naturaleza, es a veces de gran belleza.

Las características principales de la percepción de sonidos se comprenden mejor en el mecanismo del oído, del cual tenemos un conocimiento más amplio y más seguro que de la química de la retina. El órgano principal es la *coclea*, tubo enroscado huesudo que se parece a la concha de cierto tipo de caracol marino: diminuta escalera espiral que se angosta más y más a medida que 'asciende'. En lugar de los escalones (para seguir con nuestra comparación) hay fibras elásticas, estiradas a través de la caja de la escalera, formando una membrana cuyo ancho (o longitud de cada fibra) disminuye de 'abajo' a 'arriba'. En esta forma, al igual que las cuerdas de un harpa o un piano, las fibras de diferente longitud responden mecánicamente a las oscilaciones de diversa frecuencia. A una frecuencia definida responde —no una fibra— sino determinada superficie pequeña de la membrana, a una frecuencia más alta otra cuyas fibras son más cortas. Una vibración mecánica de frecuencia definida desencadenará en cada una de las fibras nerviosas de ese grupo los bien conocidos impulsos nerviosos que son propagados a determinadas regiones de la corteza cerebral. Sabemos, en general, que el proceso de conducción es muy semejante en todos los nervios y cambia sólo con la intensidad de la excitación; ésta afecta la frecuencia de las pulsaciones, las que, naturalmente, no hay que confundir con la, en nuestro caso, frecuencia del sonido (no teniendo nada que ver una con la otra).

El cuadro no es tan simple, empero, como quisiéramos que fuera. Si un físico hubiera construido el oído procurando que su dueño distinguiera tonos y timbres con la increíble fineza de que efectivamente es capaz, lo hubiera hecho muy diferente. Pero de seguro habría al fin vuelto al modelo actual. Sería más sencillo y agradable poder decir que cada 'cuerda' simple tendida a través de la *coclea* responde a una sola frecuencia bien definida. Pero no es así. ¿Por qué no es así? Porque las vibraciones de esas cuerdas están fuertemente amortiguadas. Esto amplía necesariamente su capacidad de resonancia. Nuestro físico las habría construido con el amortiguamiento menor posible, lo que hubiera tenido una consecuencia terrible: la percepción del sonido no hubiera cesado casi inmediatamente, una vez detenida la onda productora, sino hubiera durado algún tiempo hasta que el resonador de la *coclea*, mal amortiguado, se extinguiera. La diferenciación del tono se habría ob-

tenido sacrificando la diferenciación en el tiempo entre sonidos subsiguientes. Es desconcertante cómo el mecanismo presente logra reconciliar ambas del modo más perfecto.

He entrado en minucias aquí a fin de hacer sentir que ni la descripción del físico ni la del fisiólogo contienen ningún rasgo de la sensación de sonido. Toda descripción de esta especie está destinada a terminar en una oración como ésta: esos impulsos nerviosos son transmitidos a cierta porción del cerebro donde son registrados como secuencia de sonidos. Podemos seguir los cambios de presión en el aire al producirse las vibraciones en el tímpano, podemos ver cómo su movimiento es transmitido por una cadena de pequeños huesos a otra membrana y, finalmente, a partes de la membrana dentro de la cóclea, compuesta de fibras de distinta longitud, según hemos descrito antes. Podemos llegar a entender cómo una fibra vibrante establece un proceso químico y eléctrico de transmisión en la fibra nerviosa con que está en contacto. Podemos seguir esta transmisión hasta la corteza cerebral e, incluso, obtener algún conocimiento objetivo de algunas de las cosas que suceden allí. Pero en ninguna parte nos daremos con este 'registro como sonido', el cual simplemente no está contenido en nuestro cuadro científico sino sólo en la mente de la persona de cuyos oído y cerebro estamos hablando.

Podríamos discutir asimismo las sensaciones táctiles, de calor y frío, olfato y gusto. Los dos últimos, los sentidos químicos como a veces se les llama (permitiendo el olfato un examen de las materias gaseosas, el gusto de las fluidas), tienen en común con la sensación visual el que a un número infinito de estímulos posibles reaccionen con una cantidad limitada de cualidades sensoriales; en el caso del gusto: amargo, dulce, ácido y salado y sus mezclas peculiares. El olfato creo que es más variado que el gusto pero ciertos animales lo tienen mucho más fino que el hombre. Las características de un estímulo físico o químico que modifican notablemente la sensación parece que varían mucho en el reino animal. Por ejemplo, las abejas tienen una visión de los colores que alcanza el ultravioleta; son tricromáticos auténticos (y no bicromáticos, según parecía en experimentos primitivos que no prestaron atención al ultravioleta). Es particularmente interesante que las abejas, como encontró von Frisch en Munich no hace mucho, sean particularmente sensibles a indicios de polarización de la luz; esto las ayuda en su orientación con respecto al sol en una forma desconcertantemente complicada. Para el ser humano aun la luz completamente polarizada no es distinguible de la ordinaria, no polari-

zada. Se ha descubierto también que los murciélagos son sensibles a vibraciones de frecuencia extremadamente elevadas ('ultrasonido') mucho más allá del límite superior de la audición humana; las producen ellos mismos y las emplean como una especie de 'radar' para evitar obstáculos. La sensibilidad humana al calor o el frío ofrece el carácter raro de 'los extremos se tocan': si inadvertidamente tocamos un objeto muy frío, podemos por un momento creer que está caliente y que nos ha quemado los dedos.

Hace más de treinta años que químicos de los E.U.A. descubrieron un curioso compuesto, cuyo nombre químico he olvidado, un polvo blanco, sin sabor para unas personas pero intensamente amargo para otras. Ese hecho despertó gran interés y ha sido muy estudiado. La calidad de ser un 'catador' (de esta particular sustancia) es inherente al individuo, sin relación alguna con todas las demás condiciones. Además, se hereda de acuerdo con las leyes de Mendel en modo análogo a la herencia de las características del grupo sanguíneo. Al igual que en estas últimas, parece que no hay ventaja o desventaja concebible ligada al ser 'catador' o no. Me parece muy improbable que esta sustancia, descubierta al azar, sea única. ¡Es muy probable que los 'gustos varíen' de modo muy general y en un sentido muy real!

Volvamos ahora al caso de la luz y ahondemos un poco más en la manera en que es producida y en el modo en que el físico determina sus características objetivas. Supongo que ya será conocimiento común que la luz es usualmente producida por electrones, en especial por aquellos en un átomo, en el que 'hacen algo' alrededor del núcleo. Un electrón no es rojo ni azul ni de ningún otro color; lo mismo se aplica al protón, el núcleo del átomo de hidrógeno. Pero la unión de los dos en el átomo de hidrógeno produce, según el físico, una radiación electromagnética de una longitud discreta de onda. Al separarse los constituyentes homogéneos de esta radiación mediante un prisma o una red de difracción, se estimulan en el observador las sensaciones de rojo, verde, azul y violeta gracias a ciertos procesos fisiológicos cuyo carácter general es lo bastante conocido como para que se pueda asegurar que no son ni rojos ni verdes ni azules; en realidad, los elementos nerviosos en cuestión no manifiestan color alguno al ser estimulados; y el blanco o gris de la célula nerviosa, estimulada o no, es ciertamente insignificante en relación con la sensación de color que acompaña la excitación de los nervios del individuo.

Nuestro conocimiento de la radiación del átomo de hidrógeno y de las propiedades físicas, objetivas, de esa ra-

diación se basa en las observaciones de las líneas de color que aparecen en el espectro del vapor de hidrógeno incandescente. Se logra así un primer conocimiento, pero de ninguna manera un conocimiento completo. Para obtener éste, se inicia la eliminación inmediata de los datos sensoriales, y vale la pena ver su aplicación en este ejemplo característico. El color en sí mismo no dice nada acerca de la longitud de onda; en verdad, ya hemos visto que, por ejemplo, una línea espectral amarilla podría muy bien no ser 'monocromática', en el sentido del físico, mas compuesta de muchas longitudes diferentes, si no supiéramos que la construcción de nuestro espectroscopio excluye tal cosa. Este recoge luz de determinada longitud de onda en determinada posición del espectro. La luz que aparece allí tiene siempre exactamente el mismo color cualquiera que sea la fuente que la origine. Aun así, la calidad de la sensación de color no da indicio directo alguno que permita inferir la propiedad física, la longitud de onda, y ello aparte por entero de la pobreza comparativa de nuestra distinción de los matices, que no satisfaría al físico. *A priori* puede concebirse la sensación de azul estimulada por ondas largas y la de rojo por ondas cortas, en lugar de al revés, como ocurre.

Para completar nuestro conocimiento de las propiedades físicas de la luz de cualquier procedencia hay que utilizar un espectroscopio especial; la descomposición se consigue mediante una red de difracción. Un prisma no serviría porque no se conocen de antemano los ángulos bajo los cuales refracta las diferentes longitudes de onda, y que varían según el material del prisma. En realidad, no se podría decir *a priori*, con un prisma, ni siquiera que la radiación que es desviada más fuertemente es la de longitud de onda más corta, como en verdad es el caso.

La teoría de la red de difracción es mucho más simple que la del prisma. De acuerdo con los supuestos físicos básicos acerca de la luz —simplemente, que se trata de un fenómeno ondulatorio— se puede decir, una vez medido el número de surcos de la red por pulgada (por lo general, muchos miles), el ángulo exacto de desviación correspondiente a determinada longitud de onda y, por tanto, inversamente, inferir la longitud de onda de la 'constante de la red' y el ángulo de desviación. En algunos casos (sobre todo en los efectos de Zeeman y Stark), algunas de las líneas espectrales están polarizadas. Para completar la descripción física a este respecto, en que el ojo humano es completamente insensible, se pone en el trayecto del rayo, antes de descomponerlo, un polarizador (prisma de Nicol); girando lentamente este prisma alrededor de su eje, se extinguen o reducen a un bri-

llo mínimo, ciertas líneas de acuerdo a determinadas orientaciones del prisma, lo cual indica la dirección (ortogonal al rayo) de su polarización total o parcial.

Una vez desarrollada toda esta técnica, puede ser aplicada más allá de la región visible. Las líneas espectrales de los vapores incandescentes no están limitadas en absoluto a la región visible, la cual no es distinguible físicamente. Las líneas forman una larga serie teóricamente infinita. Las longitudes de onda de cada serie están conectadas por una ley matemática relativamente simple, peculiar a ella, que se mantiene uniforme en toda la serie sin excluir esa parte de la serie que se encuentra en la región visible. Estas leyes seriales fueron halladas primero empíricamente, pero ahora son comprendidas teóricamente. Desde luego, fuera de la región visible una placa fotográfica debe reemplazar al ojo. Las longitudes de onda son deducidas de simples mediciones de longitudes: primero, de la constante de la red, esto es, la distancia entre surcos vecinos (la recíproca del número de surcos por unidad de longitud); luego, midiendo las posiciones de las líneas en la placa fotográfica, con las cuales, y con las dimensiones conocidas del aparato, se calculan los ángulos de desviación.

Estas son cosas muy sabidas, pero deseo subrayar dos puntos de importancia general que se aplican a casi toda medición física.

El estado de cosas sobre el cual me he explayado aquí con alguna extensión se describe a menudo diciendo que a medida que se refina la técnica de medición, el observador es reemplazado paulatinamente por aparatos cada vez más complicados. Ahora bien, eso en el presente caso no es verdad, y no hay duda al respecto: no es reemplazado gradualmente sino lo es desde el principio. He tratado de explicar que la impresión de color que del fenómeno tiene el observador no ofrece el más leve indicio acerca de su naturaleza física. Hay que introducir el recurso de rayar una red de difracción y medir algunas longitudes y ángulos para obtener el conocimiento cualitativo más elemental de lo que llamamos la naturaleza física objetiva de la luz y de sus componentes físicos. Y ese es el paso decisivo. Epistemológicamente no tiene importancia que ese recurso sea posteriormente refinado, aunque, en lo esencial, manteniéndose el mismo, por muy grandes que sean las mejoras logradas.

El segundo punto es que el observador no es reemplazado nunca enteramente por los instrumentos; pues de serlo es obvio que no obtendría conocimiento alguno. Debe haber construido el instrumento y, ya sea al construirlo o después, efectuado cuidadosas mediciones de

sus dimensiones y comprobado la exactitud de sus partes móviles (v.gr., un soporte que gira alrededor de una espiga cónica y se desliza a lo largo de una escala circular de ángulos) a fin de determinar si el movimiento es justamente el previsto. Para algunos de esos movimientos y comprobaciones el físico dependerá naturalmente de la fábrica que ha producido y entregado el instrumento; no obstante, toda esa información se basa en primera instancia en las percepciones sensuales de una o varias personas vivas, a pesar de todos los ingeniosos artefactos empleados para facilitar su trabajo. *Finalmente*, el observador, al utilizar el instrumento en la investigación, deberá leer datos en él, ya sea la lectura directa de ángulos o distancias, medidos en el microscopio, o la de líneas espectrales registradas sobre una placa fotográfica. Muchos mecanismos pueden facilitar esta labor, por ejemplo, la medición de la intensidad de la luz transmitida a través de la placa, que ofrece un diagrama ampliado en el cual se lee fácilmente la posición de las líneas. ¡Pero hay que leerlas! ¡Los sentidos del observador deben intervenir finalmente! El dato más cuidadoso, si no es examinado no nos dice nada.

Volvemos entonces a este extraño estado de cosas. Mientras la percepción sensual directa del fenómeno no nos dice nada acerca de su naturaleza física objetiva (o lo que comúnmente denominamos así) y debe ser descartada desde un comienzo como fuente de información, el cuadro teórico que por fin obtenemos reposa, sin embargo, enteramente sobre una complicada serie de informaciones diversas, todas ellas logradas mediante la percepción directa de los sentidos. Descansa en tales informaciones, ha sido entretejida con ellas, pero no puede decirse que realmente las contenga. Al emplear el cuadro teórico usualmente nos olvidamos de ellas, salvo de un modo muy general como cuando sabemos que nuestra idea de la onda de luz no es una invención casual de un chiflado sino está basada en la experimentación.

Me sorprendí mucho cuando yo mismo descubrí que este estado de cosas ya lo había entendido claramente el

gran Demócrito en el siglo V a. C., cuando no se conocía ningún artefacto de medición física comparable a los que he mencionado (y que son de los más simples que se emplean en nuestro tiempo). Galeno nos ha conservado un fragmento (Diels, fr. 125) en el que Demócrito introduce al intelecto argumentando con los sentidos acerca de lo 'real'. El primero dice: 'Ostensiblemente hay el color, ostensiblemente lo dulce, ostensiblemente lo amargo, pero en realidad sólo átomos y el vacío', a lo que replican los sentidos: 'Pobre intelecto, ¿esperas derrotarnos cuando de nosotros tomas prestadas tus pruebas? Tu victoria es tu derrota.'

En estas páginas he tratado mediante ejemplos simples, tomados de la más humilde de las ciencias, la física, de contrastar dos hechos generales: a) que todo nuestro conocimiento científico se basa en la percepción de los sentidos, y b) que no obstante ello, las opiniones científicas acerca de los procesos naturales obtenidos en esa forma carecen de toda cualidad sensual y, en consecuencia, no pueden explicar ésta. Para concluir, permítaseme una observación general.

Las teorías científicas sirven para facilitarnos el examen de nuestras observaciones y hallazgos experimentales. Todo científico sabe cuán difícil es recordar un grupo de hechos no demasiado extenso, hasta que no se haya dado forma a un cuadro teórico, aun primitivo, que los explique. No es por lo tanto de extrañar, y en ningún caso para culpar a los autores de estudios originales o de manuales, que una vez elaborada una teoría razonablemente coherente, no describan los hechos simples que han encontrado o que desean transmitir al lector, sino que los revisten con la terminología de esa teoría o teorías. Tal procedimiento, aunque muy útil para recordar los hechos según un patrón bien dispuesto, tiende a borrar la distinción entre las observaciones reales y la teoría a que han dado origen. Y como las primeras siempre tienen alguna cualidad sensual, es muy fácil pensar que las teorías explican las cualidades sensuales, lo cual, desde luego, nunca hacen.