

comunicacion que con justicia ocupan la atencion general en estos momentos, sino tambien del aprovechamiento y empleo de las aguas al fomento de la agricultura, trabajos inofensivos que, lejos de producir rivalidades ni reclamaciones de ningun género, derraman por do quiera el bienestar, aumentan la fortuna pública y mejoran notablemente el aspecto moral y material de los pueblos.

A. LOPEZ.

## DEL MOVIMIENTO CONTINUO.

### ARTÍCULO I.

La celebridad que en época ya muy distante de la nuestra tuvieron algunos problemas de las ciencias matemáticas y físico-matemáticas, celebridad que una especie de tradicion ha conservado entre algunos, ha dado margen á que ciertas personas sin los conocimientos necesarios, y aun á veces sin entender el enunciado, con la mejor buena fé sin duda, pero con una idea exagerada de sus propias fuerzas, se bayan dedicado á la resolucion de dichos problemas.

Si esto no tuviera mas inconveniente que hacerles perder el tiempo sin fruto alguno, no nos tendríamos en manifestar lo absurdo de su empeño; mas no sucede así; la aficion á este género de estudio, si nos es permitido darle este nombre, se ha estendido tanto, ha tomado tales proporciones, que bien puede decirse está á la orden del dia entre aquellos que, mirando, como una cosa despreciable aprender lo que hasta el presente se ha descubierto, tratan de singularizarse, ya encontrando la cuadratura del círculo, ya la triseccion del ángulo; unas veces inventando máquinas de movimiento continuo, otras descubriendo nuevas fuerzas motrices; y aun el mal seria menor, si su tarea quedara reducida á *buscar*, mas desgraciadamente muchos creen haber *hallado*.

Consecuencias de estos hechos son; por una parte, la formacion de sociedades cuyo fin inevitable y desastroso ha causado y causará la pérdida de capitales tan sin prudencia espuestos; por otra, la publicacion de obras llamadas científicas, que seguramente no darán á los extranjeros la mejor idea del estado en que se encuentra la ciencia en nuestro país.

Con el objeto de ilustrar sobre este asunto á los particulares, para que comprendan que la casualidad, á la que tantas veces se invoca en estas materias, es infructifera cuando cae en manos de quien no puede conocerla ni aprovecharse del descubrimiento con que le brinda; que obrarán con prudencia si antes de arriesgarse en cualquier empresa tratan de consultar con personas entendidas en la materia, y con el objeto de protestar en nombre de la ciencia, á tal punto rebajada, contra tales obras y contra tales problemas, trataremos de las cuestiones citadas, procurando hacer ver al mayor número posible de personas cuál es el verdadero punto de vista bajo el que deben mirarse. Si tan solo se tratara de la parte científica, no nos detendríamos á refutar errores que no merecen ser com-

batidos, pero nos decide á hacerlo la consideracion de que algunos de ellos pueden causar grandes perjuicios á los intereses de los particulares, y por eso principiaremos ocupándonos del movimiento continuo.

Antes de entrar de lleno en la cuestion que nos ocupa, y con el objeto de presentar cuanto sobre ella tenemos que decir como una simple consecuencia de la teoria de las máquinas, recordaremos algunos principios de mecánica aplicada á las máquinas, y de mecánica racional. Así, pues, principiaremos definiendo la palabra trabajo; demostraremos despues el principio de la trasmision del trabajo de una fuerza en un sistema de puntos sujetos á moverse por curvas determinadas; manifestaremos á continuacion el principio general de las fuerzas vivas, deduciendo de él la condicion para que el movimiento subsista indefinidamente, y por último, estudiaremos la cuestion del movimiento continuo, tal como ha sido interpretada por los que de ella se han ocupado.

Trabajo elemental de una fuerza que actúa sobre un punto sujeto á moverse por una curva, es el producto de la fuerza por la proyeccion, sobre ella, del camino infinitamente pequeño descrito por el punto.

Trabajo de la misma fuerza entre dos posiciones del punto, es la integral entre dichas dos posiciones, de los trabajos elementales.

De la definicion que hemos dado del trabajo elemental se deduce que momento virtual, segun se entiende en mecánica, y trabajo elemental son una misma cosa, con la sola diferencia de sustituir á las denominaciones, momento virtual positivo ó negativo, las de trabajo motor ó resistente.

Supongamos ahora un cierto número de curvas, en cada una un punto, y estos enlazados de modo que, moviéndose uno de ellos en la curva que le corresponde, ponga en movimiento á todos los demas. A un sistema semejante pueden referirse todas las máquinas. Con el objeto de abreviar el razonamiento, representemos por  $a$  y  $b$  dos puntos del sistema, por  $c$  y  $d$ , las curvas en que se mueven, por  $F$  y  $X$ , dos fuerzas que actúan sucesivamente en  $a$  la primera, y en  $b$  la segunda, segun cualquier direccion, y admitamos que conocida una de estas fuerzas, la  $F$  por ejemplo, se trata de hallar la  $X$  de tal modo, que pueda sustituir á la primera, se decir, que el efecto de ambas sobre el sistema, sea el mismo.

Prescindiremos en lo que va á seguir de las resistencias pasivas. Es evidente que si encontramos una fuerza que aplicada en  $b$  y en la direccion dada, destruya el efecto de la fuerza  $F$ , es decir, la haga equilibrio, su valor numérico será igual al de la fuerza buscada, y con solo cambiar el sentido en que obra, quedará completamente resuelto el problema. Queda, pues, reducido este á encontrar una fuerza que aplicada en  $b$  y segun la direccion dada, haga equilibrio á la fuerza  $F$ ; pero la condicion de equilibrio se espresa igualando á cero la suma de momentos virtuales, así, representando por  $ds$  y  $ds'$  las velocidades virtuales, la ecuacion

$$X ds' + F ds = 0$$

dará el valor numérico de  $X$ .

De aquí se deduce: 1.º, que en general el valor numérico de  $X$ , no será igual al de  $F$ , puesto que la condicion necesaria para que esto tenga lugar es  $ds = ds'$ , circunstancia que no se verifica sino para casos particulares. En efecto, admitamos para mayor sencillez que las direcciones de las fuerzas sean las de las tangentes en  $a$  y  $b$  á las curvas  $c$  y  $d$ ; en este caso  $ds$  y  $ds'$  representarán los caminos descritos por los puntos  $a$  y  $b$ ; pero estos caminos en general son desiguales; así, por ejemplo, en una palanca, su relacion es la de los dos brazos; en un polipasto, esta misma relacion, es la de uno al número de cuerdas que sostienen el peso: 2.º, que la relacion  $\frac{X}{F}$  tiene el mismo valor numérico que  $\frac{ds}{ds'}$ , así la fuerza  $X$  será mayor ó menor que la  $F$ , segun que  $ds$  sea mayor ó menor que  $ds'$ .

Consecuencia de esto; dos fuerzas de intensidades distintas, pueden equilibrarse en una máquina, ó dicho de otro modo; al transmitirse, valiéndonos de esta espresion, aunque no sea muy exacta, una fuerza en una máquina de una pieza á otra, su intensidad varia.

Las consideraciones anteriores, no hacen sino probar lo que todo el mundo sabe, lo que la esperiencia ha demostrado ya. ¿Quien no ha visto equilibrarse en una palanca fuerzas de intensidad muy distinta? ¿Y por qué sucede esto? Porque si la relacion de los brazos es, por ejemplo, de dos á uno, de tres á uno, y si las fuerzas son perpendiculares á los dos brazos de la palanca, las velocidades virtuales  $ds$ ,  $ds'$  coinciden con los caminos descritos, y su relacion, con la de dichos dos brazos; así, siendo  $ds$  igual á  $2 ds'$  ó  $5 ds'$ ,  $X$  será igual á  $2 F$  ó á  $5 F$ . Vemos, pues, que la fuerza  $F$ , al transmitirse por la máquina, ha aumentado de intensidad.

Pues bien, á pesar de conocer todo el mundo estos hechos, hay quien dice: «las máquinas no dan fuerza,» frase que prescindiendo de lo incorrecta que es, y tomándola en el sentido que sin duda quieren darle los que la emplean, es absolutamente falsa: algunos de los que tal dicen sin duda han oido: «las máquinas no pueden aumentar el trabajo motor que reciben,» y trocando trabajo por fuerza, han deducido la consecuencia anterior.

Sigamos el estudio de la ecuacion  $F ds + X ds' = 0$ . De ella podemos deducir  $F ds = -X ds'$ , ó lo que es igual, los trabajos elementales de dos fuerzas que se equilibran, son iguales y de signos contrarios, de donde se deduce que el trabajo  $X ds'$  de la fuerza  $X$  capaz de sustituir á la  $F$  es igual al de esta, ó bien, dicho esto de otro modo: «las máquinas transmiten el trabajo que reciben sin alterarlo,» bien entendido que prescindiendo de las resistencias pasivas, ó empleando el lenguaje inexacto de algunos: «las máquinas no dan trabajo.»

Reasumiendo lo que llevamos dicho: «en una máquina pueden equilibrarse fuerzas muy distintas en intensidad, pero siempre sus trabajos serán iguales.»

Generalizando estas consideraciones. aunque sin

dar la demostracion, la cual nos llevaria muy lejos, podemos dejar sentado el siguiente principio: «las máquinas transmiten al operador el trabajo que el receptor recibe, disminuido de todos los trabajos resistentes de las piezas intermedias.» De aquí se deduce que el trabajo recibido, nunca podrá aprovecharse por completo.

JOSÉ ECHEGARAY.

## DEL ARBOLADO EN LAS CARRETERAS.

### ARTÍCULO II.

La esperiencia de todos los tiempos y países nos enseña que no es posible tener buenos árboles de cualquier especie que sean, sino se tiene un vivero oportunamente dispuesto y próximo al sitio en que se hayan de hacer los plantios; y claro está que no hablamos de los montes, en que el sistema preferible son las siembras hechas de la manera que la ciencia enseña.

No es otra cosa el vivero que cierta estension de terreno, en la que se siembran, cuidan y dirigen los árboles hasta la época conveniente de su traslacion al sitio en que deben permanecer.

Debe estar colocado en sitio al abrigo de los vientos recios que reinan en el país y que tanto perjudican á los arbolillos, por las direcciones viciosas que les hacen tomar, cuidando tambien en los climas muy cálidos de que la esposicion no sea tan al medio-día, que en el terreno y en los árboles se verifiquen mas evaporaciones que el agua que uno y otros puedan recibir.

Los prácticos están divididos acerca de la naturaleza más conveniente de las tierras que los forman: unos dicen que deben ser de las de peor calidad, para que en la época del trasplanto encuentren los árboles mejoría y puedan desarrollarse con mas facilidad; otros, por el contrario, opinan que; si se puede elegir, se busque el mejor terreno de la comarca en que el vivero haya de colocarse; y algunos, finalmente, aconsejan la comparacion del que hayan de ocupar los árboles en su cría y desarrollo con el que les ha de proporcionar apoyo permanente y procurar la mayor analogia posible entre ambos.

De tan encontradas opiniones, solo escogeré la que aconseja los terrenos de buena calidad; esta preferencia es fácil de justificar, considerando que los árboles serán mas vigorosos y de mas pronto desarrollo, con lo que están en mejor disposicion para resistir las privaciones á que despues se han de ver espuestos: ¿qué diríamos del que aconsejara nodrizas débiles y alimentacion escasa al niño que, despues de su desarrollo, hubiese de estar mas espuesto á privaciones y á todo género de causas destructoras? ¿no dice la razon natural que todo organismo que en sus primeros tiempos ha adquirido vigor, tiene mas asegurada la existencia?

He dicho tierras de la mejor calidad, y es sabido que esta bondad no es sino relativa á las circunstancias del país, y que algunas de las mas fértiles y productivas de las llanuras de campos, serian