

La filosofía natural de Rodrigo de Arriaga

Nuestra mentalidad moderna sobre lo que es o no es científico, puede hacernos rechazar como científicas obras del tipo del *Cursus Philosophicus* de Rodrigo de Arriaga, y ello aun cuando incluyan el comentario a los ocho libros de los Físicos de Aristóteles. Tampoco podemos por otro lado acercarnos a los libros de los Físicos o a cualquiera de sus innumerables comentarios con la creencia de que en ellos están todos y cada uno de los fundamentos de la Física moderna.

Sin embargo se ha observado, con el incremento del interés por la Historia de la Ciencia, un resurgir de la atención sobre los fundamentos que pueden encontrarse en la escolástica de temas de carácter exclusivamente científicos ¹.

Con ese espíritu sincretista nos hemos acercado a la obra de Arriaga, que ha sido citado muchas veces como científico español ² y tantas otras olvidado o preterido, y

1 Así por ejemplo: W. A. Wallace, 'The Concept of Motion in the Sixteenth Century', *The American Catholic Philosophical Association. Proceedings for year 1967. Sec. VI: Philosophy of Nature*, pp. 184-195; W. A. Wallace, 'The Enigma of Domingo de Soto: *Uniformiter difformis* and Falling Bodies in Late Medieval Physics', *ISIS*, vol. 59, Part. 4, n.º 199 (1968) pp. 384-401; W. A. Wallace, 'The «Calculatores» in Early Sixteenth Century Physics', *The British Journal for the History of Science*, vol. 4, n.º 15 (1969) pp. 221-232; J.-L. Gardies, 'Les antécédents scolastiques de la théorie des ensembles', *Revue de Métaphysique et de Morale*, An. 91, n.º 4, Oct.-Dec. (1986) pp. 486-505.

2 M. Menéndez Pelayo, *La Ciencia Española*, 3ª ed. (Imp. de A. Pérez Dubrull, Madrid 1887-1888) t. I, p. 8; J. López Piñero, T. F. Glick, V. Navarro Brotóns, E. Portelo Marco, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, vol. I, p. 78; J.

hemos querido conocer y discutir especialmente su pensamiento sobre la caída de los cuerpos y la teoría del *impetus* ³. Sobre todo para dejar constancia de que este filósofo escolástico, al acercarse a los temas de la filosofía natural estaba imbuido de un buen conocimiento de la ciencia de su época, y también de un talante distinto al de otros filósofos en lo que se refiere a la confrontación experimental ⁴.

Aristóteles trata en el libro VII de los Físicos del movimiento local, entendido como cambio espacial, frente al cambio sustancial que será llamado movimiento de generación y corrupción. Y al tratar de este problema del movimiento local, se encuentra tradicionalmente en la escolástica el de la caída de los cuerpos, o caída de los graves, que es uno de los problemas a que queremos dedicar nuestra atención. En el del movimiento de generación y corrupción se encontrará por otra parte toda la problemática astronómica, ya que contraponían lo incorruptible y eterno, el cielo, con lo que puede ser generado o corromperse, cuyo lugar es el mundo.

Ciñéndonos al movimiento de caída de los graves, lo primero que hay que señalar es que tiene unas características especiales que le distingue de otros movimientos:

1^a) Se produce siempre que se trata de graves, es decir de cuerpos pesados o dotados de gravedad.

2^a) Se produce, al parecer, con independencia del sujeto que deja caer el cuerpo.

Vernet Ginés, *Historia de la Ciencia Española* (Madrid 1975); J. L. Gardies, loc. cit., p. 496.

3 El pensamiento de Arriaga en la cuestión «De Coelo», ya lo hemos publicado en *Estudios Filosóficos*, con el título: 'Concepciones físicas del cielo en dos españoles de los siglos XVI y XVII', Vol. XXXIX; Enero-Abril 1990, pp. 83-100.

4 Hemos utilizado las dos ediciones que se encuentran en este momento en las Bibliotecas dependientes de la Universidad de Valladolid. Una, la más antigua de las dos, la edición de 1647, que se halla en la Biblioteca Universitaria, y otra, póstuma de 1669, que se cuenta entre las obras de la Biblioteca del Colegio de Santa Cruz. Estas son: R. de Arriaga, *Cursus Philosophicus*, Ed. 4^a (Fran. Piot, Parisiis 1647); R. de Arriaga, *Cursus Philosophicus*, (J. A. Huguetam et Guill. Barbier, Lugduni 1669).

La primera característica es clara porque es de experiencia general⁵ que hay cuerpos livianos como el humo que no sufren caída sino justamente un movimiento inverso de ascenso. La segunda lleva a considerar que en el objeto hay una potencialidad para realizar ese movimiento de caída, algo impreso en la misma sustancia del grave.

En consecuencia hay que clasificar los cuerpos según su constitutivo y ello conduce a la teoría de los cuatro elementos. Cada uno de los cuatro tiene su lugar natural al que tiende y por ello los graves caen y los leves ascienden en busca de aquél su lugar.

Por otro lado el movimiento de caída de los cuerpos parece regirse por unas leyes admisibles en principio por el sentido común de los humanos: Una es que los «más graves» caen más deprisa que los «menos graves», y otra que ese movimiento no es completamente regular o uniforme, porque parece que si caen de más alto llegan con mayor velocidad al suelo. Y esto último puede comprobarse también porque producen mayor impresión, en el sentido de imprimir, donde caen, una mayor huella. Lo que lleva a introducirse en el problema del ímpetu o del impulso.

Con lo dicho hemos sintetizado el pensamiento escolástico al respecto, lo que nos indica por un lado que es un pensamiento lógico y coherente, y por otro que no todos los problemas que suscita esta visión de la naturaleza están resueltos, incluso para los mismos escolásticos.

En efecto, dando por supuesto que los elementos, o principios constitutivos del ser cambiante, son los cuatro tradicionales, el primer problema que plantean es el de su lugar natural. Parece que el orden lógico de abajo a

5 Se distinguirá siempre experiencia, u observación simple y objetiva, de experimento, u observación que se hace forzando o preparando de alguna manera al objeto.

arriba ⁶ es: Tierra, Agua, Aire, Fuego. Sin embargo es experimentable u observable que existen las aguas y los fuegos subterráneos. El fuego parece estar forzado bajo tierra, y por ello una grieta en la misma permite la salida estrepitosa del mismo en busca de su lugar natural. Pero no sucede lo mismo con el agua que, estando de modo natural sobre la tierra, al encontrar una grieta busca bajo tierra su lugar «natural» ⁷.

Otro de los problemas es que la experiencia parece contradictoria cuando se trata de si los más graves caen más deprisa que los menos graves. Quien haya hecho la experiencia de hacer caer una bola metálica pequeña y otra prácticamente igual de un material muy ligero, como el corcho, sorprenderá a su propio sentido común cuando observe que la caída es sensiblemente semejante; o si no ha hecho tal experiencia, puede admitir el argumento de Galileo de que una bola diez veces más pesada no cae de ninguna manera diez veces más deprisa que otra, sensiblemente igual en forma y tamaño, pero ligera.

La contradicción estriba en que quien quiera poner a prueba la afirmación anterior, comprueba que una hoja de papel o una pluma son mucho más lentas en su caída que una pequeña bola de plomo. Incluso hasta unas diez veces más lentas. Y a quien haya visto esto le parecerá mentira la afirmación de los que realizaron la primera de estas dos experiencias, mientras que aquél buscará una explicación, pero no entenderá que se niegue algo que puede comprobarse con una sencilla experiencia ⁸.

Arriaga, seguramente fundado en el argumento de Galileo, al que no cita directamente, quizá por una pru-

6 Incluso esta expresión de arriba y abajo es una noción relativa, aunque resulte absoluta para nuestro sentido común.

7 Todas las dificultades que encuentra Arriaga para sostener el lugar natural del agua se encuentran en la Subsección VI. «*Quomodo Elementa gravitentur*», de la *Disputatio IV*, pp. 518 y ss. de la ed. de 1647.

8 Controversia Arriaga-Oviedo, en la que insistiremos después.

dencia explicable⁹, se decide a realizar esta experiencia, y para ello no duda en subir a la cúpula de la iglesia de los jesuitas de Praga, para que sus discípulos de lo que hoy llamaríamos Filosofía Natural, puedan comprobar cómo llegan a la vez al suelo los dos graves que ha decidido dejar caer desde lo alto¹⁰. Notamos de paso que es precisamente este espíritu de comprobación experimental lo más sobresaliente de este jesuita y lo que ha permitido citar a este filósofo entre los científicos españoles¹¹.

Pero como también tiene que dar una explicación al hecho de que una hoja de papel o una pluma se entretiene más en el aire y revolotea, acude al argumento de que es el viento quien mueve la pluma de acá para allá, y no su tendencia a buscar su lugar natural; y se atreve a decir que sin viento esto no ocurriría, como comprueba él mismo dejando caer una pluma desde la mesa en que escribe hasta el suelo¹². Aquí tenemos que advertir que ha-

9 «Dubitarunt hac de re aliqui ante aliquot annos in duobus globis aequalis figurae et magnitudinis, qui ex quacumque distantia aequaliter cadunt, licet sit uno decuplo altero gravior; et idem est de qualibet alia figura». En ed. 1647, p. 515; en ed. 1669, p. 690. Traducimos: «Algunos dudaron de esto hace algunos años [*creemos que aquí se refiere a Galileo*] respecto a dos bolas de igual forma y tamaño, las cuales caen de igual modo desde cualquier distancia, aunque una sea diez veces más pesada que la otra, y lo mismo sucede con otras de distinta forma».

10 «Nuper ex cuppula nostri templi Pragensis, quae valde est alta, dimisi e manibus simul lapillum parvum, et alterum plusquam vigesies graviorem, et tamen simul omnino tetigere terram. Id ipsum ex arce Calstaniensis quae est altissima, et eodem omnino modo ceciderunt, etsi essent inequaliter gravia corpora dimissa». Sólo en la ed. 1669, p. 691. Traducimos: «Hace poco desde la cúpula de nuestra iglesia de Praga, que es muy alta, solté de mis manos al mismo tiempo una piedra pequeña y otra más de veinte veces más pesada, y sin embargo tocaron tierra al mismísimo tiempo. Lo mismo desde la fortaleza de Hradčany que es altísima, y cayeron también del mismo modo una vez sueltas aunque fuesen desiguales».

11 Nos gustaría hacer una comparación, ventajosa para Arriaga, entre el espíritu que le anima y el del filósofo escolástico que B. Brecht ridiculiza en la escena 4ª de su *Galileo*. Arriaga está por el contrario dispuesto a rechazar las enseñanzas recibidas, si se oponen a la experiencia: «Ita forte in multis receptis opinionibus contingeret, si eas experientia ipsa examinare possemus». En ed. 1647, p. 515; en ed. 1669, p. 690.

12 «...propter suam tenuitatem et figuram huc illuc vertitur... At si semel ponamus corpus, quod non mutet eam positionem in descensu, sed solidum sit, rectaque cadat... In hoc ipso calamo quo hoc scribo, simul cum magno lapide projecto, expertus sum tam cito tangere terram, nisi quando in aere aperto huc illucque rapitur». En ed.

bla del viento y no de la resistencia del aire, sin vislumbra el efecto que la velocidad de los cuerpos tiene sobre la resistencia que se produce.

Según lo dicho, parece que puede considerarse a Arriaga como un hombre —contemporáneo de Galileo— para el que su formación escolástica no le impide recibir el espíritu científico moderno que se está gestando en su época. Pero admitir que es un científico, en el sentido moderno, será imposible para quien lea su afirmación de que los cuerpos no van más deprisa cuando están cerca del suelo que al principio de su caída, si es que no trata de averiguar el porqué de esta afirmación.

Desde luego, sorprende la negativa del filósofo riojano a admitir que los graves tienen más velocidad cuando están cerca del suelo que al principio de su caída. Y más si se tiene en cuenta que era doctrina admitida en la escolástica del siglo XVI, ya que Domingo de Soto había clasificado perfectamente los movimientos locales como uniformes y disformes —acelerados diríamos hoy—, y estos últimos podían ser a su vez uniformemente disformes o disformemente disformes —hoy diríamos uniformemente acelerados o acelerados sin más—. Admite Soto que los graves tienen un movimiento de caída uniformemente disforme. Esta afirmación es casi medio siglo anterior a Galileo¹³, y en época de Arriaga es una aseveración admitida por casi todos los filósofos naturales contemporáneos.

Pero si se lee con atención a nuestro jesuita se encuentra que no niega esto, sino que no admite los dos ar-

1647, p. 516; en ed. 1669, p. 692. Traducimos: «...por su levedad y forma va de acá para allá... Pero si ponemos un cuerpo que no mude la posición en el descenso y caiga en línea recta... Y con esta misma pluma con la que escribo, he experimentado que arrojada junto con una gran piedra tocan la tierra a la vez, a no ser que al aire libre se vuela de acá para allá».

13 Domingo de Soto, *Super octo Libros Physicorum Aristotelis Commentaria*, Ed. 2ª (Salmanticae 1551-1552). Cf. también los art. cit. de Wallace.

gumentos que se dan para demostrar la afirmación. Estos dos argumentos son:

1.º Los cuerpos graves van más deprisa al final de su movimiento porque están más cerca de su lugar natural.

2.º Un cuerpo soltado desde más altura lleva más velocidad porque produce en el suelo mayor impresión que el que ha caído desde menor altura.

El modo de pensar de Arriaga se ve claro con el rechazo al primer argumento: Si los cuerpos caen más deprisa por estar cerca de su lugar natural, la velocidad de caída a un palmo del suelo sería siempre la misma, viniese o no de más arriba dicho grave, porque la distancia al lugar natural es la misma en ambos casos, es decir, un palmo sobre el suelo.

En cuanto al segundo argumento, contesta con un contrargumento: Dos cuerpos distintos, por ejemplo uno diez veces más grave que otro, que caen desde una misma altura, llegan al suelo a la vez, y sin embargo uno produce una impresión en el suelo mucho mayor que el otro.

No le pasa desapercibido al filósofo jesuita el que un mismo grave produce mayor impresión cuanto desde mayor altura haya caído, pero no toma esto en cuenta porque para él es cierto que esta mayor impresión se debe a que el cuerpo tiene mayor ímpetu que el otro. Aunque a nosotros nos queda por esclarecer cuál es la naturaleza de este ímpetu.

A causa de ambos contraargumentos Arriaga rechaza lo que parece evidente: que los cuerpos caen cada vez más deprisa, es decir con movimiento uniformemente disforme en palabras de Soto. Señalaremos que aunque no lo dice con toda claridad, parece que no rechaza la evidencia que se da en la naturaleza y que él experimenta, sino la inferencia de los argumentos dados por los defensores de la otra opinión ¹⁴, de quienes sí se puede decir que no te-

14 Es decir los que niegan que todos los graves caen con la misma velocidad y creen que Arriaga niega el movimiento acelerado de la caída. Las palabras de

nían el espíritu científico que distingue a Rodrigo de Arriaga.

En el ambiente de nuestro autor es un gran mérito llegar a lo que él llegó, por ser prácticamente imposible una mayor claridad en todas estas cuestiones, debido a la rémora que supuso el peso de toda la tradición escolástica. Trataremos de entender a fondo si no era posible un mejor conocimiento de la naturaleza por el hecho de pertenecer a una de las escuelas de la escolástica, o si más bien se debía a que todavía no estaban perfectamente definidas y delimitadas ciertas magnitudes, incluso dentro del mundo científico de entonces, más independiente de pensamiento.

A nuestro entender el *quid* de la cuestión está en la carencia de la noción de masa, tal como se ha entendido en Física a partir de Newton. Y es curioso que un concepto, que desde el punto de vista estrictamente filosófico está tan poco precisado, de forma que aún hoy no es fácil llegar a su definición¹⁵, sea la base para la solución de todos los problemas que aquí hemos planteado.

En efecto el concepto de masa contribuye también a una mejor definición de densidad¹⁶, y desde el momento en que la densidad queda bien definida se resuelve la dis-

Arriaga son literalmente: «Fateor ergo, libentissime, lapidem ... velocius se movens imprimere maiorem impulsum, quam impressisset si tardius se movisset, nego tamen, eo quod corpus imprimat maiorem impulsum, sequi, illud fuisse velocius motus...»; ed. 1669, p. 693. Traducción: «Admito de buena gana que la piedra ... que se mueve más velozmente imprime mayor impulso que el que imprimiría si se moviese más lentamente, pero niego que porque el cuerpo imprima mayor impulso se siga que el movimiento sea más veloz...».

15 Max Jammer, *Concepts of Mass* (Harvard Univ. Press, Cambridge, Ma. 1961).

16 Arriaga conoce la densidad, como se ve en el mismo *Cursus Philosophicus* en la Disputatio «De coelorum natura», Sec. IV, ed. 1669, p. 605, y dice con todo acierto que no es bueno deducir que una cosa más densa es por lo mismo más grave, porque la densidad no es lo mismo que la gravedad: «...non esse bonam consequentiam est *res densior, ergo gravior* ...quia densitas non est idem quam gravitas». Sin embargo no tiene claro el concepto, confundiendo la cualidad de denso y la de sólido, porque también dice que el hielo es más denso que el agua, y a pesar de ello el hielo siempre sobrenada en ella: «glacies est densior quam reliqua aqua, et tamen semper glacies supernatat».

tinción entre graves y leves, el problema del lugar natural y la ampliación del número de los elementos.

También se comprende mejor el concepto de impulso, porque desde la perspectiva de lo que hoy llamamos cantidad de movimiento¹⁷, que es directamente proporcional a la masa y a la velocidad, se entiende el enredo en que incurrieron los escolásticos. Pues para unos era el impulso algo dependiente de la velocidad y para otros algo relacionado con la sustancia. Hoy distinguimos impulso de momento lineal, y a ambos de inercia, desde el enfoque de diferentes magnitudes manejables desde la Matemática. Pero para quien no tomase este punto de vista, e intentase redondear las definiciones, surgía el problema de establecer la diferencia entre impulso (algo dependiente del sujeto) y el ímpetu (algo que permanece en la cosa arrojada), o la diferencia entre materia (cercana a la cantidad) y sustancia (inalterable e inaccesible).

Que la velocidad de caída de los graves sea independiente de la masa, tal como afirmamos hoy, resuelve los problemas que aquí hemos reflejado, mientras que el hecho de que produzcan mayor impresión se puede deber a dos cosas: O bien a que por venir de mayor altura tienen mayor velocidad cuando golpean el suelo, o bien a que tienen mayor masa. En ambos casos lo que sucede es que tienen mayor momento lineal.

Queremos añadir que desde la edición de 1647 a la póstuma de 1669, que son las dos ediciones del *Cursus Philosophicus*¹⁸ de que disponemos, se pueden constatar diversos cambios en Arriaga que pasamos a considerar.

Fundamentalmente lo que determina esos cambios es la controversia con otro jesuita, Francisco de Oviedo¹⁹.

17 Personalmente preferimos el nombre de momento lineal, o momento sin más, que se define como el producto de la masa por la velocidad del cuerpo: $p = m v$.

18 La primera edición del *Cursus Philosophicus* de R. de Arriaga es de 1632, y está editado en Amberes, por Mareti.

19 F. de Oviedo, *Cursus Philosophicus*, (Phil. Borde et Guill. Barbier, Lugduni 1663).

Oviedo sostiene precisamente los dos puntos de vista opuestos a Arriaga en el problema de la caída de los cuerpos: 1.º que los cuerpos más graves caen más deprisa que los leves, 2.º que al final de su caída llevan mayor velocidad.

Aparte de acudir al sentido común, también Oviedo cita la experiencia que está al alcance de cualquiera de que las plumas caen por su levedad más lentamente que las bolas de plomo. En cuanto al segundo punto, parece creer que los cuerpos cerca del suelo van más deprisa por estar más cercanos a su lugar natural, pero también por la experiencia de que producen mayor impresión.

El interés de esta controversia no se cifra en que estén o no de acuerdo en cuestiones escolásticas con un evidente trasfondo filosófico, sino en que permite resaltar la mentalidad de Arriaga que le lleva a realizar él mismo los experimentos que apoyan su punto de vista, como el que hemos citado que efectúa en la iglesia de los jesuitas de Praga, y que sólo viene descrito en la obra póstuma de 1669. También se refleja esta mentalidad en la insistencia en rechazar el falso argumento de que los cuerpos tengan mayor velocidad cuando ya están cercanos a su lugar natural. Además él no ve claro que una mayor impresión de los cuerpos sea evidencia de una mayor velocidad, porque dos cuerpos que caen a la misma velocidad producen distinta impresión si son de distinto peso.

Otra vez explica esto mediante rodeos porque la carencia del concepto de masa impidió a Arriaga un argumento contundente, e incluso nos obliga a nosotros a hablar con circunloquios, cuando intentamos eludir ese concepto para explicar su pensamiento.

También queremos hacer notar la intuición experimental de Arriaga, cuando resuelve una objeción que incluso hoy podría plantear dificultades. En efecto, le arguyen que si se cuelgan de sendos hilos dos graves de muy diferente peso, procurando que ambos queden a la misma

altura del suelo, se puede comprobar que al cortar simultáneamente dichos hilos, el cuerpo más pesado cae sensiblemente antes que el menos pesado²⁰. Ve Arriaga con claridad que esto puede ser así, aun cuando él no realiza la experiencia, y concede que los graves pueden caer de manera desigual.

Pero esto se explica claramente si se piensa que ambos hilos están sometidos a diferente tensión. Por ello parten ambos en condiciones iniciales diferentes, como diríamos hoy, y no se puede hablar de caída libre de los cuerpos. Del mismo modo, cuando dos personas tiran de cuerdas sujetas a una pared, en caso de rotura de la cuerda caerá más lejos hacia atrás el que más fuerte tiraba de la misma²¹.

Es cierto que no utiliza Arriaga exactamente los mismos términos que hemos utilizado nosotros, pero su pensamiento es claro, y su mérito apreciable, aun cuando tengamos que reconocer cierta ambigüedad en la explicación de este fenómeno²². Insistimos en que ese mérito se debe sobre todo a su postura, siempre pendiente de lo que él ha visto o experimentado. Así sucede cuando tratamos

20 Para soltarlos a la vez se habla en la objeción de que ambos hilos están sujetos a otro común que es el que se corta. Pero ello ni aporta datos de interés ni invalida el argumento que aquí exponemos.

21 «...quo si duo trahamus ad nos fila aliqua ligata muro, si ego traho fortius, quam alter, cadam certe longe fortius et velocius retro, quam alter si rumpatur utrinque filum». Traducción: «...porque si dos tiramos de cuerdas sujetas a un muro, y yo tiro más fuerte que el otro, caeré mucho más lejos y más velozmente que el otro, si se rompiesen ambas cuerdas». Sólo en ed. 1669, p. 692.

22 «Ex duobus filis in uno extremo connexis suspendunt duo pondera inaequalia, ita ut distent aequaliter a terra, et deinde filum scindunt, tunc cadit manifeste citius corpus grave... Ego vero etsi tali experientiae nunquam interfuerim, ut potuerim iudicare quanta sit differentia in velocitate, hoc tamen intellexi, nullatenus esse proportionata ad differentiam in gravitate... quia pondus illud gravius tenet filum longe magis extensum, et contra illud longe magis gravitat, quam alterum corpus...». Sólo en ed. 1669, p. 691. Traducimos: «Cuelgan dos pesos diferentes de dos hilos unidos por un extremo, de modo que disten lo mismo de tierra; después cortan el hilo, y cae manifestamente más deprisa el cuerpo más grave... Y aunque yo no hice tal experiencia para poder juzgar cuánta es la diferencia en velocidad, nunca será proporcionada a la diferencia en gravedad... porque el cuerpo más pesado mantiene el hilo más extendido, y gravita más contra él, que el otro cuerpo...».

de ver qué piensa del impulso, o cómo se explica el problema del rebote de un cuerpo.

Para él el impulso es cierta cualidad producida por el sujeto la cual es capaz de producir a su vez movimiento²³. Y este impulso es algo claramente impreso en el objeto, porque cuando está en movimiento es evidente que ese movimiento no es causado entonces por el objeto mismo, ni lo causa el sujeto que lo arrojó, pues aun cuando éste desapareciese en el momento mismo de lanzar el objeto, éste seguiría en movimiento durante un tiempo apreciable²⁴.

Es significativo un pasaje, en que Arriaga vislumbra también por experimentación la conservación del momento, o teorema de la inercia. Para él es distinto el movimiento del impulso, porque éste lo lleva el cuerpo en sí aun cuando durante un breve instante se detenga su movimiento. El lo observa en una rueda que gira, de forma que aunque se la pare momentáneamente, seguirá su movimiento de giro en cuanto se la suelte, si bien lo hará más lentamente²⁵.

No se le oculta a Arriaga que hay una dificultad para admitir el impulso como cualidad impresa en el objeto cuando se trata de analizar el movimiento de reflexión o rebote, porque la pregunta inmediata es quién produce este segundo movimiento contrario al primero. No nos queremos detener en las diversas explicaciones de escolásticos como Oviedo, sino que queremos señalar cómo

23 «Dico, esse qualitatem quandam productam a corpore proiiciente, quae producit motum versus eam partem versus quam proiicitur». En ed. 1647, p. 517; en ed. 1669, p. 695. Traducimos: «Digo que es una cierta cualidad producida por el cuerpo projector, la cual produce un movimiento hacia la parte a donde se proyecta».

24 «Nec potest dici, me operari motum illum in distans, nam etsi morerer vel annihilarer immediate postquam proiei lapidem, quo casu in omnium sententia non possem operari, adhuc lapis eodem modo moveretur». En ed. 1647, p. 517; en ed. 1669, p. 695.

25 «...impimatur impulsus rotae... etiamsi postea in motu aliquis eam rotam per brevissimam morulam manu detineat ne moveatur, dummodo eam statim dimittat, perget adhuc in motu, licet non cum tanta velocitate quam antea...». Sólo en ed. 1669, p. 698.

una y otra vez sale a relucir el talante de Arriaga pendiente siempre más de lo que ve o experimenta que de razones a priori.

Es muy claro para él, que el rebote no se debe a mayor o menor gravedad de los cuerpos, porque hay cuerpos muy pesados que apenas rebotan, como las bolas de hierro, y otros muy ligeros, como las pelotas de la goma traída de América, que rebotan hasta el techo ²⁶, ni tampoco se debe sólo a la dureza porque ha podido comprobar que las pelotas rebotan mejor en raquetas de cuerda, menos duras que las palas de madera ²⁷. Por otro lado tampoco puede deberse a la gravedad del cuerpo sobre el que se realiza el rebote, sea el suelo o el muro de un frontón, porque la gravedad del muro es siempre la misma y no se entiende, dice, cómo se dan entonces diferentes rebotes, que parecen depender más de lo que rebota que de lo que les hace rebotar ²⁸.

26 «...saepe res molles, et leves faciunt reflexiones incredibiles cum exiguo etiam impulsu impresso, res autem eiusdem magnitudinis, et figurae, si sint graviore, vix ullam faciunt reflexionem, etenim ex India adducuntur pilae rotundae ad magnitudinem ovi ex quodam gummi, quae modicissimo impulsu proiectae in marmor, aut lapidem planum (uti ego ipse vidi) resiliunt ad fornices templi... tamen si [parvum globulum ferreum] ad terram proiciam etiam fortissime, nec se elevabit ad duos digitos...». Sólo en ed. 1669, p. 696. Traducción: «...muchas veces cosas blandas y ligeras hacen increíbles rebotes aunque lleven impreso un exiguo impulso, sin embargo cosas del mismo tamaño y figura, aunque sean más graves, apenas hacen rebotes; pues desde las Indias traen pelotas redondas de cierta goma y del tamaño de un huevo, que lanzadas contra un mármol, o piedra plana (como yo he visto), con pequeñísimo impulso saltan hasta las bóvedas de la iglesia... sin embargo si arrojó a tierra [una bolita de hierro] aunque lo haga fortísimamente, no se levanta ni dos dedos...».

27 «...ergo pila reflectens in corpus durum debebit magis procul resilire, quam si in quodcumque molle impingat. Constat autem: si ea pila vel proiciatur pala lignea, vel in eam reflectat, nequaquam tam procul resilire cum notabili discrimine, quam si pala ex funiculis attractis (Hispanice dicimus *Raqueta*, Italice *Racchetta*, Latine proprium nomen non habet)». Sólo en ed. 1669, p. 696. Traducimos: «...por tanto una pelota que rebota en un cuerpo duro debería llegar más lejos, que si golpea en algo blando. Sin embargo consta lo siguiente: si la pelota rebota o es lanzada por una pala de madera, no llega tan lejos, y con mucha diferencia, que si lo es con una pala de cuerdas atadas (en español la llamamos *Raqueta*, en italiano *Racchetta*, y en latín no tiene nombre apropiado)».

28 «Hanc, inquam, disiunctionem ego (ut verum fatear) non possum capere, quia non intelligo, quomodo murus, qui est agens necessarium, duabus vicibus tactus impulsu ut quatuor una vice producat ut quatuor, alia ut octo, alia ut sex, semper enim debebit

En todas estas disquisiciones, cuyas dificultades surgen de no estar claro el concepto de elasticidad, queremos insistir de nuevo en que Arriaga no habla sino de lo que ve y comprueba con sus propios ojos.

Es ésta, sobre todo, la cualidad que hemos querido resaltar: su confianza en la experiencia. Creemos en conclusión que ello permite colocar a Arriaga entre los científicos del siglo XVII, aunque con todos los matices que sea necesario añadir, y que quisiéramos pudiesen deducirse de nuestro trabajo.

FERNANDO MUÑOZ BOX

aeque intensum producere; quod verum est, qualecumque sit corpus tangens, dummodo tangatur eodem impulsu. ... Et sane contra ipsam experientiam videtur mihi ea doctrina...». Sólo en ed. 1669, p. 696. Traducción: «No puedo entender esa disyuntiva, (a decir verdad), porque no comprendo cómo el muro, que es un agente necesario, al que se golpea dos veces [*pensamos que debería decir tres veces*] con un impulso como cuatro, produzca una vez como cuatro, otra como ocho y otra como seis, pues siempre debería producirlo igualmente intenso; lo que resulta ser verdad con cualquier cuerpo que golpea el muro, mientras lo haga con el mismo impulso... Y ciertamente esta doctrina me parece que va contra la experiencia misma...».