

$$F'M = y + \left(x - \frac{p}{2}\right)^2 = y^2 + x^2 - px + \frac{p^2}{4} = x^2 + px + \frac{p^2}{4} = \left(x + \frac{p}{2}\right)^2$$

de lo que enfin resulta  $MN = FM$ .

La ecuacion de la tangente en el punto  $x'y'$  es como puede verse partiendo de la secante :

$$yy' = p(x + x')$$

y poniendo  $y=0$ , resulta  $x + x' = 0$ , es decir que siempre se tiene

$$P'O = OP \text{ (Fig. 302).}$$

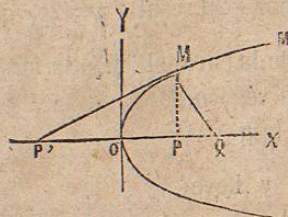


Fig. 302.

La ecuación de la normal en el punto  $x'y'$  es :

$$y - y' = -\frac{y'}{p}(x - x')$$

Haciendo  $y=0$ , resulta :

$y' = \frac{y'}{p}(x - x')$  luego  $p + x' = x = QO$ , luego  $PQ$  ó la subnormal  $= p$ .

La ecuacion  $y^2 = 2px$  representa una curva cuyo eje  $OX$  es evidentemente un diámetro, pues que divide en dos partes iguales todas las cuerdas paralelas al eje de las  $y$ . Transportando el origen á otro punto cualquiera de la curva, facil será establecer que en esta posicion el nuevo diámetro es paralelo al primero.

Concluyo con esto la geometría analítica; en mi próxima carta pienso tratar de la estática.



ESTATICA.





## CARTA VIGÉSIMACUARTA.

### NOCIONES PRELIMINARES.

Amigo Eugenio , hasta aquí hemos considerado las matemáticas de un modo abstracto ; á escepcion de algunos ejemplos vulgares aritméticos, he prescindido de aplicaciones físicas, que si bien importantes, se oponian al plan sucinto que me habia propuesto. Mas, debiendo tener lugar pronto mi regreso, y por consiguiente debiendo cesar nuestra correspondencia matemática, he juzgado oportuno hacer algunas aplicaciones de todo lo que llevamos espuesto, y ninguna ciencia físico-matemática me ha parecido mas conveniente que la estática, ó ciencia que trata del equilibrio de los sólidos, porque á lo evidente y palpable de la aplicacion del cálcu-



lo, se agregan los conocimientos preliminares que tuve el gusto de imbuirte al principio de nuestras conferencias domésticas, y que supongo no habrás olvidado.

La idea que naturalmente tenemos de los cuerpos es de tal naturaleza que no suponemos que tengan necesidad de movimiento para existir; así, aunque tal vez no haya en el universo una sola molécula que goce de una quietud absoluta aun por un espacio de tiempo muy limitado, comprendemos muy bien que un cuerpo puede existir en reposo completo.

Ahora bien, la materia siendo inerte por sí misma, es evidente á la vez y demostrado, que cualquiera que sea el estado de un cuerpo, sea de reposo ó movimiento, no podrá pasar al estado opuesto, á menos que una causa estraña lo saque del estado en que se halle; esta causa, cualquiera que sea, que solo conocemos por sus efectos la llamamos *fuerza ó potencia*. De manera que es punto admitido en física que no puede haber movimiento sin fuerza, ni fuerza sin movimiento ó sin tendencia á este, pues cuando no se produce el movimiento que una fuerza solicita consiste en otra fuerza superior que destruye el impulso de aquella. Cuando un cuerpo está en movimiento y pasa al estado de reposo, este efecto lo causa una fuerza que impele ó tiende á impeler al cuerpo un movimiento contrario, en términos que si ninguna fuerza se opusiese el cuerpo conservaría continuamente el impulso dado; así una bala de cañon conservaría perennemente la velocidad que la pólvora le impele, si otras fuerzas no destruyesen lentamente su

movimiento comunicándole otro contrario ó diferente; tales son la resistencia atmosférica y la atracción terrestre. Entiéndese pues por fuerza toda causa de movimiento.

Sin conocer su naturaleza, comprendemos con evidencia que una fuerza puede obrar con mas ó menos intensidad y en una cierta direccion. Así tenemos por evidente que toda fuerza obra en el punto en que se aplica según cierta direccion y con cierta intensidad.

Ahora bien, si nos representamos las direcciones de las fuerzas por líneas rectas, y sus intensidades por longitudes proporcionales en estas mismas líneas rectas ó por números, es evidente que las fuerzas podrán someterse al cálculo como las demas cantidades; de lo que resulta el problema siguiente cuya solucion es el objeto de la mecánica.

Dadas las fuerzas que solicitan un cuerpo ó un sistema cualquiera de cuerpos, hallar el movimiento que tomará este cuerpo en el espacio, y recíprocamente dado un movimiento en el espacio cuales son las fuerzas que deben obrar para que tenga lugar este movimiento.

Para resolver este problema, lo primero es buscar cuales deben ser las relaciones de las fuerzas para que el cuerpo, ó sistema á que se aplica tome un movimiento igual á cero, es decir que quede en equilibrio; y una vez resuelto este problema, fácilmente se resuelve el otro por analogía, y esta es la razon porque generalmente forma la primera parte del estudio de la mecánica, el de la *estática* ó ciencia que trata del equilibrio de las fuerzas, llámán-



dose *dinámica* la otra parte de la mecánica que trata de todas las cuestiones relativas al movimiento de los cuerpos.

No es necesario conocer el efecto actual de las fuerzas sobre la materia, esto es, los diversos movimientos que pueden imprimir á esta á proporcion de sus intensidades y direcciones; basta considerar las fuerzas como simples cantidades homogéneas y por consiguiente comparables, y designar las razones que deben existir entre estas fuerzas para que materialmente se destruyan.

Hablando con rigor, un cuerpo en equilibrio está en el mismo estado que si estuviere en reposo; pues el efecto de las fuerzas estando para siempre destruido, ó á cada instante destruyéndose, si sin cesar renacen las fuerzas, todo cuerpo en equilibrio es actualmente capaz de moverse en virtud de una cierta fuerza dada, absolutamente como en virtud de la misma fuerza se moveria si estuviere en reposo.

Establecidas estas nociones preliminares, veamos como se puede indagar las condiciones de equilibrio en un sistema cualquiera de cuerpos de figura invariable, solicitado por fuerzas cualesquiera P, Q, R, S, etc., aplicadas á puntos dados *a, b, c, d, etc.*, del sistema.

Para lograr este fin, se prescindirá absolutamente de la pesadez ó atraccion terrestre, ó en otros términos se supondrá á los cuerpos en cuestion como si existiesen solos en el espacio, de suerte que solo será preciso tener en consideracion los esfuerzos de las solas fuerzas aplicadas P, Q, R, S, etc., que en

caso de equilibrio deberán mutuamente neutralizarse.

Es facil ver despues que bastará hallar las condiciones del equilibrio en el simple sistema de los puntos *a, b, c, d, etc.*, considerado como un conjunto de puntos ligados entre sí de una manera invariable; en efecto si se designa por *a', b', c', d', etc.*, los mismos puntos *a, b, c, d*, del sistema, pero considerados solamente como puntos unidos por rectas rígidas é inestensibles, y si se supone su equilibrio se debe á las fuerzas P, Q, R, S, etc., es evidente que las mismas fuerzas P, Q, R, S, etc., mantendrán tambien el sistema en equilibrio, pues se podria imaginar que el sistema ha sido colocado sobre los puntos *a', b', c', d', etc.*, de manera que los puntos *a, b, c, d*, coincidan actualmente con ellos; el sistema dejado en reposo, el equilibrio de los puntos *a', b', c', d', etc.*, no será perturbado. Pero es evidente que tambien subsistiria el equilibrio si en lugar de suponer los puntos *a* y *a'*, *b* y *b'* coincidentes, se los supusiese unidos de una manera invencible, de suerte que *a* no pudiese separarse de *a'*, *b* de *b'*, etc.; de lo que resulta que las condiciones de equilibrio, entre las fuerzas P, Q, R, etc., aplicadas al simple sistema de cuerpos, son las mismas que tendrian lugar entre las mismas fuerzas P, Q, R, etc., aplicadas al simple sistema de puntos de aplicacion *a, b, c, etc.*, ligados entre sí de una manera invariable.

Ahora bien, puesto que solo quedan tres cosas que considerar en el equilibrio de las fuerzas; sus intensidades, sus direcciones y sus puntos de apli-



cacion, es evidente que las condiciones del equilibrio no son mas que las relaciones mutuas, entre estas tres cosas para que el equilibrio tenga lugar en el sistema.

Para descubrir el camino que debe conducir á las condiciones de equilibrio, representate un cuerpo ó sistema tenido en equilibrio por las fuerzas que quieras P, Q, R, etc., y con la direccion que quieras en el espacio.

Puesto que estas fuerzas se equilibran entre sí, es claro que cualquiera de ellas, la fuerza P, por ejemplo, se opone sola á la accion de las demas Q, R, S, etc., de modo que parece que el efecto de estas últimas es solicitar el sistema absolutamente como una simple fuerza contraria igual á la fuerza P.

Luego pudiendo suceder que una sola fuerza sea capaz de producir en un cuerpo el mismo efecto que muchas otras, el primer cuidado debe ser procurar reducir las fuerzas aplicadas al menor número posible, y observar la ley de esta reduccion.

Esta fuerza final, capaz de producir en un cuerpo el mismo efecto que muchas otras combinadas se llama la *resultante*, llamándose *componentes* las fuerzas combinadas que la producen. Llámase *composicion de fuerzas* la ley por la cual se substituyen á una sola muchas fuerzas capaces del mismo efecto.

En mis cartas sucesivas designaré las fuerzas por las letras P, Q, R, etc., colocadas sobre las líneas que representan sus direcciones, y si una letra tal como A indica el punto de aplicacion de una fuerza tal como P, por ejemplo, supondré siempre que la

accion de esta fuerza tiene lugar de A hácia la letra P; y si, para representar la cantidad de esta fuerza, trazo una cierta línea terminada AB de su direccion y partiendo del punto A, tú supondrás que se lleva esta línea del lado en que el punto de aplicacion A tiende á moverse.

A la mayor brevedad seguiré este asunto tratando de la composicion y descomposicion de las fuerzas.