

podrán instalar sus cañerías como las de hierro, sin el cimientado o cama de mampostería u hormigón que debe hacerse siempre a las tuberías de juntas rígidas (como son las adoptadas con decidida preferencia en las buenas conducciones de tubos de hormigón apisonado).

Cierto es que indico varias condiciones no insignificantes, aparte la de resistencia, para que los tubos referidos puedan merecer la favorable y decidida estimación de los ingenieros y constructores y competir, por tanto, ventajosamente; pero las mismas habría que señalar para otros cualesquiera: la realidad las hace incluíbles. Y aunque mis datos e impresiones hasta hoy, debidos a visitantes de la fabricación y que han visto numerosos y variados ejemplares de sus productos, no permiten dar por logrado todo ello, ¿quién sabe si ya en estos momentos o más o menos pronto lo habrán alcanzado? Y si lo alcanzan positiva y seguramente, no deberá ocurrir que los ingenieros sean tardos ni difíciles para saberlo y reconocerlo, y será muy justo que den entrada en sus proyectos y concedan beligerancia y aun muchas veces preferencia en sus informes y dictámenes a esta nueva especialidad de cañerías, como ya otro día dije para las perfeccionadas de tubos de hormigón apisonado.

Lo de la junta *elástica* (llamémosla así) debo advertir que no me parece esencial, sino sólo un medio para poder reducir el coste de establecimiento de las cañerías, por la supresión del recalzo continuo de mampostería u hormigón, si el precio de dicha junta no es tan crecido que resulta contraproducente.

En esto de juntas elásticas hay que reconocer que la empresa Uralita ofrece soluciones muy satisfactorias a primera vista. Aparte el empalme de manguito de hierro y plomo fundido y retacado, que creo se diferenciará poco en sus resultados del enchufe y cordón de las cañerías de hierro, el llamado *Simplex* (manguito de uralita y anillos prisioneros de goma) no puede ser más sencillo, y el *Gibault* (anillos de goma aprisionados contra las testas de un manguito de fundición mediante dos bridas o arandelas de hierro arriostradas con pasadores de tuerca), quizá el más seguro de todos de momento, es hasta bello. La vida o duración en buen servicio que tendrán estos anillos de goma es el punto que aun puede preocupar al ingeniero; pero no quiero entrar ahora en conside-

raciones acerca de esto, por cuanto no estoy tratando de las cañerías de *Uralita*.

Volviendo a los tubos S. T. A. C., me voy a permitir llamar la atención de los interesados sobre otros puntos que me parecen más esenciales para su éxito y probablemente mucho más fáciles de conseguir que la junta elástica económica y definitivamente satisfactoria.

El asegurar la uniformidad del espesor en cada tubo es de gran importancia para que pueda haber certeza de que todos los tubos de cada tipo resistirán bien un mismo esfuerzo límite y se pueda, por consiguiente, proyectar con un coeficiente de seguridad que no sea demasiado grande.

El que la armadura de hierro o acero aflore a la superficie interna o externa del tubo es también un defecto que debe evitarse a todo trance, puesto que es indefectible el quebrantamiento de cualquier pieza de hormigón o de mortero armado, por la oxidación de la armadura, si ésta no queda bien envuelta y protegida por el cemento.

Para terminar, y en previsión de que habremos de seguir hablando, tanto yo como otros ingenieros, de los progresos en la construcción de tubos y cañerías, me permito proponer un convencionalismo de nomenclatura que simplifique la designación y distinción de las tres variantes más significadas hasta el día en la persecución del objetivo definido más arriba. Como me consta que el muy eficiente perfeccionamiento con que de algún tiempo a esta parte se vienen construyendo en España cañerías de tubos apisonados responde por entero a estudios y ensayos efectuados en nuestra misma nación por ingeniero español y con capital español también, y no tengo noticia de un trabajo y avance semejante realizado en el Extranjero a base de dicho procedimiento, propongo que designemos en lo sucesivo con la denominación de «Variante española» el sistema constructivo, ya bien definido y caracterizado al presente en la práctica, de las cañerías perfeccionadas de tubos de aquella especie. Y creo que todos los compañeros juzgarán indicadísimo que al de los tubos S. T. A. C. le llamemos «Variante francesa», así como al de *Uralita*, cuya invención y trabajos fundamentales proceden de Italia, se le puede llamar «Variante italiana».

Angel BLANC
Ingeniero de C., C. y P

Discurso de Don Pedro M. González Quijano en el Congreso de Ciencias de Cádiz

El orgullo humano, conveniente y legítimo porque, gracias a él, el hombre ha encontrado en sí mismo la energía suficiente para vencer a sus competidores vitales y para imprimir su huella en la fisonomía del planeta, le conduce también a extremos no tan justificables y que pueden, en ocasiones, ser una rémora para su mismo adelanto y progreso.

Imaginase el hombre ser aparte en la economía del mundo, y, no contento con encontrarse a la cabeza de la creación, parece aspirar a emanciparse de ella y a quedar ajeno a sus leyes, como si oyera todavía aquellas tentadoras palabras: "Seréis como dioses."

Encuétrase por eso cierta resistencia, cuando se habla de las ciencias sociales, a admitir que sus leyes puedan ser comparables a las leyes de las demás ciencias. Según esta manera de ver las cosas, con la que, por lo demás, coincide la vulgar y corriente, el número y la medida son del exclusivo dominio de las ciencias físicas y del mundo inorgánico: ya los fenómenos de la vida introducirían características poco compatibles con la precisión del matemático; pero lo que le escaparía, en absoluto y por completo, sería el estudio del alma humana individual y colectiva: la psicología y todo el conjunto de las ciencias sociales.

Y habría para ello imposibilidades de distintos órdenes: en primer lugar, para introducir las Matemáticas en una ciencia cualquiera, lo primero que hay que hacer es medir las magnitudes entre las cuales habrán de establecerse leyes numéricas. Estas magnitudes han de ser, naturalmente, características de los fenómenos en estudio, y en las ciencias psíquicas y sociales serían dolores o placeres el temor o el deseo, el amor y el odio, la pasividad y el entusiasmo; en suma, sentimientos, ideas y pasiones, estados del alma a los cuales no es posible aplicar ni el metro ni la balanza, porque toda medida ha de ser la comparación entre dos magnitudes de la misma especie, y en estos casos la comparación es imposible; si los dos estados se encuentran al mismo tiempo en dos conciencias distintas, porque no habrá medio de aplicar conciencia sobre conciencia, y si se trata de estados distintos de una misma conciencia, por la infidelidad del recuerdo, que nunca es completamente equivalente a la sensación original. En medio de la fugitiva existencia de los estados del alma, ¿cómo definir la intensidad de un dolor o de un placer?

Pero hay más. Si entre esos sentimientos, ideas y pasiones se encuentran con frecuencia los móviles de los actos humanos, cada hombre puede reaccionar de manera distinta ante excitaciones idénticas, y aun el mismo hombre, en casos análogos, se producirá tal vez de modo diferente en los distintos momentos de su vida; porque intenvendrá como factor decisivo la libre determinación de su voluntad, que no se someterá a ley ninguna, porque para eludir las todas le puede bastar el que les sean conocidas.

Conciencia íntima y libre albedrío; he ahí las dos características esenciales de la acción humana, que opondrán siempre obstáculo insuperable a toda medida precisa y a toda previsión exacta.

A primera vista, ambos argumentos parecen formidables; pero si se los examina con cuidado, se llega a ver que no son tan concluyentes como al principio parecían. Es cierto que cada conciencia es un mundo aislado que sólo se comunica con las demás conciencias por medio de determinados signos, de los cuales el más importante entre los hombres es la palabra.

Con el lenguaje, el hombre expresa sus sentimientos más íntimos y evoca de este modo en los demás otros sentimientos análogos a los suyos; pero si nos fijamos un poco en la manera cómo el lenguaje se desarrolla y cómo las palabras llegan a tener un valor afectivo, comprenderemos que es sólo la convivencia, en circunstancias comunes y favorables para que se originen determinados estados del alma, la que permite que los hombres puedan entenderse entre sí cuando emplean esas palabras, que, de otro modo, no tendrían significación ninguna o, por lo menos, y vendría a ser lo mismo, sólo tendrían significación para el mismo que las pronunciara.

Esa misma posibilidad de entenderse demuestra ya la existencia de analogías entre los hombres que son reconocidas por todos, que se traducen en un cierto paralelismo de las conciencias o, por decirlo en términos matemáticos, más precisos, en una cierta correspondencia que permite en cada uno de nosotros señalar un estado especial de alma a cada estado de alma de los demás.

Poco importa entonces que en el fondo estos estados de alma sean diferentes, problema que, por otra parte, podría carecer hasta de significación. Si a cada palabra corresponde algo en cada conciencia y estos algo se encuentran ligados entre sí según leyes análogas, esto bastará para que sean posibles entre los hombres acciones comunes, y serán estas acciones, más que las individuales, las que puedan importar al sociólogo.

Por lo demás, ya es sabido que de los singulares no hay ciencia; habrá, a lo sumo, descripción o historia, y esto tampoco es privativo de las ciencias sociales, por-

que ocurre lo mismo en las ciencias físicas, que ordinariamente suelen considerarse como el tipo al que más fácilmente pueden aplicarse los métodos matemáticos.

Imaginemos un bloque de acero de forma regular y sencilla, de dimensiones conocidas. Parece que no se necesita saber más para que su definición sea completa: la homogeneidad de la masa suple cualquier otro detalle, y será posible calcular ya su movimiento o su resistencia si fuerzas determinadas le solicitan.

Pero esa homogeneidad que se postula es sólo una hipótesis, producto de una abstracción en la que se dejan fuera de cuenta las innumerables particularidades, a simple vista inapreciables, que el bloque encierra. Si lo examinamos al microscopio, lo encontramos formado de cristallitos de diversa forma, de distinta naturaleza, de tamaño diferente y agrupados en formas muy varias, hasta el punto que, si lo dividiéramos en porciones, todas de forma y de tamaño iguales, pero suficientemente pequeñas, apenas si llegaríamos a encontrar dos que no difirieran entre sí por alguna particularidad notable.

Y, sin embargo, esa homogeneidad, que, de hecho, no existe, puede admitirse, sin incurrir por ello en grandes errores, porque todas esas diversidades tienen algo de común, y, en cada fenómeno concreto, lo común coopera en un determinado sentido y las divergencias desordenadas se destruyen y disipan; de modo que, sin ser el cuerpo homogéneo, responde como si lo fuera, y esto basta para que el cálculo sea aplicable y sus resultados suficientemente aproximados, dentro del margen de error que necesariamente acompaña a todas las aplicaciones prácticas.

Si, en cambio, tratáramos de determinar qué es lo que pasa en cada una de esas partículas a que antes nos referíamos, cuándo actúan las fuerzas en juego, de qué modo los esfuerzos se reparten realmente entre ellas y las reacciones que en cada una se desarrolla, el problema sería de tal complejidad que su resolución sería punto menos que imposible, aunque se lo redujera a una sola de las partículas, porque en ella repercutirían, a través de los enlaces, las deformaciones y reacciones de todas las demás.

¿Y por qué no ha de poder pasar otro tanto en los fenómenos sociales? El fondo de las conciencias quedará desconocido, como desconocidas quedan las singularidades de las partículas de acero; pero, desde un punto de vista exclusivamente científico, es decir, objetivo y desapasionado, ¿qué nos importan esas conciencias individuales, mientras permanezcan encerradas en sí mismas, sin manifestaciones exteriores reveladoras de ese estado interno?

Y cuando esas manifestaciones se exterioricen, también aquí ocurrirá que unas serán concordantes, y vendrán a componerse en una resultante final, y otras serán divergentes, y desaparecerán sin efecto sensible, lo que permitirá prescindir de ellas cuando se estudie el fenómeno de conjunto. También aquí sustituiremos una variedad complejísima por una homogeneidad aparente, que nos puede permitir aplicar el cálculo con una aproximación del mismo orden que la obtenida en las ciencias físicas, es decir, con tanta mayor aproximación cuanto mayor sea el número de los elementos que se consideren, que, en nuestro caso, sería el de los individuos que constituían la sociedad.

Y con eso quedaría también contestado el razonamiento que se sacaba de la imposibilidad de medida de los fenómenos psíquicos, porque, en realidad, no se medirían los fenómenos mismos; pero las que siempre podrán medirse son las manifestaciones exteriores concomitantes, que, como ya hemos dicho, son las únicas que nos interesan.

Y tampoco en esto hay una diferencia esencial con lo que ocurre en las ciencias físicas. No todas las medidas se hacen mediante la comparación directa de dos

magnitudes del mismo orden, una de las cuales se toma por unidad; el caso más sencillo y al que primero se ha aplicado la denominación de medida es el de las longitudes. La coincidencia entonces define la igualdad y permite la división en partes, cuya suma completará la longitud medida. Todo ello, sin embargo, supone una hipótesis: la constancia de la unidad durante todas las superposiciones sucesivas.

Cuando se trata de medir fuerzas, el criterio de igualdad es el equilibrio, y la suma se define como la resultante de dos fuerzas que actúan en la misma dirección, al mismo tiempo y aplicadas al mismo punto. Con estos postulados la balanza da una resolución práctica al problema de la medida de las fuerzas.

Pero hay conceptos y magnitudes físicas que no se prestan a definiciones que, como las recordadas, corresponden a nuestras intuiciones primeras: la temperatura, por ejemplo, está en este caso; la igualdad de temperatura puede definirse mediante el equilibrio térmico; pero la suma de dos temperaturas no tiene ya un sentido intuitivo bien preciso; por eso, sin duda, el termómetro tardó más en inventarse que la vara y la balanza.

En su originario concepto, la temperatura es una cierta expresión del estado calorífico del cuerpo, que le hace perder o ganar calor en contacto con otros cuerpos. De aquí sólo puede deducirse la igualdad o el sentido de la desigualdad; faltaba algo todavía para convertir el más o el menos en una medida precisa. Se buscó ese algo en el fenómeno de la dilatación de los cuerpos por el calor, y así nació el termómetro. Con él no se medía realmente una temperatura, que sólo estaba vagamente definida; lo que se medía era una dilatación, y la dilatación es, en definitiva, una longitud.

Si para las mismas diferencias de temperatura las dilataciones de todos los cuerpos fueran proporcionales, el fenómeno hubiera podido servir para dejar completamente precisada la noción de temperatura, dando de ella una definición objetiva; pero pronto se vió que la proporcionalidad no era exacta, sino solamente aproximada, y por eso fueron necesarios nuevos estudios para acabar de definir el concepto de un modo científico.

No por eso el termómetro dejó de prestar servicios desde el principio. Con él se había conseguido sustituir una idea vaga por un número preciso, y esto bastaba para que de la comparación surgieran leyes empíricas, que la teoría después ha sintetizado en el armonioso conjunto de la moderna termodinámica.

Y todavía habría que hacer observar cómo una cierta parte de error se encuentra siempre, de modo al parecer inevitable, en el principio del conocer. La supuesta proporcionalidad de las dilataciones no era exacta, pero conducía a leyes muy sencillas que han permitido avanzar en el estudio de los fenómenos, que, en toda su complejidad, hubieran constituido una red inextricable. Las correcciones han venido más tarde, y con ellas la precisión creciente, que es la que caracteriza en definitiva al progreso científico.

Una concepción análoga se encuentra en la base de los primeros ensayos hechos para aplicar las Matemáticas a los fenómenos psíquicos. Me refiero a la ley psico-física de Fechner, que postula la proporcionalidad entre la sensación y el logaritmo de la excitación o, dicho en términos más vulgares, que la sensación crece en progresión aritmética cuando crece la excitación en progresión geométrica.

La significación de la ley y los métodos que para comprobarla se han puesto en práctica dan idea de cómo se puede resolver este problema de la medida que, como primera dificultad, se nos presenta en la base misma de las posibles aplicaciones de las Matemáticas a las ciencias psíquicas.

Es de observación vulgar que, dentro de ciertos límites, las sensaciones son tanto más intensas cuanto

mayor es la intensidad de la causa que las produce. Si esta causa es mínima la sensación puede ser nula, y la impresión, si existe, queda por bajo del umbral de la conciencia. Si la causa alcanza valores extremados, nuestra facultad de sentir puede ser excedida, producirse el dolor y perder ya toda posibilidad de comparación entre las sensaciones afines: una luz demasiado intensa nos deslumbra, un ruido demasiado grande nos aturde, una presión excesiva nos aplasta o nos hiere.

Pero mientras la comparación es posible, observamos también que la intensidad de nuestras sensaciones parece crecer más despacio que el excitante exterior: oímos un coro de un número determinado de voces; se nos anuncia otro de un número de voces doble; nos imaginamos nuestras futuras impresiones; si antes no las habíamos experimentado, nuestra experiencia quedará por bajo de nuestras esperanzas. La relación no parece corresponder a la vaga noción de lo que creemos que debe ser una medida.

Cuando no se trata precisamente de la intensidad del sonido, sino del tono del mismo, la precisión ha llegado a grados superiores: la medida de los intervalos musicales ha podido hacerse desde muy antiguo y parece responder a leyes de nuestro órgano auditivo, tan delicadas, que han conducido en lo antiguo a clasificar la Música entre las ciencias matemáticas.

Comprobóse posteriormente que al tono del sonido correspondía objetivamente el número de las vibraciones, que se transmitían por unidad de tiempo en el medio sonoro. Este número ha sido medido y se ha visto entonces que, cuando se sube una octava en la escala de los tonos, el número de vibraciones se duplica. Cuando la tonalidad sube así en progresión aritmética, las vibraciones crecen en progresión geométrica: es el mismo enunciado de la ley de Fechner.

Es este resultado el que Fechner trató de generalizar y comprobar para las demás categorías de sensaciones. Para conseguirlo era necesario encontrar, para cada una de ellas, algo tan preciso como el intervalo musical para la tonalidad del sonido; se lo creyó encontrar en la mínima diferencia apreciable entre dos sensaciones análogas.

Ya hemos dicho que la excitación debe alcanzar una cierta intensidad para que la sensación traspase el umbral de la conciencia; cuando dos excitaciones son muy poco diferentes las sensaciones correspondientes se confunden, y es preciso que las diferencias de excitación excedan de determinados valores mínimos, para que las sensaciones puedan distinguirse y ordenarse según su magnitud.

Era natural postular la igualdad de todas esas diferencias mínimas de la sensación, y la experiencia ha comprobado entonces que las diferencias correspondientes en las excitaciones, que, por ser algo exterior y objetivo, son siempre susceptibles de medida física, resultaban muy aproximadamente proporcionales a la intensidad total de la excitación misma, o, dicho en términos analíticos, la diferencial era proporcional a la función; la función, por consiguiente, debía ser una exponencial; la excitación era la exponencial de la sensación o la sensación el logaritmo de la excitación.

Prescindo de detalles de técnica, de errores e incertidumbres, de variaciones y de medios, porque lo interesante era sólo poner de relieve el método y la posibilidad de la medida. La ley ha sido así comprobada de una manera suficiente y con un grado de aproximación comparable al de otras leyes físicas, a las que nadie niega legitimidad ni utilidad.

Si dentro del campo de aplicación, limitado, como ya hemos dicho, por nuestras facultades sensoriales, pueden encontrarse algunas débiles diferencias, no se las encuentra menos en aquellas otras leyes, como las de Mariotte y de Gay-Lussac, y como la de la dilata-

ción del mercurio, que dió origen al termómetro. Son leyes límites que los progresos de la precisión vienen después a afectar con determinadas correcciones, pero que, en primera aproximación, pueden dar ya resultados muy apreciables.

Otros fenómenos más complejos que las sensaciones elementales parecen obedecer más o menos aproximadamente a la ley de Fechner. Con ella se relaciona también la teoría de la fortuna moral que Daniel Bernoulli ideara para dar una solución a la famosa paradoja de San Petersburgo, que parecía poner en crisis la doctrina de la esperanza matemática en el naciente cálculo de probabilidades, y aunque la solución y la teoría se presten a bastantes objeciones, no puede desconocerse que hay en todo ello un fondo aceptable y que podrá encontrar en algunos problemas útiles aplicaciones.

Pero se pregunta todavía: ¿es que por todos esos métodos se miden realmente las sensaciones, se mide la satisfacción que da la riqueza? Para poder contestar a esta pregunta sería preciso definir previamente qué era la sensación y qué era la medida: la sensación no se define, se siente, y la medida es, como ya hemos dicho, concepto complejo y de formas proteicas. Lo esencial será que a una escala de sensaciones pueda corresponder una escala de números: el número entonces será función de la sensación; función, si se quiere, arbitraria, y que, como tal, intervendrá en todas las leyes a que el cálculo o la experiencia conduzcan; pero no habrá en esto el menor inconveniente, porque esa función se habría eliminado cuando se pasara de una sensación a otra sensación por el intermedio de las excitaciones o de una a otra excitación por el intermedio de las sensaciones; y aun esa función arbitraria podría determinarse algún día por el criterio que ha servido a la ciencia para muchos de sus más frecuentes progresos: el criterio de la comodidad y de la sencillez. Poincaré lo decía, hablando de las geometrías no euclídeas: "No hay geometrías más verdaderas una que otra; hay sólo una geometría, que es la más cómoda." Y lo mismo se podría decir de todas las leyes naturales, porque, en definitiva, la ciencia, privada por las limitaciones del saber humano de penetrar en el recinto real o soñado de la esencia de las cosas, sólo podrá prestar servicios verdaderamente útiles a la Humanidad cuando realice el ideal de Mach, de contribuir a la economía del pensamiento.

Resuelto de este modo el problema de la medida, no puede haber mayores dificultades en desatar el argumento deducido de la libertad humana. Cualquiera que sea la posición que se adopte en el problema del libre albedrío, fuerza será confesar que los actos reflexivos, y por ello verdaderamente voluntarios, son reducidísimos en número.

En la mayor parte de los casos se imponen la costumbre o la opinión, sin que el juicio tome parte en la comparación de los motivos que solicitan a la voluntad. A veces, la decisión surge espontánea del fondo de lo inconsciente y el acto se realiza, sin temor a las consecuencias, de que después nos lamentamos.

Por eso es posible en la mayoría de los casos, cuando se conoce bien a un individuo, prever cuál será su conducta, y esta posibilidad de previsión es ya suficiente para que una ley pueda enunciarse, que si fallará algunas veces, las más de ellas habrá de verificarse.

Y si esto ocurre tratándose de un individuo aislado, con mayor razón ocurrirá tratándose de una colectividad, donde los actos que no hubieran podido preverse serán sin duda más en número, pero menos influyentes en el fenómeno colectivo en estudio, donde las tendencias divergentes se compensarán y sólo quedarán preponderantes los actos orientados en el sentido de las opiniones más comunes.

Y así se comprende la constancia estadística de tantos fenómenos sociales que parecen del libre dominio de la voluntad y que, sin embargo, podrán preverse con

aproximación del mismo orden que la que permiten ciertos fenómenos físicos. Y si así no fuera, no sólo habría que negar la posibilidad de introducir las Matemáticas en las ciencias sociales, sino que habría que negar a éstas en absoluto el carácter de ciencias, por lo menos de ciencias susceptibles de aplicaciones, porque aplicación sin previsión son términos contradictorios.

Admitida la posibilidad de la ciencia, queda, pues, admitida la posibilidad de la aplicación de las Matemáticas; pero todavía podría la aplicación ser posible y, sin embargo, no ser útil o conveniente. Para muchos, y sobre todo para los que no saben Matemáticas, en las ciencias sociales no es el aspecto cuantitativo de los fenómenos el que principalmente importa, sino el aspecto cualitativo.

Y después de hacer, en tono doctoral, esta fundamental afirmación, pensando que han dicho algo, dejan la cuestión por resuelta; pero ¿qué diferencia existe, en realidad, entre la cantidad y la cualidad? No puede consistir en otra cosa la diferencia sino en que las distintas determinaciones de un fenómeno cuantitativo se dejan ordenar en serie según el más y el menos.

Cuando de este modo se ha agrupado una cierta categoría de fenómenos, si otros quedan fuera de la serie será porque difieran en la calidad. Escogiendo uno de estos fenómenos, otros análogos podrán agruparse con él, formando una nueva serie, que podrá agotar ya todos los fenómenos en estudio o dar lugar a series nuevas de fenómenos desemejantes. En cada serie, la cantidad dominaría; de una a otra serie variaría la calidad.

Pero si las series independientes fueran demasiado numerosas, es decir, si lo fueran las cualidades como tales cualidades, pronto se haría difícil la comprensión del conjunto. Nuestra inteligencia no puede abarcar un número demasiado grande de objetos diferentes sin establecer entre ellos enlaces que le permitan su representación simultánea. Lo que se dice de los objetos sería igualmente aplicable a las series, y esto nos conduciría a formar series de series, que sería tanto como introducir la cantidad en la cualidad.

Se ve, pues, que si la ciencia ha de ser más que la vana combinación de un corto número de nociones independientes, será necesario introducir en ella la cantidad, y de hecho se la introduce; lo que hay es que no se la precisa; que, detenidos ante el más y el menos, que es una especie de cualidad cuantitativa, no se llega a asignar el número, que es el único que puede determinar el fenómeno de una manera inconfundible.

Claro es que al hablar de fenómenos me he referido, hasta aquí, a fenómenos elementales y que podrá haber otros mucho más complejos que no se dejen agrupar en series, sin que por eso hubiera de variar el razonamiento que hemos hecho, porque entonces nos bastaría descomponerlos en otros más sencillos. Entonces, el fenómeno total, en vez de estar expresado por un número único que aplicar a su calidad, estaría expresado por varios números de cualidades distintas, pero más o menos ligadas entre sí por un sistema de ordenación.

No es, pues, la mayor o menor influencia de lo cualitativo y de lo cuantitativo lo que puede detenernos; pero todavía se oponen a la inflexibilidad del razonamiento matemático las complejidades de causas y efectos y la variedad de matices de los fenómenos sociales. Habrá en esto una dificultad muy real, pero que, lejos de deponer en contra de la aplicación de los métodos matemáticos, sería más bien una razón para decidirse a cultivarlos en estas materias.

No desaparece esa complejidad porque se empleen exclusivamente razonamientos por analogía ni porque se apele a razones de sentimiento o a los dictados del vago e indeciso sentido común. Lo único que se hace, cuando se emplean esos métodos, es ocultar lo deleznable de la construcción teórica con la pompa de retó-

ricos artificios. El razonamiento matemático, poniendo de relieve las hipótesis todas que son inevitables para llegar a la conclusión final, señala los puntos débiles e impide descansar con plena confianza en los resultados, cuando esta confianza no se encuentra completamente justificada.

Porque habrá que tener en cuenta, y hay que llamar la atención sobre ello para deshacer muchos equívocos, que las Matemáticas, por sí mismas, no aportarían a las ciencias sociales ningún hecho nuevo, y que su papel es sólo el de combinar los hechos conocidos, para enunciar sus leyes de una manera precisa y para deducir de ellas las consecuencias, próximas o remotas, que la realidad ha de comprobar o rechazar, poniendo entonces de relieve errores inadvertidos de la observación primera, que llegan a tener importancia al ampliarse y multiplicarse con la sucesión de operaciones numerosas.

Por eso no hay que creer que el matemático, por el mero hecho de serlo, tenga la menor competencia en materias sociales: los especialistas podrán negársela, y con razón, en cuanto al fondo, tanto como se equivocarán al esquivar la forma.

El matemático que es sólo matemático procede a veces de manera que parece encerrar una profunda contradicción. Las características de las Matemáticas, ya lo hemos dicho, son la precisión y la exactitud. Parecía que estas características deberían acompañar al matemático en todas sus operaciones, y, de hecho, mientras se encierra en el mundo de sus símbolos, la menor falta de rigor le exaspera; pero cuando llega a las aplicaciones y se encuentra incapaz de tomar en cuenta todas las complejidades del fenómeno real, cualquier aproximación le satisface y tiende a dar relieve a la primera circunstancia que le permite una intervención fácil, aunque no siempre sea la que más influye en la realidad.

Resulta de este modo que si la falta de Matemáticas deja entregada la ciencia a la vaguedad y a la incertidumbre, aún puede producir daños no menores el exceso de Matemáticas. La ponderación y el sentido de la realidad han de acompañar siempre al científico si ha de hacer labor útil; ni el cálculo puede sustituir a la inteligencia ni los símbolos tendrán significación alguna, si debajo de ellos no se encuentran las cosas y los hechos observados.

Por eso a la aplicación de los símbolos y al desarrollo del cálculo ha de preceder una labor crítica de depuración de conceptos y de comprobación de hechos, la cual no es del dominio del matemático propiamente dicho. Sin ella, todo el mecanismo algorítmico sería como una máquina que girase en vacío.

Esa labor será siempre, por consiguiente, la más importante; pero no por eso ha de considerarse la otra insignificante o inútil. No es menos indispensable esa previa labor crítica en todas las aplicaciones de las Matemáticas a todas las ramas de la Física y de la Técnica; lo que hay es que esa labor suele ser en tales materias más objetiva y exenta de elementos pasionales, que turban a veces la consideración ecuánime y serena de los hechos sociales. Por ello la unanimidad es más fácil de alcanzar, y los resultados tienden con frecuencia a confundirse con nuestras intuiciones elementales.

Por eso pasa de ordinario inadvertida, y toda la atención se concentra en las ventajas que el cálculo aporta, una vez establecidos entre los datos los enlaces fundamentales. Estas ventajas son bien conocidas de los matemáticos; las mismas dificultades que tenemos para representarnos separadamente un número considerable de objetos diferentes son las que experimentamos para proseguir una larga serie de razonamientos.

Sólo podrá entonces llegarse al término por sucesivas etapas, marcadas por un determinado número de proposiciones intermedias. El cálculo abrevia el cami-

no, lo que equivale a recorrerlo con una mayor velocidad y a multiplicar, por consiguiente, los posibles avances. Asusta el pensar el número de palabras que serían precisas para explicar en términos vulgares fórmulas de Matemáticas relativamente sencillas: el binomio de Newton, por ejemplo.

Con lo dicho quedan someramente explicadas las condiciones en que la aplicación de las Matemáticas a estas cuestiones puede intentarse y las principales ventajas que de esta aplicación se seguirían. No es el camino nuevo: varios ensayos se han iniciado con éxito más o menos feliz; pero con resultados verdaderamente apreciables y formando importante cuerpo de doctrina sólo pueden citarse hoy los numerosos trabajos matemáticos relativos a la Economía y a la Estadística.

Nada extraño puede parecer que la Estadística revista cada vez más una forma matemática y vaya a buscar sus métodos en el cálculo de probabilidades; pero las aplicaciones a la Economía han luchado, por lo general, con la enemiga de los economistas clásicos, poco versados en matemáticas y que repugnaban reconocer la fecundidad de métodos que no sólo no eran los suyos, sino que ni siquiera les era posible emplearlos sin una larga preparación, de la que ya no se sentían capaces.

Acusaban, por lo general, a los economistas matemáticos de no haber aportado a la ciencia ningún hecho verdaderamente nuevo, y de haber introducido en ella más bien la confusión que la claridad, con el profuso empleo de signos ininteligibles para el común de las gentes.

Los matemáticos, en cambio, ponían de relieve las vaguedades e inexactitudes de las leyes económicas enunciadas en términos vulgares y motejaban a sus antagonistas de economistas literarios, suponiendo, y no siempre sin razón, que en ellos la retórica ocupaba con frecuencia el lugar del razonamiento.

El gran público se desinteresaba de la contienda, en la que, por lo demás, apenas si podía oír más que a una de las partes, pues las Matemáticas, desgraciadamente, no forman parte del saber de las multitudes. En 1838 se publicó en Francia la obra de Cournot *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Durante muchos años, según afirma Gide, no se vendió ni un solo ejemplar. En 1863 lo reeditó, sin gran éxito, a pesar de haberle despojado de fórmulas algebraicas, publicándolo bajo el título de *Principes de la théorie des richesses*, y todavía, en 1876, lo volvió a editar en forma aún más elemental, sin conseguir mucho mejor resultado.

Las nuevas tendencias han conseguido, sin embargo, hacer cada vez más prosélitos, sobre todo en Inglaterra, en Alemania y en los Estados Unidos. Uno de sus más autorizados representantes era, hasta no hace mucho, Wilfredo Pauto, el sabio profesor de la Universidad de Lausania, hace pocos años perdido para la ciencia, y al cual es debido el importante artículo dedicado a estas materias en la *Encyclopedie des sciences mathématiques pures et appliqués*.

No es éste el momento de entrar en la exposición de sus doctrinas, magistralmente expuestas en tratados especiales, en los que aparece con organización robusta y autónoma esta nueva rama de las matemáticas aplicadas.

Otros ensayos han sido intentados en relación con ciencias sociales diferentes de la Economía. Trátase unas veces de problemas especiales o estudios fragmentarios, y otras de sistemas que aspiran a una mayor generalidad, y aun pretenden abarcar en su conjunto la materia entera de la Sociología, a la manera como la Mecánica racional es la norma ideal de toda la Física matemática.

No es posible señalarlos todos ni considerarlos todavía sino como loables intentos, cuyo valor vendrá

medido por la fecundidad de sus consecuencias. Sólo he de citar uno, debido a un inolvidable profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, D. Antonio Portuondo y Barceló, recientemente fallecido.

Su obra publicada en 1912 se titulaba *Apuntes de Mecánica social*, y en 1925 fué traducida al francés con el título *Essais de Mécanique sociale* y publicada en la *Bibliothèque sociologique internationale* que dirige Renato Worms, precedida de un laudatorio prólogo que recoge los favorables juicios emitidos en 1913, poco después de su publicación primera, por el eminente sociólogo norteamericano Lester F. Ward.

En opinión de Portuondo, los mismos principios de la Mecánica racional serían aplicables a los individuos y a las sociedades, con tal de definir adecuadamente los puntos y sus posiciones, la dirección y el sentido de las fuerzas, las masas de los puntos o elementos sociales y la intensidad o medida de las fuerzas mismas.

Bajo la inspiración de estas ideas, Portuondo desarrolla su sistema, que no aspira por el momento a una aplicación inmediata, sino a sentar las bases del estudio social, partiendo de datos puramente psicológicos y en el terreno exclusivo de la abstracción y de la teoría. Por eso su obra corresponde, más que a la aplicación matemática propiamente dicha, a esa labor de crítica a la que antes aludíamos, y que debe ser la avanzada que prepare el terreno a la ulterior aplicación del cálculo.

¿Llegará a alcanzar su orientación un éxito definitivo? Como abstracción, el modelo de la Mecánica racional es ciertamente impecable y puede ser objeto de interpretaciones muy distintas, si se da a los mismos términos significaciones diversas, con tal de que los términos homónimos obedezcan a las mismas ecuaciones fundamentales.

Pero si en esto no puede haber duda, y es el punto esencial del razonamiento de Portuondo, no es ya tan seguro que las traducciones de los grandes teoremas de la Mecánica en lenguaje y con significación sociológicos presentaran igual importancia e interés en este nuevo terreno que el que tienen los teoremas originales en la Mecánica material.

En esta última, el modelo es cómodo y es fecundo porque la Mecánica ha arrancado de los hechos físicos más elementales, y de abstracción en abstracción ha ido reduciéndolos a una superior unidad, mediante el descubrimiento de enlaces objetivos. Al aplicar el modelo a hechos nuevos se postula la analogía y se acepta una extrapolación cuya legitimidad es, por lo menos, dudosa. Portuondo lo comprende así y lo hace notar, pero no se esfuerza por disipar la duda: su fe se encuentra por encima de esas vacilaciones y espera confiado en el porvenir.

De él debemos esperar el fallo definitivo; pero favorable o adverso, tampoco es evidente que el modelo haya de ser único, y tal vez pudiese encontrarse molde más adecuado para las demás ciencias sociales en la misma Economía, a la que hemos visto ya destacarse y constituirse en ciencia autónoma, regida por el número y por el cálculo. Bien podría estar llamada, en el dominio de las ciencias del espíritu y de la sociedad, a desempeñar el papel que la Mecánica desempeña en los dominios de las ciencias físicas.

Sea de ello lo que quiera, bien podremos esperar, en vista del estado actual de estas cuestiones, que los progresos han de ser rápidos y abundante la cosecha de sazonados frutos; pero todavía, para evitar equívocos y para apartar obstáculos, que muchos prejuicios pudieran oponer, convendrá hacer una observación final.

Ya lo hemos indicado, pero conviene repetirlo: las Matemáticas aplicadas a la ciencia social no son una doctrina, son un método. Las más opuestas escuelas pueden encontrar en las Matemáticas medios de expresión propios cuando verdaderamente tengan algo que decir, y ellas permitirán distinguir en las divergencias doctrinales lo que procede de la vaguedad de los términos y de la imprecisión de los problemas y lo que tiene raíces más hondas y es más bien la revelación de criterios irreductibles, porque si en el conocimiento de los hechos el acuerdo entre los hombres puede ser perfecto, no siempre ocurre lo mismo cuando se trata de actuar sobre el porvenir.

Un fondo común de sentimientos, de ideas, de aspiraciones alienta a la Humanidad en su camino, marcándole una cierta dirección general; pero al mismo tiempo las inclinaciones individuales tienden a diversificarse, solicitando a la masa social en direcciones divergentes. En cada momento estas divergencias se compensarán más o menos completamente y su influencia sobre la resultante podrá ser despreciada; pero en el transcurso del tiempo y bajo la acción cambiante del medio ciertas influencias se acumulan rectificando más o menos el rumbo primitivo que, determinado para el pasado, quedará siempre en el futuro más o menos indeciso.

Por eso no hay en realidad ciencia de los fines, si por ciencia se ha de entender el conocimiento preciso de las cosas. La Estética, la Metafísica, la Moral quedarán siempre entregadas a discusión e incertidumbre cuando aspiren a definir de un modo absoluto y de una vez para siempre la belleza, la verdad y el bien, y no serán en este sentido verdaderas ciencias, lo cual no quiere decir que su valor social sea despreciable.

Muy al contrario, pueden llegar a sobreponerse a la ciencia misma, porque pueden constituir un arte, una filosofía, una civilización. Sólo cuando la civilización ha pasado ya podrá ser objeto de estudio preciso, y entonces la Moral, la Metafísica y la Estética podrán revestir el verdadero carácter de la ciencia, pero serán entonces ciencias históricas.

El ideal en sus determinaciones últimas quedará; pues, siempre fuera de las Matemáticas; mas el ideal será un sueño todo lo hermoso que se quiera, pero sueño al fin, si no están en nuestras manos los medios de realizarlo. Sólo la ciencia puede proporcionarlos, y la ciencia no alcanzará su valor definitivo, sino cuando llegue a revestir forma matemática.

Pero si las Matemáticas pueden prestar a las ciencias sociales útiles servicios, no serían menores los que de éstas podría recibir; porque el interés humano que estas ciencias despiertan se reflejaría sobre las Matemáticas mismas, que verían así aumentar el número de sus relativamente escasos cultivadores.

Hagamos votos todos por que así sea en el porvenir y por que desaparezca esa radical distinción que hoy parece existir entre las Ciencias y las Letras.