

3 ensayos sobre historia de las ciencias

georges canguilhem

EL HOMBRE DE VESALIO EN EL MUNDO DE COPERNICO: 1543

Los historiadores de las ciencias han realizado y celebrado a menudo la admirable conjunción que hace del año 1543, un año incomparable en la historia de los progresos del espíritu humano a raíz de la publicación del *De Revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico y del *De humanis corporis fabrica* de Vesalio. Pero algunos de estos historiadores cedieron a la tentación, ciertamente muy fuerte, de reconocer en estas dos obras un poder crítico inmediatamente irrecusable y un efecto destructivo instantáneo con respecto a la visión medieval del mundo y del hombre. Ahora bien, si es indudable que la astronomía de Copérnico hace posible el estallido de un Cosmos antropocéntrico, tampoco lo logra sola; y si también es indudable que la anatomía vesaliana hace posible una antropología liberada de toda referencia a una cosmología antropomórfica, ella no es, en primer lugar, el equivalente de su posteridad. Es por esto, por lo que nos parece difícil de aceptar sin matices, y aún sin algunas reservas, el juicio emitido, en

su Historia de la Anatomía, por ese gran historiador y gran admirador de Vesalio que ha sido Charles Singer: "Ellos dos, dice éste de Copérnico y de Vesalio, han destruido para siempre la teoría del Macrocósmos y del Microcósmos en voga en la Edad Media".

Nos permitimos preguntar, precisamente a propósito de Vesalio, si el Renacimiento es un bloque, si las mutaciones intelectuales que lo caracterizan se hicieron o no al mismo tiempo, al mismo paso y por las mismas razones, y si inicialmente estas mutaciones fueron tan radicales como pudieron parecerlo luego cuando los historiadores dirigieron las luces del *Aufklärung* sobre lo que ellos llaman la Noche de la Edad Media. Los historiadores de las ciencias, en su conjunto, están hoy en día bastante inclinados a considerar el Renacimiento como un reconocimiento de tradiciones retomadas en sus orígenes, antes de ser y por ser un rechazo a precedentes tradicionales más cercanos, en la medida en que fue un retorno a Pitágoras, Platón, Arquímedes y Galeno. Vesalio y Copérnico presentan en sus trayectorias, muchas semejanzas. Ambos son, en su primera formación, humanistas. Ambos fueron atraídos por la luz de Italia. Copérnico estudió medicina en Bolonia y en Padua, en donde vivió 35 años antes que Vesalio. Copérnico, canónigo encargado de múltiples funciones administrativas, no es menos activo, menos abierto al mun-

Tomado de: Commémoration solennelle du quatrième Centenaire de la mort d'André Vesale. (19-24 de octubre de 1964, Academia Real de Medicina de Bélgica), pp. 146-154.

do que Vesalio, médico y cirujano. Es cierto que Copérnico es un calculista mientras que Vesalio es un observador. Pero Vesalio —y se le ha reprochado esto— no contribuyó más al enriquecimiento de la anatomía descriptiva que lo que Copérnico hizo por enriquecer la astronomía de posición. El genio de Copérnico es una gran paciencia, el de Vesalio es una fogosa impaciencia, sin embargo lo que tienen en común fue el hecho de haber propuesto al hombre una nueva estructuración de su visión del mundo y de sí mismo. Es aquí donde conviene evaluar, sin complacencia con cierto conformismo de historiador, lo que estas visiones del mundo y del hombre conservan y rechazan de aquellas que las han precedido.

La astronomía de Copérnico sigue siendo una cosmología, una teoría del cosmos, de un mundo siempre finito aunque inmenso, de un mundo siempre perfecto aunque cambiante. Si Copérnico se decide por la separación del lugar de referencia cinematográfica y del centro de percepción visual de los movimientos planetarios, si da más crédito a una suposición de Aristarco que a todo el sistema de Aristóteles, si abandona la tesis de la cosmología de Tolomeo, es porque se preocupa por una mayor fidelidad a su espíritu o para decirlo de una manera más simple, para salvar las apariencias ópticas. Copérnico, como lo dijo el lamentado Alexandre Koyré, no es todavía copernicano. Es preciso entender que Copérnico al querer ser más tolomeico que Tolomeo hizo posible la revolución copernicana. En cuanto esta revolución sirvió de punto de partida para todas las conquistas de la astronomía moderna, en cuanto que este primer paso de inversión del pensamiento pascaliano del pro y del contra se extendió progresivamente hasta el universo de las estrellas y de las nebulosas, en cuanto que la cosmología llegó a convertirse en astrofísica, en cuanto que al sol se le asignó una posición excéntrica con relación al sistema de las acumulaciones globulares, no podemos olvidar que para Copérnico, el cielo de las estrellas fijas seguía siendo una bóveda esférica centrada, que los orbes esféricos imprimían a los planetas que sostenían un movimiento circular y uniforme, es decir, perfecto. De manera que, aún cuando Vesalio había conocido y aceptado en 1543 el sistema de Copérnico, los cielos hacia los cuales los esqueletos y los cuerpos desollados de los grabados de la *Fabrica* levantan su adolorido rostro, no eran ciertamente, los cielos de la cosmología medieval, pero hubieran estado muy lejos de parecerse a los cielos de Newton, de Fontenelle o de Kant. Indudablemente, el cielo del hombre de Vesalio es el cielo precopernicano. La prueba de esto se encuentra en la *Fabrica* (VII, 14, p. 646) cuando Vesalio justifica el orden de su descripción de las partes del ojo, por la asimilación analógica de este órgano con el huevo o con el mundo, ya sea que se proceda del centro hacia la periferia o de la periferia hacia el centro, es decir la tierra ("... Aut ab hoc caelo ad centrum usque mundi, ipsam videlicet terram..."). El hombre de Vesalio conserva la postura aristotélica sobre la tierra que él considera to-

davía inmóvil: él está de pie, con la cabeza erguida hacia lo alto del mundo, en correspondencia con la jerarquía de los elementos, análoga y espejo de la jerarquía de los seres. Cómo dudar de que Vesalio (lo mismo que Leonardo de Vinci) no considere el hombre como un microcosmos, puesto que afirma expresamente que los antiguos le han dado, con justa razón, este nombre: "Veteribus haud ab re microcosmus nuncupabatur" dice el prefacio de la edición de 1543: "parvus mundus" dice la segunda edición. Tenemos aquí una repetición casi literal de Galileo: "Como decían los antiguos, el animal es como un pequeño universo instruido por las maravillas de la naturaleza" (*De usu partium*, III, 10, *in fine*). Muy a menudo se ha señalado que la *Fabrica* sigue el orden de exposición de las partes como lo hacía Galeno: comienza por la osteología y en primer lugar por la descripción del cráneo. Vesalio habla sobre esto en su Carta-Prefacio a Carlos V: él terminará como Galeno, por las vísceras, es decir donde empezaban, y algunas veces se limitaban, Mondino y sus imitadores.

Con respecto al retorno de Vesalio al orden descriptivo *a capite ad calcem*, orden aristotélico aparentemente lógico y tal vez profundamente mágico, propondremos un comentario en forma de paradoja. Se busca el rasgo distintivo del espíritu científico moderno en el repudio del antropomorfismo en materia de cosmología y de biología. Se conoce la insistencia con la que Vesalio, tanto en la *Fabrica* como antes, desde la Primera Anatomía en Bolonia en 1504, como más tarde en la Carta sobre las propiedades de la decocción de la zarzaparrilla, subraya la impropiedad del material de disección de Galeno, perros, cerdos o monos y no cadáveres humanos. Esta insistencia en exigir que el hombre sea estudiado en el hombre acaso no tiene, más allá del alcance que le han reconocido los historiadores de la medicina, un sentido que sorprendentemente no se ha señalado más a menudo.

La opinión aristotélica y galénica, según la cual el organismo de ciertos mamíferos podía servir de sustituto al organismo humano para un estudio de morfología interna, era la expresión de la creencia en la existencia de una serie animal de la cual el hombre es la realización y por lo tanto la referencia de dignidad jerárquica, pero esta opinión ha sido también el motor de los estudios de anatomía comparada, que debían conducir, en el siglo XVIII, a imponer la idea de que las relaciones de analogía entre los animales y el hombre podían expresar relaciones de genealogía. Ahora bien, y a pesar de lo que haya dicho sobre esto hace un siglo el anatomista belga Burggraave, la anatomía de Vesalio permaneció extraña a este tipo de estudios. Cuando la *Fabrica* insistía en el imperativo metodológico de que la estructura humana no puede ser observada sino en el hombre, no contribuía ésta, al mismo tiempo, a resaltar el hecho biológico de la singularidad del hombre?

¿Se exageraría al decir que la revolución anatómica es como la revolución cosmológica invertida? En 1543, cuando Copérnico proponía un sistema en el que la tierra natal del hombre ya no era la medida y la referencia del mundo, Vesalio presentaba una estructura del hombre en la que éste era él mismo, y sólo él, su referencia y su medida. El humanista Copérnico deshumanizaba el lugar en el que es necesario ver el Cosmos verdaderamente. El humanista Vesalio hacía del cuerpo humano el único documento verídico sobre la fábrica del cuerpo humano. Cuando Vesalio se interesaba tanto por la anatomía del perro o del mono como por la del hombre, lo hacía más para confirmar la diferencia del hombre que para llamar la atención sobre analogías. Remitámonos a la Carta prefacio de 1543 en la que Vesalio le reprocha a Galeno haber desconocido "la diferencia infinitamente múltiple que existe entre los órganos del cuerpo humano y los del mono". Lo que sucede es que el ojo de Vesalio es un ojo de médico y no de naturalista. Es para el servicio del hombre por lo que él quiere restaurar el conocimiento anatómico del hombre.

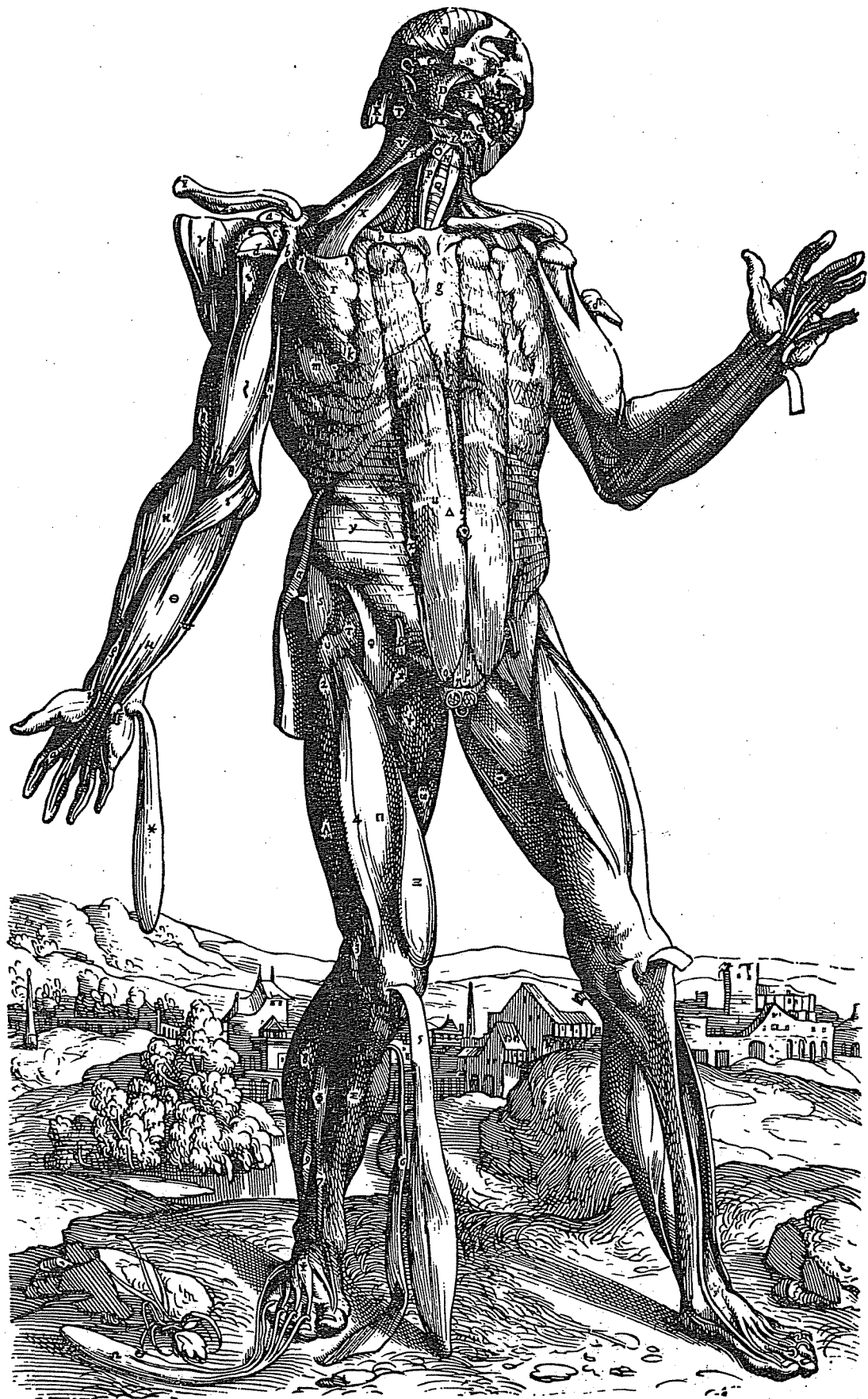
Todo conduce en la *Fabrica* a llevar a cabo este designio; la relación estrecha establecida por Vesalio, a la manera de Galeno, entre la estructura y la función, y, en consecuencia, la nueva tarea asignada a la nomenclatura y a la iconografía hace sensible la subordinación de la construcción al movimiento, de la forma a la vida. Si el discurso del anatomista desarma la fábrica del cuerpo, la imagen del grabador restituye la unidad dinámica de éste. Y, por otra parte, la acción misma de desarmarlo se parece menos a una división y a una dispersión de partes que a la clarificación progresiva de un conjunto. Sobre estos puntos, muy conocidos, es preciso tomar en cuenta los juicios de Roth, de Sigerist, de Singer y de los exégetas de la iconografía anatómica, de Choulant hasta Saunders, O Malley y Premuda, pasando por Jackschath.

En particular Singer ha insistido en el hecho de que Vesalio no puede representarse el cuerpo humano sino como una totalidad orgánica en acción. Pero, tal vez esto marca insuficientemente la distancia que separa a la anatomía de Vesalio de la anatomía moderna que ella ha hecho posible. El esqueleto, el cuerpo desollado, el tronco abierto en las vísceras del abdomen, y en el séptimo Libro, la cabeza humana cuyo cerebro aparece después de una resección de la cavidad craneana, no son objetos anatómicos expuestos. El hombre de Vesalio sigue siendo un hombre responsable de sus actitudes. La iniciativa de la postura según la cual se ofrece al examen le pertenece a él y no al espectador. El hombre de Vesalio, hombre del Renacimiento, es un individuo, origen de sus determinaciones. En este sentido, aún cuando todavía se considera que vive en armonía con el Cosmos, este hombre se presenta como dotado de espontaneidad y de una especie de autonomía orgánica.

Posiblemente hay más. Los grabados anatómicos de la *Fabrica* ya sean de jeans de Calcar o de otro alumno del Tiziano, sin duda a falta del Tiziano mismo, presentan al individuo humano en un fondo de paisajes singularizado, muy diferente de un medio anónimo. Es sabido que hace sesenta años Jackschath hizo notar, por primera vez, que los paisajes dibujados en el fondo de los grabados de la miología forman una sucesión continua, y que Harvey Cushing identificó este paisaje en la región de Padua. Entonces, las termas en ruinas, los puentes, las torres, los campanarios, los palacios en el horizonte componen aquí un medio ambiente de obras humanas. El hombre de Vesalio vive en un mundo humanizado que le devuelve las huellas de su actividad. El es el hombre de la energía y del trabajo, el hombre de la valoración y de la transformación de la naturaleza, el ingeniero del Renacimiento que va en búsqueda de las leyes del movimiento y de la utilización de las fuerzas motoras. Realmente, Singer tuvo razón en decir que Vesalio, al igual que Galeno, considera al hombre más bien en su destino que en su origen. Pero, también bajo este punto de vista, la diferencia debe mantenerse. El hombre de Galeno toma su especificidad de su razón, arte de todas las artes, y de su mano, instrumento de todos los instrumentos, pero este arte y sus instrumentos sólo pueden imitar a la naturaleza. La función eminente del hombre es la contemplación, imitación del orden universal.

El hombre de Vesalio es completamente diferente puesto que también lo es el mismo Vesalio. Ser su propio demostrador de anatomía, elevar su mano a la dignidad de un instrumento de enseñanza y aún de un instrumento de conocimiento (es necesario recordar la exhortación que hizo a los estudiantes de Bolonia en 1540: "Tangatis vos ipsi vestris manibus et his credite?"). ¿Introducir en un tratado de anatomía la descripción minuciosa de los instrumentos y de las técnicas de disección y de vivisección, ¿no es acaso concebir el conocimiento como una operación y no como una contemplación, no es borrar la frontera de dignidad que separaba la teoría de la práctica? ¿Se dirá que Galeno no dejaba de practicar disecciones y vivisecciones animales? ¿Quién no lo sabe? Pero una cosa es trabajar para conocer y otra cosa es considerar el conocimiento como un trabajo.

Cuidémonos sin embargo de reproducir una vez más el cliché tan usado, según el cual el Renacimiento científico, y el de la anatomía en particular consistieron en substituir el razonamiento por la observación, la autoridad de los maestros por la experiencia. Decir que el conocimiento anatómico se hizo operativo con Vesalio, no es hacer de él un empírico. Esto sería olvidar el pasaje de la Carta prefacio en el que Vesalio hace justicia a estos médicos, menos limitados que los filósofos aristotélicos, aunque igualmente turbados por la aparición de un error de Galeno, y que terminan por entregarse a los testimonios de la inspección anatómica, llevados por el amor a la verdad, terminan dándole menos crédito a los escritos de Galeno que a sus ojos y a razonamientos.



no ineficaces ("suisque oculis ac rationibus non ineficaces"). Un razonamiento no ineficaz, es decir que lleva a cierto efecto, es una experimentación generadora de su fenómeno de control. Finalmente, el frontispicio de la *Fabrica*, si sólo vemos en él lo que nos muestra en forma evidente, nos parece tan precioso como si sólo viéramos allí símbolos para descifrar o personajes para identificar. Lo que se manifiesta aquí es la identificación en un solo hombre de tres personajes en las antiguas lecciones de anatomía: *magister, demonstrator, ostentor*; ésta es la transformación del concepto tradicional de ciencia por la subordinación de la explicación a la prueba, de lo inteligible a lo verificable. Ciertamente es que Vesalio no tiene el monopolio de una originalidad que inclusive algunos le disputan, como ocurre algunas veces cuando demasiada erudicción ahoga la admiración. Hoy en día sabemos todo lo que el Renacimiento de la anatomía habría podido deber a Leonardo de Vinci. Pero nosotros tenemos que vernosla con la historia, que no es ucrónia. En 1543, el hombre que vino al mundo en el mundo de Copérnico fue el hombre de Vesalio.

Como el mundo de Copérnico comienza apenas a brillar a los ojos de la inteligencia, el hombre de Vesalio puede todavía ignorar que su naturaleza considerada como orgánica, distinta del mundo aún cuando de acuerdo con él, está a punto de ser puesta en cuestión. Ella lo será efectivamente el día en que el Cosmos antiguo y medieval, habitat del hombre centrado sobre el hombre y como hecho para él, le ceda el lugar al universo cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna. Es a partir del momento en el que la mecánica de Galileo y de Descartes sea considerada como el modelo de una ciencia universal en su objeto y homogénea en su método, cuando se abolirá toda diferencia ontológica entre las cosas del cielo y las de la tierra, entre las cosas inertes y los seres vivos, entonces se podrá plantear la pregunta sobre si en 1543, el renacimiento de la biología humana se dio en el mismo sentido que la revolución astronómica. ¿Ha sido esta biología fiel, a través de su historia hasta nuestros días, a la lección de Vesalio de la misma manera como la astronomía ha prolongado y enriquecido la enseñanza de Copérnico? Convengamos con que los argumentos son muy fuertes para apoyar una respuesta negativa. Desde principios del siglo XVII, el desarrollo de los métodos y las adquisiciones menos criticadas de la anatomía y de la fisiología parecen estar más directamente inspirados por el espíritu de Copérnico que por el de Vesalio, aún en el terreno de este último. La antropología tendía, a imitación de una cosmología que llegó a ser positiva renunciando al Cosmos, a rechazar todo antropomorfismo en el estudio del hombre, para llegar a ser también positiva. Es así como los organismos en general, y también los del hombre, han sido descritos y explicados progresivamente en su estructura y sus funciones, como puntos de convergencia de fuerzas físicas, como concreciones del medio, y finalmente como seres que no viven otra

vida que la que les es impuesta por el medio ambiente material. La biología se ha esforzado, en consecuencia, por crear un vocabulario tal que permita hablar de los seres vivos sin hablar de la vida, sin recurrir a otras lenguas que no sean las del físico o las del químico. En pocas palabras, la totalidad orgánica se ha disuelto en un universo obtenido por el descentramiento, la apertura y el estallido del Cosmos. La deshumanización de la representación que el hombre se hacía de sí mismo se acabó cuando Darwin le asignó al hombre una ascendencia animal, y cuando llegó a dar un sentido positivo a la fórmula de Buffon: "Sin los animales, la naturaleza del hombre sería incomprensible". Así, a la luz de la historia, se podría concluir que en 1543 había un retardo de la antropología con relación a la cosmología, o, dicho de otra manera, que en un universo joven, el hombre de Vesalio seguía siendo un hombre viejo.

A esta conclusión, formulada algunas veces, es posible oponerse a partir de dos posiciones muy diferentes. Por una parte, sería posible afirmar que la idea del hombre que habíamos tratado de sacar en claro de la *Fabrica* es demasiado romántica para ser exacta, que es necesario tomar literalmente el término de Fábrica, y que al exhibir las piezas de la construcción del hombre, Vesalio es el iniciador indiscutible de los métodos y de los progresos de una antropología que llegó a ser positiva al utilizar mejor los métodos de descomposición y de análisis de las estructuras y de las funciones. Por nuestra parte queremos recordar las dudas iniciales que nos impedían la adhesión a una idea demasiado romántica, según la cual un comienzo, en la historia de una ciencia, es una especie de germen orgánico que contiene en potencia todo el desarrollo ulterior. Es por otra razón por la que tratamos de defender, cuatrocientos años después de la muerte de Vesalio, esta idea del hombre publicada en 1543. ¿Este retardo aparente que consistiría en la fidelidad de Vesalio con el concepto de totalidad orgánica humana, en el momento mismo en que el concepto de totalidad cósmica comienza a caer en desuso, no podría por el contrario, interpretarse como una referencia a la situación fundamental del hombre en tanto que él es ese ser vivo donde la relación de lo viviente con la vida llega a la conciencia de sí así sea de una manera confusa o desasosegada? En este sentido, la idea del hombre concebida e ilustrada por Vesalio, no estaría atrasada con respecto a su tiempo, sino más allá de todos los tiempos. ¿Es esta una idea cuya fuerza podría extinguirse mientras que el hombre se sienta desde dentro como participante activo de este movimiento universal de organización, es decir de retardo en el crecimiento de la entropía, que es necesario, de buena gana o no, continuar llamando la vida? No temamos ver en la *Fabrica* de Vesalio no sólo un documento capital para la historia de la medicina, sino un monumento de nuestra cultura. De la misma manera que los Esclavos de Miguel Ángel, muerto también hace cuatrocientos años, los esqueletos y los cuerpos desollados de la *Fabrica* se dibujan en filigrana en la

imagen, a la vez nostálgica y profética que el hombre sigue formándose de sí mismo, aún cuando no le sea posible creer, como pensaba Vesalio, que él es la obra más perfecta del "Summus rerum Opifex", aún cuando le es necesario someterse a su razón en los espacios de un universo sin amarras.

En su memorable obra sobre *La cultura del Renacimiento en Italia*, Jacob Burckhardt cita un hermoso texto de Pico de la Mirandola extraído del *Discurso sobre la dignidad del Hombre* (escrito en 1489). El Creador dice al primer hombre: "Te he colocado en medio del mundo con el fin de que puedas más fácilmente pasear tu mirada a tu alrededor y ver mejor lo que él encierra. Haciendo de ti un ser que no es ni celeste ni terrestre, ni mortal ni inmortal, he querido darte el poder de formarte y vencerte a ti mismo; puedes descender al nivel de la bestia y puedes elevarte hasta llegar a ser un ser divino. Vinendo al mundo, los animales han recibido todo lo que necesitan, y los espíritus de un orden superior son desde el principio, o al menos después de su formación, lo que deben ser y seguir siendo en la eternidad. Sólo tú puedes crecer y desarrollarte como quieras, tienes en ti los gérmenes de la vida bajo todas las formas". Si nuestro conocimiento del Mundo de Copérnico nos prohíbe actualmente aceptar lo que en este texto se refiere a la situación del hombre en el universo, que nuestra admiración por el Hombre de Vesalio nos ayude a fortificar la certeza, expresada aquí, de que el hombre posee "los gérmenes de la vida bajo todas las formas".

GALILEO: LA SIGNIFICACION DE LA OBRA Y LA LECCION DEL HOMBRE

El año de 1964 es apenas suficiente para celebrar las conmemoraciones que le propone una conjunción excepcional de decesos y nacimientos ilustres, hace cuatrocientos años, en una época a la cual la nuestra debe remitirse si quiere comprenderse. En 1564 murieron Miguel Ángel, Vesalio y Calvino y nació Galileo y Shakespeare.

Una conmemoración de estos personajes ilustres no aclara los mismos rasgos ni resucita la misma presencia. Para no hablar sino de Shakespeare y Galileo, cuánta diferencia por lo que las sombras del pasado disimulan a nuestra mirada! Del primero poseemos una obra sobre la cual discutimos aún si debe serle o no atribuida. Es posible que Shakespeare como

Discurso para el cuarto Centenario del nacimiento de Galileo, el 3 de julio de 1964 en el *Institut Italien*, 50 rue de Varenne, París. Su primera publicación apareció en los *Archives internationales d'Histoire des Sciences*, XVII 68-69, julio-diciembre de 1964.

autor dramático sea más que un solo hombre. Algunos de nuestros contemporáneos creen saber más sobre Hamlet o sobre Otelo que sobre el creador de estos personajes. Por el contrario, de Galileo Galilei nacido en Pisa, hijo de Vincenzo Galilei, tenemos la certeza de que el hombre y la obra no forman sino un solo personaje, la prueba de esto está en el proceso hecho al hombre en razón de su obra. Cuando un tribunal obtiene la confesión de un hombre y lo condena, es toda una sociedad la que le da el más poderoso y temible testimonio que él puede desear de su existencia separada, de su realidad individual. Al ser condenado como heterodoxo, Galileo fue consagrado como individuo. Individuo simbólico: tal vez demasiado. Parece que ya no es discutible que el caso Galileo ha contribuido, por mucho tiempo, a sobredeterminar los juicios hechos sobre el contenido y el significado de la obra.

Pero estos hombres, y todos los que nacieron en 1564 tienen para nosotros el rasgo común de haber llegado al mundo bajo el mismo cielo, percibido y concebido entonces como una bóveda real, poseen además el rasgo de haber sido humanizados por una cultura común a aquellos, muy pocos por cierto, que desde 1543 piensan como Copérnico que la tierra gira alrededor del sol, y por aquellos, casi todos, que piensan como Aristóteles que la tierra está fija en el centro del mundo. Estos se ponen de acuerdo para celebrar la Armonía como la ley de los cielos. Se diría que el Dios del Génesis ha inscrito en el firmamento un texto de cosmología musical de la cual Pitágoras logra descubrir la clave y transmitir la lección. Esta visión del mundo vigente en el momento en el que Galileo llega al mundo, en esa tierra italiana en la que los pintores florentinos y venecianos conciben sus cuadros de acuerdo a las proporciones musicales. Pidámosle a Shakespeare que nos la recuerde.

En el *Mercader de Venecia*, Lorenzo dice a Jessica: "Siéntate, Jessica. Mira cómo la bóveda del firmamento está tachonada de innumerables patenas de oro resplandeciente! No hay ni el más pequeño de esos globos que contemplas que con sus movimientos no produzca una angelical melodía que concierte con las voces de los querubines eternamente jóvenes. Las almas inmortales tienen en ella una música así; pero hasta que cae esta envoltura de barro que las aprisiona groseramente entre sus muros, no podemos escucharla".

Palabras como éstas nos llegan todavía, pero convengamos que ellas ya no nos dicen nada. Y si no lo hacen, es porque un día ellas dejaron de hablarle a Galileo, porque un día el lenguaje y el cálculo de Arquímedes le hicieron ver la extrañeza del lenguaje y el cálculo de los Pitagóricos. Sin embargo podemos estar seguros que estas palabras le decían mucho al padre de Galileo, Vincenzo, instrumentista y teórico de la música, de la misma manera como ellas lo habían sido para todos sus ancestros Bonaiuti, de la nobleza florentina.

Por esto es por lo que la primera exigencia de nuestra conmemoración debe ser, actualmente, una exigencia de olvido. Para captar bien el sentido y medir la importancia de la obra científica de Galileo es necesario tener un alma que no sea ingenua sino que posea la sabiduría de un saber que para nosotros ya ha sido superado, desmontado y abolido en el olvido voluntario —y por otra parte casi imposible— de lo que ahora nos parece haber sido sabido desde siempre, por el regreso sistemático de una manera de pensar el mundo que la historia del pensamiento ha hecho histórica, es decir, subjetiva más que colectiva. Es necesario ponerse en el lugar de los hombres que debieron considerar como error y locura, disidencia e impiedad, lo que el hombre moderno sabe por una tradición que sostiene el progreso de la argumentación y por una cultura común que sostiene la domesticación progresiva de la naturaleza.

Un hombre instruido, aún mediocrementemente, de la época anterior a Galileo, tenía la costumbre de ver el mundo a través del saber de Aristóteles incorporado a la teología católica. Se representaba el movimiento de un móvil como determinado, no por el punto y el instante de partida y por la velocidad, sino por la duración y el lugar de llegada hacia lo que lo dirige una especie de apetito. Ve en el movimiento de las cosas terrestres una especie de enfermedad pasajera que las separa de su estado fisiológico, el reposo. Piensa que la tierra y los cielos se oponen con respecto a las reglas de su ordenamiento de una manera tan total como se oponen lo corruptible y perecedero a lo incorruptible e inmutable. Sostiene que el movimiento de las esferas da la clave de todas las otras. Esta oposición de la tierra y de los cielos conlleva la consecuencia de que conceptos como los de mecánica y física celestes relacionados para nosotros con los nombres de Newton y de Laplace, son impensables y absurdos.

Un hombre instruido de esta época consideraba la totalidad de los seres como el Cosmos, es decir como un orden en el que cada ser tiene una cualidad que lo sitúa naturalmente en una jerarquía, como lo análogo a un organismo cuyas partes son solidarias, hechas las unas para las otras, y como un todo por consiguiente acabado, terminado, cerrado sobre sí.

El lugar del hombre en un Cosmos como éste es central. Ocupa la cima de la jerarquía de los seres vivientes porque su razón, espejo del orden, le procura la contemplación del todo. Conoce el mundo al mismo tiempo que conoce cómo todo en el mundo tiene relación con él.

Este conocimiento especulativo del mundo no tiene nada que hacer con accesorios mecánicos, con objetos técnicos con uso teórico, es decir, con instrumentos. La Edad Media no conoció más instrumento que el astrolabio que es una proyección del cielo en miniatura. Los lentes y hasta las lupas no sirvieron hasta ese entonces sino para corregir la vista y

no para aguzarla o extenderla. La balanza es un instrumento de orfebre o de banquero, y a nadie se le ocurre que pesar pueda servir para conocer. De una manera general la vida de los hombres no es una materia de cálculo. La medida del tiempo por los relojes de pesas u otros tipos de relojes, el arte de dar la hora se refiere más a la vida religiosa que a la vida práctica y a la científica.

Antes del nacimiento de Galileo algunas de estas evidencias fueron sacudidas por la cosmología heliocéntrica de Copérnico. Antes de que Galileo tuviera quince años, las observaciones y cálculos de Tycho-Brahe conmovieron algunas otras certezas. En 1572 Tycho observó una nueva estrella que apareció cerca de Casiopea; en 1577, calculó la distancia entre un gran cometa y la tierra y situó el cometa en la esfera de Venus. Por lo tanto el firmamento no sería un dominio ontológico extraño a lo nuevo, y en el mundo perfecto de las esferas, habría lugar para cuerpos cuyo movimiento no es circular.

No se trata aquí de rehacer la historia de los trabajos e investigaciones de Galileo. Hay que suponer necesariamente que se conocen bien textos y fechas y dar crédito a nuestro resumen de lo que contiene sin necesidad de explicarlo. Las investigaciones de Galileo se orientaron y se organizaron a partir de problemas y de conceptos precisos, heredados de un pasado lejano o reciente, en dos terrenos compatibles pero de antemano separados y entre los cuales una tentativa de unión sistemática no se realizó sino mucho después. Por una parte se trata del estudio abstracto de las condiciones de posibilidad del movimiento y por otra de la cosmología. El hecho de que inicialmente exista independencia en estos dos terrenos, es lo que los trabajos que se están haciendo actualmente⁽¹⁾ piensan poder concluir de dos hechos: 1) que en la obra de Galileo no hay mecánica celeste propiamente hablando; fue Newton y no Galileo el que fundó mecánicamente la astronomía kepleriana; 2) los métodos que se siguieron en los dos terrenos de estudio son diferentes: la investigación de los principios de una nueva cosmología procede por experimentos pensados, es decir, por descomposición y recomposición de situaciones ideales; la mecánica racional se constituye por una posición *a priori* de principios cuya validación se busca por dos vías: primero por la demostración matemática y luego por confirmación experimental.

En Pisa y en Padua, desde posiciones universitarias sin brillo, Galileo se dedicó a igualar a un modelo muy admirado por él, "el divino Arquímedes".

Este proyecto fue suficiente para dejarlo por fuera de la filosofía y de la física de su época, puesto que implicaba, contrariamente a la opinión de los aristotélicos, que la matemática podía ser una clave para el conocimiento de la naturaleza. Sin haber co-

nocido su noche de entusiasmo, Galileo formó, antes que Descartes, el mismo proyecto de éste.

En 1604, Galileo poseía ya la ley que todos los jóvenes de hoy llaman con su nombre, la ley que liga la duración de caída de un cuerpo al espacio recorrido, esta es la primera ley de física matemática. Esta ley que es para nosotros el fundamento de la dinámica, Galileo no la publicó sino que le comunicó a algunos amigos y especialmente por medio de una carta a Paolo Sarpi. Nosotros no examinamos por qué y cómo Galileo se esforzó para deducir una relación verdadera de un principio que no podía implicarla. En el primero de sus *Etudes galiléennes*, Alexandre Koyré trata este problema de manera decisiva. Tampoco examinamos de qué y hasta dónde Galileo es tributario, en sus investigaciones de dinámica, de la teoría del *impetus* propuesta por los nominalistas parisinos del siglo XIV (Jean Buridan, Albert de Saxe, Oresme) admitida por Leonardo de Vinci, Cardan, Benedetti y Tartaglia. Parece que sobre este punto, Pierre Duhem el sabio autor de los *Etudes sur Léonard de Vinci* y del *Système du Monde*, en su preocupación legítima por rehabilitar la ciencia medieval, aumentó la deuda que tiene Galileo con sus predecesores. Debemos señalar solamente la novedad radical, revolucionaria, del concepto que Galileo introdujo en física: el movimiento es un estado de las cosas que se conserva indefinidamente. De ahí que no haya que buscar las causas del movimiento sino solamente las causas de la variación del movimiento de un cuerpo. He aquí descubierta y definida por Galileo la *primera invariante científica de expresión matemática*.

No fue sin embargo por esta ley que Galileo se reveló a sus contemporáneos en su singularidad sospechosa. La mayoría de los historiadores están de acuerdo. Hasta sus 45 años, Galileo era conocido como uno de los Ingenieros y Mecánicos de la época, hábil en gnomónica, en fortificación, en hidráulica, y era muy apreciado por esto por el Senado de la República de Venecia. Pero, en 1610, publicó el *Sidereus Nuncius*, el Mensajero Sideral. Este mensaje de las estrellas captado y publicado por Galileo sostiene en pocas palabras: Aristóteles se equivocó, Copérnico tiene razón.

Hacía mucho tiempo que Galileo pensaba que Copérnico tenía razón y hacía por lo menos 13 años que se lo había manifestado por escrito a Kepler, pero antes de pronunciarse públicamente quería reforzar el heliocentrismo con pruebas físicas y no solamente matemáticas, es decir ópticas y cinemáticas.

El *Sidereus Nuncius* obtenía sus pruebas de la utilización especulativa de un aparato óptico, el *perspicillum*, el lente de aumento. La invención del telescopio, en el sentido técnico, ha sido adjudicada a diferentes orígenes. Pero la invención del uso teórico del invento técnico pertenece a Galileo. He aquí pues el *primer instrumento de conocimiento científico*.

Es importante señalar que Galileo inventó el uso científico del lente en su doble aplicación: en la magnitud astronómica y en la pequeñez biológica. El gusto que tenía Michelet por las simetrías simbólicas lo llevó, en su libro sobre el *Insecto* a comparar a Swammerdam con Galileo: "Nadie ignora que en 1610, cuando Galileo recibió de Holanda el lente de aumento, construyó el telescopio, lo hizo girar y vio el cielo. Es menos sabido que Swammerdam apropiándose con genio del microscopio incipiente, lo hace girar hacia abajo y fue el primero que vio el infinito vivo, el mundo de los átomos animados. Ellos se suceden. En la época en la que muere el gran italiano, nace este holandés, el Galileo de lo infinitamente pequeño". No es para que Michelet se moleste pero el Galileo infinitamente pequeño fue el mismo Galileo Galilei.

¿Cuáles son los argumentos físicos que el ojo de Galileo a través del lente descubrió en los cielos? Esencialmente dos. Primero el descubrimiento de los satélites de Júpiter. Démosle la palabra a Galileo; después de haber justificado por la persistencia de las relaciones de distancia, la afirmación de que las estrellas observadas realizaban con Júpiter una revolución alrededor del centro del mundo, agrega: "Los hechos son de una naturaleza que disipan los escrúpulos de aquellos que, tolerando en el sistema de Copérnico el movimiento de los planetas alrededor del sol, se estremecen con la idea del movimiento de una Luna alrededor de la Tierra durante el curso de un movimiento común de los dos astros alrededor del Sol, hasta el punto de considerar como imposible la constitución que este sistema atribuye al universo". El segundo argumento es que el telescopio no aumenta el tamaño de las estrellas fijas tanto como lo hace con otros objetos. En estas condiciones, la reducción del diámetro visible echa por tierra una objeción de Tycho-Brahe al heliocentrismo de Copérnico: ya no es necesario suponer que las estrellas fijas tienen un tamaño incomparable al del sistema solar.

Por el contrario, lo que el telescopio reduce en tamaño, lo multiplica en número. Las constelaciones se enriquecen. La vía láctea y las nebulosas se nos revelan como montones de estrellas innumerables. ¿Quién creería, en adelante, que esas estrellas inaccesibles a la mirada humana sólo fueron creadas para el hombre? No consideremos aquí sino estas revelaciones de un nuevo mundo, dejemos de lado todo lo que la observación de la luna sirve para que se refuerce la asimilación de la tierra a una luna, es decir, a un satélite. Y preguntémosnos ¿por qué estos argumentos físicos, buenos o malos, fueron utilizados por Galileo para sustentar la *primera revolución verdadera del pensamiento que puede llamarse científica*?

Sin duda, en 1543 el *De Revolutionibus orbium coelestium* anunció el fin de la era del Cosmos, del mundo finito, era que comprende, como lo ha señalado Alexandre Koyré la antigüedad y la Edad Media. Es el final del mundo finito, el final del reino de

(1) El estudio de M. Clavelin publicado con el título de *La philosophie naturelle de Galilée*. París. A Colin, 1968.

la tierra materna para el hombre, roca de estabilidad y de seguridad, referencia para todos los lugares y refugio después de todas las separaciones.

Sí, es el año de 1543 el que anuncia, pero son 1610 y 1613 (Cartas sobre las Manchas Solares) las que proclaman "el gran sistema de Copérnico, doctrina cuya revelación universal se anuncia en el presente con brisas favorables que dejan poco que temer de las nubes o de los vientos contrarios". ¿Por qué estando Copérnico en los Infiernos tiene que esperar a Galileo para saber que éste tiene no solamente el derecho sino el deber de ser copernicano?

La cosmología de la Edad Media estaba constituida por la física de Aristóteles y la astronomía matemática de Tolomeo que se separaba de aquella de hecho y en proyecto. De hecho, porque en la *Composición matemática* o *Almagesto* los movimientos de los planetas son descritos como una combinación de epiciclos y de excéntricos, es decir, de círculos que tienen su centro en círculos cuyo centro no coincide con la tierra. En proyecto porque esta astronomía matemática reposa sobre hipótesis, es decir, en suposiciones de movimientos circulares uniformes cuya combinación puede complicarse de manera que salve las apariencias, es decir, que coincida con la observación de los fenómenos. Por el contrario, la astronomía física, cuyo modelo inicial es el *De Coelo* aristotélico, exige que las hipótesis estén de acuerdo con la esencia de las cosas. Hipótesis diferentes, que aunque expliquen de una manera similar las mismas apariencias, no podrían ser equivalentes, puesto que sólo una de ellas tiene un fundamento en la naturaleza. Cuando se admite que el movimiento está determinado absolutamente por el lugar natural del móvil, que el reposo es absoluto, que lo alto y lo bajo son absolutos, se piensa que la concordancia de los principios del conocimiento con las cosas está dictada por las cosas mismas.

Tolomeo no era aristotélico sino matemático: la norma de elección de sus hipótesis era la simplicidad de la descripción de las apariencias. Por haber sido en este último punto, más tolemeico que Tolomeo mismo, Copérnico abandonó el geocentrismo aristotélico, con el cual hasta ese momento la astronomía matemática se había acomodado más o menos. Pero, al mismo tiempo, Copérnico no consideraba su teoría como una hipótesis matemática sino como una tesis conforme a los principios de la física, es decir, a los principios de la física de Aristóteles. Cuando Copérnico estaba en vísperas de su muerte, el *De Revolutionibus*, fue publicado por Osiander, el autor de un Prefacio destinado a atenuar el efecto que produjo entre los filósofos y los teólogos una doctrina que consideraba el heliocentrismo no como una ficción sino como la realidad. Este Prefacio presentaba el *De Revolutionibus* como una hipótesis de matemático. Kepler protestó siempre contra esta interpretación y Galileo lo apoyó en una carta de 1597.

De hecho, la catolicidad no se alarmó por el tra-

tado de Copérnico. El Concilio de Trento no dijo una palabra contra el heliocentrismo. Muchos amigos eclesiásticos de Copérnico y muchos astrónomos jesuitas se adhirieron al heliocentrismo como hipótesis matemática fundada sobre la relatividad óptica del movimiento. En 1616, cuando se produjo la primera condena, el Cardenal Belarmino reconoció que la hipótesis de Copérnico: "salva mejor las apariencias que los excéntricos o los epiciclos", pero rechazaba la afirmación de que "el Sol, verdaderamente está en el centro del Universo y gira sobre su eje". Si alguien consideró esto como un escándalo y un sacrilegio, aun antes de la publicación del *De Revolutionibus* fue Lutero. Dijo de Copérnico: "Ese imbécil quiere poner todo el arte de la astronomía al revés"

Recordar estas concepciones y posiciones es indispensable para la comprensión de la actitud de Galileo y la apreciación objetiva de las condiciones en las cuales se llevaron a cabo la advertencia de 1616 y la condena de 1633.

Galileo rechazó la interpretación que Osiander hizo de Copérnico, o sea la que aceptaban los filósofos aristotélicos y los teólogos católicos. Fiel a Copérnico, se trazó como misión establecer que el heliocentrismo es una verdad física. Pero su verdadero genio es el de haber percibido que la nueva teoría del movimiento, la dinámica galileana ofrecía un modelo de las verdades físicas para promover verdades que fundarían la astronomía de Copérnico como refutación radical e integral de la física y de la filosofía aristotélicas. Llevando a cabo esta misión, Galileo forzó a la Iglesia para que condenara a Copérnico en su propia persona (en 1616 y en 1633).

No vamos a rehacer la historia de las circunstancias en las cuales el Santo Oficio le prohibió a Galileo confesar la verdad según Copérnico y en otra ocasión le impuso la abjuración del heliocentrismo. La notable obra publicada por Giorgio de Santillana, hace unos diez años, parece aclarar este problema hasta donde es posible de acuerdo a la información actual. Queremos, sean cuales fueren los móviles y los razonamientos de los adversarios, comprender los móviles y las razones de nuestro protagonista.

Concedemos a quienes señalaron que los argumentos físicos de Galileo, bien sea en la época del *Sidereus Nuncius* o más tarde en las *Cartas sobre el movimiento de las mareas* o en el *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* que en 1632 prende fuego a la pólvora pontificia, no tenían el valor probatorio que él les atribuía, y que Galileo en particular, no lograba dar la prueba que pedía Tycho-Brahe para demostrar el movimiento terrestre: la desviación hacia el oeste de un cuerpo en caída libre. Con respecto a este punto y para el conjunto de la obra, de la misma manera que para la mecánica y la cosmología, Alexandre Koyré elaboró una reflexión cuya nitidez, propia de un espíritu tan matizado y riguroso, debe propiciar una reflexión. Si por experimento se entiende, experiencia usual, pragmática, la física aristotélica concuerda mejor con la experiencia que la

física galileana; si por experimento se entiende la experimentación instituida en función de una explicación hipotética, ninguno de los experimentos de Galileo (y se sabe actualmente que hizo muchos menos que los que se le adjudicaron cuando se hacía su retrato tomando como modelo a Bacon) logró confirmar las anticipaciones del cálculo, ninguno llegó a convencer sin embargo a sabios tan poco aristotélicos como él. Es cierto que en la segunda mitad del siglo XVII, el sistema de Copérnico estaba lejos de lograr la unanimidad. Por una parte, no estaba considerado como mucho más simple que el de Tolomeo, y hasta se asegura que conlleva de hecho 8 epiciclos más (48 contra 40); por otra parte, la prueba física que debía imponerlo, o sea la medida de los paralajes de las estrellas fijas, era una prueba que Kepler no había podido dar por falta de instrumentos astronómicos y que había sugerido a Galileo que buscara; esta prueba no fue dada parcialmente por Bradley sino en 1728 y sólo completamente en el siglo XIX. Pascal no era amigo de los jesuitas y les echa en cara en la *XVIII Provincial* la condena de Galileo:

"Fue vano también que ustedes obtuvieran contra Galileo el decreto de Roma que condenaba su opinión referente al movimiento de la tierra. Esto no será lo que probará que permanece en reposo; y si se hicieran observaciones constantes que probaran que es ella la que gira, todos los hombres juntos no le impedirían girar y no impedirían que ellos girasen con ella".

Pascal habla en condicional: *si se hicieran* observaciones constantes. Acaso no fue él el que escribió en 1647 al Padre Noel:

"Todos los fenómenos de los movimientos y retrogradaciones de los planetas se deducen perfectamente de las hipótesis de Tolomeo, de Tycho, de Copérnico y de otros, aunque quizás sólo una de ellas sea verdadera.

¿Pero quién osará hacer un discernimiento tan grande y quién podrá sin temor a equivocarse, sostener una en perjuicio de las otras...?"

Nadie podrá asombrarse entonces del célebre *Pensamiento* 218 (de la ed. Brunschvicg):

"Me parece bien que no se profundice la opinión de Copérnico".

Y sin embargo diremos con Alexandre Koyré que es Galileo el que está en lo cierto.

Estar en lo cierto no significa siempre decir verdadero. Y es aquí donde la lección del hombre va a aclarar la significación de la obra.

Debido a que la Iglesia romana esperaba 73 años antes de condenar en 1616 el heliocentrismo, debido a que la segunda condena de 1633 no obligaba a la mayoría de los soberanos de Europa (entre ellos al de Francia) a prohibir su difusión, debido a que muchos religiosos pudieron decir sin perjudicarse que estaban

convencidos por las teorías de Galileo, varios historiadores de las ciencias trataron de presentar el affaire Galileo como un accidente en el que la Iglesia había hecho todo lo posible por evitar y que un hombre menos orgulloso, menos obstinado y menos agitado que Galileo, hubiera podido evitárselo así mismo, a la historia y a la cristiandad. Cierta filosofía de las ciencias de inspiración gramatista ha reforzado en este punto la indulgencia natural de los historiadores católicos con relación a las decisiones de la Iglesia. Partiendo de que la hipótesis heliocéntrica era en la obra de Copérnico y seguía siendo en la obra de Galileo una hipótesis de cinemática, Henri Poincaré escribió en 1906 en la *Science et Hypothese*:

"Estas dos proposiciones: "la tierra gira" y: "es más cómodo suponer que la tierra gira" tienen un solo y único sentido; la una no es menos cierta que la otra".

Se podría pues colocar en el mismo nivel a Galileo y al Cardenal Belarmino. Lo curioso es que, por razones de la misma naturaleza, en una obra publicada en 1958 y traducida al francés en 1960 bajo el título *Les Somnambules*, Arthur Koestler trata de establecer que por no tener argumentos físicos válidos, Galileo comprometió en la batalla copernicana no su ciencia sino su prestigio social:

"Galileo había dicho que Copérnico tenía razón y que cualquiera que tuviera otra opinión injuriaba la autoridad del más grande sabio de la época. He aquí lo que esencialmente llevaba a Galileo a luchar, nos daremos cuenta de ello cada vez más claramente. Sus adversarios no pueden excusarse por esta razón; pero el hecho tiene su importancia cuando uno se pregunta si el conflicto era históricamente inevitable" (p. 420).

El autor de *Un Testament espagnol* y de *Zero et l'Infini* que sin embargo teorizó y experimentó sobre las disidencias ideológicas y sus consecuencias razona a lo largo de una obra —no sin interés, inclusive histórico— como Pierre Duhem, historiador de la ciencia y defensor de la fe:

"La lógica estaba del lado de Osiander y de Belarmino y no del de Kepler y Galileo. Los primeros habían comprendido todo el alcance del método experimental".

Rigurosamente hablando, una interpretación pragmática y nominalista de las teorías científicas podía sostenerse antes de la física de Einstein y de Planck. Koestler parece ignorar que a mediados del siglo XX goza de menos libertad que Pierre Duhem.

Al aceptar el compromiso que consideraba el heliocentrismo como una hipótesis que no hacía peligrar la Escritura, ni la reputación de Josué, ni los dogmas, Koestler piensa que Galileo habría confesado que no poseía ninguna prueba y hubiera quedado en ridículo! De allí su obstinación.

Koestler, después de muchos otros, no se dio cuen-

ta de que lo que constituía la prueba para Galileo estaba más allá de algunas observaciones que había podido lograr y, por otra parte, más allá de las que sus adversarios le pedían porque eran las que podían comprender: pruebas de tipo aristotélico, referencias absolutas, movimientos naturales, causas formales y cualidades. Entonces lo que la ciencia de Galileo hacía estallar no era solamente el Cosmos de los paganos adaptado a las Sagradas Escrituras de los cristianos, sino a toda la cultura y a la mentalidad que el Cosmos significaba. Galileo era sincero cuando se proponía llegar a demostrar la compatibilidad de lo verdadero según Copérnico y lo verdadero según la Escritura pero veía también por qué no podía ser comprendido:

“Sería necesario demostrar a fuerza de pruebas irrefutables, dice Galileo en una *Carta a Dini* que ella (la teoría de Copérnico) es verdadera y por lo tanto su contrario no podría serlo de ninguna manera. ¿Pero cómo puedo hacerlo y cómo estos esfuerzos no serán en vano, si se me cierra la boca, si estos peripatéticos a quienes se trata de persuadir, se muestran incapaces de comprender hasta los razonamientos más simples y fáciles?”.

Vemos aquí la prueba de que Galileo tenía conciencia de poder, si lo dejaban en paz, aportar el desarrollo de la nueva ciencia, la convergencia de la matemática, de la astronomía y de la física. La prueba era la promesa de igualar a las dimensiones del universo, la potencia del cálculo que había permitido enunciar la primera ley de física matemática. Lo trágico de la situación de Galileo fue que, al seguir siendo más aristotélico de lo que pensaba, no se dio cuenta que Kepler le proporcionaba los argumentos del mismo tipo y del mismo valor en astronomía que aquellos que él consideraba buenos en física. Kepler le había enviado en 1609 la *Astronomia Nova* que contiene las dos primeras leyes (órbitas elípticas, ley de las áreas). Pero Galileo seguía siendo circularista en cosmología, la elipsis no era para él sino una anamorfosis del círculo. Por otra parte Kepler, antes que Newton, era tan oscuro para todos, y en primer lugar para sí mismo, según su opinión, que el haber recurrido a Kepler le hubiera creado a Galileo más dificultades que posibilidades.

La única pregunta que nos tenemos que hacer actualmente me parece que debería ser la siguiente: ¿tuvo o no razón Galileo al prometerse y prometer a sus adversarios, sin tener pruebas suficientes, la prueba de su sistema que constituyen actualmente todas las pruebas, presumidas por él pero que eran imprevisibles para todos? ¿Tuvo o no razón para ser, en consecuencia, abrupto, altanero, intransigente en presencia de sus adversarios, muchos de los cuales deseaban el compromiso?

En lo referente a esta pregunta, responderé que Galileo tuvo razón. La lección del hombre es la de haber subordinado su vida a la conciencia que tenía del sentido de su obra. Afirmandose por el aporte de

sus pruebas si le daban tiempo, Galileo tenía clara conciencia del poder de su método, pero asumía para él, en su existencia de hombre, una tarea infinita de medida y de coordinación de experiencias que exige el tiempo de la humanidad como sujeto infinito de saber. Actualmente sabemos que esta intuición de la fecundidad de la física matemática era profundamente justa. La ciencia de la naturaleza es progresiva, une lo que Galileo elevó a la dignidad de ciencia: las matemáticas y la instrumentación; la ciencia de la naturaleza crea, por ruptura con su pasado, a imagen de la ruptura galileana, pero sucesivamente renovada, un Nuevo Espíritu Científico. ¿Cómo nos parecería entonces censurable o solamente deplorable que aquel que instituyó la ciencia moderna en su objetivo y su método haya hecho prueba de testarudez hasta el punto de ser conducido al conflicto en el cual su resistencia cedió?

Se sabe bastante bien que fue en el siglo XVIII cuando Galileo llegó a ser un símbolo. Algunos historiadores buscan allí la significación que se le ha dado la mayoría de las veces al caso Galileo: el pensamiento libre perseguido por la intolerancia. De hecho no se debate solamente la hostilidad a la teología y al clericalismo. Pero es también y sobre todo porque se tiene la distancia indispensable para comprender que la ciencia de Newton, modelo de todas las ciencias de la época, lleva a su culminación la ciencia de Galileo. En 1684 los *Principios matemáticos de la Filosofía natural* confirmaron y justificaron lo que había comenzado y preparado el enunciado de 1604 sobre la ley del movimiento acelerado. Sólo en el siglo XVIII se puede comprender que la resistencia de Galileo, como hombre, a la invitación al compromiso era el emblema de la resistencia de su dinámica a la crítica científica.

Desde el siglo XVIII la historia del caso Galileo tiene una historia muy bien descrita en la obra de Santillana. La óptica cambia con el tiempo y el lugar, es decir, según la posición. Desde una posición, ciertas apreciaciones sectarias o parciales han sido rectificadas. Desde otro, es inquietante constatar hasta qué punto ciertos historiadores se han adherido a soluciones de compromiso. Parece sin embargo que actualmente, y después de algunos sucesos recientes donde la ciencia y el poder político entraron en conflicto aquí como allá, se pueda sospechar de toda sociedad por el hecho de producir las condiciones de posibilidad de situaciones análogas a las que vivió dolorosamente el hombre cuyo nacimiento conmemoramos. Esta es sin duda una razón suplementaria para no dejar desnaturalizar el sentido del combate de Galileo, para no favorecer exégesis históricas o epistemológicas que parecen, aún hoy en día, verificar las palabras amargas y lúcidas de Galileo al final de su vida:

“Es difícil perdonar a un hombre la injusticia que ha sufrido”.

FONTENELLE: FILOSOFO E HISTORIADOR DE LAS CIENCIAS

En el *Eloge* de Cassini, Fontenelle escribía sobre el ilustre astrónomo, que murió a los 87 años y medio “sin enfermedad, sin dolor, sólo a consecuencia de la vejez”. Fontenelle debía retardar, más que Cassini, el instante de su muerte, sintiendo sólo en su último momento lo que llamó, tan profunda como espiritualmente “una dificultad de ser”. Todos sus biógrafos están de acuerdo en reconocer que, a pesar de ser de naturaleza frágil, no padeció de ninguna enfermedad considerable, ni siquiera de viruelas.

Exageraríamos sin duda en atribuir a la profunda preocupación cartesiana de Fontenelle la rara ocasión que nos permite celebrar al mismo tiempo, casi a un mes, el tercer centenario de su nacimiento y el segundo de su muerte. Al dar este ejemplo de longevidad, el autor de *La Pluralité des Mondes* y de *La Théorie des Tourbillons cartésiens* realizaba, sin habérselo propuesto, un sueño tenaz y profundo del autor del *Discurso del Método* o sea la ambición de eximir a todos los hombres “de una infinidad de enfermedades tanto del cuerpo como del espíritu y tal vez de la debilidad de la vejez”.

Si Fontenelle dijo de Malebranche moribundo que “su mal se acomodaba a su filosofía”, no podríamos decir de aquel, invirtiendo los términos que su filosofía se acomodaba a su mal. Esta filosofía parece que no tuvo que superar ninguna prueba íntima, ni siquiera de orden intelectual. Aristóteles pensaba que la filosofía comienza con el asombro. Pero la Marquesa de Lambert escribió sobre Fontenelle: “Es un espíritu sano, nada lo asombra, nada lo altera... un filósofo hecho por manos de la naturaleza porque nació con lo que otros alcanzan”.

No examinaremos si una filosofía sin drama y sin conflicto sería considerada actualmente auténtica. Lo que debemos a Fontenelle, en este día de celebración, es escuchar su lección más bien que hacerle escuchar la nuestra.

Celebrar la muerte de Fontenelle, es para nosotros, tomar conciencia de que hace 200 años, y a menos de 100 de la muerte de Descartes se podía morir cartesiano sin excluirse, entendiéndose bien, de la filosofía pero sí de la ciencia. Es cierto que el cartesianismo de Fontenelle admitía matices. Al pronunciar el elogio del biólogo Hartsoecker “cartesiano a ultranza” Fontenelle aconsejaba que: “Hay que admirar siempre a Descartes y algunas veces seguirlo”. Por haber conservado el desprecio por la autoridad

Tomado de los *Annales de l'Université de París*, XXVII, 3 de julio-septiembre 1957: Homenaje hecho a la memoria de Fontenelle.

que le había enseñado la filosofía cartesiana, Fontenelle podía, en el mismo terreno de su maestro, distanciarse de su parecer. Esta libertad de comportamiento radica esencialmente en que Fontenelle y sus contemporáneos habían transformado, en la medida que les era posible, el sentido de la pregunta cartesiana. Salta a la vista que este cartesianismo de dúc-til fidelidad con las consecuencias matemáticas y cosmológicas del sistema está muy alejado de un cartesianismo de identificación estricta con los pasos metafísicos iniciales. Actualmente nos parece que la pregunta propiamente cartesiana se refería a la certeza y de ahí la batalla de la duda hiperbólica. Pero Fontenelle no se inquieta en lo que se refiere a la certeza, solamente hace algunas exigencias en lo que respecta a la divinidad. En su filosofía, la ciencia no conoce crisis de fundamentos y las dificultades son llamadas allí “espinas”. Para no hablar sino de la principal espina de la época, la que es relativa al infinito, vemos a Fontenelle, tanto en *La Pluralité des Mondes* como en los *Eléments de la Géométrie de l'Infini* hablar de ella con mucha serenidad. Ciertamente, él reconocía al infinito, en la ciencia de los Antiguos, la dignidad de un misterio ante el cual es excusable que el espíritu experimente timidez o miedo y sostiene que a pesar del cálculo de Newton y de Leibniz “toda esta materia está rodeada de tinieblas muy espesas”. Pero la manera como él mismo aclara esta cuestión es digna de ser recordada. Rechazó la idea de un infinito geométrico como suposición, es decir, la idea de un artificio cómodo que se elimina como un medio que en adelante es inútil cuando ha facilitado la solución buscada. Considera el infinito matemático como real: “todo lo que ella (la geometría) concibe es real por la realidad que ella supone en su objeto. El infinito que ella demuestra es pues tan real como lo finito. Entonces este infinito geométrico “magnitud más grande que toda magnitud finita, pero no más grande que toda magnitud”, es lo que hace aparecer al infinito metafísico como “un puro ser de razón, cuya falsa idea sólo sirve para turbarnos y desorientarnos”. Al ver que Fontenelle consideraba el infinito metafísico como un concepto derivado y supuesto comprendemos que las *Meditaciones Metafísicas* de su maestro Descartes no eran su libro de cabecera. Si él hubiera aprendido de Descartes que tenemos en nosotros la noción del infinito “antes que la de lo finito” no hubiera escrito que “la idea misma del infinito está tomada de lo finito del que suprimo los límites”. Y no nos sorprendamos de que Fontenelle se sorprenda de que Leibniz parezca “haber vacilado un poco” ante el infinito, es decir, dudado en admitir la realidad de infinitos matemáticos de diferentes órdenes. Leibniz consideraba en efecto, que no había número infinito si se lo consideraba como un todo verdadero; alababa a los autores que habían distinguido el infinito sincategoremático y el infinito categoremático; él decía que “el verdadero infinito, en términos rigurosos, no está sino en lo absoluto, que es anterior a toda composición y no está formado de ninguna manera por la adición de las partes”.

Inversamente, Leibniz podía reprochar a Fontenelle (*Système nouveau de la nature*, 1695) de que no hubiera sabido hacer sentir a los lectores de las *Entretiens sur la pluralité des Mondes* la distancia infinita entre el arte divino y el arte del artesano, entre las máquinas naturales y las máquinas producidas por el hombre, de no haber establecido entre ellas sino una diferencia de lo grande a lo pequeño, de haber concluido que al mirar la naturaleza de cerca se la encuentra menos admirable de lo que se la había creído, y que se asemeja bastante a un taller de artesano. Y es cierto que la noche estrellada inspira en el alma de Fontenelle sentimientos menos sublimes que a muchos otros. El firmamento en donde se inscribe la pluralidad de los mundos lo encanta de la misma manera que lo haría una belleza morena. El silencio de los espacios infinitos lo invita a gozar del reposo y de las libertades de la ensoñación. Bajo la bóveda celeste que el cálculo humano ha hecho estallar, al proyectar a distancias desiguales en la inmensidad del universo tanto a soles como a estrellas, tanto a torbellinos como a centros posibles para mundos análogos al nuestro, bajo esta bóveda Fontenelle se pasea como “un curioso” respirando “con más libertad” y “a pleno pulmón” y sacando la conclusión de que “los razonamientos matemáticos son hechos como el amor”, pues cuando se ha aceptado algún principio se ve llevado a aceptar más “y al final eso llega lejos”. Entre el vértigo pascaliano y la veneración kantiana, admiremos a Fontenelle por haber encontrado en la nueva física del cielo “ideas que se ríen de sí mismas y que al mismo tiempo que dan goce a la razón, dan a la imaginación un espectáculo que le place de la misma manera que si hubiera sido hecho deliberadamente por ella”.

Pero se cometería una injusticia en no reconocer que Fontenelle supo prolongar el eco de la enseñanza cartesiana en lo referente no tanto al método propiamente dicho, con sus exigencias matemáticas específicas, sino a un cierto estilo del pensamiento. Fontenelle conservó el desprecio que sentía Descartes por la lógica silogística usual: “Lo que se llama comúnmente lógica me ha parecido siempre un arte bastante imperfecto: allí usted no aprende ni cuál es la naturaleza de la razón humana, ni cuáles son los medios que ella utiliza en sus búsquedas, ni cuáles son los límites que Dios le ha prescrito, o la extensión que le ha permitido, ni las diferentes vías que debe tomar según los diferentes fines que se propone”. Fontenelle aprendió de Descartes una nueva forma de rigor intelectual: “Lo que un antiguo demostraría fácilmente daría, en este momento, bastantes dificultades a un pobre moderno, puesto que cuánto rigor no se tiene en los razonamientos!... Antes de Descartes se razonaba más cómodamente; los siglos anteriores tuvieron la fortuna de no haber tenido a ese hombre. Fue él, en mi concepto, el que dio a este nuevo método de razonar más aprecio que a su misma filosofía, de la cual una buena parte es falsa o muy incierta, según las propias leyes que nos ha enseñado”. Cancelemos

aquí las deudas que Fontenelle tiene con relación al rigor que algunos lectores de la *Géométrie de l'Infini* le habían imputado. El se excusó diciendo que solamente ocho personas en Europa podían comprender su obra, y que él mismo no estaba en capacidad de hacerlo. De la misma manera que Descartes, Fontenelle vio negativamente, por fin, en el método y en el ejercicio de la razón un medio de defensa contra el parasitismo de las ideas, contra la presencia en el entendimiento de juicios que él mismo no había formado y escogido, y vio positivamente un medio de apropiación de las ideas por un yo consciente de sus conexiones y de su orden, un yo en el que la ciencia no es sólo posesión y uso sino cultura: “La verdadera causa que impide creer en la palabra de un autor, es que lo que él quiere hacerme creer es extraño para mi espíritu y él no nació como en el suyo. Una opinión que yo mismo me he formado permanece en mi cabeza a pesar de todos los principios...”.

En este punto se debe preguntar si hubo o no consecuencia de parte de Fontenelle en buscar el apoyo de Descartes para una cierta filosofía de la historia de las ciencias. A partir del rechazo de los derechos de autoridad en materia de ciencia, Fontenelle concluye el progreso histórico de las condiciones de afirmación de lo verdadero. ¿Pero se podría pensar que no es un abuso prolongar como filosofía historizante una filosofía fundamentalmente antihistorizante? ¿Recibir la verdad únicamente del testimonio de la evidencia y de la luz natural, no es privar a la verdad de toda dimensión histórica, no es fundar la ciencia bajo un cierto aspecto de eternidad? Inversamente, se puede pensar que Fontenelle tuvo el gran mérito de percibir otra significación de la revolución cortesiana. Porque es indudable que la duda cartesiana al negarse a comentar, a heredar y por lo tanto a consolidar a la física antigua y medieval, al dirigir contra ellas otras normas de verdad, hacía caer esta ciencia en desuso, en el pasado superado. Fontenelle vio pues que la filosofía cartesiana, cuando mataba la tradición, es decir, la continuidad sin reflexión del pasado y del presente, fundaba al mismo tiempo la posibilidad de la historia, es decir, la toma de conciencia de un sentido del devenir humano. Al no considerar ya el pasado como juez del presente, el pasado se volvía testimonio, en todas las acepciones del término, de un movimiento que lo superaba y lo situaba frente al presente. Fontenelle percibió que para que se pudiera hablar de los Antiguos, así fuera para alabarlos, era necesario que los Antiguos dejaran de estar vivos, dejaran de estar presentes, era necesario que los Modernos hubieran tomado distancia frente a ellos.

En todo caso Fontenelle justifica el sentido histórico por un medio paradójico. Si afirma que los Modernos pueden no solamente igualar a los Antiguos al inventar nuevas soluciones para nuevos problemas, sino que deben también sobrepasarlos en los terrenos en los que han errado, es porque la naturaleza, según él, sigue siendo igual a ella misma, por-

que produce hombres con capacidad intelectual invulnerable. Para fundar la idea del progreso intelectual, Fontenelle inventa e invoca una especie de principio de conservación de la cantidad de genio, muy cartesiano en la forma y en el espíritu. La historia del espíritu escrita al estilo de Fontenelle, no es una historia catastrófica. En primer lugar se podría pensar que es porque reposa sobre un paralelismo total entre la cultura y la naturaleza. Pero no es tan simple. Entre la naturaleza y la cultura, el paralelismo establecido por la analogía de la idéntica fecundidad de la primera y el incesante progreso de la segunda cesa en el momento en el que el espíritu humano ha llegado a su edad viril, a la época de las luces. Al igual que Pascal, Fontenelle piensa que todos los siglos de cultura son comparables a un solo hombre que ha sido en su infancia dócil a los prestigios de la imaginación y que acaba de entrar en su edad adulta. Pero la comparación llega hasta ahí. “Me siento obligado a confesar, dice Fontenelle, que este hombre no tendrá vejez... es decir, que los hombres no se degenerarán nunca y que las concepciones sanas de todos los buenos espíritus que se sucederán se sumarán siempre unas a otras”. Se ve que si Fontenelle anuncia, en relación a algunos aspectos, la teoría de Auguste Comte sobre la correspondencia de la ley de los tres estados del espíritu en el individuo y en la especie humana, como también en el carácter definitivo de la edad científica o positiva, una filosofía de la historia más dialéctica, hegeliana o marxista, tendría preguntas qué hacerle.

Este optimismo histórico inspira continuamente una especie de ejercicios que Fontenelle creó indiscutiblemente y al cual confirió de entrada una cierta forma de perfección. Se trata de los *Elogios* académicos de sabios. Siendo Secretario perpetuo de la Academia de las Ciencias de 1699 a 1740, Fontenelle compuso durante este período, 69 elogios de todos los académicos muertos en ese intervalo, con excepción de tres. La tradición de nuestra enseñanza quiere que las Oraciones Fúnebres de los Grandes del siglo XVII tengan un lugar señalado en los textos de explicación francesa, mientras que los *Elogios* de los Sabios del siglo XVIII no tienen ninguno. Se puede echar de menos que esta primera vía de acceso hacia la historia de las ciencias no esté abierta a los espíritus jóvenes. En su obra sobre la *Académie des Sciences et les Académiciens* de 1666 a 1793, el matemático Joseph Bertrand hizo a los Elogios debidos a Fontenelle un juicio matizado y reservado. Afirma que Fontenelle no tuvo la suficiente autoridad personal en la ciencia para jugar allí el papel de historiador y juez pero que fue un incomparable novelista. Es cierto que Condorcet, Cuvier, Arago y J. B. Dumas debían parecer superiores a Fontenelle por su competencia en la discriminación entre lo importante y lo anecdótico, por la información de su juicio, por la exactitud de sus alusiones. Se concibe por lo tanto, que al ser sucesor de esta posteridad, Joseph Bertrand haya podido mostrarse más exigente que Fontenelle. Esta exigencia es clarividente cuando

apunta al principio constante de sus reglas de exposición de los trabajos científicos: “Creyendo todo incierto lo cree todo posible... Bajo la fuerza de los más grandes genios, se solaza en mostrar la debilidad del espíritu humano y hace lo mismo cuando se trata de hablar sobre una teoría: eso es algo más que verosímil, alcanza en esos días el límite de su dogmatismo”. Pero Joseph Bertrand agrega: “Fontenelle sin saberlo todo podía comprenderlo todo. Conocía sin sometérseles siempre las reglas de un razonamiento exacto y severo. Intérprete de todos sus compañeros, entiende el lenguaje de cada uno y sabe hablarlo con inteligencia”.

Parece sin embargo que tengamos que reconocer algo más positivo en Fontenelle. Una Academia de las Ciencias es, a su manera, un público. Sus miembros no son igualmente versados en todas las investigaciones. Los espíritus se reparten allí en familias diferentes. Los geómetros son allí vecinos de los naturalistas. Exponerle a este público la obra de uno de los que ha pertenecido a ella, en un momento dado, no es ciertamente vulgarizar, sino que es hacer que un especialista sea asimilado por otros. El talento es tan necesario aquí como la competencia. Y en cuanto a esto Fontenelle no ha sido igualado. Además, pertenece a un siglo en el que la ciencia no ha perdido el contacto con el mundo, donde el sabio no ha llegado a ser todavía un universitario o un funcionario. De allí la preocupación, en la obra de Fontenelle, por no separar nunca en sus *Elogios* al sabio del hombre. Es indudable que los bellos elogios de Viviani, de Cassini, del Marqués de l'Hopital, de Varignon, de Newton, de Leibniz contienen sin duda inexactitudes pero también tienen juicios que la historia de las ciencias, con más elementos actualmente, debe confirmar, admirándose de que ellos hubieran podido ser apreciados de una manera tan justa, casi inmediatamente, y que las alusiones a las costumbres científicas o a los rasgos de carácter cuya frescura nos restituye la imagen viva de un personaje, son mejores que tantos comentarios acumulados desde entonces. No nos es indiferente que Fontenelle nos haga conocer por qué Leibniz fue soltero: “Leibniz no se había casado nunca, a la edad de cincuenta años pensó hacerlo, pero la persona que él tenía en mente quería tener tiempo para hacer sus reflexiones. Esto dio tiempo para que Leibniz hiciera las suyas y no se casó nunca”. Sonreímos al pensar que Leibniz no haya podido integrar esta experiencia personal a su teoría de la armonía preestablecida.

Antes del siglo XVIII no se conocía verdaderamente sino la historia de la pintura, de la música y de la medicina. Indiscutiblemente Fontenelle impulsó la historia de las ciencias. Estando todavía vivo vemos cómo se va introduciendo la historia de las ciencias en el *Traité des Sections coniques et des Courbes anciennes* de la Chapelle (1750). La vemos tomar toda su importancia un año después de su muerte en la *Histoire de Mathématiques* de Montluca (1758). Dutens, el editor de Leibniz, escribe una es-

pecie de historia a contrapelo en sus *Recherches sur l'origine des Découvertes attribuées aux Modernes* (1766). Saverien publica, un poco más tarde una *Histoire des progres de l'Esprit humain dans les Sciences exactes* y una *Histoire des Progres de l'Esprit humain dans les Sciences naturelles* (1775). En la misma época Bailly empezó a publicar su *Histoire de l'Astronomie* (1775-1782).

Admitimos que algunos de sus contemporáneos como Montluca, están mejor informados y son más exactos que Fontenelle en Materia de historia de las ciencias. Del mismo modo reconocemos en el *Cosmotheoros* de Huyghens más exactitud científica que en las *Entretiens sur la Pluralité des Mondes*. Pero debemos confesar que Fontenelle sigue siendo un filósofo por el que pasa la corriente de la historia tal como la describimos hoy. Al afirmar simultáneamen-

te la inmensidad del universo y la apertura del espíritu, Fontenelle vuelve a encontrar, por la conciencia que tiene y que da a sus contemporáneos de las primeras conquistas de la ciencia moderna, la intuición fundamental de los filósofos atomistas griegos. Fueron ellos los que primero sacudieron la solidez de la creencia antigua en la finitud perfecta del Cosmos y en la fatalidad del eterno retorno. Fontenelle teórico del progreso intelectual y de la pluralidad de los mundos, conserva la gloria de haber vuelto razonable y estimulante para el pensamiento de los Modernos una idea absurda y deprimente a los ojos de los Antiguos, la de una Humanidad sin destino en un Universo sin límites.

Traducción de María Luisa Jaramillo.

frenología, epistemología e historia en la obra de augusto comte

IN MEMORIAM

Mme. MARIA ANTONIETA TONNELAT

luis alfonso palau

Nos parece que las críticas hechas por Comte contra la psicología racional, la lógica y la economía política comportan una serie de consecuencias importantes en el análisis de nuestro tema. Es necesario entonces señalar que estas implicaciones muestran claramente los caminos que van a seguir la filosofía y la historia de las ciencias positivistas. Concepción del objeto de las ciencias propia de una epistemología externalista, afirmación del sujeto de las ciencias en el seno de una metodología de trabajo claramente politizada y propuestas para una historia continuista de las ciencias desposeída de toda su fuerza de renovación y de crisis.

Uno

Ya hemos hablado de la condenación lanzada por Comte respecto a la psicología racional, tanto en la dimensión del objeto como en la perspectiva del método. Es ilusorio hablar de "vida interior" del individuo cuando tal vida no puede ser aprehendida más que por el método de la *introspección*. Comte reduce entonces el estudio de la individualidad a una parte de la fisiología, la fisiología cerebral. Se trata de una dudosa especie de física mental que se conoce con el nombre de "frenología". Pero tal estudio no deja de tener sus dificultades y no hace desaparecer la necesidad de la observación en dicho campo.

Como lo ha señalado J. S. Mill⁽¹⁾, incluso aceptando la "frenología", la observación psicológica es necesaria, pues ¿cómo sería posible constatar correspondencias entre dos cosas por la sola observación de una de ellas? Poner en relación funciones mentales y "conformaciones" cerebrales exige no solamente un sistema paralelo de observación sino también un análisis de las facultades mentales.

Pero dejando de lado estas dificultades, nos parece que el rechazo a considerar el aspecto psicológico es el que ha permitido a Comte la identificación, en su fuente, entre el conocimiento común y el conocimiento científico. Pues definir cualquier tipo de conocimiento por su deber de "observación" pasiva de experiencias sensibles repetidas sólo es posible si se niegan o se dejan de lado las implicaciones que tienen las historias particulares de los agentes del conocimiento. Para Comte todos los hombres son sustituibles entre sí cuando se trata del dominio de la observación. De esta forma, rápidamente la teoría de la inteligencia se empobrece. Para nosotros, la inteligencia es algo complejo que abarca una mezcla de todo tipo de capacidades mentales y de actitudes psicológicas: agudeza de percepción, capacidad de memorizar, utilización del lenguaje, facilidad de conexiones lógicas, curiosidad investigativa, escepticismo vigilante, aceptación del fracaso, perseverancia en la prueba, formación para asociaciones inesperadas, etc. Seguramente las facultades mentales subyacentes son innatas pero la manera como se usen y se desarrollen dependen de la historia particular de los individuos.

El autor es profesor de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional, sede de Medellín.