

fenómenos actuales, considerados de cierta manera, causas pequeñas produciendo grandes efectos. Pero no aventuraré un paso sobre un terreno en que el pie se me iría en seguida. Creo solamente útil pedir que se adopte para hablar de estas cuestiones, que han descarriado á tantas inteligencias, un lenguaje verdaderamente claro, que no conduzca á contradicciones aparentes, que suministren un alimento peligroso á nuestro misticismo hereditario.

CAPÍTULO XIII

LAS MEDIDAS

§ 67.—IMPERSONALIDAD DE LA MEDIDA.

La medida es una operación por la que un hombre, habiendo estudiado un objeto exterior, define una de sus cualidades en un lenguaje tal que otro hombre puede utilizar la enseñanza así dada para reconocer el objeto á que se refiere. Para que un objeto sea tan bien definido como es posible por las medidas, es preciso que esas medidas se refieran á todas las cualidades que nos son conocidas del mismo: forma visual, forma táctil (rugosidad, pulimento, etc.), color, sonoridad, olor, sabor, temperatura, etc. El conjunto de medidas respecto de un cuerpo constituye su señalamiento.

Para cada cualidad, en cada cantón sensorial, habrá puntos de referencia; y es por esos puntos por los que se apreciará el valor particular de la cualidad correspondiente en el cuerpo considerado. Convendrá que los puntos de referencia hayan sido escogidos de común acuerdo por

todos los hombres y que sus nombres hayan sido convenientemente acordados. El color, por ejemplo, se apreciará por medio de la gama de los colores, pues habrá numerosas gamas preparadas de antemano para llegar á definir convenientemente el color de un objeto. En este momento veo desde mi ventana en los campos y en las landas verdes variadísimos, reconozco las retamas, el centeno, la avena, la cebada, el trébol, los juncos; cada una de esas plantas tiene un verde particular que reconozco por una larga costumbre y que me sirve para reconocer los cereales en los campos más alejados. Si tratara de descubrir cada uno de esos verdes, me vería perplejo; tomaría por puntos de referencia todos los verdes que conozco, y diría: verde centeno, verde junco, etc.; eso será un lenguaje comprensible para todos los hombres que conozcan las plantas. Pero si me concreto á esta serie de verdes y se me trae una col ó un pino, no podría catalogar su color. Necesitaré nuevos puntos de referencia.

Una ciencia, he dicho anteriormente, nace del descubrimiento de un procedimiento de medida. La ciencia de los colores deberá, pues, ir precedida de convenciones cromatómicas (1). Jean d'Udine ha hecho un feliz ensayo de cromato-

(1) *La orquestación de los colores.*—Paris, Joanin 1903.

métrica; ha tropezado con considerables dificultades, y ha tenido particularmente que considerar para cada color seis cualidades elementales, mensurables separadamente. Cada una de esas cualidades elementales será medida por medio de gamas convencionales fijadas de antemano. Remito al libro de Jean d'Udine para los detalles de esas operaciones. La *medida* de un color dado consistirá en una serie de operaciones, de comparaciones tras las cuales se localizará el color en las gamas diversas. Y si se ha dado previamente nombres á los diversos grados de las gamas, se podrá suministrar oralmente á cualquiera una documentación suficiente á propósito de un color.

La precisión de la definición dependerá del número de grados de cada gama. Cuanto más numerosos y próximos estén esos grados, más la localización entre dos de esos grados dará una indicación rigurosa; pero si esos grados son muy numerosos y están muy próximos, el sentido cromático no será quizás bastante sensible en un individuo cualquiera para que la localización entre dos grados dados se haga sin vacilación. Un observador bien dotado en este punto de vista, colocará bien un color en el intervalo de dos grados; y otro, menos favorecido por la Naturaleza, dudará entre cinco ó seis grados. La medida llevará la marca del medi-

dor. Cuanto más groseras fueran las gamas, más todos los observadores darían el mismo resultado; pero esos resultados dejarían para la determinación toda la latitud de intervalo de dos grados; y cuanto más apretadas fueran, más precisos serían los resultados enunciados, pero más difícil sería también encontrar un observador capaz de medirlas con certeza. Habrá fatalmente un límite para la precisión de una medida, y por ahí pecará siempre la ciencia humana. Otro animal mejor dotado que nosotros desde el punto de vista cromático haría una cromatométrica muy superior á la nuestra. Las medidas son el punto de partida de toda ciencia, y es precisamente en la medida, al menos en la medida *precisa*, en lo que la personalidad del medidor permanecerá. He ahí el gran obstáculo para la construcción de una ciencia verdaderamente impersonal. Para las necesidades del hombre, las medidas hechas por el hombre, tienen en general una precisión suficiente; y es por eso por lo que nuestra ciencia *práctica* ha alcanzado en muchas direcciones una perfección que nada deja que desear.

He tomado como ejemplo el color; pero hubiera podido tomar igualmente el sonido. Sabemos definir dos sonidos por comparación con los puntos de referencia tomados de antemano, con una gama de diapasones, si se quiere. Para

el sonido, como para el color, habrá que considerar también las cualidades elementales, mensurables aisladamente. Sabido es que esas cualidades son la *altura*, la *intensidad* y el *timbre*. Por el timbre no parece que lo hagamos hoy. Hay tantos timbres como cuerpos sonoros, y no se puede comparar un timbre sino á sí mismo; pero quizá es posible analizar el timbre y encontrar en él cualidades elementales medibles; de todos modos, eso es complicado.

El sabor y el olor son tan difíciles de medir como el timbre. He ahí cantones del mundo conocidos del hombre, en los que la Ciencia, al menos la ciencia directa, la ciencia construída por los medios del cantón considerado, no existe todavía. Para esos cantones, el coeficiente humano es enorme. Tal degustador reconocerá la tierra y edad del vino, mientras un individuo menos bien conformado confundirá el vino de Narbona con el Chateau Margaux. Y los más hábiles no podrán jamás sino reconocer un gusto ó un olor ya percibidos; no sabrán clasificar un olor nuevo con relación á los puntos de reparo de su memoria.

La apreciación de la temperatura por medio de nuestro sentido térmico está igualmente sujeta á caución; nos es difícilísimo comparar las temperaturas de dos cuerpos desigualmente rugosos.

Salvo por el color y el sonido, todos los demás cantones que los de la visión de las formas parecennos poco accesibles á las investigaciones científicas directas, es decir, á las medidas hechas por medio de los sentidos correspondientes. Todavía, para el color y para el sonido, debemos analizar la sensación total en los elementos que algunos tienen mensurables, como la altura; y otros no, como el timbre.

§ 68.—MEDIDAS POR LA VISTA; GRANDORES ADITIVOS.

El cantón de la visión de las formas es, por excelencia, el cantón de la medida. Es más, la palabra medida ha sido creada para ese cantón con exclusión de los otros. En el cantón de las formas es donde ha nacido la Ciencia propiamente dicha, y por eso ese cantón ha creado el lenguaje de la ciencia, que es el lenguaje matemático.

Los cuerpos sólidos han desempeñado un papel esencial en la educación específica del hombre. Entiendo por cuerpos suficientemente sólidos, los cuerpos que duran bastante tiempo con relación al hombre, para que, en una primer aproximación, haya podido considerarlos como rígidos é inmutables. Los cuerpos sólidos son, en efecto, los *obstáculos* para la locomoción de

los animales; allí donde hay un cuerpo sólido, no puede pasar un animal, mientras que hiende los gases con tan poco esfuerzo, que ha desconocido muchísimo tiempo á aquellos cuyo olor no le molestaba. Desde el punto de vista de la lucha por el espacio, el cuerpo sólido es, para el ser vivo, un enemigo terrible, invencible también en muchos casos. Cuando un animal tropieza con la punta de una espada, es el animal el vencido y no la espada. Los cuerpos sólidos inmóviles son un obstáculo para nuestra locomoción; los sólidos móviles, los proyectiles, un peligro para nosotros. Esos peligros han sido los primeros conocidos por los animales, y por eso tienen tanta importancia las acciones de contacto, y un puesto privilegiado en nuestra concepción del mundo. Es por eso, también, por lo que el esfuerzo del hombre se ha dirigido primeramente hacia el conocimiento de la forma de los cuerpos sólidos y de sus movimientos. La geometría nació de ahí. La geometría es, como indica su nombre, la ciencia que descompone la forma de los cuerpos, la forma del mundo, en elementos simples fácilmente medibles. Nuestra ciencia ha reducido todas las medidas geométricas á evaluaciones de distancias, ó longitudes y ángulos. He dicho más arriba ya qué papel tan extraordinario desempeña la línea recta en la narración de los movimientos.

La invención de la línea recta ha sido el acto científico más grande del hombre en el cantón de la visión de las formas. He tratado ya ampliamente esta cuestión en un libro (1) al que remito al lector.

Haría falta un gran número de medidas de longitud y de medidas de ángulos para poder medir por comparación con esas medidas, formando escala, todas las longitudes posibles, como hemos hecho con los colores y los sonidos. Felizmente, las longitudes y los ángulos son grandores aditivos, es decir, que gozan de la propiedad que uno cualquiera de ellos puede considerarse como formado por muchísimos pedazos pequeñísimos convenientemente colocados uno respecto de otro, añadidos, como se dice de ordinario. No ocurría eso con las medidas de nuestras gamas de colores y de sonidos. Para las longitudes y los ángulos, en cambio, bastará con tener un tipo de longitud y un tipo de ángulo. La gama se constituirá en cada caso por la *adición* de muchas longitudes iguales al tipo ó de ángulos iguales al tipo. Se reemplazará la gama de las longitudes por una serie de *números* formando un lenguaje nuevo, el lenguaje de los números ó lenguaje *aritmético*. Gracias á la aplicación posible de la aritmética

(1) *Las leyes naturales*, op. cit.

á la geometría, es como la ciencia humana ha tomado esa forma manejable, esa forma de lenguaje fácilmente transmisible. Sin la propiedad aditiva de las longitudes y de los ángulos, la geometría no hubiera dejado de existir, pero se habría embarazado con un prodigioso aparato de gamas de longitudes y de ángulos, y habría sido eso, ciertamente, molesto para su progreso. Las propiedades aditivas la han permitido reemplazar todo eso por un lenguaje elegante y fácil de manejar. Esa es una de las circunstancias más favorables que se halla en la historia de las ciencias. Es por eso también por lo que todas las demás ciencias cantonales han quedado en la infancia, y por lo que la ciencia de las formas, con su lenguaje matemático, ha concluído por ser la *Ciencia* propiamente dicha.

§ 69.—LA PRECISIÓN DE LAS MEDIDAS.

El cantón de la visión de las formas presenta además otra ventaja: estamos más dotados, en general, para medir con nuestros ojos que con los demás órganos de sentido. Para colocar un sonido sobre una gama de sonidos, un color sobre una gama de colores, los hombres tienen facilidades que varían con los individuos: uno dudará entre tres ó cuatro grados sucesivos allí donde otro designará inmediatamente el inter-

valo conveniente. Para las longitudes no sucede lo mismo: sabemos corregir los defectos visuales por medio de instrumentos ópticos que hacen á todos los observadores casi iguales ante una medida. Por medio de una lupa, dos hombres cualesquiera pueden, sin vacilar, colocar una longitud en una escala dividida en milímetros. Por medio de un microscopio ó de un nonius, pueden también emplear escalas divididas en fracciones más pequeñas que los milímetros.

Hay, sin embargo, un límite para la precisión posible de las medidas de longitud. Pero con nuestros medios actuales de medición, ese límite es sencillamente el mismo para todos los hombres que quieran tomarse el trabajo de aprender su oficio. Con los micrómetros llegamos á medir, un medio micron casi, bacterias que tienen cuatro ó cinco micrones de longitud ($0^{\text{mm}}, 004$ á $0^{\text{mm}}, 005$), y eso es posible para los miopes y para los présbitas. No creo que un animal pequeñísimo, dotado de vista, sobrepase ó alcance siquiera esa precisión en la medida de las longitudes; y paréceme verosímil que, gracias á los instrumentos ópticos, el hombre alcance el límite de la precisión posible en la medida de las longitudes para un ser vivo. Habría que imaginar un mecanismo consciente dotado de un aparato de medida, además de la

vista de los seres vivos, para concebir una precisión mayor. Y aun esa precisión ideal tendría todavía un límite si exploraba, como nuestra visión, las vibraciones luminosas, que son en sí mismas una dimensión finita. He dicho ya (1) cuáles pueden ser los peligros del lenguaje matemático cuando le empleamos—y eso es lo más corriente—para hablar de longitudes más pequeñas que las que pueden medirse, aun por el mecanismo mejor dispuesto para la medida de longitudes.

Desde el punto de vista de la precisión estamos aún más desigualmente dotados para hacer medidas con los demás órganos de sentido; esta particularidad, unida á la enorme ventaja que se saca del empleo posible del lenguaje aritmético para las medidas del cantón de la visión de las formas, expresa cuán útil es para el hombre aprender á estudiar con los ojos, por medio de instrumentos, los fenómenos que ocurren en los demás cantones sensoriales. El hecho mismo de que ese estudio ha sido posible prueba, como hace de su parte la conservación de la energía, que no hay diferencia esencial entre las diversas cualidades que crean nuestros sentidos, á su medida, en el mundo exterior. La palabra medida ha tomado hoy en la

(1) *Las leyes naturales*, op. cit.

Ciencia la significación casi absoluta de «comparación hecha por medio de los ojos». Medimos el tiempo con cronómetros (cantón de la sensación de la duración), las masas con las balanzas (cantón de la sensación del esfuerzo), las temperaturas con los termómetros (cantón de la sensación térmica). Nos hemos construído enfrente de la música (cantón de la sensación auditiva) la acústica, que es una traducción literal de ella en lenguaje visual, etc. Y el descubrimiento del principio de la equivalencia nos ha permitido reunir muchos de esos datos tan desemejantes á primera vista, en un lenguaje único y sencillo que es el esbozo de la mecánica universal. Remito una vez más al lector á mi obra *Las leyes naturales*, en la que me he esforzado en exponer claramente la importancia filosófica de esta unificación de las ciencias.

También en el cantón de la visión de las formas, como en el establecimiento de la mecánica universal, hay un límite á la precisión posible de las medidas. Por hipótesis ingeniosas, por artificios de genio, los sabios han podido rechazar ese límite sin salir de la verosimilitud; han llegado á calcular, si no á medir directamente, el grandor de las vibraciones luminosas y la masa de electrones. Esos datos, que no tienen sentido en el lenguaje vulgar, tiénenlo en el lenguaje matemático, porque están escogidos

de tal manera que, tratados por los matemáticos en una obra de síntesis, conducen á la comprobación de leyes observadas en una escala mensurable. Ya he señalado anteriormente el caso de la teoría cinética de las gases, á propósito del problema de la escala en el estudio del azar.

La mecánica universal, con su lenguaje matemático, no es una cosa humana; no tiene tampoco escala propia y se aplica á todas las escalas. Pero el hombre no ha podido establecerla con certeza sino para los hechos que le son accesibles. Es por una inducción atrevida por lo que la ha generalizado para dimensiones que no puede alcanzar; y no lo ha hecho, además, sino gracias á hipótesis imaginadas de tal manera que los fenómenos que pasan en las escalas inaccesibles puedan sintetizarse en fenómenos observables, sin contradicción con lo que nos enseña la experiencia directa. En esa mecánica universal, sueño sublime, no queda más rasgo humano que la inevitable imperfección de nuestros medios de medida.