

REFLEXIONES

SOBRE LA LEY DE LA ATRACCION.

El movimiento de los planetas en sus órbitas está compuesto de dos fuerzas: la primera fuerza es la de proyeccion, cuyo efecto egerceríase en la tangente de la órbita si el efecto continuo de la segunda cesase un instante: esta segunda fuerza tiende hacia el sol, y por su efecto precipitaria hácia aquel los planetas, si la primera fuerza cesase á su vez por un solo instante.

La primera de estas fuerzas puede ser mirada como una impulsión, cuyo efecto uniforme y constante ha sido comunicado á los planetas desde el tiempo en que se formó el sistema planetario. La segunda puede ser considerada como una atraccion hácia el sol, y debe medirse como todas las cualidades que parten de un centro, por la razon inversa del cuadrado de la distancia, como efectivamente se miden las cantidades de luz, olor, etc. y todas las demas cantidades ó cualidades que se propagan en línea recta y se refieren á un centro. No puede caber duda en que la atraccion se propaga en línea recta, puesto que nada hay mas recto que la vertical que cayendo perpendicularmente á la superficie de la tierra, tiende directamente al centro de la fuerza, y solo se aleja muy poco de la direccion del radio al centro: por tanto puede decirse que la ley de atraccion debe estar en razon inversa del cuadrado de la distancia, únicamente

porque parte de un centro ó tiende á él que para el caso viene á ser lo mismo.

Pero como este razonamiento preliminar, por muy fundado que lo creamos, pudiera ser atacado y contradicho por los que hacen poco aprecio de la ley de las analogias, y que solo están acostumbrados á dejarse persuadir por las demostraciones matemáticas, creyó Newton mas oportuno establecer la ley de atraccion por los fenómenos mismos que por cualquiera otra cosa, y en efecto demostró geoméricamente que si muchos cuerpos se mueven en círculos concéntricos, y los cuadrados de los tiempos de su revolucion son como los cubos de sus distancias al centro comun, las fuerzas centripetas de sus cuerpos son recíprocamente como los cuadrados de sus distancias, y que si los cuerpos se mueven en órbitas poco diferentes del círculo, dichas fuerzas son tambien recíprocamente como los cuadrados de las distancias, con tal que los ápsides de las órbitas sean inmóviles. Asi, las fuerzas por medio de las cuales los planetas tienden á los centros ó á los focos de sus órbitas, siguen en efecto la ley del cuadrado de la distancia; y por ser general y universal la gravitacion, su ley es constantemente la de una razon inversa del cuadrado de la distancia. No creemos que pueda dudarse de la ley de Keplero ni negar que se hace estensible á Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno.

Siempre que solo se considere un planeta ó un satélite, moviéndose en su órbita al rededor del sol ó de otro planeta, ó que solo se atienda á dos cuerpos en movimiento ó el uno en este estado y el otro en reposo, podrá asegurarse que la ley de atraccion sigue exactamente la razon inversa del cuadrado de la distancia, puesto que por todas las observaciones, la ley de Keplero se encuentra exacta tanto para los planetas principales como para los satélites de Júpiter y

Saturno. Sin embargo pudiera hacerse una objecion fundada en los movimientos de la luna que son irregulares hasta tal punto que le llama Mr. Halley *Sidus contumax*, y principalmente en el movimiento de sus ápsides que no son inmóviles como lo exige la suposicion geométrica, bajo la cual se halló el resultado de la razon inversa del cuadrado de la distancia para la medida de la fuerza de atraccion planetaria.

De muchos modos pudiera contestarse: desde luego pudiera decirse en virtud de que la ley se observa generalmente en todos los demas planetas con exactitud, que un solo fenómeno en que la misma exactitud deja de reinar, no debe destruir esta ley, pues ese caso debe considerarse como una escepcion que merece ser estudiada particularmente.

Pudiera responderse en segundo lugar, como lo hizo Mr. Cotes, que aun cuando se concediese que la ley de atraccion no se halló en este caso en razon inversa del cuadrado de la distancia, y que dicha razon es un poco mayor, la diferencia puede estimarse por el cálculo por medio del cual se encuentra que es casi insensible puesto que la razon de la fuerza centripeta de la luna se aproxima sesenta veces mas á la razon del cuadrado que á la razon del cubo de la distancia.

Y debiera responderse en tercer lugar y mas positivamente que ese movimiento de los ápsides no proviene de que la ley de atraccion excede á la razon inversa del cuadrado de la distancia, sino que en efecto el sol obra sobre la luna por una fuerza de atraccion que debe turbar su movimiento produciendo el de los ápsides, y que por consiguiente bien pudiera ser esta la única causa que impide á la luna de seguir exactamente la regla de Keplero. Newton calculó los efectos de esa fuerza por turbatriz y dedujo de su teoría las ecuaciones y demas movimientos de la

luna, con tal precision que corresponden muy exactamente, ó con solo algunos segundos de diferencia, á las observaciones repetidas por los mejores astrónomos. Pero por hablar tan solo del movimiento de los ápsides hace conocer desde la cuadragesima quinta proposicion del primer libro que la progresion del apogeo de la luna proviene de la accion del sol; de modo que hasta aqui todo se halla acorde, y su teoría tan verdadera y tan exacta en los casos mas complicados como en los que lo son menos.

No obstante, uno de nuestros mas insignes géometras Mr. Clairaut ha pretendido que la cantidad absoluta del movimiento del apogeo no podia deducirse de la teoría de la gravitacion tal como ha sido establecida por Newton, porque empleando las leyes de su teoría, encuéntrase que aquel movimiento debiera concluir en diez y ocho años, mientras que solo se verifica en nueve. Apesar de la autoridad de este hábil matemático, y de las razones que alegó en sostén de su opinion, siempre estuvimos y estamos aun en el convencimiento de que la teoría de Newton está acorde con las observaciones: no emprenderemos la tarea de probar que Newton no cayó en el error que se le supone; mas breve nos parece corroborar la ley de la atraccion tal como ha sido concebida, y probar que la ley que Mr. Clairaut quiso sustituir á la de Newton es una suposicion no exenta de contradicciones.

Admitamos por un instante lo que Mr. Clairaut pretende haber demostrado, admitamos que por la teoría de la atraccion mútua, el movimiento de los ápsides debia hacerse en diez y ocho años en vez de nueve de los mismos, y recordemos á la vez que á escepcion de este fenómeno, todos los demas por muy complicados que sean, corresponden en la misma teoría y muy exactamente con las observaciones. A juz-

gar desde luego por las probabilidades esta teoría debe subsistir, puesto que contiene un considerable número de partes que están perfectamente acordes con la naturaleza, porque no hay mas que un solo caso en que difiere de ella, y porque es muy fácil engañarse en la enumeracion de las causas productoras de un fenómeno particular. Creemos que la primera idea que debe presentarse es la de averiguar la razon particular de ese fenómeno raro y no será difícil imaginar alguna. Por ejemplo, si la fuerza magnética de la tierra, pudiese, cual dice Newton, entrar en el cálculo, encontrariase quizás que influye bastante en el movimiento de la luna para producir la aceleracion del movimiento de su apogeo, y en este caso es cuando necesitaríamos emplear dos términos para espresar la medida de las fuerzas que producen el movimiento de la luna. El primer término de la espresion seria en todos casos el de la ley de la atraccion universal, es decir, la razon inversa del cuadrado de la distancia y el segundo término representaria la intensidad de la fuerza magnética.

Esta suposicion está sin duda mejor fundada que la de Mr. Clairaut que nos parece mucho mas hipotética y sujeta por otra parte á dificultades invencibles. Espresar la ley de atraccion por dos ó mas términos, añadir á la razon inversa del cuadrado de la distancia una fraccion del cuadrado, en lugar de $\frac{1}{xx}$ poner $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$ parece no ser otra cosa que ajustar una espresion de tal manera que corresponda á todos los casos: no seria ya una ley física lo que esta espresion representase; porque tomándose la licencia de añadir un segundo, un tercero, un cuarto término etc., bien pudiera hallarse una espresion que en todas las leyes de la atraccion, representase el caso de que se

trata, ajustándola al mismo tiempo á los movimientos del apogeo de la luna y á los demas fenómenos: por consiguiente si esta suposicion fuese admitida, ademas de anonadar la ley de la atraccion en razon inversa del cuadrado de la distancia, daria entrada á todas las leyes posibles é imaginables. Una ley en física solo es ley porque su medida es simple, y porque la escala que la representa no tan solo es siempre la misma, sino tambien la única, y no puede ser representada por otra, pero siempre que la escala de una ley no pueda representarse por un solo término, esa sencillez y esa unidad de escala que hace la esencia de la ley no subsiste y por consiguiente no hay ley.

Como este último razonamiento pudiera parecer metafísico, y como hay pocos que puedan entenderlo á fondo, procuraremos hacerlo sensible explicándonos con mas claridad. Decimos, pues, que siempre que queramos establecer una ley sobre el aumento ó la disminucion de una cualidad ó de una cantidad física, nos vemos en la estricta necesidad de emplear un solo término para espresar la mencionada ley: este término es la representacion de la medida que debe variar, como varia tambien la unidad comun de medida: de modo que si siendo la unidad una pulgada resulta en seguida un pie, una vara, una toesa, una legua, etc., el término que la espresa resultará sucesivamente en unidades del mismo tipo, es decir, que las representa en el mismo orden de magnitud: lo mismo sucede con todas las demas razones en las cuales una cantidad puede variar.

De cualquiera manera que pudiésemos suponer que una cualidad física varia, como esta cualidad es única, su variacion será sencilla y siempre espresable por un solo término que será su medida; y cuando quieran emplarse dos términos se destruirá la unidad de la cualidad física, pues representarán dos va-

riaciones diferentes en la misma cualidad, es decir, dos cualidades en vez de una. Dos términos hacen en efecto dos medidas ambas variables, pero sin igualdad en la variación, y en tal caso no pueden ser aplicados á un efecto simple, á una sola cualidad: y si se admiten dos términos para representar el efecto de la fuerza central de un astro, preciso es confesar que en lugar de una fuerza resultan dos, de las cuales la una será relativa al primer término, y la otra al segundo: de esto se colige que Mr. Clairaut debió admitir necesariamente otra fuerza distinta de la atracción, puesto que empleó dos términos para representar el efecto completo de la fuerza central de un planeta.

No comprendemos como es posible imaginar que una ley física pueda ser expresada por dos términos relativamente á las distancias; porque si hubiese por ejemplo una masa M cuya virtud atractiva quedase expresada por $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, ¿no resultaria el mismo efecto que si la misma masa estuviese compuesta de dos materias diferentes, como por ejemplo de $\frac{1}{2} M$, cuya ley de atracción estuviese expresada por $\frac{2aa}{xx}$, y de $\frac{1}{2} M$ cuya atracción fuese $\frac{2b}{x^4}$...? Una opinión contraria nos parece absurda.

Pero además de estas dificultades que implica la suposición de Mr. Clairaut que así destruye la unidad de ley en que se funda la verdad y la preciosa sencillez del sistema del mundo, esta suposición da lugar á otras varias dificultades que hubiera sido conveniente se hubiese propuesto Mr. Clairaut antes de admitirla, y comenzar al menos por examinar cuidadosamente, todas las causas particulares, que pudieran producir el mismo efecto. Por nuestra parte,

si como Mr. Clairaut, hubiésemos tratado de resolver el problema de los tres cuerpos y creyésemos haber encontrado que la teoría de la gravitación, solo produce la mitad del movimiento del apogeo, no hubiéramos deducido iguales consecuencias á las que aduna contra la ley de atracción: no suscribimos por tanto á las ideas de Mr. Clairaut, ni suscribiríamos aunque pudiese demostrar la insuficiencia de todas las demás causas particulares: sus nuevas doctrinas en nada pueden alterar la ley de la atracción ni modificar la astronomía física: esta permanece con todo su vigor, como puede conocer el que sin prevención alguna reflexione acerca de cuanto acabamos de decir en este ligero bosquejo.