

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Apuntes sobre Mecánica social ⁽¹⁾

POR ANTONIO PORTUONDO Y BARCELÓ,

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Estática y Dinámica.

1.^a parte: Equilibrio y movimiento de los individuos.

Antes de estudiar el equilibrio y el movimiento de las agrupaciones sociales, hemos de estudiar en esta 1.^a parte (como preliminar indispensable) el equilibrio y el movimiento de los individuos y elementos sociales que las constituyen, imitando en esto—como en todo—el procedimiento que se emplea en la Mecánica racional.

Veamos antes los primeros jalones de esta ciencia.

EL PUNTO MATERIAL.—Para la exposición newtoniana, se requiere la noción abstracta del punto material, que *no es* la partícula física.

Por el marcado carácter matemático de la *Mecánica racional* (no decimos de la Mecánica en general) los elementos que, enlazados entre sí, constituyen los sistemas, no son ni pueden ser las moléculas, los átomos, los electrones, ni cualesquiera otras partículas que los físicos establezcan como constitutivas de los cuerpos de la Naturaleza, y sobre las cuales versan hoy (ó puedan versar el día de mañana) las teorías físicas y químicas. En la *Mecánica racional* pura y abstracta, que es la que nosotros necesitamos para nuestras especulaciones de Mecánica social, no se consideran estas partículas que admiten la Física y la Química, sino que se trata del *punto material*, significando con estas dos palabras unidas, que se trata del *punto matemático* de la Geometría, al cual se le atribuye la condición abstracta de *material*, es decir, que se le dota de una masa, como coeficiente de capacidad para el movimiento en el espacio.

Por esto las teorías de la *Mecánica racional* no están—á mi entender—pendientes de los descubrimientos físicos y químicos, *del mismo modo* que puedan estar las teorías físicas y químicas. A mi modo de ver, la evolución que se ha operado y que incesantemente se opera en los conceptos matemáticos, así de la Geometría como del Análisis, trans-

cienden directamente á la Mecánica racional, y determinan la evolución de esta ciencia; mientras que la evolución en los conceptos físicos y químicos que trascienden muy directamente á la Mecánica aplicada (por ser ésta una rama de las ciencias físicas), no puede influir sobre las leyes puras de la *Mecánica racional*. Tal como ésta ha quedado construída después de Galileo y de Newton, con su armazón científica, podrá ser ensanchada y desenvuelta, como lo es incesantemente; podrá ser expuesta de diferentes modos por exigencias del espíritu filosófico ó por conveniencias de las ciencias que la necesitan; pero siempre será cierto que *si se admiten* como Postulados los *Principios fundamentales*, todas las leyes de la *Mecánica racional* se imponen lógicamente á la razón, sin que dependan de los descubrimientos físicos ó químicos, porque esas leyes son formuladas con el lenguaje matemático, y *para nosotros* nada más. Hasta hoy la Naturaleza se ha correspondido muy bien con esas leyes teóricas; pero si por virtud de observaciones perfectamente hechas, y con todo género de garantías, esa correspondencia se rompiera algún día, y los físicos hubieran de repudiar teoremas demostrados por la Mecánica racional de hoy, ésta—aunque subsistiendo como edificio lógico, digamos así—no sería ya de utilidad para las ciencias físicas.

En tal supuesto conflicto, habría que revisar los *Principios fundamentales*, y me parece que el nuevo Newton que reparara el defecto en los cimientos, y construyera una nueva Mecánica racional utilizable por los físicos, habría de modificar los *Postulados*, pensando siempre en el dato puro y abstracto del punto material.

Recordemos brevemente lo ocurrido en los últimos años en que han surgido descubrimientos que en el campo de la Física y de la Química han producido tan honda y legítima emoción. Después de los descubrimientos de los rayos X, de los rayos de urano, de los de torio y del gran poder radioactivo de muchos minerales, se logró finalmente obtener (aunque en cantidad pequeñísima) *el radio* que emite rayos luminosos y caloríficos con propiedades asombrosas, para la explicación de las cuales se ha supuesto que son de tres clases α , β , γ (con diferente modo de ser) que se han reconocido por la conductibilidad eléctrica que producen en el aire, lo cual no nos interesa aquí. La enorme cantidad de energía representada por el calor que emite incesantemente un gramo de radio (100 calorías-gramo en una hora) le deja, al parecer, sin alteración alguna, ó al menos sin alteración que sea apreciable por los más finos y delicados instrumen-

(1) De la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.

tos y procedimientos de observación. ¿Rompe este descubrimiento la correspondencia de la naturaleza con el teorema de la *Conservación de la energía*, y hay que repudiar este teorema de la Mecánica?

Así fué planteada por algunos en los primeros momentos la cuestión que surgía con tan emocionante descubrimiento físico. Pero es tal la fe en la ley mecánica, no considerada como pendiente de ningún descubrimiento particular físico ó químico, que se desechó bien pronto toda duda sobre el teorema de la Mecánica, y se dedicaron con ahinco los investigadores á examinar si habría algún proceso natural, antes desconocido, por virtud del cual quedaran en libertad cantidades de energía que fueran muchos millones de veces mayores que las que aparecían en los procesos conocidos y que explicara cómo es producida la energía que expide sin cesar el radio. Estas investigaciones han conducido á una nueva concepción acerca de la constitución de los cuerpos materiales.

Se sabía por la Química cómo las moléculas de los cuerpos estaban constituidas por átomos de los cuerpos elementales, y se conocían y se medían las cantidades de energía que iban envueltas en ese proceso de composición molecular, al dividir—ó mejor dicho—descomponer la molécula en sus átomos. Pero en los átomos de los cuerpos elementales se acababa todo; eran indescomponibles, eran irreductibles; habían sido infructuosas cuantas tentativas se habían hecho para dividir los átomos, y aunque se habían visto conexiones entre unos y otros cuerpos elementales por sus respectivos pesos atómicos, no se había podido pasar del átomo. Ahora se cree ya que, probablemente, hay partículas mucho más pequeñas que los átomos, y que éstos se componen de esas partículas no siendo, por tanto, indivisibles, como se pensaba.

Se tiene hoy por demostrado, según afirman, que cada una de esas partículas es *mil veces menor* que el átomo del hidrógeno (que es el menor de todos), y que lleva cada una la misma cantidad de electricidad negativa que la que lleva un átomo de hidrógeno al salir del agua por descomposición de ésta. Esa partícula cargada con esta cantidad de electricidad negativa es *el electrón*. Decimos que se tiene por demostrado, porque diferentes investigadores, por procedimientos muy diversos, han coincidido, han llegado (según se dice) á ese mismo valor para el electrón. Así, pues, en cualquier cuerpo se puede llegar hasta el electrón—es decir, la milésima parte de un átomo de hidrógeno—. Ya se puede concebir que por el diferente número de electrones, por el diverso modo de agrupación de éstos y por sus velocidades se diferencien unos de otros los átomos de los diversos cuerpos considerados como elementales.

Prescindiendo de las hipótesis que han hecho algunos físicos sobre la base de los electrones y los iones (electropositivos), lo que ya se puede concebir desde luego es: que la descomposición del átomo de un cuerpo elemental, como *el radio*—por ejemplo—, deje en libertad una enorme cantidad de energía, muy superior á la que conocíamos por la descomposición de la molécula en sus átomos. Así también es concebible ya que un cuerpo elemental pueda transformarse en otro al cambiar su peso atómico por pérdida de electrones. Esto parece haberse comprobado en las experiencias hechas con la emanación del radio, por las cuales se ha obtenido *el helio*.

De toda esta digresión (salvando las inexactitudes en que podamos haber incurrido), resulta que, por virtud de descu-

brimientos físicos y químicos, se ha penetrado más y más en la constitución íntima de los cuerpos materiales, llegando á partículas físicas más y más pequeñas. Y hay que pensar en la imposibilidad de poner límite alguno á lo que las investigaciones futuras puedan sugerir en orden á la pequeñez de las partículas que hayan de mirarse como en las entrañas de los cuerpos materiales; nada impide concebir que pueda llegarse á partículas que sean muchos millones de veces menores que los electrones de hoy, sin límite alguno. La Física y la Química, y con ellas la Mecánica de *los cuerpos materiales*, estarán siempre pendientes de evoluciones futuras por ese motivo; pero la *Mecánica racional no está en el mismo caso*—á mi entender—toda vez que establece sus teorías sobre la entidad *abstracta* del punto material (que sólo está en nuestra mente), y á él no pueden llegar, ni en nada pueden afectarla, los descubrimientos físicos, por lo mismo que está sólo en nuestra mente, fuera de la realidad física.

Principios fundamentales de la mecánica racional.

Vimos en los *Preliminares* que:

Del *primer principio*—ó sea el de *la inercia* del punto material—se infiere la existencia de alguna causa exterior al punto, si se observa algún cambio en el estado de reposo ó de movimiento de éste. La causa se llama *fuerza* (1).

Del *segundo principio* se deduce que *el cambio de movimiento* producido por una fuerza se realiza en la dirección y en el sentido en que ella actúe. Esa dirección y sentido del cambio de movimiento, es lo que en la *Cinemática* hemos llamado dirección y sentido de la *aceleración total* J . Y se admite que la magnitud de esta J es proporcional á la fuerza motriz F (2).

Invirtiendo, se dice que la fuerza motriz F —mirada como una acción externa sobre el punto material que le hace cambiar su estado de reposo ó de movimiento—es proporcional (para un punto dado) á la aceleración J que este recibe ($F = mJ$)—. La fuerza se ve como un vector localizado en la posición que ocupa el punto.

El *coeficiente de proporcionalidad* m , afecto á cada punto material, se llama su *masa*.

De este *segundo principio* se deduce el *teorema del paralelogramo* para la composición de dos fuerzas que actúen simultáneamente sobre un mismo punto, basándose en la composición cinemática de las aceleraciones correspondientes, y en virtud de la independencia de los efectos de las fuerzas.

Si se llama *cantidad de movimiento* de un punto de masa m en un instante, á un *vector localizado* en la posición que ocupa el punto, y que—con la misma *dirección* y el mismo *sentido* de la velocidad—tenga por *magnitud* la de ésta multiplicada por el coeficiente m , y se recuerda lo que sabemos sobre la aceleración total J , se ve la fuerza motriz mJ como produciendo (por una simple multiplicación) el incremento

(1) Claro es que no cabe hacer observaciones sobre el punto material que es una *abstracción*. Se aplica á él lo que pudiera observarse en un cuerpo material. No se olvide que estos Principios de la Mecánica son para nosotros simples *Postulados*.

(2) La ley de la inercia puede ser mirada, no cómo un primer Principio, sino como un caso particular de este segundo Principio, puesto que si no hay fuerza, no hay aceleración; es decir, no hay cambio alguno en la velocidad, y ésta subsistirá, por consiguiente, en magnitud, dirección y sentido.

total (vectorial) muy pequeño $mJ \times \theta$ que experimentará la cantidad de movimiento mv en el intervalo muy pequeño de tiempo θ (1). Se podría decir en vista de esto que la fuerza es la derivada total geométrica (respecto al tiempo) del vector que representa la cantidad de movimiento; así como en Cinemática se podía decir que la aceleración total es la derivada total geométrica del vector que representa la velocidad.

El *tercer principio* que aceptamos fué el de la igualdad de la acción y la reacción; es decir: que siempre que un punto material recibe una acción que emana de otro punto material, éste, á su vez, experimenta—como emanando del primero—una reacción igual y directamente opuesta á la acción (2).

Los tres principios que hemos recordado por segunda vez, no se imponen por sí mismos, ni son demostrables, ni pueden comprobarse por la experiencia. Aunque se han hecho objeciones contra ellos, y descansan sobre nociones que son metafísicas, los admitiremos como si fueran incontestables. Es muy de lamentar tal deficiencia en los cimientos de la *Mecánica racional*, que hasta hoy ha ostentado como timbre científico el hecho de que la observación y la experiencia hayan confirmado siempre todos sus teoremas (3).

Adaptación á la Mecánica social.

El propósito de aplicar á los individuos y á las agrupaciones sociales, y refiriéndonos á un determinado asunto, los teoremas de la *Dinámica* de los puntos materiales y de los sistemas materiales, nos pone en el caso de justificar primeramente la asimilación que haremos del individuo—como *entidad ideal y abstracta*—al punto material para concebir los movimientos de modificación de aquél (en un asunto) como los movimientos de éste en el espacio; y de admitir después para *ese individuo abstracto y simple* que concibamos, los tres *Postulados*.

Sin esta justificación previa no tendría valor alguno cuanto dijéramos, porque sería un simple cambio de palabras.

Veamos lo primero.

Si se admitiera con algunos fisiólogos y psicólogos, que en el individuo vivo (como conjunto de células vivas enlazadas entre sí mediante el organismo todo del cuerpo del animal) aparece la unidad de la conciencia individual con su *psiquis*, como una síntesis; pensando que las células vivas son de suyo conscientes, y que del conjunto orgánico ar-

mónico de las células, con sus psiquis celulares, brota la psiquis individual; es claro que para una *Mecánica social aplicada* á la realidad, habría que considerar la célula viva, con su psiquis celular, como la partícula, y el individuo animal debería de ser mirado como una verdadera colectividad ó agrupación. Pero ya hemos dicho que serían enormes las dificultades con que se tropezaría al intentar el estudio de la Mecánica social aplicada, que no era ese nuestro intento; y añadimos ahora que las dificultades serían inmensamente mayores, si con arreglo á aquella concepción psico-fisiológica se descendiera hasta la célula.

Nosotros intentamos permanecer encerrados en el campo estricto de la *Mecánica racional*, y necesitamos primeramente concebir lo análogo á la *posición* del punto material en el espacio.

Aunque no sepamos cómo hacer la medición por un parámetro, concebimos, sin embargo, la posición de cada individuo en un asunto dado; pero sería inconcebible para nosotros la posición de cada célula consciente en un asunto, porque al fundirse todas las células en la conciencia individual, ellas no nos aparecerían ya, y no nos sería posible asignarles *posición*, en el sentido que damos á esta palabra. Sea lo que fuere de todo esto, el individuo que nosotros concebimos, uno é indivisible, y que asimilamos al punto material, quedará (como éste en la Mecánica racional) siendo *una entidad que esté sólo en nuestra mente*, fuera de la realidad física y fisiológica, por lo cual no pueden afectarle los nuevos descubrimientos que en el campo de la Fisiología y Psicología se hagan en el porvenir en orden á la constitución del individuo como organismo viviente, y en orden á la aparición de la conciencia y la evolución de la psiquis individual.

El sociólogo Lilienfeld basa todo su sistema de Sociología en la *realidad* del organismo social, en el cual son para él verdaderas células sociales los individuos. Para este escritor las acciones psíquicas que se ejercen de individuo á individuo en el interior de una agrupación social, son perfectamente comparables á las acciones fisco-fisiológicas que en el interior del cuerpo de un animal se ejercen de célula á célula. Nosotros no entramos en este terreno porque nos hemos de limitar al estudio de los efectos mecánicos.

Quizá lo que Lilienfeld denomina *sustancia social intercelular* desempeña un papel que tiene alguna analogía con lo que nosotros denominamos *enlaces* entre los individuos y elementos de una agrupación. Los grados de tensión á que estén sometidos en cada instante los enlaces de la agrupación, podrían quizás guardar cierta correspondencia con el estado en que se encuentre esa sustancia intercelular que media (según Lilienfeld) entre todos los individuos y elementos de una Sociedad dada.

La asimilación que nosotros haremos del individuo al punto material—para nuestro peculiar modo de ver sus *movimientos en un asunto* como los de un punto en el espacio—nos permitirá relacionar dichos movimientos con las impulsiones que el individuo reciba, si se pueden adaptar á la *Mecánica social* los tres principios fundamentales. Aunque el ser humano individual no es una abstracción, podemos concebir *en él un ente abstracto ó ente de razón*, al cual denominamos *individuo* para nuestra Mecánica social pura (1).

(1) El producto de la fuerza $F = mJ$ por el intervalo muy pequeño tiempo θ en que actúa, es lo que se llama *impulsión elemental de la fuerza*.

(2) Este tercer Postulado es el conocido particularmente con el nombre de *Principio de Newton*, porque los dos primeros habían sido ya previstos por Galileo, aunque éste se limitó al estudio de la caída de los cuerpos por la acción de la gravedad.

(3) El hecho es que, partiendo Newton de ideas metafísicas sobre espacio, tiempo y movimiento absolutos (ideas sin realidad), pudo constituir, sin embargo, una ciencia como la *Mecánica racional*, exuberante de verdades comprobadas y verificadas después por la observación y la experiencia; es decir, de resultados que no se resienten de la falsedad de la base.

Este hecho histórico es muy digno de meditación, no para la rehabilitación de los procedimientos metafísicos (definitivamente muertos para las ciencias positivas), sino para tratar de explicar el hecho de un modo positivo; es decir, para ver cómo ha podido producirse, ó, dicho de otro modo, cómo se ha eliminado lo que había de irreal en el punto de partida. Tal investigación sería grandemente instructiva, porque algo análogo ocurre en los puntos de partida de todas las ciencias.

(1) Quizá esta concepción nuestra del *individuo abstracto y simple* sea, en cierto modo, comparable al *alma* á que se refiere el *Profesor Ebbinghaus*, en su Psicología. Según Wundt, el alma debe de ser definida

Los individuos en una agrupación social—lo mismo que los puntos materiales en un sistema—no son contiguos, como lo son las células en los cuerpos vivos.

*
* *

Veamos ahora la *adaptación á la Mecánica social* de los tres *Postulados*:

Primer postulado.—Para admitir que el individuo por sí mismo permanecería en su estado de reposo ó de movimiento *en un asunto* (siguiendo este movimiento como uniforme y de dirección constante), si no fuera compelido á cambiar ese estado, y deducir lógicamente de este *Principio de la inercia* que cuando se observe un cambio existe alguna causa *exterior*, es de todo punto inexcusable explicar lo que queremos significar.

Ante todo, parece innecesario repetir que al hablar del individuo nos referimos á un ente psíquico abstracto é ideal.

La calidad de *inerte* que le atribuiremos consiste: en que su tendencia natural es á conservar su *posición* psíquica en cada asunto, si está en reposo, ó á conservar su *velocidad* en el asunto (tal como la tenga) sin alteración alguna, siguiendo un movimiento uniforme de dirección constante. Cuando decimos que al observar un cambio en el estado del individuo en el asunto, es lógico inferir la existencia de alguna causa *exterior al individuo*, hablamos de éste como del ente psíquico *abstracto y simple* respecto del cual consideramos *como exterior*, no sólo todo lo que está en la Naturaleza fuera del concreto individuo natural con su propio cuerpo, sino también todo lo que—aun siendo interior á este último desempeña, sin embargo, el papel de *exterior* respecto al ente psíquico abstracto y simple para el asunto que consideremos.

Y así como un hecho físico de la Naturaleza que sea exterior al cuerpo del individuo, ó un acto de otro individuo, es un hecho exterior que puede influir sobre el individuo que consideramos, y ejercer una acción mecánica-psíquica (que sea una fuerza) para cambiar su estado en el asunto, admitimos *asimismo* que los apetitos que brotan de su propio organismo en su funcionamiento fisiológico normal, como el hambre, la sed, el apetito genésico, etc., ó bien una alteración cualquiera en sus órganos (cerebro, corazón, hígado, sistema nervioso, etc.), aunque ocurriendo todo ello en el interior del organismo del individuo natural, puede ejercer y ejerce una acción psíquica sobre el individuo abstracto y simple de que hablamos, y podemos mirarla como exterior al *ente de razón* que llamamos el *individuo*.

Este se distingue para nosotros del cuerpo, y es como exterior á éste (1). Y más aún: como nuestro estudio de las posiciones del individuo ha de ser siempre sobre el supuesto de un *determinado asunto*, podremos mirar como exterior al individuo en el asunto todo aquello que aun siendo *psí-*

quico suyo, corresponda á otros órdenes cualesquiera de asuntos y sean, por tanto, para nuestra consideración como *exteriores al individuo en el asunto*. Del orden general psíquico individual emanan *influencias* que indudablemente ejercen acción para cambiar el estado del individuo en el asunto.

La adaptación á la Mecánica social del *Postulado de la inercia*, tal como la presentamos, deberá de ser vista como un último avance en la generalización de esa ley, puesto que ya los fisiólogos habían dado el primer paso. El eminente fisiólogo Mr. A. Dastre dice que aunque la opinión vulgar desconoce la generalización de la ley de la inercia, para los cuerpos vivos, y no la aplica sino á la materia bruta, se debe de pensar que la materia viva no posee por sí misma espontaneidad real, y que se requieren los excitantes (de su vitalidad) que provienen del medio ambiente. Por esto el mecanismo vital sería un mecanismo inerte si nada del medio viniera á provocarle á la acción. Es decir, que la ley de la inercia no es solamente aplicable á los cuerpos brutos, sino también á los vivos, cuya *aparente espontaneidad* no es más que una ilusión desmentida por toda la fisiología; ó en otros términos: que las manifestaciones vitales son réplicas (por la irritabilidad) á un estímulo, esto es, actos provocados, y no actos espontáneos.

Las fuerzas sociales por excelencia que actúan sobre cada individuo ó elemento de una agrupación son:

1.º Las que emanan de otros individuos ó elementos, ya sean de la misma agrupación (*interiores*), ó ya sean de fuera de ella (*exteriores*). Revisten formas variadísimas é innumerables. Se puede decir en general, que todo lo de un individuo ó elemento social que excite la psiquis del individuo ó elemento que se considere, es para éste un estímulo ó presión sugestiva, es decir, una fuerza en el asunto, toda vez que el individuo ó elemento considerado puede adquirir, mediante aquella influencia estimulante, un nuevo conocimiento ó puede modificar los que tenía, ó bien puede despertarse en él un sentimiento nuevo, ó pueden modificarse otros, ó bien puede templarse ó aflojarse su voluntad, etc. Todo ello vendría á ser un cambio en la posición del individuo ó elemento en el asunto, y podría alcanzarse por imitación (como dice *Tarde*), ó de cualquier otro modo. El escritor Demarest Lloyd considera que la más poderosa de las fuerzas sociales naturales es *la simpatía humana*, que en su más amplio sentido es inagotable, y es la llamada á provocar los más altos grados de perfeccionamiento en el porvenir de las sociedades humanas. Todas las fuerzas de que hablamos ahora surgen del contacto del hombre con el hombre, y en ellas aparece muy claramente el principio de la igualdad de la acción y la reacción de que hablaremos después (1).

2.º Además de esas fuerzas habrá de ser considerado cada individuo ó elemento de una agrupación como sometido en el asunto de que se trate á una fuerza que represente la *acción social*, que es (como dice *Durkheim*), la coerción de la agrupación toda sobre la psiquis de cada individuo, y

al empezar el estudio de la Psicología científica como "el sujeto (en el sentido lógico) al cual unimos como predicados todos los hechos de la observación internas. En estos hechos el fenómeno muy esencial es la unificación dentro de la multiplicidad.

Se ve que para estos psicólogos no hay necesidad de hacer hipótesis alguna *inicial* sobre la existencia ó no existencia de un ser ó de una sustancia independiente de la materia.

(1) No pretendemos entrar en las cuestiones que se plantean los psicólogos. Nos limitamos á explicar lo que nosotros queremos significar al decir que admitimos *la ley de la inercia* para el individuo en un asunto.

(1) El distinguido escritor D. Adolfo Posada, con el sentido intensamente altruista que le caracteriza, al considerar los fenómenos de cooperación y de sacrificio como emanaciones de un principio superior de simpatía expansiva, habla del amor, del cariño, del mutuo auxilio, del sacrificio, etc., como de sugestiones que tienden á unir las almas; y por eso añade. "Si es cierto que la Naturaleza se nos revela al pronto como un inmenso teatro de luchas implacables, el examen reflexivo acaso nos la presenta como centro fecundo de amor y de simpatía."

no puede considerarse como emanando sólo de un particular elemento ó individuo de la agrupación. Habremos de suponer que esta fuerza sea también conocida en magnitud, dirección y sentido (1).

Segundo Postulado.—Lo admitimos para la Dinámica del individuo abstracto y simple. Y así diremos que todo *cambio en el movimiento* de modificación producido por una fuerza psíquica que influya sobre un individuo *en movimiento*, se realiza en la dirección y en el sentido en que la fuerza actúe. Es la dirección y el sentido de la aceleración total J . La magnitud de ésta es proporcional á la de la fuerza motriz F . Inversamente se diría que la intensidad F es proporcional á la magnitud de J ($F = mJ$) para un *determinado individuo en un asunto dado*. Este coeficiente de proporcionalidad m aparece, pues, en la *Dinámica social*, dándonos también la noción de *masa* como *coeficiente de capacidad* del individuo para el *género de modificación* que constituya el movimiento (2). Habrá de ser afectado cada individuo de una masa diferente, según el asunto de que se trate. Será de masa muy grande, si requiere la aplicación de una fuerza muy grande para adquirir una aceleración dada J en un asunto; y podrá ser ese mismo individuo de masa muy pequeña para otro asunto.

Por el principio de *Galileo* se pasa al teorema del paralelogramo para la composición simbólica de dos fuerzas sociales que actúen simultáneamente sobre un individuo, apoyándose en la composición cinemática de las aceleraciones correspondientes á dichas fuerzas. Tanto las fuerzas como los aceleraciones son aquí cantidades vectoriales psíquicas, representables por vectores espaciales que las simbolicen.

Se puede repetir en la Dinámica del individuo, que por la *impulsión elemental* de la fuerza F en el intervalo muy pequeño de tiempo θ ($F \cdot \theta = mJ \cdot \theta$), se mide el incremento total muy pequeño de la cantidad de movimiento mv , toda vez que si (por Cinemática) $J\theta$ da (en *magnitud, dirección y sentido*) el incremento total muy pequeño de v ; $m \cdot J\theta$ dará el de mv .

Podría hacerse una objeción importantísima contra la

(1) Sobre los efectos y las causas dice *Hume* que:

"Si examinamos la producción de los efectos por sus causas hallamos que en nuestra concepción de esta relación no podemos pasar más allá de la simple observación de que hay un enlace constante que inclina al espíritu—por una transición—á concluir lo uno de lo otro. Pero los hombres están muy dispuestos á creer que en el dominio de la Naturaleza material hay algo como una relación necesaria de causa ó efecto..... Están, por otra parte, algo inclinados á suponer que hay alguna diferencia entre los efectos que resultan de una fuerza material y los que provienen del pensamiento y de la inteligencia.."

Y añade *Hume* estas expresivas palabras:

"Pero si estamos bien convencidos de que respecto de cualquiera causalidad no sabemos sino que hay un enlace constante, y, por ende, la inferencia de nuestro espíritu de lo uno á lo otro; y si encontramos que estas dos circunstancias son universalmente admitidas para nuestras acciones voluntarias, estaremos dispuestos á aceptar que la misma necesidad es común á todas las causas.."

(2) Si fuera posible someter á cada individuo—en un asunto dado—á la experiencia necesaria para determinar la aceleración J de su *cambio de movimiento* en el asunto, por la acción de una fuerza psíquica F conocida (que se pudiera medir) se deduciría experimentalmente así su masa $m = \frac{F}{J}$ para ese asunto. Si inversamente se conociera la masa del individuo, una fuerza que sobre él actuara se mediría por el producto de la masa, por la aceleración que aquélla le imprimiera; ó bien podría medirse una fuerza por otra que la equilibrara, actuando simultáneamente sobre el mismo individuo.

adaptación del principio de *Galileo* á la *Mecánica social*, y es la siguiente:

Si el cambio en el movimiento de modificación de un individuo se realiza en la dirección y en el sentido en que actúa la fuerza, y la magnitud de la aceleración es proporcional á la de la fuerza ($F = mJ$), no parece natural que el coeficiente de proporcionalidad m sea *constante* para un individuo dado, moviéndose en un asunto, *cualquiera que sea la especie de fuerza* psíquica que actúe sobre él, puesto que la observación y la experiencia muestran, al contrario, que cada individuo se mueve ó se modifica por unas especies de influencias psíquicas más fácilmente que por otras (menor coeficiente m). Así á un individuo dado se le mueve muy fácilmente, ó se le lleva muy fácilmente á modificarse (es decir, á cambiar su estado en un asunto) por influencias sentimentales, por ejemplo, y, por el contrario, se le modifica muy poco con reflexiones que obren por intermedio de la razón, y menos aún por meras sensaciones que afecten casi exclusivamente á su sensibilidad. Siendo esto así, ¿cómo admitir que el coeficiente m sea el mismo para la acción de esas distintas especies de fuerzas psíquicas sobre dicho individuo?

Para contestar esta objeción—que aparece muy grave—debo de recordar, ante todo, que así como los tres Postulados en la *Mecánica racional* se admiten sólo para el punto material, así en la *Mecánica social* proponemos que se admitan sólo para el individuo abstracto y simple que hemos concebido como absolutamente *inerte*, y que concebimos, además, como absolutamente indiferente para recibir las acciones de las fuerzas psíquicas de cualquiera especie que sean, y cualquiera que sea el estado de movimiento en que se halle. El fenómeno que observamos en la experiencia sobre la mayor ó menor capacidad de un individuo dado para obedecer, en su vida práctica, á la acción de una ú otra especie de fuerza psíquica, es un fenómeno de observación empírica hecha sobre ese individuo concreto y complejo. En la realidad de ese fenómeno pueden intervenir é intervienen procesos psicológicos complicados por virtud de los cuales una influencia sentimental exterior—por ejemplo—provoca la acción de otras fuerzas psíquicas que, brotando del interior del individuo natural y concreto (ocultas para el observador), refuerzan el efecto sobre el individuo abstracto y simple de la sola influencia sentimental exterior que el observador podría apreciar desde fuera. Asimismo, y en virtud de los procesos psicológicos á que nos referimos, una reflexión (aun siendo de gran valor) puede producir en ese individuo poco efecto, porque se componga esa fuerza intelectual con otras ocultas (interiores al individuo natural) que contrarresten su efecto, es decir, el efecto de la que actúa desde fuera. Todas son siempre exteriores al individuo abstracto y simple. Además, y como ya dijimos en los *Preliminares*, todas las fuerzas han de obrar real y efectivamente para su acción psíquica, porque si así no fuera, serían como nulas para la Mecánica.

De esta suerte—y tomándolas todas en consideración para la estimación de una resultante—podrían ser pensadas las componentes (ó la resultante) como actuando sobre el individuo abstracto y simple dotado de una masa que sea un coeficiente constante de capacidad para modificación en el asunto, cualquiera que sea la naturaleza específica de las fuerzas.

Las explicaciones que acabamos de dar se basan en lo que la Psicología nos enseña sobre las varias especies de

fuerzas psíquicas. Cada una de ellas es acompañada ó provoca y queda asociada á otras muchas de diferentes especies (1).

Todas tienen ante nuestra consideración igual título para actuar sobre el individuo abstracto y simple que concebimos en cada hombre, lo cual no obsta, sin embargo, para que en el análisis psicológico se encuentre que las fuerzas que provienen de las ideas no producen las impulsiones dinámicas de un modo *directo*, porque estas impulsiones vienen directamente de los deseos, es decir, de sentimientos. Pero al fin y al cabo las ideas ejercen su acción, aunque sea por intermedio de los sentimientos que las acompañen, y por eso nosotros las consideramos como fuerzas cuando obran efectivamente.

Todas las fuerzas serán—para nuestras especulaciones dinámicas—cantidades vectoriales psíquicas con sus tres atributos, y admitiremos su composición por suma vectorial. En esta suma aparecen como fundidas ya todas las acciones de fuera y de dentro del límite *U* de *Mach*.

TERCER PRINCIPIO (llamado de *Newton*).—Ya dijimos en los *Preliminares* que en lo psíquico admitiremos también el principio de que *la reacción es igual y contraria á la acción*, significando con esto que siempre que un individuo reciba una acción psíquica para cambiarle su estado de reposo ó de movimiento, él ejerce á su vez—por reacción—otra igual y directamente opuesta, que se aplica al punto de donde dimana la acción. Claro es que siendo también esta reacción de naturaleza psíquica sólo puede ser estimada como una fuerza en la *Mecánica social*, cuando se aplique á otro individuo ó elemento social individualizado (2).

La acción que reciba un individuo (ó elemento) como proviniendo de la agrupación en su totalidad, es decir, la *acción social*, originará (como todas) la reacción del individuo, que será igual y directamente opuesta á la acción recibida; pero como habría de aplicarse á la Sociedad *en masa* (como se dice vulgarmente), su efecto sería insensible, por la enormidad de esta masa con relación á la del simple individuo que consideramos.

Lo que se llama *fuerza de inercia* no es otra cosa que la reacción que emana de un individuo cuando es solicitado por una fuerza *F*, y por el *Principio de Newton* se ve que la fuerza de inercia será de sentido contrario á *F*, y su magnitud se medirá, como la de ésta, por el producto de la masa *m* por la aceleración *J*.

*
* *

Por todo lo que acabamos de decir sobre la adaptación á la *Mecánica social* de los Principios de la *Mecánica racional*, se ha visto que el cambio de movimiento de un indivi-

(1) En el cerebro del hombre hay innumerablea vías de comunicación que hacen posibles las acciones recíprocas entre las diversas impulsiones.

Dice el Dr. Höfding en su *Tratado de Psicología* que "al pensar que cada excitación produce en las células una descarga de energía potencial, y que el resultado de esta descarga en cada célula puede combinarse en el cerebro con los resultados en muchos millones de otras células, se siente uno acometido de una especie de vértigo ante la idea de todas las combinaciones que son posibles".

(2) Si fuera posible determinar experimentalmente las aceleraciones *J* y *J'* que dos individuos sufrirían por la acción y reacción recíprocas (de igual intensidad), entre ellos, se podría conocer entonces la relación $\frac{m}{m'}$ de las masas (en el asunto) de esos dos individuos, porque sería igual á la relación inversa de sus aceleraciones respectivas $\frac{J'}{J}$.

duo *libre* en un asunto, aparece para nosotros *determinado* por la fuerza psíquica motriz y por la masa para el asunto del individuo sobre el cual actúe, lo mismo que el cambio de movimiento de un punto material *libre* en el espacio aparece *determinado* por la fuerza física motriz y por la masa del punto sobre el cual actúa.

Eso que hemos establecido para seguir nuestras especulaciones mecánicas es, en el fondo, *análogo* á lo que se dice cuando se afirma que los actos en general de un individuo se producen *necesariamente* por la acción de la resultante de los *motivos* (como fuerza motriz) sobre el *carácter* del individuo á quien solicitan. Me parece que el ente abstracto y simple, que aquí hemos llamado el *individuo*, no debe de ser concebido como causa de su propio cambio de estado de movimiento, sin intervención de fuerza psíquica alguna; así como no puede ser concebido actuando sin motivos. Y parece indudable que el acto que un hombre *libre* realiza *por su voluntad* es *necesariamente* en la dirección y el sentido del motivo más poderoso *para él*, es decir que su voluntad se orienta en esa dirección y sentido ó, mejor dicho, en la dirección y en el sentido de la resultante de todos los motivos, cada uno de los cuales tendrá la intensidad que le atribuya el *carácter* del hombre mismo. Para mí es inconcebible la *libertad de indiferencia* de que hablan algunos, porque pienso en la verdad de Pero-Grullo de que un individuo no puede dejar de querer lo que quiere.

Si pensamos en dos individuos sometidos á la influencia de los mismos motivos que, objetivamente considerados, sean idénticos, y suponemos que los dos individuos *no orientan* su voluntad en la misma dirección ni con igual intensidad, vemos esto como debido á la *diferencia de sus caracteres*, la cual hace que la relación de cada motivo al carácter no sea la misma en los dos individuos. Si se admite que el carácter sea uno é invariable en cada individuo (para el asunto que se considere), se ve que cada uno de los motivos se convierte en una fuerza de intensidad determinada para dicho individuo, y así queda determinada su voluntad por la resultante de los motivos como fuerza motriz, la cual es diferente en uno y otro individuo, tanto en dirección y sentido como en magnitud. Por esto el carácter es factor tan indispensable para la dinámica del individuo, como lo son las circunstancias en que se encuentre colocado, toda vez que las intensidades de los diversos motivos que actúen como fuerzas—ó si se quiere la fuerza de los motivos—están en íntima conexión con el carácter del individuo.

Con profundo sentido dice Maudsley que: "Podríamos predecir con certeza la manera de obrar de un individuo en circunstancias dadas, si pudiéramos penetrar en los repliegues más ocultos de su carácter, y conocer todos los perfiles de éste, tanto heredados como adquiridos. El desconocimiento de todos esos datos es lo que nos impide prever los hechos futuros". Y añade que "el carácter de un individuo sólo podemos *deducirlo* del conocimiento de los actos que ha cumplido en su vida, y de las circunstancias concomitantes; porque los unos y las otras muestran lo que ese individuo *ha querido* y lo que *no ha querido*, es decir, muestran su carácter".

Conviene advertir—como lo han advertido muchos—que si admitimos que el carácter es algo inherente al hombre mismo, é invariable en cada asunto, aunque varíen sus conocimientos, sus ideas, sus sentimientos, etc., es decir—aunque varíe su *posición en el asunto*—, ello no obsta para que estas variaciones ejerzan grande influjo en la determi-

nación de su voluntad, porque habrá motivos que puedan aparecer y ejercer su acción sobre el individuo cuando él se halle en la *nueva posición psíquica*, aunque el carácter se haya conservado como *una constante* del individuo para el asunto que se considere. Por estas nuevas fuerzas, la orientación de la voluntad, y la intensidad de ésta, pueden ser muy diferentes en una y en otra ocasión, aunque las circunstancias exteriores sean las mismas, y sea el mismo el carácter.

Hemos hablado del *individuo libre* en el mismo sentido en que se habla en la Mecánica racional del *punto material libre*. Así como esta libertad se refiere á la *no existencia* de impedimentos para que el punto material pueda obedecer á la acción combinada de las fuerzas exteriores que le soliciten, las cuales, *necesariamente*, producirán el cambio correspondiente del estado de movimiento, ó producirán el equilibrio; así también la libertad del individuo consiste (para nosotros) en la *ausencia* de impedimentos para que pueda obedecer á la acción compuesta de los motivos ó fuerzas exteriores que le soliciten, los cuales producirán, *necesariamente*, ó un cambio en su estado de movimiento ó bien el equilibrio, según los casos.

El sentido que damos á la palabra *Libertad* fué perfectamente definido por Hume: "¿Qué entendemos por la palabra *libertad* cuando la aplicamos á las acciones voluntarias? Seguramente no entendemos que las acciones tengan tan poco enlace con los motivos, las inclinaciones y las circunstancias, que no haya cierto grado de uniformidad en la sucesión de los dos términos, y que sea imposible inferir de la presencia de lo uno la existencia de lo otro; porque todo eso es cuestión de hecho perfectamente indudable.—Por *libertad* no podemos, pues, entender sino *el poder de obrar ó de no obrar según las determinaciones de la voluntad*; es decir, que si decidimos permanecer en reposo, podemos; que si decidimos movernos, podemos.—Y esta libertad hipotética es universalmente reconocida á todo hombre que no esté prisionero ó cargado de cadenas. No hay sobre esto discusión posible., (1).

No creo necesario insistir, porque lo hemos hecho ya demasiado, en que lo llamado por nosotros movimiento del individuo en un asunto, es heterogéneo con el movimiento del punto material en el espacio que se estudia en la Mecánica racional. En rigor, ni siquiera puede ser mirado el segundo como representación del primero, sino como un *mero símbolo*. En estos *Apuntes* nos dejaremos guiar siempre por la Mecánica racional, pero entendiendo bien que el lenguaje de ésta será para nosotros puramente simbólico. Téngase por hecha de una vez para todas esta advertencia.

(Continuará.)

(1) Para conciliar la necesidad rigurosa con una libertad moral metafísica (de la cual dimane el sentimiento de nuestra responsabilidad) se recurre á la distinción de Kant entre el carácter *empírico* y el *inteligible*. El primero es el que se revela (como hemos visto) al entrar en juego los motivos que actúan como fuerzas; y como sólo de un modo empírico—es decir, por la experiencia y con ocasión de nuestros propios actos y los actos de los demás—es que se revela y se reconoce el carácter, de aquí el llamarlo empírico. En cuanto al carácter inteligible (para mí ininteligible) como *cosa en sí* (noumeno), ajeno al espacio y al tiempo, no sujeto á la ley de casualidad, y que sirve como de *substratum* al fenómeno, sin ser visible en el mundo de la experiencia, no podemos tomarlo en cuenta para especulaciones positivas, dejando esas lucubraciones á los metafísicos, puesto que ellos creen poder elevarse á esas realidades misteriosas.

La enseñanza técnica en Europa⁽¹⁾

POR

D. VICENTE MACHIMBARRENA Y D. CARLOS ORDUÑA,

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Profesores de la Escuela especial del Cuerpo.

España.

No consideraríamos terminada nuestra misión, siquiera ésta haya sido encerrada en estrecho marco, si después de nuestra rápida ojeada por las Escuelas técnicas del extranjero no nos detuviéramos un momento para fijar la atención en sus análogas de España.

Nuestro trabajo en este punto ha de ser, salvo el pequeño comentario que nos salga al paso, de simple exposición y de exposición sucinta; ello bastará, sin embargo, después de la lectura de lo que precede, para que se comprenda lo que respecto de la enseñanza técnica debemos hacer y lo que debemos abandonar, pero no nos atreveremos ciertamente á sentar afirmaciones.

El problema es más arduo de lo que parece, y si Inglaterra ha necesitado varios años de estudio y una Comisión de personas competentísimas, asesorada además por un número considerable de Ingenieros é industriales para llegar á señalar algunas conclusiones, ¿qué vamos á decir nosotros respecto de problema igual en nuestra patria? Después de contar lo que hemos visto fuera, contar lo que pasa en casa es lo único que podemos hacer sin dar á esta Memoria un carácter sentencioso, que está lejos de nuestras modestas pretensiones.

UNIVERSIDADES.—Así como en otros países hemos visto que las Universidades tradicionales han llegado á interesarse en la cultura técnica, las de España han permanecido fieles al puritanismo de los estudios especulativos, y arrinconadas muchas de ellas en ciudades históricas, fuera del tráfico de la vida moderna, siguen dando generaciones de filósofos, doctores, juristas y teólogos, lo mismo que en aquellos tiempos en que, por su renombre en la república literaria y científica de Europa, eran consultados sus célebres claustros por Pontífices y Reyes sobre las más arduas cuestiones de Estado.

Durante los siglos XVI y XVII las enseñanzas de la Universidad Salmantina tuvieron fama mundial y compartían con las de Bolonia, París y Oxford la gloria de constituir los grandes centros del saber en Europa.

También fué célebre en la misma época en España la Universidad de Alcalá, y su gran importancia lo prueba el hecho de que en el curso de 1566 á 1567 el número de alumnos ascendió á 7.832.

Durante el siglo XVIII y la primera mitad del XIX hubo una decadencia general en estos centros de enseñanza, debida á que no supieron reflejar las aspiraciones y necesidades nacidas con el cambio social y político de la época, que reclamaban una reforma profunda que elevase el nivel de los estudios académicos en armonía con la mayor ilustración y progresiva cultura de la masa general de la población.

El plan de 1845 y las reformas posteriores cambiaron por completo la organización de las antiguas Universidades, reduciendo su número á las de Madrid, Barcelona,

(1) Véase el número anterior.