

Todas estas alteraciones descritas pueden durar más ó menos tiempo; pero á la larga el enfermo se queja de cierta torpeza y hormigueo en los miembros, se les adormece ó *amortigua* (término vulgar) al menor contacto. Después la hyperestesia disminuye, calman los dolores, parece que el enfermo mejora; pero esto es un cruel engaño, puesto que este estado indica la completa degeneración de los nervios invadidos. Poco á poco, aparecen todos los síntomas característicos de esta degeneración, entre los cuales el más notable y precoz es la anestesia; después la atrofia.

Digamos algunas palabras sobre estos síntomas.

(Continuará),



93 Elasticidad de los gases.—El estado en que los cuerpos son más elásticos es el gaseoso, por cuya razón suele llamarse á los gases *fluidos elásticos*: solamente la propiedad que los distingue de los demas cuerpos prueba su mucha elasticidad, pues sabemos que un gas llena completamente la vasija en que se coloca, sea cualquiera la capacidad de ésta y la cantidad de gas colocada; luego si un gas está limitado al volúmen que presenta, es porque hay una fuerza que le obliga á no dilatarse; pero si ésta cesa, el gas aumenta su volúmen al instante. Cuando tratemos de la ley de Mariotte explicaremos esto con más detención.

94 Angulos de incidencia y reflexión.—Cuando un cuerpo cualquiera esférico y elástico choca perpendicularmente contra un plano resistente, regresa siguiendo la misma línea que recorrió anteriormente; pues no hay razón para que se incline á un lado ni á otro; pero si el cuerpo lleva una dirección oblicua respecto del plano; hallándose deprimidas las moléculas sucesivamente y unas más que

otras, la fuerza de reacción tiene que ser sucesiva, y mayor en unos puntos que en otros, de lo que resulta, que las primeras moléculas que han sido comprimidas, son también las primeras que entran en reacción y con más vigor que las demás; de esto proviene que el cuerpo tiene que tomar una dirección opuesta á la inicial, pero guardando la misma relación con el plano resistente; ó en otros términos: *el ángulo de incidencia viene á ser igual al de reflexión*; llamándose *ángulo incidente* al formado por la perpendicular bajada sobre el punto del contacto del plano con la esfera y la línea cuya dirección siguió el móvil en su primer trayecto, y *ángulo de reflexión* al formado por la misma perpendicular y la línea que siguió el cuerpo después de haber chocado contra el plano resistente.

95 Choque de los cuerpos elásticos.—En los cuerpos elásticos al momento del choque se desarrolla una fuerza opuesta á la dirección que lleva el cuerpo cuando choca; por tanto esta fuerza se unirá á la que produce el movimiento para acelerarle en unos casos, y será contraria en otros, retardándole. Para que pueda formarse idea de los resultados del choque de estos cuerpos, supongamos dos iguales y perfectamente elásticos que se chocan, siendo la velocidad del primero como 6 y estando el segundo en reposo; en este caso el resultado será que el 1.<sup>o</sup> quedará en reposo y el 2.<sup>o</sup> se pondrá en movimiento con la velocidad 6 que tenía el otro: en efecto, al chocarse, la fuerza desarrollada será en el 1.<sup>o</sup> igual á la que produce la velocidad 6 que es la del choque, y en sentido contrario, de modo que estas fuerzas opuestas é iguales se destruyen, y el 1.<sup>o</sup> cuerpo queda en reposo; pero en el 2.<sup>o</sup> se ha desarrollado la misma fuerza 6 al chocar, y como este cuerpo estaba en reposo, la fuerza obrará entera sobre él y le pondrá en movimiento con la velocidad 6. Si el 1.<sup>o</sup> cuerpo tiene una velocidad como 6 y el 2.<sup>o</sup> como 10, y marchando el uno hácia el otro se chocan, el resultado será que retroceden, cambiando las velocidades; es decir, el 1.<sup>o</sup> con 10 y el 2.<sup>o</sup> con 6: en efecto, el 1.<sup>o</sup> que tiene 6, desarrolla una fuerza como 6 en sentido contrario y queda en reposo; pero al mismo tiempo recibe 10 del otro, y esta velocidad es la que sigue: el 2.<sup>o</sup> que tiene 10, produce 10 en sentido contrario y queda en reposo; pero recibe 6 del otro, y se pone en movimiento con esta velocidad. Supongamos ahora cuerpos de diferente masa, que

el choque no es central, que los cuerpos son más ó menos elásticos, que varía de dirección el movimiento, ó que se reúnen todavía otras circunstancias, y tendremos una serie infinita de problemas, y en algunos casos, de muy difícil ó imposible resolución.

96 Aplicaciones á la Medicina y Cirugía.—En Medicina, Cirugía y ciencias anexas se aprovecha tanto de la elasticidad de los cuerpos, que sería demasiado minucioso querer enumerar siquiera todos los casos en los que se saca partido de esta cualidad. No obstante, vamos á ocuparnos de las principales.

(a) En anatomía se sabe que en la columna vertebral de todos los cuadrúpedos y en el hombre, abunda un tejido singular conocido con el nombre de tejido amarillo elástico y que está especialmente destinado á sostener el peso de la cerviz y de la cabeza, sobre todo, en los animales de cuello largo. Los músculos y ligamentos no serían suficientes para mantener el considerable peso de la cabeza: los primeros deben contraerse y relajarse alternativamente, y por tanto, no pueden ser órganos de contención; los segundos están dispuestos de tal manera que sólo tienden á mantener las vertebrae en sus constantes relaciones; pues se hallan colocados precisamente en los puntos en que las vertebrae tienen sólo que deslizarse, pero no separarse unas de otras; al paso que el tejido amarillo colocado en las extremidades de las apofisis espinosas debe sufrir notable dilatación, porque éstas sí se separan bastante en la flexión del cuello, siendo el tejido de que hablamos el que por su elasticidad favorece la acción de los músculos elevadores. Por último, el tejido amarillo elástico desempeña un oficio importantísimo en la circulación de la sangre, regularizando y transformando la fuerza intermitente del corazón en continua. (Véase este asunto más adelante cuando tratemos de la circulación de la sangre en la hidrodinámica). En la flexión de la columna vertebral desempeñan también un oficio muy importante los fibrocartílagos intervertebrales que también son muy elásticos; porque al mismo tiempo que ceden en la flexión, ayudan á enderezar la columna espinal por la elasticidad de que están dotados.

(b) Los cartílagos y fibrocartílagos interpuestos en las articulaciones facilitan por su elasticidad los movi-

mientos de éstas y amortiguan los choques bruscos á que está sujeto el cuerpo del hombre y de los animales en el curso de su existencia.

(c) La elasticidad del globo ocular es un indicio bueno para juzgar acerca de su estado de salud ó enfermedad. Cuando aquella es exagerada, se puede presumir que hay derrame interior ó hipersecreción de los humores del ojo ; por el contrario, cuando es debil, prueba que el ojo ha perdido gran parte de los líquidos contenidos en él ó que va atrofiándose.

(d) Por la elasticidad se puede también venir en conocimiento de la presencia de aire ú otras colecciones gaseosas ó líquidas en el interior del organismo, lo que facilita sobre manera la distinción entre los tumores sólidos líquidos y gaseosos. Para hacer esta apreciación, basta comprimir alternativamente con los dedos ó palmas de las manos la parte afectada ; si hay marcada elasticidad en el tumor, se puede presumir con fundamento que su contenido es líquido ó gaseoso y no sólido. Ahora bien, para hacer la distinción entre los dos fluidos, será preciso ayudarse de la percusión que nos dará indicios ciertos acerca de su naturaleza.

[e] Finalmente, en Cirugía se aprovecha con mucha frecuencia de la elasticidad de los cuerpos, ora en los instrumentos de que el cirujano se vale para hacer las operaciones y en los que los constructores han sabido aprovechar habilmente de esta propiedad, ora también en otros aparatos que se han destinado para fines especiales, como sucede en los dinamómetros, los resortes, las vendas de caucho etc.

Los dinamómetros son unos aparatos que sirven, como lo indica su nombre, para medir las fuerzas, cualesquiera que estas sean. [60] Los hay especiales para los usos médicos como es el que representamos en la [fig. 1ª] que está destinado á medir la potencia muscular de un individuo sano ó enfermo, ó también para apreciar la energía que se desarrolla al reducir las lujaciones. Consiste en dos arcos de acero

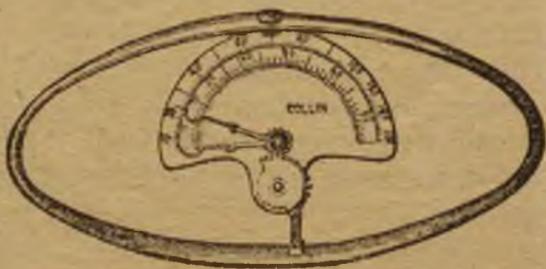


Fig. 1.—Dinamómetro médico.

templado unidos por sus extremidades, que sostienen en su parte media un pequeño cuadrante con un puntero para señalar los grados de fuerza. Cuando se obliga con la mano, ó de otro modo, á aproximarse los dos arcos, andan los punteros á beneficio de una cremallera y una rueda dentada, y miden en kilogramos la fuerza que los ha puesto en movimiento.

Se puede hacer uso del instrumento de dos maneras diversas: por compresión sobre la parte saliente de los arcos mayores, en cuyo caso el esfuerzo producido se marca en la escala interior, ó por tracción en las extremidades de los arcos para lo que sirve la escala mayor ó exterior.

El pesa-fetos [fig. 2] es también una especie de dinamómetro ó balanza de resorte inventado por el doctor Bouchut para pesar los recién nacidos. Como se ve en la figura, en la parte inferior del pequeño aparato hay un gancho para suspender el niño á beneficio de un suspensorio formado de una tela cualquiera. El puntero marca en libras ó kilogramos el peso del feto.



Fig. 2.—Pesa-fetos de Bouchut<sup>1</sup>

## CAPÍTULO IX.

### ATRACCIÓN.

97 Newton estudiando las leyes del movimiento de los planetas descubiertas por Kepler propuso la teoría de la atracción, que ha sido aceptada generalmente. Supone él que todos los cuerpos existentes en la naturaleza tienen la virtud de atraerse unos á otros; y después

Coulomb, á expensas de su balanza de torsión, encontró que esta atracción se ejerce *en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias*.—Por convenio y para facilitar el estudio se debe hacer una distinción que talvez no tiene razón de ser en la práctica, pero que es necesaria. Se da el nombre de *gravitación* á la atracción que se ejerce en los grandes cuerpos á enormes distancias, como sucede con los astros; *atracción* propiamente dicha ó más bién *gravedad* á la que posee la tierra y los cuerpos muy inmediatos á ella ó que están en su superficie; *cohesión* á la fuerza que une las moléculas de un cuerpo y á beneficio de la que aparece constituyendo una sola masa; y por último, *afinidad química* á la fuerza que aproxima los átomos unos á otros para dar lugar á la formación de moléculas.

98 **Peso.**—Centro de gravedad.—La gravedad obra como ya hemos visto [17] en cada mónada de la materia de un cuerpo; produciendo un sistema de fuerzas que tiene en cada uno su resultante y su punto de aplicación: á esta *resultante del sistema de fuerzas que forma la gravedad obrando sobre las mónadas de un cuerpo*, se llama *peso*, y el punto de aplicación de dicha resultante se llama *centro de gravedad*; según esto, dos cuerpos de igual masa tendrán igual peso aunque sus volúmenes sean diferentes, pues siendo el mismo el número de mónadas, las dos resultantes de las fuerzas de gravedad serán también iguales.

99 **Caida de los cuerpos.**—Como la gravedad es una fuerza que obra en todos los momentos del movimiento de un cuerpo que cae, será precisamente este movimiento uniformemente acelerado [53], y, por tanto, en cada tiempo irá corriendo espacios mayores. Para examinar cuales sean estos espacios, ó lo que es lo mismo, para observar la caída de un cuerpo, lo que se necesita ante todo es dejarle caer libremente, y ver en cada tiempo el camino andado; pero entre otras dificultades que se presentan en la práctica, la principal viene á ser la velocidad, ó lo que es lo mismo, el mucho espacio andado por el cuerpo, lo que hace que no pueda observarse sino en tiempo muy corto y con poca exactitud. No siéndoles, pues, posible á los antiguos físicos emplear este método directo, tuvieron necesidad de buscar otros que, sin variar las leyes de la gravedad, permitan observar el camino andado en

cada unidad de tiempo. Así por ejemplo, Galileo se sirvió del plano inclinado: mas tarde Atwood inventó la máquina conocida en todas las obras de física por el nombre del inventor; y finalmente Morin, discurrió otra de indicaciones continuas. [\*] El resultado de los experimentos en estos diversos aparatos ha puesto en claro la siguiente ley: *los espacios corridos en cada unidad de tiempo por un cuerpo que cae solicitado por la gravedad, son como los números impares, 1, 3, 5, 7, 9, . . . . . etc.* Es decir que, si en el primer instante, el móvil ha recorrido un metro, por ejemplo, en el segundo instante recorre tres metros, en el tercero cinco, en el cuarto siete y así sucesivamente. De esta ley se deduce otra como consecuencia legítima: si en el primer tiempo recorre 1 espacio y en el segundo 3, en los dos será  $1+3=4$  que es el número de tiempos multiplicado por sí mismo,  $2 \times 2=4$ . Si en los dos primeros tiempos es 4 y en el tercero 5, será en los tres  $4+5=9$ , ó también  $3 \times 3=9$  ó sea el número de los tiempos multiplicado por sí mismo; y procediendo de igual manera en los demás tiempos, encontraremos la misma ley, es decir, que *los espacios corridos por un cuerpo al caer solicitado por la gravedad, son como los cuadrados de los tiempos empleados en correrlos.* Si después que el cuerpo ha recorrido un cierto espacio cayendo solicitado por la gravedad, cesa ésta de obrar, continuará marchando, en virtud de su inercia, con la velocidad que adquirió en este instante, y *con ella recorrerá todavía un espacio doble del que ha recorrido mientras estuvo bajo el influjo de la gravedad, y esta es la tercera ley de la caída de los cuerpos.*

100 Intensidad de la gravedad.—Facilmente se deduce de las leyes expuestas, que la velocidad adquirida por un cuerpo al fin de la caída es doble del espacio andado; así si en Madrid la velocidad que recorre el cuerpo en el primer segundo de su caída es  $4,{}^m 8996=$  al fin de la caída será  $9,7992$ . En el Ecuador la velocidad en el primer segundo es  $4,{}^m 890$ ; luego al fin será  $9,780$ .

---

(\*) En la actualidad con el notable y bello descubrimiento de la fotografía instantánea se podrá estudiar ya estas leyes con exactitud matemática; pues, bastará recibir la imagen de una esfera brillante que cae delante de un fondo negro y tomar repetidas pruebas del mismo fenómeno, valiéndose de un obturador automático que interrumpa el paso de la luz, siquiera sea, cada quinquagésimo de segundo. La placa sensible de gelatino-bromuro dará una imagen fiel de los espacios recorridos por el móvil en un tiempo dado. ;Que maravilla!

101 Causas que modifican la fuerza de la gravedad.—Como la atracción decrece en razón del cuadrado de la distancia, resulta que elevándose un cuerpo en la atmósfera debe ser menor la intensidad de la gravedad. Por la misma razón, en el Ecuador tiene que ser menor que en los polos, porque en el primero hay más distancia al centro de la tierra.

102 Fuerza centrífuga.—Si se hace girar circularmente un cuerpo cualquiera suspendido de una cuerda, se siente facilmente la fuerza que desarrolla este cuerpo por su peso, siendo ésta tanto mayor cuanto más rápido es el movimiento, á tal extremo, que si se rompe, por ejemplo, la cuerda en un punto cualquiera, sale el cuerpo por la tangente, con una velocidad inicial igual á la que tuvo en el momento último antes de desprenderse de la cuerda. *La tendencia que tiene el movil á separarse del centro de circunducción por la velocidad adquirida, es lo que se llama fuerza centrífuga*, la que es tanto mayor cuanto más velozmente anda el movil; y para un mismo número de vueltas en un tiempo dado, es tanto mayor cuanto más separado se halla el cuerpo del centro del movimiento. Haciendo aplicación de este principio al movimiento de la tierra, diremos que los cuerpos que se hallan en la superficie están solicitados por dos fuerzas, la una centrífuga que es ocasionada por la rotación de la tierra, y la otra *centripeta* debida á la atracción que ésta ejerce sobre los cuerpos que están bajo la esfera de acción. Estas dos fuerzas son, pues, opuestas, porque al aumentar la una contraresta la acción de la otra. En el ecuador de la tierra la fuerza centrífuga tiene su mayor intensidad; y si fuese 17 veces mayor, anularía por completo la fuerza de atracción, quedando en tal caso los cuerpos sin ningún peso. En los polos la fuerza centrífuga es nula, se halla reducida á cero, porque allí el movimiento de rotación se verifica al rededor del eje ficticio de la tierra, lo que equivale á decir, que no hay movimiento.

103 Algunos hechos explicados por la fuerza centrífuga.—Hay en la práctica algunos hechos que pueden explicarse por la fuerza centrífuga. Si se hace girar rápidamente un vaso lleno de agua á beneficio de una cuerda que lo tenga en suspensión, el agua no se riega, antes se adhiere mas á las paredes del vaso que la contiene.

Los reguladores de las máquinas de vapor desem-

peñan su oficio perfectamente aprovechando de la fuerza centrífuga; las esferas de que constan se separan cuando crece la velocidad, y entonces cierran la válvula que permite la entrada al vapor, y se estrechan, si la cantidad de vapor es insuficiente, en cuyo caso se abre la válvula para dar entrada al agente motor.

Si un equitador cae del caballo en el momento de la carrera en el circo, es arrojado á la distancia pero en línea recta, ó lo que es lo mismo, sale por la tangente

El aplanamiento de los polos de la tierra y su mayor elevación en el Ecuador se explican por la fuerza centrífuga; lo que á la vez permite suponer que en tiempos remotísimos estuvo nuestro planeta en estado líquido ó pastoso.

La separación de los hermosos anillos de Saturno de su núcleo, se explica por la misma fuerza.

Finalmente, hay casos en que la fuerza centrífuga obra tan enérgicamente en las máquinas que andan con alguna velocidad, que ocasionan serios destrozos en los individuos que han sufrido sus efectos. La rotura de una banda de una turvina bastó para reducirlo á pedazos á un infeliz trabajador estrellándolo contra las paredes del aposento.

[104 Dirección de la pesantez.—La dirección según la que obra la pesantez debe pasar por el centro de la tierra, puesto que esta última puede ser mirada como una esfera de densidad uniforme en toda su masa.

Sea en efecto  $M$  [fig. 3] un punto material situado por encima de la superficie terrestre; la atracción á la cual este punto se encuentra sometido es la resultante de las acciones que experimenta de parte de cada molécula del globo. Unamos el punto  $M$  con el centro de la tierra; la recta  $MO$  es lo que se llama *vertical*; pues, á todo punto de la tierra, tal como  $A$ , corresponde otro  $B$ , simétrico con relación á la vertical. Ahora bién, la acción de estos dos puntos sobre la molécula  $M$  siendo iguales é igualmente inclinados sobre la vertical, tienen que arrastrar la molécula por el camino trazado por la vertical. Según esto la dirección que si-

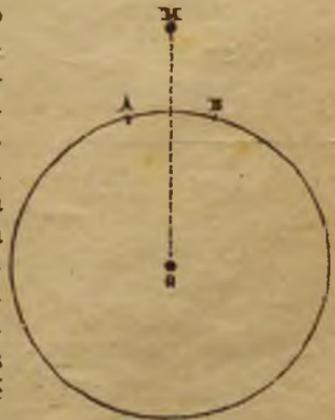


Fig. 3.

que un hilo al que se ha atado un peso cualquiera, se confundirá con la vertical ó estará á plomo]. (1) •

105 Centro de gravedad.—Llámase centro de gravedad de un cuerpo *al punto por el que pasa constantemente la resultante de todas las fuerzas que solicitan sus moléculas, cualquiera que sea desde luego la posición del cuerpo*. Según esta definición, se comprende que el centro de gravedad es único para cada cuerpo y que es fácil encontrarlo si hubiese un cuerpo que no tenga grueso ó espesor; pues bastaría suspenderlo en dos posiciones diversas á beneficio de un hilo; el punto de entrecruzamiento de las proyecciones de los hilos, fijaría el centro del cuerpo. Pero como en la práctica no puede encontrarse cuerpo alguno que no tenga espesor, hay necesidad de determinar el centro de gravedad de los cuerpos por medio del cálculo, y aun por medio de éste, se llega á determinar únicamente el de los cuerpos que afectan forma geométrica regular; [\*] pues en cuanto á los irregulares, se hace muy difícil determinarlos con exactitud. En un anillo y esfera, suponiendo que fuesen formados de sustancia homogénea, se halla el centro de gravedad coincidiendo con el de figura; en un triángulo está sobre la línea que une un vértice con el punto medio del lado opuesto, á los  $\frac{2}{3}$  de esta línea, contado desde el vértice; en una pirámide y cono á los  $\frac{3}{4}$  de la línea que une el vértice con el centro de gravedad de la base; y en el prisma y cilindro regulares en el punto medio del eje.

106 APLICACIONES.—Se ha podido calcular de un modo aproximado que el centro de gravedad del cuerpo humano, se halla en el conducto medular del cuerpo de la 2.<sup>a</sup> vertebra lumbar. Sin embargo, como el cuerpo hu-

(1) Wundt: § 47.

[\*] Consideremos, por ejemplo, el cubo de la [fig. 4]: en la posición que tiene, siendo la cara A B C D horizontal, el centro de gravedad pasará por algún punto de la línea P T que une los centros de las bases de las dos caras. Ahora, si hacemos girar el cubo en otra dirección, de tal manera que las caras A B F E y A D H E queden sucesivamente horizontales, la línea de gravedad tomará las posiciones M N y L K; luego el punto de intersección O de estas tres líneas será el centro de gravedad del cuerpo, cualquiera que sea la posición de éste.

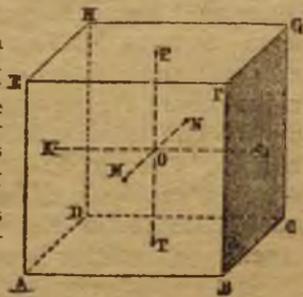


Fig. 4.—Centro de gravedad.

mano puede tomar diversas posiciones, cambia así mismo el centro de gravedad en él. [Un hombre con los brazos unidos al cuerpo, tiene su centro de gravedad en la parte baja del vientre, dentro del mismo cuerpo; si está con los pies juntos y se inclina á un lado, sale la vertical de la base, que será la superficie de los dos pies y la que contengan entre ellos, y en este caso, tiene que sacar un pié para hacer mayor la base y que por ella pase la vertical; si trata de permanecer sobre un pié, encuentra dificultad por ser la base pequeña; si sube una cuesta, se inclina hácia adelante, y si la baja, hácia atrás: si lleva una carga varía su centro de gravedad, porque en tal caso forma una sola masa con la carga, y si ésta es grande, podría pasar el centro á ella, por lo que, el hombre se inclina hácia adelante si la lleva en la espalda, y hácia atrás, si la toma en el pecho. Cuando marcha sobre una cuerda, saca uno ú otro brazo para que varíe la posición del centro y hacer que la vertical no salga de la base, que será la parte que pisa de cuerda; también llevará un balancín, que moverá con el mismo objeto. Todos estos y otros muchos movimientos instintivos en el hombre, prueban la acción que sobre él ejerce la gravedad.—Un carro con la carga muy alta lleva elevado el centro de gravedad, y si hay poca distancia entre las ruedas, su base es pequeña y tiende á volcarse por poco que se incline: las diligencias que cargan los equipajes en la parte superior y á veces con bastante altura, no se encuentran en las mejores condiciones de estabilidad, por lo que vuelcan frecuentemente]. (1)

107 Balanza.—El aparato más usado para conocer el peso de un cuerpo es el tan conocido con le nombre de balanza, por lo que, nos abstendremos de dar su descripción; pero sí examinaremos las condiciones de una buena balanza para lo que tomaremos por tipo la que representa la [fig. 5].

[La primera condición de una buena balanza es que esté en equilibrio perfecto aun antes de ponerla cualquier peso, y sus brazos horizontales; pues de otro modo necesitaríamos añadir algún peso al platillo más elevado para establecer el equilibrio, y este peso produciría un error en

la operación. Además es necesario que los dos brazos de la palanca sean perfectamente iguales, pues si no lo son, no podrá apreciarse con exactitud el peso verdadero del cuerpo, porque será menor el que esté colocado en el platillo de mayor brazo. Esta condición es bastante difícil de realizarla, pues bastarían las influencias exteriores, los cambios de temperatura, por ejemplo, para hacerlos variar; por lo que, se han ideado algunos medios

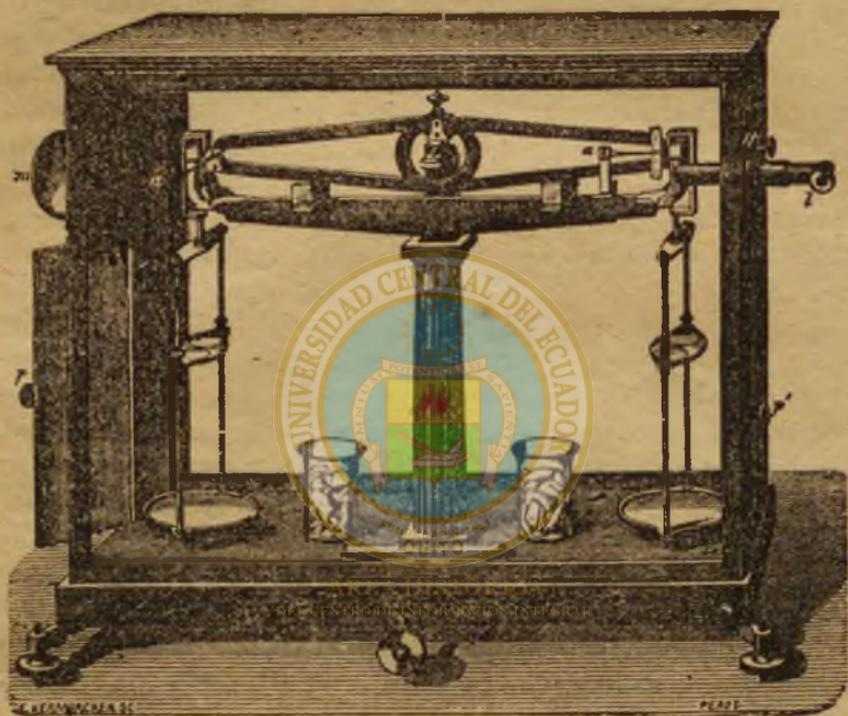


Fig. 5.—Balanza de precisión de Gambey.

para tener los brazos de las balanzas iguales; uno de ellos es, colocar en el extremo de los brazos un resorte que se abre y cierra á beneficio de un tornillo, y del que está suspendido el platillo de la balanza. Cuando se quiere regularizar la balanza, se mueven los tornillos acercando ó alejando el punto de suspensión del punto de apoyo. Pero á pesar de todo esto, si los platillos no están suspendidos sobre las aristas de unas piezas de acero que formen ángulo agudo, podrá variar el punto donde apoyen al oscilar la balanza, y variar también por esta causa la longitud de los brazos.

Otra condición esencial de la balanza es, que el centro de gravedad de toda su parte móvil se encuentre más

bajo que el punto de apoyo, porque de lo contrario, al inclinarse para cualquier lado quedará vencido el brazo de la palanca por predominar el peso en ese sentido: una tal balanza no tiene estabilidad, y es por esto que se le ha dado el nombre de *loca*. Si el centro de gravedad coincide con el punto de apoyo, estará destruída la gravedad por el apoyo en todas las posiciones que tome la balanza, siendo en este caso el equilibrio indiferente, por cuya razón se quedará la balanza en cualquiera posición que se la coloque. Mas si el centro de gravedad está por debajo del de suspensión, una vez roto el equilibrio, volverá á su estado primitivo por obligarlo así la gravedad, que en tal caso contraresta aun la resistencia del apoyo, que viene á ser una fuerza en sentido opuesto. Construída así una balanza puede servir para pesar con bastante exactitud un cuerpo, y la balanza será buena. Pero hay todavía algunas condiciones más que llenar para que la balanza se llame sensible, esto es, para que se ponga en movimiento con muy pequeña diferencia de peso en los platillos: una de estas condiciones será la perfecta construcción del apoyo, para que tenga el menor rozamiento posible: generalmente este apoyo está formado por una cuchilla unida á la cruz y de acero bien templado, pero no de un filo demasiado agudo, porque se mellaría con el peso que sostiene: ésta cuchilla se coloca sobre dos soportes de ágata ú otro cuerpo duro en que no pueda hacer huella.

Otra condición de sensibilidad será que tenga los brazos largos, pues así, una pequeña diferencia en el peso de los cuerpos colocados en los platillos multiplicada por un brazo de palanca de bastante longitud, será cantidad apreciable. También el fiel debe ser largo para que trace un arco de alguna extensión, á fin de apreciar también cualquiera diferencia de peso por insignificante que sea.

Finalmente, el centro de gravedad debe estar lo más próximo posible del punto de apoyo, pues para mover la balanza hay que vencer la resistencia de la gravedad multiplicada por su brazo de palanca; luego cuanto menor sea la distancia del un centro al otro, menor será la resistencia que haya que vencer, y por tanto, una pequeña diferencia de peso hará romper el equilibrio, que es lo que se necesita para poder apreciar como se aprecia, hasta los décimos y vigésimos de milígramo con las

balanzas de precisión, cual la representada en nuestro grabado.

Construída así una balanza con todas estas condiciones, deberá conservarse cuidadosamente, encerrándola en un panal ó caja de cristal, dentro del cual se suele colocar uno ó dos recipientes [fig. 5] que contenga un cuerpo que pueda absorber la humedad del aire, como cal viva ó clorido de calcio; el ácido sulfúrico concentrado goza de la misma propiedad, pero tendría el inconveniente de atacar el metal de la balanza y le echaría á perder. La caja de cristal impediría también que las corrientes de aire perturbasen las pesadas agitando inutilmente la balanza.

Cuando se va á pesar con exactitud un cuerpo, se comienza por poner vertical el pilar en que descansa la balanza, lo que se consigue nivelando el piso de la misma, que de antemano el constructor le ha hecho perpendicular al eje de la columna de sustentación.

A la derecha del grabado se ve un pequeño anteojo que sirve para fijar con exactitud el punto de *fe*, es decir, el punto que corresponde exactamente á la posición horizontal de la balanza. El anteojo está acodado en ángulo recto para poder mirar de frente, sin necesidad de cambiar de posición el individuo que practica la pesada, y al que se supone colocado delante de la balanza. Un pequeño prisma rectangular colocado en el tubo del anteojo permite que la imagen del índice se pinte en el ojo del observador. Finalmente, el botón que se ve al pié y en la parte media del grabado, sirve para fijar la balanza cuando no se la usa, ó bien, para ponerla en disposición de poder pesar. Una balanza fina no debe cargarse más que hasta cierto límite según su clase, porque de lo contrario se gastaría el apoyo ó se doblarían los brazos.

En algunas balanzas se divide uno de los brazos, ó ambos, en partes iguales, con el fin de apreciar hasta las fracciones de milígramo. Supongamos colocado 1 gramo en cualquiera de los platillos de una balanza; habrá que poner 1 gramo también en el otro platillo para que haya equilibrio: pero coloquemos el gramo en medio de uno de los brazos; es evidente que para hacer equilibrio tendremos que poner medio gramo en el platillo opuesto: si el brazo está dividido en 10 partes iguales, poniendo el gramo en la primera división contada desde el apo-

yo, será un décimo de gramo el peso á que se hará equilibrio: en las balanzas de suma precisión el brazo está dividido en 10 partes y cada una de éstas en 2. El peso que se coloca es un centígramo, que puesto en la primera división ó número 1, hará el efecto 10 veces menor ó de 1 milígramo en el otro platillo, y puesto en la mitad de la división será como medio milígramo ó sean 5 diez-milígramos: la pesita es un alambrito de aluminio encorvado en forma de orquilla que monta muy bien sobre el brazo de la balanza; tiene un pequeño anillo en la parte superior, y un vástago que entra á frotamiento por la pared lateral de la caja de la balanza, y que coje el alambre por el anillo; se adelanta ó atrasa para colocarle en el lugar conveniente, sin abrir la caja de la balanza: con esta adición se logra pesar hasta un límite muy pequeño, sin necesidad de pesas tan chicas, como sería necesario en otro caso.

107 Prueba de una balanza.—Para probar si una balanza es buena, se coloca cualquier cuerpo en uno de los platillos y se le hace equilibrio con otro cualquiera: después se cambia de platillo estos cuerpos, y es evidente que si su peso no es igual, lo que sucederá si la balanza tiene los brazos desiguales, al hacer este cambio, el cuerpo que correspondía al brazo menor, que será el de mayor peso, se encuentra ahora en el platillo del brazo mayor, y por tanto, la balanza no estará en equilibrio.

108 Método de dobles pesadas.—Si una balanza tuviera sus brazos desiguales y no se pudieran corregir, sería posible, sin embargo, hacer pesadas exactas empleando el método llamado de Bordá, ó de las *dobles pesadas*. Póngase el cuerpo que se trata de pesar, en uno de los platillos, y un contrapeso cualquiera en el otro platillo; quítese en seguida el cuerpo y póngase en lugar de él pesas conocidas; estas pesas serán el verdadero peso del cuerpo, pues como no varían ni los brazos ni el contrapeso, la balanza sólo podrá estar en equilibrio con una misma cantidad de peso, sea del cuerpo ó sea de las pesas colocadas después]. (1)

109 Balanza de brazos desiguales dicha romana.—Cuando se trata de pesar objetos muy pesados, se emplea una balanza cuyos brazos son desiguales: se suspende del

(1) Rodríguez §§ 131, 134 y 135.

brazo más corto el cuerpo cuyo peso se quiere averiguar, y que es conocido con el nombre de *pilón*, y del brazo más largo el peso que debe hacerle equilibrio. De ésta disposición resulta que el contrapeso es constante, lo mismo que el brazo de la potencia, y que el de la resistencia varía según el sitio donde se coloque el contrapeso. Regularmente el brazo de la resistencia es diez ó veinte veces más grande que el de la potencia; por consiguiente, según la teoría de la palanca se puede multiplicar considerablemente la resistencia, lo que hace que con un contra peso de uno ó dos kilogramos, se puede pesar hasta ciento y más. La [fig. 6] representa una balanza romana



Fig. 6.—Balanza romana para pesar fetos.

destinada á pesar los recién nacidos. Para hacerla portátil lleva tres articulaciones que permiten doblar la palanca en tres partes. El contrapeso consiste en una esfera metálica D perforada en el centro y atravesada por la palanca: en el interior de la referida perforación hay un resorte que sirve para impedir que el contrapeso deslice del lugar en que se ha colocado. Se sostiene el instrumento de un anillo B, y el niño que se trata de pesar se suspende del gancho A.

110 Balanza de báscula.—Actualmente en el comercio se hace uso de una balanza ó romana llamada de báscula, inventada, según unos, por Sanctorio y según otros, por Quintenz. Un sistema de palancas de primera y segunda clase, ingeniosamente combinadas, favorecen enormemente la resistencia, á tal extremo que, con lijeros contrapesos se pueden pesar cuerpos de magnitud y peso muy considerables. Las hay de diversos tamaños, y se pueden pesar en ellas, desde algunos gramos hasta muchas toneladas.

(Continuará).