

MADAME DU CHÂTELET, LEIBNIZIANA MALGRÈ VOLTAIRE

Ángeles Macarrón Machado. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

Resumen: Gabrielle-Émilie du Châtelet publicó *Institutions de Physique* en 1740, un manual de física en el que se complementaba el pensamiento newtoniano —la física triunfante en ese momento— con la metafísica de Leibniz-Wolff. La marquesa, que traduciría al francés los *Principia* de Newton, había incorporado el pensamiento leibniziano a su manera de entender la realidad. Voltaire, su compañero sentimental e intelectual, positivista *avant la lettre*, nunca pudo aceptar la deriva intelectual de su amiga.

Abstract: Gabrielle-Émilie du Châtelet published *Institutions de Physique* in 1740, manual of physics which complemented the newtonian theorie —the dominant physics at the time— with the Leibniz-Wolff's metaphysics. The *marquise*, who was to translate the *Principia* de Newton, had incorporated leibnizian thought in accordance with her world view. Voltaire, her lover and intellectual partner, positivist *avant la lettre*, was never able to accept the intellectual course taken by his friend.

Madame du Châtelet

1.1. En el siglo de las Luces...

A comienzos del siglo XVIII la obra de Isaac Newton, sus descubrimientos en física, astronomía, óptica y matemáticas comenzaron a difundirse entre los lectores cultos, ingleses y continentales. La aparentemente sencilla formulación de la ley de la Gravitación Universal y la descripción de los sorprendentes fenómenos ópticos que se producían al hacerse pasar un rayo de luz a través de un prisma óptico habían despertado el interés y la curiosidad por conocer las causas y la naturaleza de esas fuerzas que mantenían a los planetas en sus órbitas alrededor del Sol o la explicación de aquel transmutarse de una partícula de luz blanca en los siete colores fundamentales cuando atravesaba las paredes de un prisma.

En esos momentos Francia estaba en la cumbre de su poderío político y París era el corazón de la cultura europea. Hacia 1720 la Academia de Ciencias de París, a pesar de su teórica neutralidad, estaba dominada por los cartesianos, que habían hecho de la teoría de los vórtices y del ocasionalismo de Malebranche un baluarte contra el newtonianismo triunfante y contra Leibniz, un antiguo cartesiano, que comenzaba a tener importantes seguidores como el matemático suizo Johann Bernoulli o el matemático y filósofo alemán Christian Wolff (1679-1754). El Secretario de la Academia, Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757), era un pragmático hombre de ciencia y avezado político, moderadamente cartesiano y divulgador de la ciencia. Con sus *Entretiens sur la pluralité des Mondes*, que publicó en 1686, consiguió una valiosa vulgarización del saber cosmológico del momento, que sirvió de modelo para otros intentos, ya en el siglo XVIII, de acercar una ciencia cada vez más abstracta y matematizada a las masas y en especial,

a las mujeres, a las que se suponía incapacitadas para comprender aquellos complejos sistemas del mundo.

Especialmente interesante, cuando se estudia la labor de divulgación en el periodo que nos ocupa, es el caso de Francesco Algarotti y el de Voltaire, hombres de letras que supieron, con elegancia y eficacia, poner al alcance de todos los resultados de su propio aprendizaje como humanistas a una nueva imagen del mundo físico, que superaba filosofías de la naturaleza antiguas y recientes y transformaba radicalmente el sentido común tradicional. Ellos mostraron cómo el método experimental y las leyes que Newton y otros filósofos de la naturaleza habían formulado sobre Óptica, Física, Astronomía y Matemáticas eran parte integrante de una nueva cultura.

1.2. Nuestra protagonista...

Gabriele-Émilie de Breteuil nació en París el 17 de diciembre de 1706 en el seno de una familia aristocrática vinculada al poder. Su padre, Louis-Nicolas Le Tonnelier de Breteuil, estrechamente relacionado con la corte a través de su cargo de introductor de embajadores, era un hombre cultivado, interesado por el saber y en contacto con prestigiosos pensadores, a quienes invitaba con frecuencia a su casa. Cuando descubrió las excelentes dotes de su hija para los estudios, tomó la decisión de ofrecerle una esmerada formación, que incluyó no sólo las enseñanzas tradicionales propias de las mujeres de su condición social, como las de las lenguas clásicas o vernáculas como el inglés y el italiano, sino el estudio de materias tan poco convencionales como la matemática y la física. En 1715 muere Louis XIV, a quien sucederá el Regente Philippe d'Orleans. El barón de Breteuil decide entonces abandonar su puesto en la corte y dedicarse a redactar sus *Memorias* y a la educación de su hija. Importantes personajes del mundo del saber filosófico, científico o artístico, entre los que se encontraban Fontenelle o el duque de Saint-Simon, se daban cita en el ambiente distendido y cordial del salón de la familia para intercambiar sus puntos de vista sobre los más diversos temas. A estas reuniones asistía la pequeña Émilie, quien, con sólo diez años, deslumbraba a los presentes al recitar de memoria a Virgilio en latín o a Milton en inglés. A los trece años, cuando sus dos hermanos abandonan la casa familiar, ella se apropia del piso que ellos ocupaban, disponiendo así de multitud de mesas en la que podía dejar abiertos los libros para consultarlos con sólo desplazarse por la estancia.

Émilie se había convertido en una joven culta y refinada y su padre, con el fin de mostrarle el mundo social de los salones, la llevó a una recepción dada por su primo el marqués d'Argenson, lugarteniente general de la policía del Regente. Émilie conoció allí a dos personajes que fueron muy importantes en su vida, al duque de Richelieu y a François Arouet, conocido como Voltaire, quien estaba a punto de estrenar su *Edipo*. Émilie asistió a esa *première*, que supuso su primer y apasionado contacto con el teatro. Esos dos encuentros dejaron una profunda huella de admiración y curiosidad en el alma de Émilie. Cuando a los quince años asistió con sus padres a la Fiesta de Primavera en el castillo de Sully-sur-Loire, no dudó en aprovechar la ocasión para desplegar su capacidad de representación teatral y mostrar el encanto de su voz, despertando la admiración de Voltaire, con quien tuvo la oportunidad de discutir sobre el libro de Fontenelle, de moda

en ese momento, *Entretiens sur la pluralité des mondes habités*. Poco tiempo después, la familia se trasladó a la Lorena, donde el duque Leopoldo había hecho del palacio de Lunéville un pequeño Versailles. Fue allí donde entraron en contacto con la familia de Chastellet, miembro del prestigioso grupo de los Grandes Caballeros de la Lorena, con uno de cuyos hijos se habría de casar Émilie unos años después.

Ya de vuelta a París, Émilie continuó sus estudios con tal ímpetu y dedicación que apenas dormía, actitud que, si bien preocupaba a su padre, le sumía en la dulce convicción de que su niña llegaría a ser una de las mujeres sabias del siglo. A los diecisiete años leyó el *Ensayo sobre el entendimiento humano* de Locke, obra en que descubrió la importancia del concurso de la experiencia en la operaciones del entendimiento, algo sobre lo que ya andaba pensando; pero que, además, cuestionaba el modo de entender la naturaleza humana y abría la posibilidad de que el pensamiento fuese un atributo de la materia otorgado por Dios, lo que entraba en contradicción con el profundo dualismo cartesiano entre lo pensante y lo extenso, que ella conocía bien. Émilie mostró, desde muy joven, su preferencia por las matemáticas y la metafísica, interés que su padre estimuló al otorgarle los medios necesarios para su estudio, algo realmente inaudito en la época. Su formación en geometría y álgebra le permitió posteriormente estar a la altura del físico y matemático Maupertuis, quien contribuyó decisivamente con sus lecciones a la formación matemática de Émilie. El estudio de la filosofía cartesiana había dejado en ella la huella del rigor, de la claridad y el método en el pensamiento, así como una estrecha relación entre ciencias y metafísica, que constituyó una fuente de reflexión constante durante toda su vida.

A comienzos del año 1725, en medio de una extrema concentración en los estudios, sus padres le comunicaron que estaban pensando en casarla. El elegido fue el marqués-coronel Florent-Claude du Chastellet, cuyo padre era el gobernador de Semur-en-Auxois, en la Borgoña. Sin apenas conocerlo, Émilie aceptó la propuesta con gran sentido práctico, ya que le atraía la perspectiva de formar parte de una familia de abolengo, llave para estar bien relacionada, al tiempo que no veía en esa nueva situación obstáculo alguno para continuar sus estudios. Émilie se casó, por voluntad expresa, el día del solsticio de verano del año 1725. Su marido, el Sr. de Chastellet, discreto, gentil, cortés y amable, pronto descubrió con orgullo y sin resquemor alguno la superioridad intelectual de su esposa, así como su necesidad de libertad, lo cual se tradujo en el apoyo y decidida defensa de Émilie durante toda la vida.

1.3. Comienza su relación con Voltaire...

En la primavera de 1733, quince años después de su primer encuentro, Émilie du Châtelet y Voltaire se reencuentran. Pronto se convierten en amantes. Ante los problemas que Voltaire tenía con las autoridades a causa de la publicación de sus *Lettres Philosophiques*, Émilie le ofreció el castillo de Cirey, retiro que él, prudentemente, aceptó. En 1735, Émilie decidió convertir a Voltaire en centro absoluto de su vida amorosa y se fue a vivir con él a Cirey. Convertida ya en una más del círculo de conocidos científicos, entre los que además de Maupertuis se encontraban Fontenelle, Algarotti,

Clairaut y el propio Voltaire, con los que compartía el entusiasmo por Newton y, con algunos de ellos, la combinación de intereses matemáticos y metafísicos, soñaba con hacer de Cirey una especie de *Académie des Sciences* donde se diera cita la elite del pensamiento científico europeo.

Miembro del pequeño grupo de *savants* progresistas y entusiastas que pretendían introducir en Francia las innovaciones del pensamiento inglés, especialmente de la filosofía natural newtoniana, Émilie iba tomando conciencia de que podía alejarse de la mediocridad, de que tenía capacidad para participar en la vida intelectual de su época, por lo que asumía con naturalidad los epítetos que Voltaire le atribuía de «admirable», «sublime» o «divina»; pero para ello debía replegarse sobre sí misma, contar con sus propios recursos, poner por encima de todo y de todos su vida, sus proyectos, sus placeres y eso, que era completamente normal en los hombres, no parecía ajustarse a la idea tradicional de lo que era la misión de la mujer, la de dedicarse al cuidado y a la resolución de los problemas y necesidades de los otros.

El dominio de Cirey era parte de la herencia que el marqués de Chastellet recibió de su padre. La tierra en aquel paraje se pliega en suaves ondulaciones. El lugar donde se encuentra el castillo parece creado especialmente para el retiro y el aislamiento, sorprendentemente escondido y rodeado de una naturaleza amable y humanizada. En el centro de ese idílico espacio, sobre una colina, se encuentra el castillo, llamado Cirey-sur-Blaise debido a que el Blaise fluye dulcemente a sus pies. Amplios jardines descendían desde la estancia hasta el riachuelo, las viñas trepaban por el lado opuesto en lo que hoy en día es un pequeño bosquecillo. Los antepasados del marqués habían querido convertir el lugar en una pequeña réplica de Versailles, pero parece que nunca lo consiguieron. Cuando Voltaire llegó, asumió enseguida la tarea de restaurar aquel lugar que se encontraba más bien desatendido y en precario estado.

1.4. Los años de Cirey, amor y sabiduría...

Cuando finalmente llegó a Cirey, Émilie venía cargada de baúles, de libros, de instrumentos de laboratorio, pero, sobre todo, llena de entusiasmo, dispuesta a construir un paraíso en la Tierra. Pronto estuvo inmersa en la tarea de organizar aquel hogar, modificar estancias y jardines, dirigir a la servidumbre y crear una atmósfera propicia al amor y al estudio. La vida en Cirey giraba alrededor del amor que Émilie y Voltaire se profesaban, del juego y el teatro, del canto y los paseos, pero sobre todo del estudio: ese era el gran proyecto para Cirey. Y fue sin duda alguna la etapa más creativa y productiva de Émilie. Aunque pasaban la mayor parte del día en sus respectivas estancias dedicados al estudio, durante el desayuno leían algún pasaje de la Biblia sobre el que hacían comentarios. Solían verse de nuevo al final de la mañana para comer y no volvían a encontrarse hasta ya entrada la noche, momento en el que discutían sobre lo que cada uno había trabajado.

¿Qué aportaba cada cual a ese proyecto de convivencia y estudio? El campo de Voltaire era el drama, la poesía y la historia; el de Émilie era la metafísica, la matemática y la filosofía natural. El cruce de estas dos vidas supuso una influencia recíproca y la creación de un tejido nuevo y común de preocupaciones intelectuales, cuyo producto fue un curioso y rico legado,

reflejo a su vez de las inquietudes teóricas de la época. El territorio de la moral donde se entrelazan de manera natural la metafísica, la filosofía de la naturaleza y la teología, en la vertiente deísta que ellos defendían, constituyó el lugar de su primera preocupación compartida.

En agosto de 1736, Voltaire comenzó a dialogar sobre metafísica con su amigo Federico de Prusia, quien le envió la *Lógica*, la *Metafísica* y *Los pensamientos sobre Dios, el mundo y el alma humana* de Wolff. En Cirey se hablaba de física y de metafísica, de lo divino y de lo humano, y surgió al calor de esos debates la obra de Voltaire *Elementos de la Filosofía de Newton*, escrita en el momento de máximo entusiasmo por Newton en Cirey y que él encabezó con una *Epístola dedicada a Mme. la Marquesa de Châtelet*, llamándola Mme. Newton.

Con ocasión de la publicación de dicho texto, Émilie du Châtelet hizo su primera intervención pública en la escena intelectual, en la que mostraba su conocimiento de la filosofía newtoniana. En septiembre de 1738 le publicaron anónimamente una reseña sobre los *Elementos* de su amigo en el *Journal des Savants*, donde se permitió exponer, dando pruebas de su independencia de criterio, ciertas apreciaciones críticas sobre las insuficiencias del tratamiento de Voltaire, así como de las del propio Newton. Ese texto muestra la adhesión sin reservas en esos momentos de Mme du Châtelet al newtonianismo y, en consecuencia, dice: «la Filosofía newtoniana, la única digna de ser estudiada, porque es la única probada». No obstante, la metafísica estaba siempre presente en sus reflexiones: «a pesar de la exactitud geométrica que reina en la manera en que tratamos en el presente a la Física, es imposible que la Metafísica no se mezcle con ella siempre».

Tales experiencias son, sin duda, las que fueron llenando de valor y seguridad a Émilie y de las que brotó el proyecto de escribir un libro sobre física, *Institutions de Physique*.

1.5. Pero Emilie necesita de la Metafísica...

Émilie de Châtelet fue una militante del newtonianismo junto a Voltaire durante un primer periodo, pero, poco a poco, se fue separando de la posición anti-metafísica que él mantenía, y que había claramente expresado en los *Elementos de la Filosofía de Newton*, según la cual era imposible e inútil cualquier búsqueda de una explicación racional del universo distinta de la explicación mecánica físico-matemática. Para Mme du Châtelet, en cambio, el universo se podía explicar racionalmente mediante un «buen uso del espíritu»; y quienes compartían con Voltaire la imposibilidad de tal empresa sólo daban, según ella, muestra de pereza o ignorancia: ya Leibniz, en el transcurso de la polémica que mantuvo con el teólogo newtoniano Samuel Clarke, la había llamado «filosofía de perezosos», como ya la había llamado Leibniz. Preguntas tales como «¿cuáles son los constituyentes básicos del universo?», «¿qué hace posible la ley de la gravitación?», «¿cómo surge el movimiento a partir de una materia inerte y puramente pasiva?», «¿qué relación hay entre la materia y el pensamiento?» o «¿cómo es posible la libertad humana en un mundo mecánico?», no se podían eludir haciendo uso del recurso a la voluntad divina o a los límites del conocimiento humano, sino que había que esforzarse en encontrarles respuestas adecuadas e inteligibles. Ahora bien, partiendo solamente de la física ese empeño no era

posible; de ahí que fuese inevitable recurrir a la metafísica. El problema era encontrar un tipo de metafísica compatible con la exposición de la física newtoniana y con el conjunto de teorías y filósofos de la naturaleza que la habían hecho posible.

El descubrimiento del sistema de Leibniz colmó el afán de la marquesa. Sostuvo, en solitario y con total autonomía, que era compatible con la física de Newton. En una carta a Federico de Prusia de 25 de abril de 1740 refiriéndose al desacuerdo existente entre ella y Voltaire, llegó a decir Émilie:

«Quizás estará asombrado de que tengamos puntos de vista tan diferentes [...] Me parece por ello que nuestra amistad es más respetable y segura, ya que incluso la diversidad de opinión no la ha podido alterar: la libertad de filosofar es tan necesaria como la libertad de conciencia».

1.6. La evolución de las *Institutions de Physique*...

La llegada a Cirey de Samuel Koenig, un matemático enviado por Bernoulli para complacer el deseo de la marquesa de continuar sus estudios de matemáticas, le permitió conocer, de la mano de un experto, el modelo de pensamiento de Leibniz-Wolff, que terminó adoptando en su totalidad. Esa era la metafísica que había estado buscando, y la llegada del alemán constituyó un acontecimiento clave en el cambio de rumbo que iba a sufrir el texto de las *Institutions de Physique*, que la marquesa ya había comenzado a escribir. Dicho modelo de pensamiento supuso para ella un verdadero hallazgo que le permitió conectar los temas filosóficos y metodológicos expuestos en la primera mitad de la obra con las teorías físicas explicadas en la segunda, una metafísica compatible con la física de Newton, que ayudaba a completarla y a eliminar sus contradicciones.

Las vicisitudes por las que pasó esta obra muestran con claridad la evolución del pensamiento de Mme du Châtelet. Un primer proyecto, terminado en septiembre de 1738 y listo para imprimir en noviembre de ese mismo año, se interrumpió en febrero del 39 y se detuvo definitivamente a mediados del mismo año. La razón era que había decidido incorporar a la obra el sistema de Leibniz-Wolff del que como hemos dicho le había informado exhaustivamente Koenig, lo que implicaba una remodelación del texto en profundidad: había que introducir una serie de capítulos nuevos sobre dicha metafísica y reformar los ya escritos.

En la segunda y definitiva versión permanecieron el prólogo y los capítulos dedicados a la existencia de Dios y al uso de las hipótesis, y se reemplazaron un total de ocho capítulos por otros nuevos, que redactó en el breve periodo que va de mayo a agosto de 1739, con ocasión de un viaje que hizo a Bruselas acompañada de Koenig. Los nuevos capítulos introducidos en la primera mitad del libro exponen las piezas fundamentales de la metafísica de Leibniz-Wolff: los principios de razón suficiente y contradicción, las esencias, los atributos y los modos, el espacio, el tiempo y los constituyentes últimos de la materia. Los dos últimos capítulos de las *Institutions* están dedicados a las fuerzas y su medida, y son el desencadenante de la más célebre y notoria intervención pública de Mme du Châtelet en el ambiente académico de la época. Tras la ruptura con Koenig, quien había declarado que él había sido el verdadero artífice de las *Institutions*, aún añadió un

nuevo capítulo, el XVI, en el que criticaba la concepción newtoniana de la atracción gravitatoria.

Algunos han visto sólo eclecticismo en ese intento de fusión entre la física de Newton y la metafísica de Leibniz, entendiendo que los capítulos dedicados a la física y a la metafísica respectivamente carecían de conexión. Sin embargo, quien haya leído realmente las *Institutions* no puede compartir esa opinión; pues la incorporación de esa nueva metafísica es el hilo conductor de todo el trabajo y no sólo de los nuevos capítulos añadidos de carácter estrictamente metafísico. La metafísica que asume es el criterio con el que reinterpreta y reelabora la física newtoniana, y ese fue su reto y su originalidad. Esa postura de la marquesa, a contracorriente de la mayoría de los pensadores de su ambiente, mereció las críticas de muchos, y en particular de Voltaire, a causa de su leibnizianismo y de su eclecticismo. Pero, fue justamente el eclecticismo que Leibniz mantuvo a lo largo de toda su inmensa producción intelectual uno de los pilares metodológicos del pensador alemán que ella más apreció en su obra. Para Leibniz la verdad era relativa a la infinidad de puntos de vista y, en consecuencia, no podía consistir más que en la integración de la mayor cantidad posible de perspectivas. Pero, además, tampoco se observa en la obra una yuxtaposición de dos visiones distintas y desconectadas, sino que en la misma se aprecia una elaborada unidad, resultado de la reescritura de los capítulos estrictamente físicos a partir de la incorporación de los presupuestos metafísicos leibniziano-wolffianos.

El contexto histórico en el que se concibieron y escribieron las *Institutions* era el mundo intelectual francés, dominado por la Academia de Ciencias de París, cuyos miembros, que como ya hemos indicado, se declaraban mayoritariamente partidarios de Descartes, habían hecho del desacuerdo con la filosofía natural de Newton un problema nacional. En tal marco, la decisión de Mme du Châtelet de atreverse a intentar una síntesis de metafísica y física, de defender la compatibilidad de las posiciones de Newton y Leibniz fue de una gran originalidad y valentía. Su afán de someter a discusión pública ambas doctrinas dejando a un lado los prejuicios supuso uno de los últimos episodios de una batalla que se libraba para no desvincular ciencia y filosofía, de la que Wolff constituirá su representante más destacado. Finalmente, los «positivistas» ganaron y dejaron establecido como axioma que la filosofía y la ciencia habían de tomar caminos distintos. Mme du Châtelet se comprometió, pues, con el bando perdedor y, si además era una mujer, no es extraño entonces que sea un personaje tan escasamente conocido.

En cualquier caso, es de resaltar la opinión de Voltaire sobre el libro, si bien emitida en vida aún de la Marquesa: «si fuera posible dar alguna apariencia de verdad a las ideas de Leibniz, se encontrarían en este libro».

Leibniziana...

«La Física es un edificio inmenso, que sobrepasa las fuerzas de un solo hombre: algunos ponen una sola piedra mientras que otros construyen un ala entera, pero todos deben trabajar sobre los fundamentos sólidos que hemos dado a este edificio en el último siglo por medio de la Geome-

tría y las observaciones; hay otros que levantan el plano del edificio, yo pertenezco a este grupo» (I.P.p.12).

A pesar de que Mme du Châtelet declaró con modestia el papel que pretendía desempeñar con su libro, tal como queda expresado en la anterior cita, la obra sobrepasó el mero aspecto divulgador y se convirtió, como hemos señalado, en una introducción innovadora a la nueva física, en la que se analizaban cuestiones tan importantes como las propiedades de la materia, la naturaleza de la explicación, el papel de las hipótesis, la función de Dios en el universo o la posibilidad de la voluntad libre en un mundo mecánico. Sacaba de este modo a la luz un conjunto de presupuestos metafísicos que, declarados o no, subyacían a todos los planteamientos científicos.

En el plano metodológico los tres supuestos más importantes de su proyecto eran la complementariedad de experiencia y razón, el uso de las hipótesis y la necesidad de los principios. La asunción del papel fundamental que juega la experiencia en la investigación de las cualidades físicas —guía de la que nos ha dotado la Naturaleza para no perdernos— y que debe completarse con el uso de la razón —que nos permite deducir nuevos conocimientos—, era ampliamente aceptada y compartida por los pensadores e investigadores adscritos al racionalismo o al empirismo. En cambio, el papel que podían o debían cumplir los otros dos supuestos estaba en discusión por parte de los filósofos de la naturaleza, aceptándolos unos y rechazándolos otros. Si, como expresa Mme du Châtelet, «todos nuestros conocimientos nacen los unos de los otros, y están fundados sobre ciertos Principios de los que conocemos la verdad misma sin reflexionar sobre ellos porque son evidentes por sí mismos» (I.P. §1, p.15), es importante, entonces, dotarse de un conjunto de principios racionales que faciliten la investigación y la comprensión del mundo. En el sistema de Leibniz-Wolff encontró tales principios justificados y formulados con claridad.

2.1. De los principios...

La función que desempeñaban los principios en la construcción de la nueva filosofía natural estaba en estrecha relación con el concepto de explicación que manejaba Mme du Châtelet, tomado también del sistema leibniziano-wolffiano. Hay dos formas distintas de explicación: por un lado, la explicación causal, que permanece en el terreno de lo fenoménico, y por otro, la racional, que completa la descripción causal al permitirnos comprender por qué se dan una serie de sucesos contingentes en lugar de otros o por qué unas leyes son mejores que otras. Una vez establecidos esos dos niveles, no se podía admitir —según Émilie du Châtelet— que ese segundo nivel explicativo correspondiese sólo a Dios, y reivindicó la búsqueda de su cumplimiento a través del uso de la razón. El principio leibniziano de Razón Suficiente cobraba así toda su fuerza, puesto que con él lo que se pretendía era, precisamente, no detenerse en el modo de cómo ocurren los fenómenos naturales, sino en avanzar en la búsqueda de las razones que determinan que dichos fenómenos sean de un modo y no de otro, es decir, lo que permite que sean posibles y reales.

A pesar de dicha reivindicación, cuyo horizonte, a su juicio, no debe olvidarse nunca, ponía especial énfasis en alertar contra el uso arbitrario de

tal principio. Insistió en la ilegitimidad de utilizarlo como excusa para no investigar en el orden de los fenómenos, como en su opinión hiciera la escolástica al delimitar su cometido a eliminar cualquier explicación arbitraria, esto es, aquellas que no estuviesen sujetas a razones. Así, cuando se aborda la investigación de los fenómenos del mundo físico, aclara que «no podemos acudir a causas lejanas» (I.P. §160, p.173), sino a aquello que podemos observar y calcular matemáticamente, tarea propia de la física experimental. No era, por tanto, admisible confundir ambos planos y saltar del nivel de la explicación racional, el propio de la razón suficiente, al de la causal, esto es, al terreno de las leyes físicas, aunque el objetivo fuese ir construyendo gradualmente una cadena de razones que terminasen demostrando por qué sólo se produce una serie de hechos contingentes. Vemos que la metafísica funciona siempre como el horizonte que alcanzar y al que no debería renunciarse.

2.2. De las hipótesis...

La marquesa hizo, tal como lo hiciera también Wolff, una defensa contundente del uso de las hipótesis en un momento en el que muchos filósofos de la naturaleza habían renunciado a ellas. Aunque sólo consistían en una suposición en el ámbito del proceso de explicación mecánico-causal de los fenómenos, el desarrollo histórico del conocimiento sobre la naturaleza había demostrado con creces su gran utilidad y sin ellas no se hubiera podido avanzar un solo paso. Ahora bien, debido a que las hipótesis se limitan a la mera descripción del mundo físico, deben complementarse con el principio de razón suficiente que indaga cuál es la razón de que tales fenómenos acontezcan. Dicho con un ejemplo, no basta con describir cómo funciona la gravedad —recuérdese que en relación con ella Newton sentenció su *hypothesis non fingo* (fuerza gravitatoria que, para la marquesa, era una mera hipótesis, lo quisiera o no Newton), sino que —insistía— era necesario, además, averiguar cómo era posible la gravedad, cuál era la razón de su acción y de su naturaleza.

Existían, por tanto, dos niveles distintos de realidad que Mme du Châtelet insistía en no olvidar, pero tampoco confundir. Así, aunque otorgaba un gran valor a la física experimental, al mismo tiempo, sostenía que ese nivel explicativo no podía ser el último; pues el ser no podía reducirse al fenómeno. De ese modo, al referirse a los filósofos newtonianos defensores de la explicación mecánica de los efectos naturales, afirmaba que:

«tienen razón; pues la posibilidad de un efecto se debe probar por la figura, el tamaño y la situación del compuesto, y su actualidad por el movimiento» (I.P. §146, p.161).

Al principio de razón suficiente se unían los de no-contradicción, el de los indiscernibles y el de continuidad. Es necesario insistir en que el alcance de tales principios rebasaba el ámbito de la deducción racional, por lo que se convertían en auténticas guías que iluminaban nuestra comprensión e indagación sobre lo real.

2.3. *Del uso de la figura de Dios...*

El principio de contradicción venía a determinar el reino de lo posible, de modo que hacía inaceptable cualquier afirmación que lo contradijese: sólo podía existir lo que era posible; y, sin embargo, no todo lo posible existía, así que hacía falta algo más para que se produjese el paso de la posibilidad a la actualidad. En el plano cosmológico Dios era la fuente última de la actualidad de lo existente a través de su elección de este mundo frente a otros posibles, como ya dijimos, del mejor de los mundos posibles; pero, una vez elegido, el universo era autónomo, respondía a sus propias leyes y principios, inherentes a las esencias de todos los seres que lo componían. Esa era la razón de que la realidad pudiera llegar a comprenderse. Las criaturas humanas, seres dotados de razón, podían así, poco a poco, ir descubriendo la racionalidad interna de todo lo existente, la lógica interna de todas las cosas que ni Dios podía contravenir.

Mme du Châtelet, como Leibniz, señalaba que no debía confundirse lo necesario, aquello que no puede darse más que de un único modo, con lo posible, que admite posibilidades diversas sin que se conciba contradicción alguna por ello. El mundo real, en tanto que hubiera podido ser de otro modo, no era necesario, sino contingente, pero, como nada ocurre sin una razón suficiente, en el seno del universo se produce un encadenamiento racional entre todos los seres, que consiste en su necesidad interna, en la inserción de cada uno de sus estados en la serie contenida en su esencia y conectada, a la vez, con la serie de todos los seres coexistentes y sucesivos del universo entero. Encontrar esa cadena de razones era el objetivo de la metafísica anhelado por la marquesa, quien compartió el optimismo que en tal empresa había mostrado Leibniz.

La idea de Dios y la de que el universo está sujeto a fines fue otro de los aspectos que Mme du Châtelet adoptó del sistema leibniziano-wolffiano. Dios era la primera causa del universo y a Él ascendíamos al estudiar la Naturaleza:

«Esta gran verdad es, si cabe, aún más necesaria a la buena Física que a la Moral y ella debe ser el fundamento y la conclusión de todas las investigaciones que hacemos en esta ciencia» (I.P. §18, p.38).

Pero, una vez admitido eso, surgían una serie de preguntas sobre la relación de Dios con el mundo. ¿Qué función cumplía Dios en el universo? ¿Actuaba Dios por capricho? ¿Primaba en Él la voluntad sobre el entendimiento? La respuesta leibniziana, adoptada por la marquesa, fue la de que en Dios también debía regir el principio de razón suficiente. El Ser Supremo, en su entendimiento infinito, se representa la infinidad de mundos posibles. La elección de uno frente a otros, haciéndolo actual además de posible, estaba guiada por la razón. Dios es concebido como el ser racional por excelencia. La libertad divina no es arbitraria, «[...] su Entendimiento, y su Voluntad deben siempre determinarse con razón» (I.P. §74, p.94). Y como Dios conocía todos los mundos posibles, la razón de su elección estribaba en escoger el mejor y el más perfecto de entre ellos, siendo esa la razón suficiente de su preferencia, lo que mostraba su infinita sabiduría. Esa prioridad en Dios del entendimiento sobre la voluntad implicaba que el

universo contenía una racionalidad interna, inherente al mundo y a sus componentes, que ni el propio Dios podría alterar, pues para ello tendría que cambiar de elección e instaurar un universo nuevo. Tal supuesto tenía una importancia metodológica trascendental, como veremos más adelante.

Como ya señalamos, Mme du Châtelet reintrodujo en el funcionamiento del universo la finalidad, que había sido expulsada del seno de la explicación mecánica por Descartes y la mayoría de los filósofos de la naturaleza, y señaló que sin fines no habría perfección. Es —señalaba— de la sabiduría infinita de Dios de donde «proceden las causas finales, ese principio tan fecundo en Física, y que muchos Filósofos han querido eliminar. Todo indica un plan, y es ser un ciego, o querer serlo, no ver que el Creador se propone en la menor de sus Obras fines que consigue siempre y que la Naturaleza trabaja sin cesar en su ejecución: así, este Universo no es un Caos, una masa desordenada, sin armonía y sin unidad, de lo cual algunos querrían persuadirnos, sino que todas las partes están ordenadas con una sabiduría infinita, y ninguna podría ser trasplantada o eliminada de su lugar sin dañar la perfección del todo» (I.P. §22, p.48).

El universo estaba guiado internamente por fines, con lo que se eliminaba cualquier intervención del azar. Vivimos, pues, en el mejor de los mundos posibles, aquel en que se observa el mayor grado de variedad sujeto al mayor orden, y donde las más simples leyes producen los mayores efectos. Los fines —es preciso subrayarlo— no sólo cumplían, en tal sistema, una función en el orden metafísico, sino que, además, ofrecían una valiosa fuente de orientación en el plano de la investigación de los fenómenos físicos.

Una vez establecido lo anterior, no era ya legítimo apelar a Dios como explicación de lo que ocurría en el mundo. Bastaba con una adecuada aplicación del principio de razón suficiente para ir más allá del nivel fenoménico y físico e intentar dar cuenta de la necesidad racional de las verdades sobre el cosmos. Sólo ese principio podía volver inteligibles los hechos físicos y posibilitar que la ciencia fuese algo más que un conjunto de regularidades contingentes. El problema metafísico que se debatía, y que como ya advertimos tiene una fuerte implicación metodológica, era el de la naturaleza de las leyes científicas: ¿estaba todo sometido a algún tipo de necesidad racional? o, al contrario, ¿era el azar el que gobernaba el cosmos, o, en su caso, el capricho de Dios? Si no hubiese necesidad racional en el seno de la realidad, ¿cómo tenemos la pretensión de que ella se nos haga inteligible? ¿Por qué hablamos de descubrir las leyes que gobiernan el mundo? ¿Cómo podemos afirmar que esas leyes nos permiten hacer predicciones? Todo lo real debe estar sometido a determinaciones racionales, única garantía de inteligibilidad de lo existente, único modo por el cual las criaturas humanas de Dios serían capaces de comprender, explicar y predecir.

2.4. De los supuestos ontológicos...

Tal marco lógico y metodológico en el que se encuadraba el universo estaba fundamentado, a su vez, en una determinada ontología. Los seres estaban sujetos a unas determinaciones constantes que eran las esencias y los atributos derivados de la esencia, en las que encuentran su razón suficiente, y a otras determinaciones variables o modos cuya posibilidad se

hallaba en la esencia, pero cuya actualidad dependía de los atributos o de circunstancias externas al ser. Era la eternidad e invariabilidad de las esencias lo que constituía el sustrato sustancial de las cosas. La necesidad quedaba así introducida en el seno de la realidad de los seres, de modo que no podría cambiar ninguna determinación esencial y continuar siendo el mismo ser. Si eso ocurriese, estaríamos, necesariamente, ante un nuevo ser. Para esta ontología el mundo de los fenómenos, es decir, de los seres observables a través de los sentidos, no podía ser el fundamento último de lo real. Todo lo que se percibe a nuestro alrededor, esto es, los cuerpos y sus cambios tenían su razón de ser no en sí mismos, sino en sus componentes sustanciales. Se veía a los cuerpos sólo como agregados de verdaderas sustancias que la marquesa llamaba, siguiendo a Wolff, elementos y que con ciertos cambios se correspondían con las mónadas de Leibniz.

La mayoría de los filósofos de la naturaleza aceptaban que lo complejo necesitaba de lo simple para llegar a ser, pero no se ponían de acuerdo en el modo de concebir lo simple: los atomistas consideraban que los cuerpos estaban compuestos de elementos materiales indivisibles, con distinta figura y tamaño, sin diferencias internas entre sí, sin elasticidad y esencialmente pasivos o inertes; los partidarios de las mónadas, en cambio, las concebían como seres inextensos —puntos metafísicos decía Leibniz— dotados de fuerza, consistiendo su esencia en la acción, en la actividad. Mme du Châtelet adoptó esta última posición tal como la había reinterpretado Wolff, quien volvió físicos, aunque inextensos, aquellos puntos e interpretó también como física, con influjo físico sobre los otros seres, la fuerza de esos elementos, entendida como una tendencia continua de los mismos a cambiar su estado interno. Acusaban de incurrir en un círculo vicioso a los que explicaban la extensión a través de lo extenso. Lo simple no puede dividirse: en consecuencia, no podía estar constituido de partes y debía carecer de extensión, ya que todo lo extenso podía ser dividido. La conclusión era, por tanto, que los componentes últimos de lo real, los elementos, tenían que ser inextensos. Todo lo real estaba fundado y encontraba su razón de ser en esos elementos o seres simples.

Tales elementos eran los únicos seres que podían considerarse auténticas sustancias, ya que perduraban, al tiempo que podían ser susceptibles de cambios. Cada uno de ellos contenía en su esencia todo lo que había sido, era y podría ser, constituyendo una serie ininterrumpida de cambios en la que cada estado estaba basado en el precedente y era la causa del posterior. De esa esencia derivaban necesariamente unos atributos que le eran propios, y, a su vez, éstos determinaban, ahora ya no de modo necesario, los modos. Mme du Châtelet admitía los átomos físicos, pero no como elementos últimos, simples, sino como agregados de elementos. Frente a la similitud de los átomos entre sí, lo esencial de los elementos era el ser únicos, su esencia consistía en una sucesión de estados internos peculiares que los hacían diferentes de cualquier otro elemento del universo.

«La unión mecánica de los cuerpos que vemos nace de la unión metafísica de los Elementos, de donde se sigue que no podríamos quitar un elemento de su lugar y sustituirlo por otro [...]; un cambio así cambiaría todo el Universo [...]. Así encontramos en la indiscernibilidad de los Elementos porqué este Universo es como es antes que de otra manera»

(I.P. §133, pp.147-8).

2.5. Y de nuevo los principios...

Esa diferencia entre todos los seres existentes, por mínima que fuese, es lo que Leibniz expresaba con el principio de los indiscernibles. La diversidad irreductible de los elementos simples, como de las mónadas, planteaba el problema de cómo es posible la unidad y el orden del cosmos a partir de esa infinita diversidad. Para resolverlo, Leibniz aportó la idea de la armonía preestablecida, plasmada en el *nexus rerum* de Wolff, según la cual existía un orden y una vinculación entre todos los elementos a través del que se producía una perfecta concordancia entre todos los seres del universo. Las series internas de los elementos se insertaban en la serie de todos los otros seres coexistentes y sucesivos del cosmos. La realidad estaba sujeta a una necesidad por la que todos los seres del Universo estaban vinculados entre sí, encadenándose sus estados internos, pasados, presentes y futuros, con los estados de todos los demás seres, con lo que se constituía una máquina en la que todas las partes colaboran en un único fin. Esa bella unidad y armonía del todo sólo podía captarla de manera distinta Dios, «el eterno geómetra» (I.P. §131, p.142), y los seres humanos deberíamos aceptar nuestros límites, admitiendo que incluso en nuestras ideas más claras se esconden una infinidad de representaciones oscuras.

Por último, el principio de continuidad venía a subrayar esa conexión íntima entre todo lo existente, al afirmar que todo en la naturaleza se producía sin saltos, gradualmente, y que la percepción de los seres como independientes unos de otros o de los cambios fenoménicos bruscos no era más que una apariencia que escondía un proceso ininterrumpido y continuo. El principio de continuidad poseía un estatus metafísico desde el que el universo se contemplaba como un todo ordenado al que no puede añadirse ningún elemento nuevo sin convertirlo en una totalidad distinta, en otro mundo, en otro universo. Pero, además, tal como hemos ya señalado respecto de los otros principios, tenía también un alcance metodológico como guía en la investigación física, al volver inadmisibles cualquier vacío, o abismo, en el seno de los fenómenos, pues en la realidad natural, aunque sometida a una necesidad hipotética distinta de la absoluta, todo se producía por grados sucesivos que se encadenaban de modo necesario, de la misma manera que en los razonamientos. Ese principio conducía a la igualdad entre la causa plena y el efecto completo, y jugó un papel fundamental en la interpretación de las fuerzas, tal como se utilizó en las críticas que Leibniz hizo de algunos aspectos centrales de la física cartesiana. Su aplicación le llevó a postular la conservación de la fuerza en el universo y no la de la cantidad de movimiento cartesiana.

2.6. De la constitución de los cuerpos...

Por otro lado, como se dijo anteriormente, la esencia de los seres simples consistía en una tendencia continua al cambio. A ese principio de acción que se encuentra en los seres simples es a lo que se denominó fuerza, y es su acción continua lo que podía dar razón de los cambios permanentes que observamos en los seres compuestos. La fuerza y las determinaciones

constantes e internas de cada elemento les exigen unirse entre sí de un único modo y constituirse en fundamento de las partes de la materia. Consciente de la dificultad de defender esa teoría debido al hábito de la imaginación de representarse mediante imágenes sensibles las ideas, lo que en este caso era imposible, Mme du Châtelet propone el uso del aparato lógico «no perdiendo jamás de vista los Principios incontestables» (I.P. §135, p. 150) y siguiendo rigurosamente la cadena deductiva, para poder extraer consecuencias legítimas.

La naturaleza de los cuerpos, pues, no consistía ya sólo en la extensión: a ella se añadía una fuerza activa o principio de acción y una fuerza pasiva, que era un principio de resistencia o de inercia. Esas propiedades de los cuerpos no debían ser consideradas sustancias, ya que «no son más que fenómenos que resultan de la confusión que reina en nuestras percepciones, y que deriva de la imperfección de nuestros órganos y de las limitaciones de nuestro ser» (I.P. §152, p. 166). Y es que «cada Ser simple estando constantemente en acción, y teniendo esta acción una relación, una armonía con las acciones de todos los Seres simples, todas estas acciones trabajando conjuntamente deben parecer a nuestros sentidos como una sola y única acción» (I.P. §155, p.169).

2.7. De las fuerzas...

Al exponer los cambios producidos en la composición de las *Institutions de Physique* advertimos que en el primer plan de la obra la única disidencia respecto de la física newtoniana estaba en relación con las fuerzas vivas. Es preciso subrayar ahora la importancia de tal desavenencia, pues supuso el primer contacto de Émilie du Châtelet con el sistema de Leibniz. Desde el primer momento insistió en que el descubrimiento de esas fuerzas era incuestionable y que la física tendría una deuda perpetua, por tal hallazgo, con el pensador alemán, aunque aquél no tuviese razón más que en eso. Como ha quedado de manifiesto a lo largo de nuestra exposición, ese acuerdo inicial se convirtió con el tiempo en otro definitivo sobre la totalidad del sistema de pensamiento de Leibniz-Wolff. También hemos mencionado el hecho de que fue ese tema el que desencadenó una reacción por parte del secretario de la *Académie des Sciences*, Dortous de Mairan, en respuesta a las críticas que la marquesa había vertido en las *Institutions* contra él por negar la existencia de tales fuerzas, lo cual había desencadenado un debate público. No vamos a extendernos en el análisis de tal polémica, ni tampoco en el propio tema que ha estado sujeto a innumerables análisis, de múltiples defensores y detractores, pero es imprescindible y crucial, por su importancia posterior, exponer su significado.

Émilie du Châtelet admitió la diferencia entre los términos de «fuerza muerta» y «fuerza viva». Esos dos tipos de fuerza consisten en una mera tendencia o esfuerzo que en el caso de la fuerza muerta no llega a realizarse, y en el de las vivas, se despliega por completo hasta su actualización en forma de movimiento. Mientras en el primer caso se producen unos pequeños esfuerzos, presiones infinitesimales, que se autodestruyen continuamente sin que la presión ejercida sobre el cuerpo produzca efecto significativo alguno, en el segundo caso esos impulsos infinitesimales se acumulan hasta producir un movimiento finito de otra naturaleza, un desarrollo de la

fuerza que el propio cuerpo posee. Así, cuando un cuerpo tensa el hilo que lo sostiene o ejerce presión sobre una mesa sobre la que reposa y que impide su caída, lo que se constata es la presencia de una fuerza que no llega a actuar, que quiere y podría desplegarse pero que no lo hace porque encuentra un impedimento. Aunque a simple vista no se vea esa fuerza, ella existe y se la puede observar indirectamente a partir de los fenómenos perceptibles citados. Se la define como una fuerza infinitamente pequeña (de la misma manera que un movimiento infinitamente pequeño es la consideración que Leibniz tiene del reposo), y es a esa fuerza a la que se denomina *fuerza muerta*. La gravedad es una fuerza de ese tipo. Por otro lado, una vez que se supera ese impedimento, por ejemplo cortando el hilo o dejando libre el cuerpo que estaba sobre la mesa, esa fuerza infinitamente pequeña, que se consumía de manera continua en el propio acto de esforzarse sin capacidad de superar el obstáculo, se acumula en el cuerpo y se convierte en un tipo de fuerza distinta, desplegada, en acción, con un efecto proporcional a la causa de la presión que recibía: a esa nueva fuerza, que es preciso no confundir con la anterior, es a la que se llama *fuerza viva*.

En tanto que la fuerza muerta, es decir, la que trata de actuar sin conseguirlo y cuyo efecto se consume de manera continua, así como la que se produce cuando el cuerpo ha cedido y aparece un primer elemento de fuerza viva, ambas se miden por la razón entre la masa y la velocidad, no ocurre lo mismo —dirá Mme du Châtelet siguiendo a Leibniz— cuando la fuerza ya se ha desplegado; pues en ese despliegue lo que se ha producido es la acumulación de impulsos infinitesimales cuyo resultado no podrá medirse ya con la fórmula citada, sino con otra que multiplica la masa del cuerpo por la velocidad al cuadrado. La fuerza viva consiste en el despliegue y la acumulación de impulsos infinitesimales, que se denominan elementos de la fuerza viva y «que debe ser como una línea es a un punto, o como una superficie es a una línea» (§. 566).

Dicha fuerza viva, medida a través de esa razón de la masa por el cuadrado de la velocidad, mostraba que la fuerza se conservaba, mientras que la fuerza, entendida al modo cartesiano, como la cantidad de movimiento ($m.v$) disminuía continuamente tal como había demostrado Newton. En el trasfondo de ese debate lo que se dirimía eran visiones metafísicas distintas. Todos los filósofos de la naturaleza de la época se esforzaban en superar el relativismo intentando encontrar algún parámetro constante, fijo e inamovible que hiciese posible la comparación con lo que cambiaba o se movía: así, Descartes hablaba de la cantidad de movimiento ($m.v$) que Dios había otorgado al universo y que siempre era la misma; por su parte, Newton hacía del espacio y del tiempo absolutos sus constantes; y Leibniz desplazaba esa constancia al terreno de la fuerza. Posteriormente, en el campo de la física, las fuerzas vivas se aceptaron, denominándose ahora a la fuerza muerta «energía potencial» y la fuerza viva «energía cinética», ambas insertas en el concepto de «trabajo».

Mme du Châtelet distinguía también fuerzas activas y pasivas y, con Leibniz y Wolff, los dos tipos de fuerzas activas: la primitiva, cuya razón se hallaba en los elementos, y la derivativa, que era aquella «que percibimos y que nace en el choque de los cuerpos, del conflicto entre todas las fuerzas primitivas de los Elementos» (I.P. § 158, p. 172), y que no es sino un fenómeno. No importaba pues el hecho de que el reino de los elementos fuese

inaccesible a las capacidades cognoscitivas, ya que en el terreno de la investigación física sólo intervenía la fuerza derivativa.

«Así, para dar razón de los fenómenos particulares no podemos servirnos de la fuerza primitiva; pues jamás hace falta alegar razones alejadas cuando se nos pregunta por las inmediatas y próximas» (I.P. § 160, p. 173).

En el mundo fenoménico la explicación causal es suficiente, pues con ella no pretendemos rebasar el nivel de las cualidades físicas como el calor, la elasticidad, etc.; pero, cuando queremos encontrar la causa mecánica de las mismas, es preciso recurrir a la explicación mecánico-racional del fenómeno a través de la figura, el tamaño y la situación de las partes. Siendo, por tanto, válida la mera explicación causal, Mme du Châtelet no renuncia nunca a la búsqueda de las explicaciones mecánico-rationales e insiste en que «por difícil que sea la aplicación de los principios mecánicos a los efectos físicos, es preciso que jamás abandonemos esta manera de filosofar que es la única buena, ya que sólo ella puede dar razón de los fenómenos de una forma inteligible» (I.P. § 182, p. 196).

Pero esa era claramente la postura de Wolff. Sin embargo, para Leibniz ese tipo de explicación dejaba incompleto el conocimiento, ya que para él las leyes de la mecánica o de la fuerza dependían de razones metafísicas. (cf. Arana, *Escritos de dinámica*, p.73).

2.8. De la fuerza de atracción newtoniana

En el contexto teórico del mecanicismo, según el cual todos los movimientos y los cambios se explicaban mediante el choque entre cuerpos, parece razonable que la fuerza de atracción introducida por Newton en su sistema del mundo y capaz de actuar a distancia fuese difícil de aceptar. Mme du Châtelet, coherentemente, planteaba que, aunque el conjunto de los filósofos de la naturaleza hubiesen celebrado con entusiasmo la formulación matemática que la expresaba y reconociesen la utilidad de sus predicciones, dicha fuerza se propagaba en el vacío sin explicación mecánica alguna:

«Ya que todo lo que es, debe tener una razón suficiente por la que es así más que de cualquier otra manera, la dirección y la velocidad imprimidas por la atracción deben pues encontrar su razón en una causa externa, en una materia que actúe sobre los cuerpos, que consideramos como atraídos, y que determine por su acción la dirección y la velocidad de ese cuerpo, al cual estas determinaciones son indiferentes por sí mismas. De este modo, hace falta buscar por las leyes de la Mecánica una materia capaz por su movimiento de producir los efectos que se le atribuye a la atracción». (§. 398).

Leibniz, junto a Huygens, usaba para ello una modificación de los vórtices de materia cartesianos, si bien los newtonianos rechazaban tal teoría. No obstante, Mme du Châtelet era plenamente consciente de las dificultades que tal explicación ofrecía y así lo expresó:

«pero aun cuando incluso ninguna de estas materias los satisficiera, la verdad no sufriría nada, y no sería menos cierto que todos esos efectos deben producirlos causas mecánicas, es decir, la materia y el movimiento» (§. 399).

Por lo cual la atracción era para la marquesa, como para Leibniz y Wolff, sólo «un fenómeno cuya causa hay que buscar» (§. 397). Y aunque reconoce que la hipótesis de la atracción y su efecto, la gravedad, ofrezca tanta fecundidad a la hora de explicar múltiples fenómenos, tales como el equilibrio de los cuerpos, la caída por un plano inclinado o la oscilación de los péndulos, confía en que «llegará quizás un tiempo en que se explicarán en detalle las direcciones, los movimientos y las combinaciones de fluidos que producen los Fenómenos que los Newtonianos explican por la atracción, y es una investigación de la que todos los Físicos deben ocuparse» (§. 399).

2.9. Del espacio...

La naturaleza del espacio, objeto de enconadas polémicas en la segunda mitad del siglo XVII y comienzos del XVIII entre leibnizianos y newtonianos, ocupó también el interés de la marquesa de Châtelet. La filosofía natural, partiendo del supuesto de que el lenguaje propio de la naturaleza era el matemático, había establecido el razonamiento geométrico como instrumento adecuado para el descubrimiento de nuevas verdades a través de la aplicación de ciertos principios y mediante la deducción. Se proyectó pues sobre la realidad una idea matematizada del espacio con sus características de homogeneidad, continuidad, vacío, penetrabilidad, inmutabilidad, eternidad e infinitud, que algunos quisieron identificar con el espacio físico. Así, los newtonianos mantenían que:

«El Espacio es un Ser absoluto, real y distinto de los cuerpos que están situados en él, que es una extensión impalpable, penetrable, no sólida, el recipiente universal que recibe los Cuerpos que se colocan en él; en una palabra, una especie de fluido inmaterial y extendido al infinito en el que los Cuerpos nadan» (§. 72).

Las características atribuidas al espacio eran sospechosamente similares a las que se le atribuían al mismísimo creador, por lo que no es extraño que Newton, en la *Óptica* y en el escolio final de los *Principia*, creyera que el espacio era la inmensidad de Dios o el *sensorio* de Dios, a través del cual Dios estaba presente en el universo. Mme du Châtelet, siguiendo nuevamente a Leibniz, rechazaba esa idea del espacio y defendía que: «el Espacio no es nada fuera de las cosas, es una abstracción mental, un Ser ideal; no es sino el orden de las cosas en tanto que ellas coexisten, y no hay Espacio sin cuerpos» (§. 72).

El espacio quedaba definido por tanto como un mero orden de coexistencia de los cuerpos, cuya existencia dependía de los mismos, estableciéndose así una relación similar entre el espacio y las cosas a la que se producía entre el número y las cosas enumeradas.

2.10. Del vacío...

No podía tampoco existir el vacío tal como afirmaban los defensores del espacio absoluto. La filosofía natural mecanicista postulaba que toda explicación de los fenómenos naturales se apoyaba exclusivamente en la figura, el tamaño y la posición de los cuerpos y sus componentes. Pero ¿de dónde provenía el tamaño y la figura de los átomos, si nadaban en un vacío que no les imponía límite alguno? La respuesta de los defensores del vacío era la de que dicha forma y figura se las había conferido Dios, lo cual era inadmisibles para Mme du Châtelet, como para Leibniz. El tamaño y la figura eran sólo modos de la extensión, y los modos —recordemos— vienen determinados o por los atributos o por los elementos circundantes (es un atributo humano el poder caminar, pero es un modo el cómo se haga, es decir, que las circunstancias y los objetos con los que se encuentre al caminar determinarán ese movimiento, haciendo necesario sortearlos, por ejemplo), de manera que el vacío, por definición contrario a todo límite, deja sin explicación el límite de la extensión que suponen precisamente la figura o el tamaño. De ahí concluyó, tal como hiciera Leibniz, que «se está, por tanto, obligado a admitir una materia circundante que limite las partes de la extensión y que sea la razón de sus diferentes figuras: así, es preciso llenar los intersticios vacíos para satisfacer el principio de razón suficiente» (§. 73).

Mme du Châtelet hizo mención a la polémica que suscitó el tema del espacio entre Leibniz y Clarke, tomando claramente posición a favor del primero. El pensador alemán preguntaba a Clarke cómo era posible, en un espacio absolutamente homogéneo e indistinguible en sus partes, encontrar una razón por la que Dios hubiera colocado el universo en donde está y no en cualquier otra parte. Y es que para los leibnizianos cada ser ocupa su lugar en el universo, de modo que los componentes últimos de la realidad, distintos entre sí, no pueden en absoluto intercambiarse. Por consiguiente, el universo entero debía hallarse en un lugar determinado. Clarke respondió acudiendo a la voluntad divina, recurso inadmisibles para la marquesa como queda reflejado a continuación:

«De esta manera, estar obligado a recurrir a una voluntad arbitraria de Dios, que no estuviese fundada en una razón suficiente, nos llevaría a un absurdo. Por tanto, al no estar en las cosas mismas ni en la voluntad de Dios el porqué del lugar del Universo en el Espacio y el de los límites de la extensión, se debe concluir que la hipótesis del vacío es falsa y que éste no existe en la Naturaleza. (§. 74).

Volvemos así de nuevo al tema clave para el recto conocimiento; pues, si admitimos una voluntad divina arbitraria no sujeta a razones, entonces el universo no tendría por qué estar sometido a leyes necesarias, el mundo dejaría de ser inteligible y el conocimiento que pretende obtener la ciencia sería superfluo.

Los defensores de la existencia del vacío planteaban una serie de problemas en relación con el pleno que le resultaban a la marquesa fácilmente rebatibles. Podemos resumir las respuestas dadas a dichas objeciones como sigue: el movimiento circular era el que explicaba la posibilidad del movi-

miento en el pleno, y la distinta gravedad de los diferentes cuerpos se saldaba rechazando que la gravedad fuese una propiedad de la materia. Por último, era la consideración de la materia como algo pasivo y sin movimiento lo que haría que los cuerpos en movimiento lo perdieran en poco tiempo, pero una materia sutil «muy fina y que se mueva en todos los sentidos, podría desplazarse con tal rapidez que no aportaría ninguna resistencia sensible al movimiento de los Cuerpos colocados en ella; tendríamos así un vacío físico que resultaría de la extrema sutilidad y del movimiento muy rápido de esa materia: así pues es este vacío lo único que prueban las experiencias que se pretenden objeciones irrefutables contra el pleno» (§. 76).

2.11. De cómo se forma la idea de espacio...

Vale la pena hacer un último apunte sobre el tema del espacio. Se trata del análisis que Leibniz había realizado sobre el modo en cómo construimos las ideas de *extensión*, de *espacio* y de *continuo*. Las nociones de extensión y de espacio absoluto se han formado por medio de un proceso de abstracción mediante el que despojamos a los seres de sus determinaciones internas y los concebimos meramente como partes idénticas que subsisten unas fuera de las otras:

«Se sigue de ahí que no podemos representarnos varias cosas diferentes como si fuesen una, sin que resulte de ello una noción vinculada a esa diversidad y a esa unión de las cosas, y a esa noción la llamamos Extensión; así, damos extensión a una línea en tanto que nos fijamos en varias partes diversas que vemos como existiendo unas fuera de las otras, que están unidas en un todo, y que son por esa razón una sola cosa» (I.P. § 77, p. 97).

La idea de extensión se construye, en consecuencia, atendiendo sólo a una pluralidad que forma una unidad, de modo que las partes de la extensión, sin diferencia interna alguna excepto por el número, nos parecen similares, y de ella procede la noción de espacio absoluto que consideramos similar e indiscernible.

«Esta noción es la de los cuerpos geométricos; pues al dividir una línea en tantas partes como queramos, resultará siempre la misma línea uniendo sus partes, sea cual sea la transposición que hagamos entre ellas. Y así lo mismo en cuanto a las superficies y los cuerpos geométricos» (I.P. § 78, p. 99).

Una vez que hemos construido este ser en nuestra imaginación, «ese Ser imaginario nos parece distinto de todo lo real, de donde lo hemos separado por abstracción, y nos figuramos que puede subsistir por sí mismo», pues, al volver a tener en cuenta aquellas determinaciones que habíamos eliminado en el proceso de abstracción y que son distintas del ser ideal que hemos llamado extensión, imaginamos que podemos colocarlas en él, como si se tratase de un contenedor. El espacio, por tanto, debe estar vacío, pues en su construcción hemos eliminado cualquier determinación. Pero como podemos restituirles a los seres las cualidades que les habíamos sustraído, colocándo-

las en el espacio, él es también penetrable.

Por otro lado, el espacio, en tanto que es permanente pero, a su vez, cambiante cuando colocamos en él a los seres, es concebido como una sustancia. El espacio ha de ser continuo, ya que en él se colocan los seres concretos y discontinuos. El espacio, concebido como pura extensión indiferenciada, no se puede eliminar y, entonces, ha de ser también inmutable y eterno. Por último, como en él se puede colocar indefinidamente unos seres al lado de los otros, el espacio ha de ser, por lo mismo, una extensión infinita e ilimitada.

Mme du Châtelet asume plenamente ese análisis y, siguiendo a Leibniz, concluye que «con un poco de atención se ve que todas estas pretendidas propiedades, así como el Ser en el que las suponemos, no tiene realidad más que en la abstracción de nuestro espíritu, y que no existe ni puede existir nada semejante a esta idea» (§. 85). No obstante, reconoce la utilidad de ese tipo de seres ideales que construye la imaginación y que ayudan al entendimiento en sus tareas, las «ficciones útiles» de Leibniz:

«También todas las Ciencias, y sobre todo las Matemáticas, están llenas de estas ficciones, que constituyen uno de los mayores secretos del arte de inventar y uno de los principales recursos para la solución de los problemas más difíciles que el Entendimiento solo no podría a menudo alcanzar» (§. 86)

Pero insiste, siempre con Leibniz, en el peligro que supone tomarlos por reales.

...malgré Voltaire

François Marie Arouet, llamado Voltaire, fue un personaje fundamental del siglo XVIII, brillante representante de ese nuevo rol de vocero crítico y sarcástico de las contradicciones y los conflictos sociales, surgido con ímpetu en el seno del movimiento ilustrado. Aunque de origen burgués acomodado, no pertenecía a la entonces todopoderosa aristocracia francesa, pero eso lo remedió con su ingenio, su inteligencia y sus habilidades para moverse entre los poderosos. Tras ser apaleado y humillado por los secuaces de un aristócrata, Voltaire reclamó ante la justicia, pero los tribunales no le dieron la razón y terminó encerrado en la Bastilla. Amenazado con volver a la cárcel por proclamar ideas inconvenientes, Voltaire dio salida a su angustia e impotencia, con una mordacidad sin límites, en una descarnada sátira contra las costumbres que consideraba ridículas, desenmascarando el alto grado de hipocresía social, la falsa bondad de los prelados de la Iglesia, la avaricia de los ricos y tantas otras conductas que conformaban la vida social de su época.

Manipuló como nadie todos los recursos que su medio le ofrecía; jugó a todos los bandos: joven rebelde y crítico, pero también adulator de reyes y personajes importantes de la política, la economía o el saber a los que brindó poemas y cartas memorables en un lenguaje tierno y exuberante que manejaba con auténtica destreza y, sobre todo, perfectamente ajustado a los objetivos que perseguía, sabiendo lo que cada cual quería escuchar. Un poco por convencimiento y un poco por despecho hacia una sociedad que lo había

maltratado, volvió de Inglaterra dispuesto a difundir las ideas de tolerancia que los *savants* británicos impulsaban, a promocionar las ideas en torno a una religión natural y racional, a promover las ideas de la nueva ciencia anglosajona triunfante y, en fin, a modernizar Francia.

Positivista *avant la lettre*, defensor del sistema del mundo newtoniano, cuyos fundamentos comprendía defectuosamente pero que consideraba la encarnación de un conocimiento puro y verdadero del mundo, alejado de principios teológicos y metafísicos, tuvo que «soportar» que su sabia amante, la marquesa de Châtelet, se erigiese en defensora del sistema de Leibniz y rechazara, haciéndose eco también del espíritu conciliador y del llamado eclecticismo leibniziano, la incompatibilidad entre física y metafísica, entre ciencia y filosofía, tal como puso de manifiesto en las *Institutions de Physique*. Y es curioso que fuese el propio Voltaire quien, a través de su amistad con Federico de Prusia, introdujera en el ambiente intelectual de Cirey las ideas leibnizianas, reinterpretadas y difundidas por Christian Wolff.

Durante un cierto periodo de tiempo, los amantes y esforzados estudiosos de Cirey, hicieron causa común a favor de la introducción en Francia del sistema de Newton, ya que les parecía irracional, provinciana y ridícula la adscripción del conocimiento a las naciones, según la cual los franceses deberían sentirse cartesianos y constituirse en baluartes que impidieran cualquier crítica a tal sistema, al tiempo que evitaran la llegada de otro modo de pensamiento como si se tratase de una colonización. Pero Emilie de Châtelet, quien descubrió, precisamente en Cirey, que ella podía pensar, escribir y tener sus propias ideas, expresarlas, debatirlas y hasta publicarlas, fue construyendo su propio camino con el que daba respuesta a sus antiguas preocupaciones. Fue en el sistema de Leibniz, un sistema filosófico denostado por Voltaire, donde cuestiones que le preocupaban intelectual y vitalmente, tales como conciliar mecanicismo y libertad o la convicción de que la física no podía comprenderse sin el recurso a alguna forma de metafísica, fueron encontrando respuestas y soluciones.

Y es que, para Mme du Châtelet, Leibniz era un eminente filósofo de la naturaleza, con méritos como el de haber descubierto las fuerzas vivas o haber revisado críticamente el sistema de Descartes sin por ello rechazarlo en su totalidad o no haber abrazado acríticamente el sistema de Newton, cuyas lagunas puso de manifiesto, y, a la vez, un habilidoso matemático, que, aun aspirando a encontrar la misma claridad del espíritu geométrico en la realidad —espíritu descubierto por Emilie desde niña y que siempre la había seducido—, nunca confundió los dos ámbitos y fue consciente de las limitaciones de la matemática para comprender el mundo natural.

Por otra parte, Voltaire era un «moderno» que ejercía de moderno y que consideraba incompatible el «progreso» con cualquier forma de connivencia con el pasado, se llamara Aristóteles, la «Escuela» o incluso Descartes y el cartesianismo. Todo debía ser superarse definitivamente en aras del único y verdadero saber, en el que no cabía reivindicación alguna de orden metafísico, sino un saber experimental y matematizado, sinónimo de la verdad absoluta e incontestable. De ese modo podemos imaginar el espanto, la sorpresa, la incomprensión, sin duda, y seguramente el desprecio que sintió Voltaire cuando Mme du Châtelet introdujo explícitamente un sistema metafísico para completar la explicación física, en el que se reintroducían las causas finales y se espiritualizaba la realidad a través de las mónadas

inextensas, cuya agregación configuraba lo real, aunque reinterpretadas como los seres simples wolffianos.

En ese sistema leibniziano se expulsaba el azar de la constitución del universo en su globalidad y en la intimidad de los seres individuales, redefinidos como sustancias autónomas e independientes, suficientes por sí mismas, ya que en ellas se encontraba su propio plan, lo que han sido, son y serán, sin influencia externa alguna, donde el universo es como un océano infinito donde cada partícula que lo habita refleja el orden de la totalidad: todo es todo y está en todo, al tiempo que lo individual es absolutamente único, distinto e independiente de todos los demás seres. Y eso se hace posible porque se da una armonía pre-establecida, porque todo forma parte del diseño divino y es producto y emanación del propio Dios. La realidad es múltiple y plural, pero esa dispersión inherente a lo real queda unificada por la percepción de la mónada, espejo concentrador del universo (aunque, hay que decir que Wolff no admitía que los elementos tuviesen percepción sino sólo apetición, pero Mme du Châtelet no era consciente de esas diferencias entre ambos pensadores).

La idea de que hay una armonía preestablecida, que es el elemento clave que sostiene la racionalidad y el orden del universo y sus componentes, y que procede del entendimiento divino que ha elegido este mundo entre los muchos posibles debido a su grado de perfección, es el hilo conductor del *Cándido* de Voltaire, quien se burlaba de esa idea y la ridiculizaba hasta el extremo. Y hay que reconocer que con mucha gracia e ingenio, aunque también se tiene la sensación de que no entra en mucha profundidad es y se ha quedado en el uso sarcástico de las palabras y ha hecho, en fin, una interpretación tendenciosa.

¿Qué reacción hubiera provocado en Émilie du Chatélet ese cuento filosófico, escrito mucho tiempo después de su muerte? Hubiese sido interesante asistir al debate que sin duda hubiera suscitado entre ellos, pues ambos eran conscientes de sus diferencias; pero, al menos para ella, eso no significó nunca un obstáculo para su amistad y respeto. Voltaire la ayudó mucho —es cierto—; la introdujo en los ambientes intelectuales de los que formaba parte y en los que ella se desenvolvía con naturalidad y destreza, aprovechándolos para aprender, para poner a prueba sus ideas, su capacidad para debatir y convencer. No obstante, aunque privilegiada, era sólo una mujer, y su amistad con Voltaire facilitó su conexión con los matemáticos Maupertuis y Clairaut, contribuyó a poner de moda las visitas a Cirey, propició que reconocidos *savants* la visitasen y se cartearan con ella. Voltaire la impulsó y la animó a crear su propia obra, a desarrollar sus capacidades artísticas e intelectuales, manifestando siempre una admiración por sus conocimientos que nunca ocultó y que ayudó a difundir, reconociendo la contribución de la marquesa de Châtelet en obras como *Les Elements de la Philosophie de Newton* o el *Discurso de Metafísica*.

Es probable, incluso, que la traducción de los *Principia* de Newton que realizó Emilie no hubiera visto nunca la luz sin su decidido apoyo. Sin embargo, cuando Émilie ya no estaba en este mundo para discutir nada o disenter, se atrevió Voltaire, sin que hubiera un solo dato que lo apoyara, a interpretar el leibnizianismo de su querida marquesa como una veleidad de la que la obra que él mismo presentaba era una prueba, y a interpretarla como la vuelta a la cordura y al único sistema de pensamiento que merecía

la denominación de saber, el newtonianismo.

Los últimos acontecimientos importantes en la vida de Émilie de Châtelet fueron la publicación de las *Institutions* en 1740 en Francia y, posteriormente, en 1742, en Holanda, la polémica pública que mantuvo con Mairan en defensa de las fuerzas vivas, la escritura del *Discours sur le bonheur*, texto que relata con amargura el distanciamiento amoroso de Voltaire y Émilie y en el que se hace un lúcido análisis sobre la significación de la pasión amorosa y de la pasión por el saber, y finalmente la traducción de los *Principia* de Newton, única traducción al francés hasta el momento presente de la obra del insigne matemático. Además, sucedió que en esos tiempos de soledad afectiva, Émilie se enamoró de nuevo de un joven militar y poeta llamado Saint-Lambert, al tiempo que, con la inapreciable ayuda del matemático Clairaut, se empeñaba con gran esfuerzo en la difícil traducción. Pero un embarazo, fruto de su relación con Saint Lambert, le provocó la muerte cuando aún no había cumplido 42 años. Nada en absoluto durante esa época aporta datos respecto a que se desdijera de su convicción sobre la compatibilidad y complementariedad de los sistemas de Newton y Leibniz. Asombra, por tanto, la osadía de Voltaire que afirma en el Prefacio Histórico a la traducción de los *Principia* de Newton, realizada por Gabrielle-Émilie de Breteuil, Mme la Marquise du Châtelet, cosas como las siguientes:

«Ella había ofrecido al público una explicación de la Filosofía de Leibniz con el título de *Institutions de Physique*, dirigido a su hijo, a quien ella misma había enseñado la Geometría.»

El prólogo que encabeza sus *Institutions* es una obra maestra de razón y de elocuencia: habiendo transmitido al resto del libro un método y una claridad que Leibniz no tuvo nunca y de la que sus ideas tienen necesidad, sea que se quiera únicamente entenderlas, sea que se las quiera refutar.

«Después de haber vuelto inteligible lo imaginado por Leibniz, su espíritu, que ya había adquirido fuerza y madurez a causa de tal trabajo, comprendió que esa metafísica tan audaz, pero tan poco fundada, no merecía ya sus investigaciones. Su alma estaba hecha para lo sublime, pero sobre todo para la verdad. Sintió que las mónadas y la armonía preestablecida debían ser puestas junto a los tres elementos de Descartes, y que los sistemas que no eran más que ingeniosos, no eran dignos de ocupar su pensamiento. Así, después de haber tenido el coraje de embellecer a Leibniz, tuvo el de abandonarle: coraje poco habitual para cualquiera que ha abrazado una opinión, pero que no le costó ningún esfuerzo a un alma que estaba apasionada por la verdad.»

Borrar de un plumazo lo que a Émilie le costó reflexiones de años, convicciones profundas que le aportaron una profunda alegría intelectual, por más que Voltaire hubiese sido el compañero de su vida, y aun aceptando la «buena» intención de «redimirla» de sus «errores» y presentarla como él creía que debía ser y como sería aceptada y glorificada por la historia, no exculpa a Voltaire de una conducta vil e injusta, a la que no tenía derecho y que dice poco en su favor. Esto también nos enseña a leer con cuidado y

prevención lo que unos escriben sobre los otros, aunque les unan relaciones estrechas y amorosas.

Bibliografía

Obras de Madame du Châtelet

- Lettres de la marquise du Châtelet*, Introducción y notas de Th. Besterman, 2 vols., Ginebra 1958.
- Lettres autographes de la marquise du Châtelet*, B.N., fonds français 12 269.
- Lettres inédites de Madame la marquise du Châtelet à monsieur le comte d'Argental, auxquelles on a joint une dissertation sur l'existence de Dieu, les reflexions sur le bonheur par le même auteur et deux notices historiques sur Mme du Châtelet et M. d'Argental (par Hochet)*, Xhrouret, París 1809.
- Quelques lettres inédites de la marquise du Châtelet...*, Ernest Joly, H. Leclerc, París 1906.
- Examen de la Genèse*, n° 2 376 et *Examen des livres de Nouveau Testament*, n° 2 377, manuscrits non autographés, Bibliothèque de Troyes. Lettres sur les « Éléments de la philosophie de Newton », *Journal de savants*, sep. 1738.
- Institutions de Physique*, Prault, París, 1740.
- Réponse de Mme du Châtelet à la lettre de M. de Mairan sur la question des forces vives*, Foppens, Bruselas 1941.
- Dissertation sur la nature et la propagation du feu*, Prault, París 1744 [hay traducción española de Carmen Mataix publicada en *Excerpta Philosophica* 9, Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid 1994].
- Principes mathématiques de la philosophie naturelle de Newton, traduits du latin par Mme du Châtelet, préfacé de Costes, et Éloge historique de Voltaire*, 2 vols., Desaint y Saillant, París 1759, reeditado en facsímil en 1966, Blanchard, París.
- Doutes sur les religions révélées, adressées à Voltaire par Émilie du Châtelet*, París 1792.
- With some Unpublished Papers of Mme Châtelet*, comprendiendo la traducción de la *Fábula de las abejas* de Mandeville por Mme de Châtelet, l'*Essai sus l'optique* (cap. IV) y tres capítulos de la *Grammaire raisonnée*, por I. O. Wade, Princeton University Press, 1947.
- Discours sur le bonheur*, traducción, introducción y notas de Isabel Morant Deusa, Cátedra, Madrid 1997.

Otros textos

- ALIC, MARGARET, *El legado de Hipatia*, Madrid, S.XXI, 1991.
- J. ARANA, *El desarrollo del concepto de fuerza de Descartes a Euler*. cap. III. KANT, I. *Pensamientos sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas*, trad. y comentario de J. Arana, Peter Lang, Bern 1988.
- BADINTER, ELISABETH, *Émilie, Émilie, l'ambition féminine au XVIIIème siècle*, Livre de poche, Flammarion, París 1983.
- BARBER, W.T., *Mme du Châtelet and Leibnizianism. The genesis of the «Institutions de physique»*, in *The Age of Enlightenment*, Studies presented to T. BERSTERMAN, Edinburg and London, Oliver and Boyd, 1967, pp. 20-222.
- BERTOLONI MELI, Domenico, *Equivalence and Priority: Newton versus Leibniz*, Clarendon Press Oxford 1996.
- BESTERMAN, TH. (éd.): *Les lettres de la Marquise du Châtelet*, Ginebra, Institut et Musée Voltaire, 1958 (2 vols.)
- BLAY, MICHEL et HALLEUX, ROBERT: *La science classique, XVIème-XVIIIème siècle, dictionnaire critique*. Flammarion 1998.
- BRUNET, PIERRE, *L'introduction des théories de Newton en France*, París 1931.
- COUSIN, MAURICE, *Souvenirs de la marquise de Créqui*, t. I, II, III, Fournier-jeune, París 1834-35.
- ÉCOLE, J., *Un essai d'explication rationnelle du monde ou La Cosmologia Generalis de Christian Wolff*. Giornale de Metafisica, 18, 1963, pp. 622-650.
- ÉCOLE, J., *Cosmologie wolffienne et dynamique leibnizienne. Essai sur les rapports de Wolff avec Leibniz*. Et. Philos., 1964 (19), pp. 3-9.
- FICHANT, MICHEL, *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz*, PUF, París 1998.
- GRAFFIGNY, MME DE: *Vie privée de Voltaire et de Madame du Châtelet*. París 1820.
- HELVETIUS, *Épître sur l'Amour de l'Étude*, J.B. Sajou, Imprimeur, 1815.

- HOFFMANN, PAUL, *La Femme dans la Pensée des Lumières*, Slatkine Reprints, Ginebra 1995.
- ILTIS, CAROLYN: *Madame du Châtelet's metaphysics and mechanics*, Studies in Hist. and Philos. Sci. 8 (1997) n° 1, pp.29-48.
- JANIK, LINDA J., *Searching for the Metaphysics of Science: the structure and composition of Madame du Châtelet's «Institutions de physique» 1737-1740*, Stud. Voltaire 18th Cent, 1982, pp. 85-113.
- KAWASHIMA, KEIKO: *La participation de Madame du Châtelet à la querelle sur les forces vives*, Historia Scientiarum, N° 40 (1990), 9-28.
- *Les idées scientifiques de Madame du Châtelet dans ses Institutions de physique*, Historia Scientiarum, N° 3, 1993, 63-82, 137-155.
- LEIBNIZ, *Escritos de dinámica*. Escrito preliminar y notas de Juan Arana Cañedo-Argüelles. Tecnos, Madrid 1991.
- *Escritos en torno a la libertad, el azar y el destino*, selección, estudio preliminar y notas de Concha Roldán Panadero, Tecnos, Madrid 1990.
- LOCQUENEUX, ROBERT, *Les Institutions de Physique de Madame Du Châtelet ou d'un traité de paix entre Descartes, Leibniz et Newton*, En Revue Du Nord - Tome LXXVII-
- MERCIER, GILBERT, *Madame Voltaire*, Éditions de Fallois, Paris 2001.
- MOZANS, H.J., *Woman in Science*, University of Notre Dame Press 1991 (=1913).
- OSEN, LYNN M., *Women in mathematics*, The MIT Press, Cambridge MA, Londres 1999.
- PASSÉRON, IRÈNE, *Une mathématicienne au XVIIIème siècle: muse ou élève ? Sur les lettres de Clairaut à Madame du Châtelet*. Centre A. Koyré. M.N.H.N. París. Sin publicar.
- PERDOMO, INMACULADA, *Mujeres y revolución científica: Lady Ann Conway y Émilie de Châtelet*, en *Discursos de las mujeres, discursos sobre las mujeres*, Centro de Estudios de la Mujer, Universidad de La Laguna.
- SUTTON, G.V., *Science for a Polite Society. Gender, Culture and the Demonstration of Enlightenment*, Westview Press 1995.
- VAILLOT, RENÉ, *Avec Madame Du Châtelet*, Voltaire Foundation, Oxford 1988.
- *Madame du Châtelet*, Albin Michel, Paris 1978.
- VOLTAIRE, *Eloge historique de Mme la Marquise du Châtelet. Introduction a la traduction de Newton par Mme du Châtelet*, 1752, en *Ouvres Complètes* de Voltaire, t. XXXIX, p. 418 ; Bibliothèque Impartiale (Leiden) Jan.-Feb. 1752, pp. 136-146.
- *Mémoires pour servir à sa vie de Monsieur de Voltaire*, en *Ouvres*, ed. Beuchot, 1883, Tomo I, Granier Frères.
- WADE, IRA O., *Studies on Voltaire with some unpublished papers of Mme du Châtelet*, Princeton University Press 1947.
- *Voltaire and Madame du Châtelet. An Essay on the Intellectual Activity at Cirey*, Princeton University Press 1941.
- WAITHE, MARY ELLEEN, *Gabrielle Émilie le Tonnelier de Breteuil du Châtelet-Lomont*, en Waithe Editor, *A History of Women Philosophers*, Vol.3 1600-1900, University of Minnesota, U.S.A. Kluwer Academic Publishers 1991.
- The complete works of Voltaire*. The Voltaire Foundation. Taylor Institution. Oxford 1992. N° 312, Octubre-Diciembre 1995, PP. 859-992. Univ. Ch. De Gaulle, Lille.
- WILSON, CATHERINE, *The reception of Leibniz in the eighteenth century*, en JOLLEY, NICHOLAS Editor, *The Cambridge Companion to LEIBNIZ*, Cambridge University Press, 1995, pp. 442-474.

* * *

Ángeles Macarrón Machado
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia
macamch@eresmas.com