

PASTEUR: ¿UN INTRUSO EN LAS CIENCIAS DE LA VIDA?

Miguel Ángel González Expósito
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

«La ciencia es una estrategia, es una forma de atar la verdad, que es algo más que materia, pues el misterio se oculta detrás»

Estas palabras pertenecen a una canción de Luis Eduardo Aute que se titula «De paso». No sé en qué o en quién pensaba el autor cuando la escribió, pero Richard Feynman, premio Nobel de Física, decía que los poetas no escriben para ser comprendidos, afortunadamente los cantautores tampoco. Esa es parte de la magia de la poesía, de la música o del arte, que nos transportan a cualquier parte, a cualquier lugar. A mí estas frases me llevan a Louis Pasteur, porque después de estudiar su obra, de conocer un poco más lo que fue su vida tengo la certeza de que él las hubiese compartido, dado que estrategia, forma de atar la verdad o algo más que materia, son atributos de su ciencia, una ciencia que no puede desvelar todos los secretos porque efectivamente el misterio sigue ocultándose detrás.

Benefactor universal, genio iluminado o sabio bondadoso son algunos de los adjetivos que adornan los relatos hagiográficos de sus biografías, aunque a medida que salen a la luz nuevos documentos cobra fuerza la tesis de que no escapó al embrujo de la ambición y otras miserias del género humano; sería faltar a la verdad negar que Louis Pasteur fue un hombre extraordinario, un explorador que abrió nuevas vías de investigación y estableció novedosos protocolos de trabajo inéditos hasta entonces. Pasteur era un aventurero en el sentido más osado, un espíritu inquieto que fue a donde lo llevó su gran desafío: *preguntar a la naturaleza*.

¿Cómo hablar con un ser vivo? ¿Qué lenguaje utilizar? ¿Qué estrategia aplicar? Lenguaje y estrategia, dos cuestiones para las que halló respuesta en el método experimental, el procedimiento común a toda la ciencia, la herramienta adecuada para descifrar la respuesta del mundo natural. «¡A los experimentos contestan con discursos!» solía decir a propósito de sus detractores; podríamos achacarle que erró en algunas de sus conclusiones, que se equivocó en ciertas predicciones, pero su trabajo nos ha dejado un legado que difícilmente

perderá actualidad: *en las ciencias empíricas no se puede afirmar nada que no esté avalado por experimentos.*

Hasta el S. XIX no aparece en la historia de la ciencia de forma tan nítida la aplicación práctica de los conocimientos científicos. La ciencia se torna fuente de invención, recurso para mejorar la vida del hombre, motivo de investigación más que objeto de curiosidad. Los científicos se vuelven a la naturaleza para arrancarle sus secretos elevando el método experimental sobre la mera observación. Algo de este aroma se desprende del siguiente texto en el que Pasteur arremete contra el Positivismo:

«El error de Auguste Comte y del señor Littré es que confunden el método experimental con el método limitado de la observación. Ajenos al campo de la experimentación, le dan a la palabra experimento la acepción que le atribuye el vulgo, acepción que no tiene ni con mucho el mismo sentido en el lenguaje científico. En el primer caso, el experimento no es sino simple observación de las cosas, que propone inducciones más o menos legítimas que llevan de lo que ha sido a lo que podría llegar a ser. El auténtico método experimental llega hasta la demostración irrefutable. [...] Para calibrar el valor del Positivismo, lo primero que se me ocurrió fue buscar en él la capacidad de invención. No la he hallado. [...] Como el Positivismo no me ofrece ninguna idea nueva, me inspira reservas y desconfianza.»

Los hombres de ciencia del S. XIX eran grandes divulgadores, transformaban sus conferencias, charlas o clases magistrales en espectáculos públicos que abarrotaban aulas, anfiteatros o auditorios. Eran frecuentes las polémicas para dirimir diferentes puntos de vista en el seno de las instituciones científicas, para lo que se nombraban comisiones formadas por algunos miembros que eran las encargadas de zanjar las polémicas con sus dictámenes aunque rara vez lo lograban. Los científicos gozaban de reconocimiento social, lo que les catapultaba en muchos casos a puestos relevantes en la política.

Pasteur fue en buena medida producto de la época que le tocó vivir, inconformista por naturaleza, se rebeló contra las fronteras, experimentó la emoción de pisar lo desconocido y la desazón de sentirse extranjero en un mundo al que no había sido invitado, por eso fue un intruso, porque fue rechazado por la ciencia tradicional, a la que transformó, humanizó y preparó para los grandes retos del S. XX.

Del Franco Condado cabezota redomado

Louis Pasteur nació en la madrugada del viernes 27 de septiembre de 1822 en Dôle, pueblo del Departamento del Jura perteneciente al Franco Condado, en el este de Francia. Después de un breve período en la aldea de Marnoz sus padres se establecieron definitivamente en el pueblo de Arbois, donde Jean Joseph Pasteur alquiló una tenería para dedicarse al oficio heredado de su abuelo y de su padre: curtidor de pieles. Los Pasteur se casaron en 1816 y tuvieron cinco descendientes, dos hijos y tres hijas, el primogénito murió a los pocos meses de vida, dos años después nació una niña que precedió al pequeño Louis. Pasteur tuvo una infancia normal para un muchacho de una aldea rural de principios del siglo XIX, como cualquier niño de su edad asistió a la escuela primaria sin mostrar aptitudes sobresalientes para el estudio mostrándose poco aplicado en general; si acaso, mostró ciertas condiciones para el dibujo y la formación artística.

Su padre, hombre reflexivo, recio, de inquebrantable voluntad y poco dado a exteriorizar sus emociones ejerció una gran influencia en la formación y en la personalidad de Louis. Jean

Joseph fue un hombre al que la vida forjó su carácter áspero e introvertido, se quedó huérfano de padre y madre a muy temprana edad y tras un breve período al cuidado de su abuela, sus tías paternas se hicieron cargo de la tutela. Fue sargento mayor del ejército de Napoleón con el que combatió en el norte de España, y tras liberarse de sus obligaciones militares se entregó por entero al curtido de pieles conservando, eso sí, un alto grado de orgullo patriótico que transmitirá a su hijo Louis. Las circunstancias cortaron las alas a este hombre que soñaba con metas más ilustres y que siempre quiso para su hijo todo aquello que nunca pudo conseguir para sí. La madre de Pasteur, Jeanne-Étiennette Roqui, era de carácter opuesto al de su marido, imaginativa, alegre y entregada a sus labores domésticas, de todas sus virtudes, quizás fueron la alegría de vivir y el entusiasmo para afrontar la dura tarea del trabajo diario las principales aportaciones a la personalidad de su hijo.

Otro personaje de gran influencia en los primeros años del joven Louis fue el director del colegio de Arbois, M. Romanet, un entrañable docente de aldea rural que un día comenzó a hablar de París, de la Escuela Normal Superior, de escenarios más ilustrados donde poder desarrollar todo aquello que él había logrado ver donde la mayoría sólo apreciaba mediocridad. Gracias al refuerzo de personas que gozaban de la consideración y la admiración de la familia Pasteur se pudo convenir que el joven Louis partiera para París a cursar el bachillerato y preparar el ingreso en la Escuela Normal. Se había dispuesto el alojamiento en la casa de un paisano, el Sr. Barbet, que tenía una academia preparatoria para algunas escuelas politécnicas y que ofrecía hospedaje en régimen de internado haciendo precios especiales a los hijos del Franco Condado por aquello de la «patria chica» compartida. A pesar de la cálida acogida de Barbet y de que Louis contaba con la compañía de J. Vercel, amigo de la infancia, no consigue adaptarse, echa de menos el ambiente familiar, el calor de la tenería, se siente solo, desorientado y triste; Barbet teme que su salud se deteriore y se pone en contacto con su padre. No había transcurrido ni siquiera un mes desde su llegada a París cuando Pasteur es conducido a un local cercano donde hay alguien que quiere verlo; al entrar basta una mirada, sobran las palabras: «He venido a llevarte a casa». El regreso se torna fracaso, ha sido vencido por la nostalgia, ¿significará eso que se esfuma la posibilidad de volar más alto? ¿Tendrá que conformarse con el puesto de profesor en el colegio de Arbois como su padre ha soñado para él? Por el momento necesita tranquilidad y paz para recuperarse de la derrota, porque ha caído y lo sabe, pero se levantará, porque su fuerza de voluntad le ayudará a ponerse de pie, porque seguirá contando con la ayuda de su familia, de sus amigos, porque como bien dice el refrán «del Franco Condado cabezota redomado».

Una vez que reingresa en el Colegio de Arbois se refugia en la pintura, sus dotes artísticas le permiten realizar una serie de cuadros, casi siempre retratos, que no sólo sirven de terapia sino que le hacen plantearse el futuro rodeado de lienzos y pinceles. Pero será sólo una ilusión, a finales de 1838, una vez terminado el curso de Retórica en Arbois, Pasteur ha cargado las pilas y se siente renacer, la Escuela Normal vuelve a dibujarse en su horizonte, habrá que preparar el ingreso... No puede completar su bachillerato en Arbois porque no se imparte allí la asignatura de Filosofía y se traslada a Besançon para matricularse en el Real Colegio del Franco Condado donde aprobará la reválida del bachillerato en letras en Agosto de 1840. A partir de ahora compaginará las clases preparatorias para obtener el bachillerato en ciencias, indispensable para el ingreso en la Escuela Normal, con las obligaciones de profesor suplente en el Real Colegio, lo que le aporta algunos ingresos para ayudar a sus padres a costear su formación. Un año más tarde Pasteur cosecha su segundo fracaso, no supera la reválida en ciencias y se ve obligado a repetir la experiencia. Una vez más sale a relucir su orgullo y fuerza de voluntad; más organización y más dedicación dan sus frutos al año siguiente, Louis ya es bachiller en ciencias, aunque sus resultados académicos siguen

siendo mediocres. Determina presentarse al examen de ingreso de la Escuela Normal, tras pasar la primera prueba se sitúa en el puesto decimoquinto de veintidós candidatos y decide no acudir a la segunda parte del examen. La renuncia podría interpretarse como un tercer fracaso pero ahora no se siente derrotado, ha madurado y ha comprendido que necesita más formación, otro curso preparatorio le ofrecerá más garantías para el futuro. No dilatará por más tiempo su desembarco en París, allí le espera su amigo Chappuis y el hospedaje del Sr. Barbet. Pasteur tiene casi veinte años, ha de compaginar sus clases en el Liceo preparatorio con algunas lecciones de repaso a los internos del Sr. Barbet para poder afrontar su estancia en la ciudad del Sena. Empieza a frecuentar la Sorbona donde asiste a las clases del químico Jean-Baptiste Dumas, quien le producirá una admiración que conservará toda su vida. Cuando finaliza el curso se presenta de nuevo a la prueba de acceso a la Escuela Normal, aunque esta vez obtiene el cuarto puesto y es admitido. Su deseo de aclimatarse al nuevo centro de trabajo era tan grande que pidió permiso para poder entrar en la Escuela antes de que llegara el resto de alumnos y le fue concedido... Con el acceso a la Escuela Normal podríamos decir que el joven Louis ganó su primera batalla y se colocó en el escenario que su viejo maestro Romanet había preconizado para él, pero Pasteur no olvida de dónde viene y cómo ha sido su camino para llegar hasta allí. Pronto se compromete con el Sr. Barbet a seguir las clases con los alumnos de su internado en los días de asueto de la Escuela Normal para compensarle por su gratitud; detalle que es aplaudido por su padre quien sigue de cerca la evolución de la carrera de su hijo.

Todo empezó en unos cristales...

Desde muy temprano Pasteur se muestra partidario de completar su formación básica con un compendio de todas las ciencias adyacentes, se siente inicialmente atraído por la Física, pero pronto derrotará hacia la Química. Los años en la Escuela Normal son de intenso trabajo, los únicos momentos de ocio los dedica a su amigo Chappuis con quien comparte inquietudes y preocupaciones. Una vez finalizados los tres cursos preceptivos de la Escuela, Pasteur obtuvo la licenciatura y luego se presentó a las oposiciones de agregaduría de Física, en las que de catorce candidatos ocupó el tercer lugar de los cuatro seleccionados. A principios de Septiembre de 1846 el joven Louis es destinado a enseñar Física al Colegio de segunda enseñanza de Tournon, departamento de Ardèche, en el sur de Francia. Está resuelto a quedarse en París, preparar su tesis y perfeccionarse como docente, sin circunscribir su actividad prematuramente al Liceo de una pequeña aldea. Recurre a Dumas para que le ayude a permanecer en París pero será Jerome Balard quien lo acoja en su laboratorio de la Escuela Normal como profesor preparador de Química. En realidad Balard es pionero en el establecimiento de un laboratorio experimental de Química, por ello se ve obligado a denominarlo «sala de colecciones» para evitar dificultades administrativas puesto, que a mediados del S. XIX, los estatutos de la Escuela Normal no contemplaban que un profesor de Química pudiese investigar. En este laboratorio siente la intensa llamada del método experimental; hasta ahora se ha limitado a estudiar y dominar los aspectos teóricos de la ciencia, en el futuro aprenderá a poner a prueba las hipótesis, incorporará un nuevo abecedario para poder preguntar a la naturaleza y ser capaz de descifrar sus respuestas.

La llegada al laboratorio de Auguste Laurent, profesor de Química de la Universidad de Burdeos y recientemente nombrado miembro de la Academia de Ciencias, permitió que Pasteur se acercase aún más a una disciplina por la que ya había sentido especial predilección: la Cristalografía, ciencia que estudia las leyes que presiden la formación de la materia

cristalina, su estructura y propiedades geométricas, físicas y químicas. A principios del S. XIX el análisis químico, que Lavoisier había convertido en el objetivo central de la Química, era el núcleo esencial al servicio del que se colocaban todas las innovaciones teóricas, técnicas o experimentales; con el paso del tiempo ganó intensidad la preocupación, procedente de la Cristalografía, por el estudio de la estructura de las moléculas. La ciencia de los cristales aportó a la Química la idea fundamental de que las propiedades macroscópicas de las sustancias están relacionadas con las formas microscópicas de sus constituyentes. Pasteur no era ajeno a la idea de que del estudio de los cristales aprendería cosas que le serían útiles para sus estudios como químico, por eso se propuso indagar en una observación hecha por los científicos Mitscherlich y Biot que permanecía aún sin explicación:

Al aplicar luz polarizada a dos soluciones, una de tartrato doble de amonio y sodio y otra de paratartrato doble de amonio y sodio, la primera presentaba actividad óptica desviando el plano en el que vibra la luz polarizada, mientras que la segunda no, el plano en el que vibraba la luz que la atravesaba no sufría desviación alguna.

Lo curioso e inexplicable de esta experiencia era que se trataba de dos sustancias que presentaban la misma composición química, la misma naturaleza, el mismo número de átomos, y cristalizaban formando los mismos ángulos.

Pasteur se propuso resolver el enigma desde la Cristalografía y para ello emprendió un estudio de los cristales de ambas sustancias, con ello pretendía arrojar luz sobre un problema inicialmente químico desde una ciencia adyacente, algo recurrente en toda su carrera. Al observar los cristales de la solución del tartrato se percató de una hemiedría (asimetría en una de las facetas o caras de los cristales), que es responsable del desvío de la luz polarizada hacia la derecha. Lógicamente si atribuimos la desviación de la luz polarizada a la existencia de esa asimetría, cabría esperar que en el paratartrato (que no presentaba actividad óptica) no apareciesen cristales asimétricos, es decir que no existiese hemiedría. Sin embargo no fue eso lo que encontró Pasteur, el paratartrato era una mezcla de microcristales de simetrías inversas, es decir asimétricos, un lado del cristal tenía una pequeña cara que no se presentaba en el otro; En algunos cristales, la cara se presentaba a la izquierda y en otros a la derecha. Utilizando un cristal de aumento los separó cuidadosamente y observó que individualmente si presentaban actividad óptica, la cual desaparecía cuando se unían las dos especies separadas. La actividad óptica estaba relacionada con la forma de las moléculas, más adelante se llamó isómeros ópticos a cada una de las especies obtenidas. Los trabajos de Pasteur abrieron la puerta al estudio de la arquitectura molecular de los compuestos químicos desarrollado más tarde por una nueva disciplina, la Estereoquímica; pero no fue ese el campo elegido para proseguir sus investigaciones; por el contrario se mostró partidario de utilizar la disimetría molecular como criterio de distinción entre lo vivo y lo inerte, «la vida es asimétrica», llegaría a sentenciar. A partir de este momento Pasteur se embarcó en una serie de experimentos para intentar demostrar que la vida estaba determinada por la acción de fuerzas disimétricas y se dispuso a comprobar que estas fuerzas eran capaces de generar organismos. Todas las experiencias fracasaron, un buen ejemplo de que en la vida de un científico experimental no todo son victorias aunque sean éstas las únicas que adornen sus biografías.

Estrasburgo: Marie

En 1848 Pasteur es destinado a enseñar Física en el Liceo de Dijon. Esta vez los intentos de Balard para retenerlo por más tiempo en París resultaron fallidos, pero aún así sus protectores no cesarán en el empeño de buscarle acomodo en alguna Facultad. Ese mismo

año Pasteur había perdido a su madre quien, al menos, había tenido la satisfacción de verse agasajada cuando recibió la dedicatoria, junto a su marido, de las tesis de su hijo; la de Química, en la que trataba las *Investigaciones sobre la capacidad de saturación del ácido arsenioso* y la de Física, en la que llevó a cabo el *Estudio de los fenómenos relativos a la polarización de los líquidos*, ambas tesis fueron leídas en 1847. En 1849 Pasteur es nombrado profesor suplente de Química en la Universidad de Estrasburgo, la llegada a esta ciudad será clave para su futuro. Allí conoce a Marie Laurent, hija del Rector de la Universidad con la que contraerá matrimonio a los pocos meses. La influencia de Marie en la vida y en la obra de Pasteur quedó reflejada en unas palabras que escribió sobre ella Émile Roux, uno de sus colaboradores:

«Desde los primeros días de vida en común, la señora Pasteur se dio cuenta de cómo era el hombre con el que se acababa de casar, se dedicó a apartar de él las dificultades de la vida, cargando con las preocupaciones de la casa, para que él conservara la mente totalmente libre para la investigación. La señora Pasteur quiso a su marido hasta el punto de comprender sus trabajos. Por las noches escribía lo que él dictaba y pedía aclaraciones, porque las facetas hemidrícas le interesaban de verdad. [...] La señora Pasteur no sólo fue para su esposo una compañera fuera de serie, sino su mejor colaborador.»

Del cristal al fermento: ¿coherencia o azar?

Los resultados experimentales confirmaban que los procesos biológicos eran selectivos a la hora de utilizar compuestos con actividad óptica, la vida prefería la disimetría molecular, veamos un ejemplo para ilustrar lo que queremos decir:

«[...] Disuelto en agua paratartrato ácido de amoniaco puro (mezcla racémica) y cantidades muy pequeñas de fosfatos; después siembro en el licor algunas especies de *Penicillium glaucum*. Estas esporas se desarrollan y reproducen la planta madre, cuyo peso aumenta poco a poco y de manera notable, extrayendo su alimento del oxígeno del aire y de los elementos minerales y orgánicos de la solución. Al mismo tiempo que la planta crece, el ácido tartárico derecho (uno de los isómeros ópticos) desaparece y el ácido tartárico izquierdo (el otro isómero óptico) permanece en el licor, de donde es fácil aislarlo [...].»

Esta especificidad de los procesos biológicos fue lo que acercó inicialmente a Pasteur a las fermentaciones, pues pronto comprobó que éstas eran selectivas en la producción de ciertos isómeros ópticos como el alcohol Amílico, luego hay cierta dosis de coherencia en el tránsito de los cristales a los fermentos. No hay que olvidar el papel que desempeñó el azar en la apertura de la nueva línea de trabajo puesto que en el mes de Septiembre de 1854 Pasteur fue nombrado profesor de la Universidad de Lille, una comarca cuya industria estimularía las nuevas investigaciones; con este acercamiento del laboratorio a la actividad económica Pasteur ponía de manifiesto una de las prioridades de la actividad científica: ofrecer recursos y soluciones a la sociedad para mejorar la vida de los ciudadanos.

Como consecuencia del estudio de las distintas fermentaciones, alcohólica, acética, láctica, butírica... Pasteur se reafirma en la idea de que el fermento es un ser vivo y que su acción química es correlativa a su desarrollo y organización, contradiciendo las opiniones de científicos tan ilustres como Liebig o Berzelius que abogaban por asignar al fermento una fuerza catalítica circunscrita al ámbito de lo químico, negando toda intervención de lo vivo en el proceso fermentativo. Esta polémica en torno a la naturaleza de las fermentaciones quedó

resuelta a finales del S. XIX cuando Büchner pudo obtener sustancias solubles y ultrafiltrables que podían actuar como fermentos; vemos por tanto, que la polémica suscitada podía haberse evitado asumiendo que había algo de cierto en ambas teorías pero que en ninguna de ellas estaba toda la verdad: la fermentación es un fenómeno químico en el que intervienen moléculas típicamente biológicas presentes en organismos vivos que el contexto científico-tecnológico de la época no permitía aislar. Dicho con otras palabras, Liebig y Berzelius niegan que la fermentación sea dependiente de un organismo vivo circunscribiendo el proceso al ámbito de la Química (recordemos que estamos en una época en la que las leyes que gobiernan los fenómenos de la materia inerte no son capaces de explicar las especificidades de lo vivo). Pasteur, sin embargo, se afana en demostrar en su laboratorio la dependencia del proceso fermentativo de la presencia de seres vivos ya sean levaduras o infusorios. Ambos puntos de vista hubiesen confluído si se hubiese admitido la presencia de un fenómeno catalítico, y por tanto químico, en el seno de una levadura o de un vibrión, es decir, en lo orgánico.

Los estudios sobre la fermentación no sólo le permitieron incrementar sus conocimientos sobre la naturaleza del proceso, sino que paralelamente pudo ir descubriendo nuevos microorganismos a los que dibujaba y caracterizaba. Estos datos resultaron determinantes cuando se ocupó de la aplicación industrial de la Microbiología en sus estudios sobre el vino, el vinagre o la cerveza. En todos estos casos pudo reconocer el microorganismo responsable de la fermentación propia del proceso, para atribuir a otros seres microscópicos contaminantes la responsabilidad del empobrecimiento y, en muchos casos, la pérdida del producto final de la fermentación. El conocimiento progresivo de los microorganismos fue acompañado de los correspondientes ensayos para encontrar el medio de cultivo apropiado para cada uno de ellos, lo que resultaría decisivo en posteriores estudios sobre enfermedades infecciosas tanto en animales como en humanos. En el curso de sus investigaciones y experimentos sobre las fermentaciones Pasteur abordó el problema del origen de los fermentos, lo que le llevó al oscuro y delicado tema de la generación espontánea. Como él mismo señaló las indagaciones realizadas acerca de tan controvertido asunto constituían una «digresión obligada de mis estudios sobre las fermentaciones». Sus maestros y protectores, Biot y Dumas, intentaron evitar que se metiera en un desfiladero tan peligroso, pero Pasteur estaba decidido a interpretar la luz que brotara de su laboratorio. Poco a poco fue perfeccionándose en el arte de la experimentación, buscaba en ella la razón con la que convencer a sus contrincantes; pero la experiencia no puede resolver todos los enigmas, es incapaz de hallar todas las respuestas. Las polémicas sostenidas con los defensores de la teoría de la aparición de seres vivos sin progenitores sirvieron para fijar la postura de Pasteur acerca del campo de acción de la ciencia y la religión. En una ocasión, ante la Academia de Medicina de Francia, señaló:

«[...] Los hombres de ciencia no deben inquietarse por las consecuencias filosóficas que puedan deducirse de sus trabajos. Si al proseguir mis estudios experimentales llegara a demostrar que la materia puede organizarse por sí misma, y dar nacimiento a células o a seres vivos vendría a este recinto con la legítima satisfacción del investigador consciente de haber realizado un descubrimiento capital; y si alguien me provocara, le diría: tanto peor para aquellos cuyas doctrinas o sistemas no están de acuerdo con la verdad de los hechos naturales. Con igual satisfacción aseguro hace poco que, en el estado actual de la ciencia, la doctrina de las generaciones espontáneas es una quimera. Y con igual independencia espiritual agregó ahora: tanto peor para aquellos cuyas doctrinas filosóficas o políticas no se avienen con mis estudios. ¿Se deduce de esto que yo acomodo mi conciencia o mi conducta únicamente a los resultados científicos establecidos? Aunque así lo quisiera, no podría hacerlo, pues para ello tendría que despojarme de una parte de mí mismo.»

«En cada uno de nosotros hay dos seres: *el hombre de ciencia*, que hace tabla rasa de todo y quiere remontarse hasta el conocimiento de la Naturaleza por medio de la observación, de la experiencia y del raciocinio; y *el hombre sensible* que vive de la tradición, de la fe, de los sentimientos, el hombre que duda, el que llora a sus hijos muertos y cree que volverá a verlos, aunque no pueda probarlo, el hombre que no se resigna a morir como muere un vibrión y cree que la fuerza vital existente en él habrá de transformarse. Estos dos seres son distintos, y desdichado aquel que desea, con los precarios conocimientos actuales, que uno de ellos predomine sobre el otro.»

Practicando la dualidad anteriormente descrita Pasteur evitaba los conflictos entre la ciencia y la espiritualidad, los consideraba un callejón sin salida y nunca se dejaba atrapar por ellos. Podría pensarse que para un creyente confeso como él se trataba de una estrategia para no deslegitimar sus convicciones religiosas frente a la práctica científica; veamos sin embargo la curiosa coincidencia en el planteamiento de un científico posterior, Stephen Jay Gould, (1941-2002) agnóstico, según sus propias palabras, en el sabio sentido de T. H. Huxley, quien acuñó el término cuando identificó este escepticismo liberal como la única posición racional porque, realmente, no podemos saber...

«No veo de qué manera la ciencia y la religión podrían unificarse, o siquiera sintetizarse, bajo un plan común de explicación o análisis; pero tampoco entiendo por qué las dos empresas tendrían que experimentar ningún conflicto. La ciencia intenta documentar el carácter objetivo del mundo natural y desarrollar teorías que coordinen y expliquen tales hechos. La religión, en cambio, opera en el reino igualmente importante, pero absolutamente distinto, de los fines, los significados y los valores humanos, temas que el dominio objetivo de la ciencia podría iluminar, pero nunca resolver.»

Sin embargo los ecos del debate sobre la generación espontánea desbordaban el ámbito de la ciencia, los experimentos y trabajos de Pasteur se utilizaban para desprestigiar a los ateos y escépticos defensores de la heterogenia. El padre Moigno, jesuita especializado en la difusión de temas científicos señaló que, por fin «una Academia como Dios manda» estaba corrigiendo las tendencias materialistas que en tiempo de Napoleón I recorrían el Instituto. En el curso de sus investigaciones sobre las fermentaciones y las generaciones espontáneas Pasteur no sólo irá descubriendo el embrujo del método científico y del laboratorio sino que se embarcará de forma definitiva en ese viaje de prospección por todos los rincones de la ciencia. Si bien es cierto que a mitad del S. XIX no estaban tan definidas las barreras de separación entre las diferentes disciplinas científicas, no por ello es menos loable la labor de migración de Pasteur hacia territorios desconocidos para él, como el mundo de los microorganismos o, más tarde, la química médica.

La cuestión de la existencia de Dios también fue utilizada por Pasteur para desmarcarse, una vez más, del Positivismo:

«La enorme y evidente laguna del sistema reside en que en el concepto positivo del mundo no se tiene en cuenta la más importante de las nociones positivas, la de lo infinito. ¿Qué hay más allá de la bóveda estrellada? Más cielos estrellados, admitámoslo ¿y más allá? La mente humana, impelida por una invisible fuerza, no dejará nunca de preguntarse: ¿qué hay más allá? [...] De nada sirve responder: más allá hay espacios, tiempos o dimensiones ilimitadas. Nadie puede comprender tales palabras. Aquél que proclama la existencia de lo infinito, y no hay quien pueda dejar de hacerlo, concentra en tal afirmación una dimensión

sobrenatural mucho mayor que la que pueda darse en todos los milagros de todas las religiones, pues la noción de infinito posee un doble carácter: se impone a la mente pero la mente no la puede comprender. Cuando esa noción se apodera del entendimiento, lo único que podemos hacer es prosternarnos. [...] Yo veo por doquier la inevitable expresión de la noción de infinito en el mundo. Merced a ella, lo sobrenatural se alberga en todos los corazones. La idea de Dios es una forma de la idea de infinito. Mientras el misterio de lo infinito obsesione a la mente humana se seguirán levantando templos al culto de lo infinito, ya se le dé el nombre de Brahma, Alá, Yahvé o Jesús. Y veremos, en las losas de esos templos, hombres arrodillados, prosternados, ensimismados en el pensamiento de lo infinito. [...] ¿Dónde buscar las auténticas fuentes de la dignidad humana, de la libertad y de las democracias modernas a no ser en la noción de infinito ante la cual todos los hombres son iguales?»

En 1857 y tras intentar sin éxito el ingreso en la Academia Francesa de Ciencias, lo que constituyó un nuevo fracaso, Pasteur deja Lille y regresa a París para hacerse cargo de la administración de la Escuela Normal Superior, al tiempo que asume la dirección de la rama científica de la institución. Convierte en laboratorio un desván abandonado y compagina la labor investigadora con las obligaciones de intendencia; con los alumnos se muestra recio y en ocasiones autoritario en la misión de inculcarles el respeto a las normas y a la tradición. Emprende una profunda renovación del modo de funcionamiento de la Escuela, propugna mayor autonomía, propicia la creación de plazas de preparadores de laboratorio ocupadas por catedráticos (una especie de profesores ayudantes de prácticas), favorece la modificación del sistema de acceso en las oposiciones y colabora decididamente en la instauración de los Anales Científicos de la Escuela. Es pionero en la generalización de la dualidad docente-investigadora que perdura hasta nuestros días en la enseñanza superior y por supuesto interviene decididamente en los planes de estudio, donde cabe mencionar la apuesta por la inclusión de la Historia de la Ciencia en los currículos. Veamos cómo intenta argumentar la importancia de los antecedentes en la investigación práctica:

«Soy consciente de que la mayoría de los descubrimientos científicos pueden enunciarse en pocas palabras y que para demostrarlos basta una pequeña cantidad de experimentos decisivos. Pero si intentamos conocer sus orígenes, si seguimos rigurosamente su desarrollo, nos percatamos de cuán despacio han ido naciendo. Existe, pues, la posibilidad de exponerlos ateniéndonos a dos sistemas diferentes: uno consiste en enunciar la ley y demostrarla acto seguido [...], el otro, más conforme con la historia, va recordando los esfuerzos individuales de los principales inventores [...] El segundo sistema ilustra la inteligencia, la amplía, la cultiva, la capacita para sus propias producciones, le imprime el cuño de los inventores. Enseña que hacen falta muchos esfuerzos para conseguir algo duradero. Le da a la mente hábitos de modestia, inculca a la juventud el respeto por la autoridad y las tradiciones.»

De 1859 a 1866 Pasteur vive la tragedia de perder a su padre y a tres de sus hijas; su esposa Marie, su hijo Jean Baptiste y su hija Marie Louise, son su único consuelo. Al drama humano se suma otro nuevo fracaso profesional, Pasteur es rechazado por segunda vez para el ingreso a la Academia de las Ciencias en 1861. Será el 8 de Diciembre de 1862 cuando ingrese en la sección de Mineralogía de la institución. Su maestro y valedor, quizá la persona que más luchó para que lograse ese reconocimiento, no pudo presenciarlo; Biot había fallecido diez meses antes. En 1867 Pasteur se hace cargo de la cátedra de Balard en la Sorbona

pero sigue realizando sus experimentos en la Escuela Normal al ser nombrado titular de un laboratorio de Química Fisiológica pensado para que él lo dirigiese.

Las polémicas con los científicos que discrepaban de las conclusiones de sus investigaciones se multiplicaban, en todas ellas Pasteur utilizaba la experiencia como argumento, a veces las propias, para probar sus hipótesis, y otras las de sus oponentes para desacreditarlas. Solía repetir los experimentos de sus colegas para demostrar que, o estaban mal realizados, o las conclusiones no se ajustaban a los resultados de las experiencias. Puede tomarse como ejemplo la polémica que sostuvo con F. A. Pouchet, defensor de la heterogenia o generación espontánea, a cuenta de los experimentos que según éste confirmaban la posibilidad de que ciertos seres vivos pudiesen venir al mundo sin progenitores. Pasteur en una conferencia titulada «La Generación Espontánea» dada en Las Veladas Científicas de la Sorbona en Abril de 1864, reprodujo cierto experimento de Pouchet para demostrar a su auditorio la causa de error que condujo a una conclusión equivocada. En otras ocasiones ideó herramientas y utensilios para llevar a cabo las experiencias que demostrasen sus hipótesis, tal fue el caso de los famosos matraces de cuello de cisne, que permitieron demostrar que era posible conservar una infusión de material putrescible libre de gérmenes aún en contacto con el aire si el diseño del recipiente era capaz de impedir el acceso de los microorganismos al interior del matraz.

Los microorganismos son la causa y no el efecto de la enfermedad infecciosa

Como estudioso del fenómeno de las fermentaciones Pasteur fue requerido para estudiar las enfermedades que afectaban al vino y que estaban haciendo mella en la industria vinícola francesa. Después de sus análisis puso a punto la técnica del calentamiento de los caldos (pasteurización) para eliminar los microorganismos causantes del deterioro del proceso fermentativo normal. El acercamiento de Pasteur al terreno de la ciencia aplicada a la industria fue definitivo cuando Dumas, su viejo profesor y por entonces senador, le propuso investigar las causas que habían provocado una gran epidemia que amenazaba arruinar la industria de la seda en Francia. Pasteur da entonces un giro a su actividad científica y asume el reto de introducirse en un mundo absolutamente desconocido para él, el de los gusanos de seda.

El desafío no era baladí, los conocimientos de Pasteur acerca de la biología de las orugas eran prácticamente nulos, sin embargo eso no significó un frenazo para su deseo de dar solución a una epidemia que tenía diezmada y amenazaba con liquidar la industria sericícola francesa. Los estudios y experimentos sobre la patología de los gusanos de seda duraron aproximadamente cinco años, en ese tiempo Pasteur se introdujo paulatinamente en el terreno de la enfermedad infecciosa y por consiguiente en la teoría del contagio. Después de los primeros experimentos concluyó que las orugas estaban afectadas de una enfermedad, la *pebrina*, que se manifestaba por la presencia de unos corpúsculos visibles al microscopio. Las limitaciones técnicas y la urgencia de la búsqueda de un remedio inminente para salvar la industria hacen que Pasteur se centre más bien en la prevención de la enfermedad que en el estudio pormenorizado de su etiología y naturaleza. Pone a punto un protocolo de trabajo que permite hacer un diagnóstico acerca de la simiente que puede ser usada para la cosecha de gusanos sanos, para ello convence a los sericultores de la necesidad del uso del microscopio, único medio para visualizar la presencia de corpúsculos en las mariposas que depositarán los huevos, es decir, la simiente de la próxima cosecha. El método de prevención de Pasteur tropezó con varias dificultades que lejos de ralentizar su progreso en el conocimiento de la enfermedad infecciosa, contribuyó a fortalecer su preparación en el campo de la teoría del contagio. A la lógica reticencia de los sericultores a manejar técnicas desconocidas a las que

no le asignaban una aplicabilidad directa para la resolución de sus problemas prácticos, se sumó la constatación de la presencia de una segunda enfermedad que afectaba a los gusanos cuyos síntomas se mezclaban con los de la *pebrina* y, por consiguiente, contribuía a dificultar el estudio etiológico de la patología. Pasteur descubrió que algunos gusanos morían de *somnolencia*, otra enfermedad causada por un agente microscópico que él relacionó con los microorganismos que había observado en las fermentaciones. En el curso de sus investigaciones Pasteur modificó su punto de vista acerca del papel de los corpúsculos parasitarios en la pebrina, puesto que ya no los consideraba un efecto de la infección sino la causa de la misma. Del mismo modo pudo constatar la importancia de las medidas de higiene y prevención en el contagio de las enfermedades infecciosas, así como el poder mortífero de los microbios que se podría usar para librarse de insectos nocivos que destruían las cosechas. Como vemos, el estudio sobre las enfermedades del gusano de seda no sólo fue ejemplo de investigación aplicada al servicio de la industria sino que constituyó la antesala teórica y práctica para el desembarco definitivo en el ámbito de la Veterinaria y la Medicina en el cerco a la enfermedad infecciosa. En el curso de sus experiencias sobre la seda otra desgracia sacudió a Pasteur, a los 46 años, una hemiplejía afectó al lado izquierdo de su cuerpo, aunque pudo sobreponerse a la crisis inicial que hizo temer lo peor, ya nunca volvió a ser el mismo, su salud quedó diezmada arrastrando de por vida una visible cojera y una minusvalía en su mano izquierda.

La invasión de Francia por las tropas de Prusia en 1870 hizo que saliese a relucir el espíritu patriótico que Pasteur había heredado de su padre. La indignación provocada por la barbarie militarista transformó la admiración por la ciencia alemana, que él había utilizado de ejemplo ante las autoridades francesas para exigir más laboratorios y más recursos para la investigación, en rechazo visceral de todo aquello que guardase alguna relación con el Reino de Prusia. La lectura de la protesta del director del Museo de Historia Natural, M. Chevreul, en la Academia de las Ciencias de París por el bombardeo del Jardín de plantas medicinales, transformado más tarde en Museo, a manos del ejército prusiano en 1871, fue determinante para que una semana después Pasteur devolviese el diploma de Doctor Honoris Causa por la Universidad de Bonn concedido en 1868. Así se dirigió al Decano de este centro académico:

«Hoy, este pergamino me resulta odioso; y me ofende ver que he sido calificado de Virum Clarissimum con los auspicios de Rex Guilelmus, nombre condenado en adelante a la execración de mi patria. Al mismo tiempo que reitero mi profundo respeto por usted y por los célebres profesores que han firmado la decisión de ese colegio le ruego, obedeciendo al clamor de mi conciencia, que se sirva borrar mi nombre de los archivos de esa Facultad y recibir este diploma que devuelvo para expresar la indignación que siento como hombre de ciencia francés, por la barbarie y la hipocresía de quien se obstina en la matanza de dos grandes pueblos sólo para satisfacer su orgullo criminal.»

El orgullo patriótico de Pasteur le llevó incluso a rechazar propuestas de exilio a Italia o Inglaterra que pretendían evitar que la guerra frenase sus estudios e investigaciones. En este contexto se desarrollaron sus trabajos para mejorar la industria cervecera, actividad típicamente alemana que se veía sometida a una serie de alteraciones que empobrecían la calidad del preciado líquido. Microscopio en mano, Pasteur identifica y aísla los microorganismos responsables de las «enfermedades de la cerveza» e instruye a los industriales en los hábitos adecuados para cuidar la pureza del producto final de la fermentación. El objetivo último es conseguir que Francia pueda competir con Alemania en la industria cervecera, una mínima revancha para compensar tanto dolor y sufrimiento infligido durante la guerra.

Del animal al hombre: a lomos de la enfermedad infecciosa

En el Ecuador del S. XIX la tradición médica no acepta de buen grado la cultura de la experiencia que procede de la Fisiología por lo que probetas y pipetas tardarán algún tiempo en llegar a los hospitales. Los médicos se mostraban reacios a aceptar «esa cirugía de laboratorio que mata a tantos animales y salva a pocos hombres», y cuando en 1873 Pasteur ingresa en la Academia de Medicina, por un solo voto, es recibido con recelo. La teoría de los gérmenes en la enfermedad infecciosa y los novedosos antídotos que preconizan la asepsia y la antisepsia no calan en los facultativos. Las medidas de higiene, la obsesión por la limpieza y la desinfección obligan al personal sanitario a modificar sus hábitos profesionales hasta el punto de rechazar los fundamentos teóricos de las nuevas ideas. Los médicos ven en el nuevo protocolo de trabajo un entorpecimiento y una ralentización del arte de curar, esencia del verdadero método de la Medicina tradicional. Frente a la teoría de los gérmenes contraponían un origen interno de la enfermedad cuyos síntomas podían ser regulados con factores externos como ventilar las habitaciones, o reducir el olor a cadáver de los hospitales; en cualquier caso, se negaba el papel de los microorganismos como agentes causales de la enfermedad siendo, en último término, un efecto de la infección.

En el verano de 1877 Pasteur es requerido por el Ministerio de Agricultura francés para investigar el origen y la naturaleza de una enfermedad que tenía diezmada la ganadería del país, el carbunco o ántrax. Desde 1838 Delafond había observado la presencia de unos bastoncillos microscópicos en animales muertos por carbunco. En 1863 C. Davaine inoculó tales bacterias, que él mismo bautizó como *Bacteridia carbuncosa*, a conejos provocándoles la enfermedad, lo que vino a reforzar el papel de ésta en el origen del ántrax. ¿Era la bacteridia la responsable del mal o por el contrario se trataba de un epifenómeno de la enfermedad? Con objeto de responder al enigma Pasteur puso a punto un experimento que iba a aportar luz sobre el problema:

- 1- Tomó una gota de sangre de un animal muerto de carbunco y la sembró en un medio de cultivo constituido por orina neutra o ligeramente alcalina debidamente esterilizada.
- 2- Horas después tomó una gota de este cultivo y lo volvió a sembrar en un medio nuevo de la misma naturaleza.
- 3- Sembró una gota de este segundo cultivo en un tercero, luego en un cuarto, en un quinto... así sucesivamente hasta sembrar un cuadragésimo balón. La simiente de cada uno de estos cultivos provenía siempre de una gota de un cultivo anterior.
- 4- Una gota del último cultivo (del cuadragésimo balón) fue inoculada bajo la piel de un conejillo de indias que contrajo la enfermedad.

¿Puede sostenerse después de este experimento que la virulencia de los cultivos sucesivos se debía a una sustancia inanimada contenida en la gota de sangre de la primera siembra?

Sin embargo la capacidad de la *Bacteridia carbuncosa* de formar esporas junto a la posibilidad recurrente de presentarse conjuntamente con otras enfermedades como la septicemia siguió alimentando la controversia. Pasteur responde con brusquedad y en ocasiones con ironía a los que se oponen a sus teorías, como ejemplo de su talante frente a los escépticos podríamos citar el episodio que le enfrentó a Gabriel Colín, profesor de la Escuela Veterinaria de Alfort. En cierto informe del año 1877 Pasteur había señalado que las gallinas no podían contraer el carbunco, Colín se apresuró a afirmar lo contrario, por lo que aquél le ofreció un cultivo bacteriano para que su ilustre colega inoculara a gallinas sanas con la esperanza de poder examinar los eventuales animales muertos. Colín aceptó el reto y quedó en enviar a Pasteur las gallinas fulminadas por la enfermedad para su análisis. Como quiera que el tiempo

pasaba y los animales no llegaban a su laboratorio, Pasteur requirió a Colín que se excusó para solicitar un poco más de tiempo y completar el tratamiento. Transcurridos unos meses las gallinas no aparecieron y Colín tuvo que confesar ante su adversario en la disputa que efectivamente no había podido transmitir el carbunco a las gallinas. No satisfecho por esta indiscutible victoria Pasteur le replicó: «bueno, pues le voy a demostrar que está usted equivocado». En la siguiente sesión de la Academia Pasteur presentó una jaula con tres gallinas, una muerta y dos vivas. Ante el auditorio explicó que la gallina muerta había sido inoculada con un cultivo puro de *Bacteridia carbuncosa* que le había provocado la muerte 29 horas después, pero que fue preciso someter al animal a un baño frío para reducir su temperatura en unos cinco grados, puesto que su calor corporal habitual no le permitía contraer la enfermedad. La segunda y tercera gallina eran controles de la experiencia, una de ellas había sido sometida al mismo baño de frío pero no fue inoculada y la otra había sido inoculada pero fue retirada del baño una vez empezaron a aparecer los síntomas de la enfermedad, ambas sobrevivieron.

El estudio etiológico del ántrax fue acompañado por investigaciones de campo que pretendían buscar soluciones a corto plazo para prevenir a los rebaños del desastre. En el curso de los mismos Pasteur apreció que los animales muertos se enterraban a menudo en los mismos terrenos en los que pastaban los animales sanos. En estas condiciones las esporas carbuncosas eran transportadas por lombrices de tierra desde los cuerpos infectados en el subsuelo hasta la superficie de los campos donde seguían contagiando al ganado. Junto a la recomendación de alejar a los animales sanos de los campos malditos infectados, Pasteur señaló la conveniencia de alejar los pastos de aristas cortantes que causaban heridas superficiales en la boca y/o faringe del ganado facilitando la infección.

En adelante el interés de Pasteur se centró, por una parte, en poner a punto diferentes medios de cultivo para los distintos microorganismos que iba identificando puesto que no todos crecían y se multiplicaban en el mismo sustrato, y por otra, en buscar el agente etiológico de distintas enfermedades. Con ocasión del estudio del microbio responsable del cólera de las gallinas tuvo lugar un acontecimiento que iba a tener una influencia determinante en el desarrollo de la inmunización frente a la enfermedad contagiosa. Pasteur había aplicado el procedimiento de los cultivos sucesivos al microorganismo y observó que su virulencia permanecía constante cuando la siembra tenía lugar cada 24 horas de un balón de cultivo a otro. Sin embargo, en cierta ocasión, se inocularon gallinas con un cultivo que se había dejado abandonado durante varias semanas y el resultado fue sorprendente: las aves, aunque enfermaron, no sólo no murieron, sino que cuando se las volvió a inocular con un cultivo reciente, y por tanto virulento, resistieron la enfermedad y sobrevivieron. El suceso abrió la puerta a la posibilidad de inmunizar a los animales utilizando cultivos atenuados que podían ser preparados a diferentes grados de virulencia, se atribuyó al oxígeno atmosférico la acción atenuadora de los cultivos del microbio que producía el cólera en las gallinas. El siguiente objetivo fue la búsqueda del cultivo atenuado para la bacteridia carbuncosa, tarea nada sencilla puesto que muy pronto se puso de manifiesto que el procedimiento utilizado para el cólera de las gallinas no daba resultado en el caso del carbunco. Las esporas de la bacteridia resistían la acción del oxígeno atmosférico por lo que la virulencia de los cultivos permanecía inalterable. Pasteur se dispuso a buscar otro método efectivo y probó a modificar la temperatura de los medios encontrando que si la aumentaba hasta unos 42-43 grados se podían obtener bacteridias atenuadas por la acción del oxígeno ya que a esa temperatura no se podían formar esporas, pero éstas se volvían a producir cuando se les bajaba de nuevo la temperatura. Lo realmente significativo era que estas esporas daban lugar a bacteridias debilitadas, por lo que el procedimiento permitía obtener una vacuna inalterable constituida por esporas estables. Posteriormente se descubrió que los cultivos atenuados de esta manera recuperaban su virulencia si

se los hacía «pasar» sucesivamente por el cuerpo de ciertos animales posibilitando, una vez más, disponer de vacunas cuya virulencia podía ser modificada gradualmente a discreción. Para preservar a los animales del ataque mortal del carbunco se les inyectaba el microorganismo de la serie de cultivos sucesivos atenuados que les inmunizaba contra la enfermedad. El poder de regenerar la virulencia dependía de diversos factores como el aire, el calor o la edad del animal.

Veterinarios, médicos, farmacéuticos, ganaderos y escépticos en general retaron a Pasteur a una demostración pública de la bondad de su método. En mayo de 1882 se dispuso el experimento en la granja de Pouilly le Fort en el distrito de Melun. A un lote de animales se le suministraron tres dosis de cultivos atenuados con un grado creciente de virulencia. La primera inoculación tuvo lugar a principios de mes, la segunda a mitad y la última y definitiva a final de mes. Se suministró igualmente el cultivo virulento a otro grupo de animales sin vacunar y por último se completó el control con ganado al que ni se vacunó, ni se le suministró la bacteridia. El experimento fue un éxito, todos los animales vacunados sobrevivieron a la enfermedad, los no vacunados que recibieron el cultivo virulento perecieron. En junio de ese mismo año Pasteur resumió en un comunicado a la Academia de Ciencias la trascendencia de las experiencias de Pouilly le Fort:

«Poseemos ahora virus-vacunas contra el carbunco que, no siendo mortales por sí mismas preservan a los animales de la enfermedad mortal. Son vacunas vivas, cultivadas a voluntad, que pueden transportarse a cualquier parte, sin que se alteren.»

El salto definitivo a la vacunación en humanos: el problema de la rabia

Pasteur había dado con la vía para intentar la inmunización de los animales contra las principales enfermedades infecciosas, pero en su horizonte siempre se dibujó la esperanza y el objetivo de aplicar su procedimiento al hombre. El problema de la rabia preocupaba sobremedida en su laboratorio; se sabía que la enfermedad se transmitía por la mordedura de los animales rabiosos, que su saliva contenía el virus rábico y que el periodo de incubación variaba de algunos días a varios meses. Con estos precedentes Pasteur intentó el aislamiento del germen a partir de la saliva de los animales infectados, e incluso de su sangre, pero los resultados fueron negativos. Poco a poco se fue poniendo de manifiesto que el virus se alojaba en el sistema nervioso en el curso de la infección lo cual fue abriendo las expectativas de la posibilidad de intentar buscar el germen en «otros lugares». Fueron determinantes en este sentido los trabajos del médico Henri Duboué que ya había señalado que «El agente morbosos progresa despacio en dirección centrípeta desde el lugar de la mordedura hasta el bulbo raquídeo y, a gran velocidad en dirección centrífuga, desde este órgano hasta los nervios que salen de él». Después de sucesivas sesiones de prueba y ensayo Pasteur puso a punto una técnica que incluía la trepanación en perros, haciendo posible la inoculación de la sustancia extraída del bulbo raquídeo de animales infectados en el cerebro de animales sanos que contraían la rabia. Usando este procedimiento logró reducir el periodo de incubación de la enfermedad, un verdadero problema para su estudio y tratamiento, a «sólo» veinte días. Más adelante se puso de manifiesto que cuando el virus se hacía pasar por conejos se volvía más virulento y este dato ofreció la posibilidad de reducir aún más el período de incubación de la rabia hasta siete días. Después de inocular sucesivamente unos cien conejos, la médula del último receptor era una fuente de virus rábico mucho más virulento que el obtenido de los perros que habían contraído la enfermedad por la mordedura de animales infectados.

Una vez puesto a punto el protocolo de inoculación del virus Pasteur se dispuso a encontrar un procedimiento para lograr la atenuación del mismo y poder inmunizar a los animales frente al contagio. Como había podido constatar que el virus perdía virulencia al ser inoculado a los monos pensó en utilizar estos agentes atenuados como vacunas. Cuando inoculaba perros con el virus atenuado de esta manera sus mordeduras no transmitían la enfermedad. El hecho de que la rabia tuviera un periodo de incubación tan largo hizo reflexionar a Pasteur acerca de la posibilidad de tratar la enfermedad cuando el germen ya hubiera penetrado en el huésped, es decir no prevenir la infección antes de la mordedura sino combatirla cuando ya se hubiese producido el ataque del animal rabioso. Para eso tenía que disponer de otro procedimiento de atenuación del virus puesto que había que estimular la respuesta del portador haciéndola más fuerte y más rápida que la enfermedad, para ello el virus atenuado del mono no valía por su origen débil. Se precisaba un virus de la máxima virulencia pero que al mismo tiempo se pudiese reducir a lo inocuo en una segunda fase.

El famoso cuadro *Pasteur en su laboratorio* obra de Albert Edelfelt expuesto en el Museo de Orsay de París representa al científico con un bloc de notas en su mano izquierda observando un frasco en su mano derecha que contiene un trozo de médula suspendida de un hilo. La médula había sido extraída de un conejo que acababa de morir de Rabia y se estaba desecando en el interior del frasco previamente esterilizado. El método resultaba efectivo a una temperatura de unos 23 grados. A medida que la desecación progresaba el virus contenido en la médula iba perdiendo paulatinamente virulencia hasta que se tornaba inocuo al cabo de catorce días. Al tomar esta médula y diluirla en medio de cultivo se obtenía una sustancia que era inoculada en perros sanos para iniciar el tratamiento de inmunización. Al día siguiente se inoculaba médula desecada durante trece días según el mismo procedimiento descrito anteriormente. El protocolo se repitió sucesivamente con médula cada vez más virulenta (con un grado de desecación cada vez menor) hasta llegar a la inyección de médula de máxima virulencia (sin desecar): los perros vacunados de esta manera no contraían la enfermedad al ser mordidos por perros rabiosos y resistían inoculaciones intracraneales de virus rábico de máxima virulencia. Según publicaciones posteriores del propio sobrino de Pasteur, Adrien Loir, el método anteriormente descrito no fue originalmente suyo sino que Pasteur lo tomó de uno de sus ayudantes, Émile Roux, que ofendido por tal apropiación se alejó de los estudios posteriores de la rabia, criticando en ocasiones las inoculaciones en humanos por considerarlas prematuras. Un buen ejemplo, pero no el único, de que Pasteur no fue un santo.

Hemos hablado desde un principio del virus de la rabia, ¿qué se sabía entonces realmente de este virus? Es más ¿qué pruebas existían de que se tratase realmente de un virus? Hay que decir que en tiempos de Pasteur se admitía la palabra virus para designar un agente infeccioso, un veneno o un miasma, por tanto no demos al virus rábico el mismo sentido y significado que tiene un virus actualmente. Los virus no se ponen de manifiesto como microbios capaces de atravesar filtros que detienen incluso a bacterias hasta 1898. En 1903 se realizan algunos experimentos que permiten incluir al virus rábico en esa categoría aunque no será hasta 1963 cuando se obtenga una imagen del mismo gracias al microscopio electrónico. Que lo que se llamaba entonces virus de la rabia fuese más tarde realmente un virus en la moderna acepción del término es producto sólo de la casualidad; Pasteur, por tanto, no conocía ni la morfología, ni por supuesto la biología del agente infeccioso que estaba descifrando. No es extraño que renunciara muy pronto a la posibilidad de aislarlo, algo que sí había logrado hacer antes con los agentes de las fermentaciones o con los microbios responsables de algunas de las enfermedades de las que se ocupó.

¿Funcionaría el protocolo de inmunización en el hombre? El 6 de julio de 1885 llega al laboratorio de Pasteur Joseph Meister, un niño alsaciano de nueve años, que había sido

mordido por un perro rabioso. Las heridas producidas por el animal habían sido lavadas con ácido fénico doce horas después de las mordeduras, aún así las posibilidades que tenía de salvar la vida eran remotas. A pesar de que Pasteur insistía una y otra vez en que su protocolo de vacunación no había sido puesto a prueba en humanos y que no existían garantías de su eficacia, las súplicas de la madre del pequeño y los ánimos de dos médicos consultados, los doctores Vulpian y Grancher, junto a la inminencia del peligro de muerte que amenazaba al muchacho, lo decidieron a aplicarle la inoculación antirrábica. Del 6 al 16 de julio se sucedieron las inyecciones de virulencia progresiva, el niño fue inoculado hasta en doce ocasiones acabando la serie con una inyección de médula atenuada durante un solo día que provocaba la rabia en conejos al cabo de una semana, pasó el tiempo y Joseph Meister no contrajo la enfermedad; la terapia funcionaba también en el hombre. Otros casos que vinieron después, como el de Jean Baptiste Jupille, un pastor de quince años que se enfrentó a un perro vagabundo que lo hirió gravemente, el de cuatro niños norteamericanos hijos de trabajadores del puerto de Nueva York que fueron mordidos por un perro rabioso, o casi una veintena de ciudadanos rusos de la ciudad de Smolensko que habían sido atacados por un lobo que echaba espumarajos por la boca, siguieron confirmando la bondad del procedimiento. No obstante había un requisito indispensable para que el protocolo fuese efectivo: no debía pasar mucho tiempo entre la mordedura del animal rabioso y el inicio del tratamiento.

La historia de un fracaso puede servir para poner de manifiesto no sólo los plazos de eficacia del tratamiento sino algunos rasgos de la personalidad de Pasteur. En cierta ocasión llevaron ante él a una niña de diez años, Louise Pelletier, que había sido mordida en la cabeza por un animal rabioso hacía treinta y siete días; naturalmente Pasteur sabía que lo verdaderamente milagroso era que la enfermedad no se hubiese manifestado ya, aún así consintió en aplicarle el tratamiento bajo riesgo de que una más que segura muerte de la niña fuera utilizada por sus adversarios para desacreditar su protocolo. Ambas cosas sucedieron, la niña sucumbió a la enfermedad y sus detractores no perdieron la oportunidad de cargar contra él. Sin embargo no todos los fracasos fueron debidamente esclarecidos, el caso de Jules Rouyer es uno de ellos. Se trataba de un niño de trece años al que se le administró el tratamiento antirrábico a los dos días de producirse la mordedura y que falleció a los quince días de la inoculación en circunstancias nunca aclaradas suficientemente. Datos posteriores parecen apuntar a que su muerte podría haber puesto en duda la eficacia del tratamiento y que ante el riesgo de una vuelta atrás en el desarrollo del proceso de vacunación y de un rearme de los ataques hacia Pasteur, alguna persona afín pudo haber silenciado algunos detalles de la autopsia del pequeño. De cualquier forma las críticas al procedimiento de Pasteur se multiplicaban, sus adversarios no sólo cogían fuerza de los fracasos de sus tratamientos, pronto se sumaron a las hostilidades los activistas antiviviseccionistas y los contrarios a la utilización de la experimentación en humanos.

Con todo ello, Pasteur era considerado una especie de salvador milagroso que había logrado encontrar remedio para lo que, poco tiempo antes, era un pasaporte seguro hacia la muerte. Cada día eran más las personas que se acercaban a su laboratorio para recibir tratamiento hasta el punto de hacer que el local se fuese convirtiendo en un dispensario cada vez más pequeño. Entonces comenzó a tomar forma una vieja idea de nuestro personaje: crear un gran centro de investigación y tratamiento contra la rabia y las enfermedades infecciosas. Pasteur quiso siempre que la institución fuera levantada gracias a una suscripción internacional que no la hiciese depender de ningún estamento oficial. Comenzó entonces una carrera para poder hacer realidad el proyecto, se necesitaron más de dos años para resolver todas las dificultades y en enero de 1887 se colocó la primera piedra. El 14 de noviembre de 1888 tuvo lugar la inauguración del Instituto Pasteur. El científico, retirado ya de su trabajo de

laboratorio, pudo asistir a los primeros siete años de vida de su anhelado Instituto, las fuerzas ya no le acompañaban y aunque eran frecuentes los achaques que sufría su maltrecha salud llegó a tiempo para asistir a la difusión de su obra por todo el mundo. El 28 de Septiembre de 1895 a las cuatro cuarenta minutos de la tarde su cuerpo dijo basta; le faltaban tres meses para cumplir setenta y tres años.

Pasteur fue un hombre que vivió en el laboratorio, quizá su mayor virtud fuese la de la impronta experimental. Parecía especialmente dotado para improvisar una estrategia práctica que pudiese arrojar luz sobre el problema que intentaba desentrañar. Aunque era consciente de que la experimentación no tenía sentido por sí sola, «sin la teoría la práctica no es más que rutina adquirida por el hábito. Sólo la teoría puede despertar y mantener despierto el espíritu de la invención [...]», nunca se dejó atrapar por el rigor teórico que, en ocasiones, puede cerrar el progreso y el desarrollo de nuevos planteamientos en la ciencia. Podríamos citar varios ejemplos para ilustrar esta actitud; uno de ellos fue el de las hipótesis acerca de las causas de la inmunidad. En ese debate su posición inicial estaba basada en una analogía con el comportamiento de los microbios en su medio de cultivo, en la que el organismo era un auténtico medio interno que debía quedar agotado tras una primera inoculación de bacterias atenuadas, por lo que una infección posterior no podía progresar al haberse liquidado la materia prima imprescindible para el desarrollo de los microorganismos. Más adelante, al amparo de nuevos experimentos y de otros datos que iba conociendo, modificó su hipótesis estableciendo que la inmunidad podría ser provocada por sustancias solubles generadas por los microorganismos (origen de la sueroterapia desarrollada posteriormente por Emil von Behring en Alemania y por su colaborador Émile Roux en el propio Instituto Pasteur) abandonando por tanto la tesis del agotamiento. Su mente siempre estuvo abierta a nuevas ideas, incluso llegó a tiempo de conocer los trabajos del científico ruso Metchnikov, posteriormente miembro del Instituto Pasteur y premio Nobel en 1909, acerca del papel de los leucocitos en la inmunidad confirmando la incapacidad de la hipótesis humoral para explicar todos los detalles. En cualquier caso, no se obsesionó ni se bloqueó por conflictos de esta índole, quizás porque era un científico en el más puro sentido metodológico o tal vez porque no fue un especialista.

¿Intruso? Desde luego, un intruso genial.

Bibliografía

- VALLERY RADOT, R. *La vida de Pasteur*. Editorial Juventud Argentina. Versión castellana del Dr. Jorge Degiorgi. Buenos Aires. 1939.
- DEBRÉ, Patrice. *Louis Pasteur. Una Biografía*. Debate pensamiento. Versión Castellana de M. Valdés. Madrid. 1995.
- MIRALTA, JULIO. *Pasteur el genial intruso*. Prólogo de A. Oriol Anguerra. Salvat Editores. Barcelona. 1945.
- DUBOS, Rene J. *Pasteur*. Biblioteca Científica Salvat. Traducción de Francisco Guerra. Barcelona. 1988.
- BÁGUENA, María José y PORTELA, Eugenio (eds.). *Pasteur*. Textos Cardinales/Ediciones Península. Barcelona. 1988.
- PASTEUR. *Ensayos sobre las Fermentaciones*. Traducción de B. Cerdón. Antología del Pensamiento Científico Ediciones Alcoma. Madrid. 1946.
- PASTEUR. *Estudios sobre Generación Espontánea*. Traducción de Guillermo Díaz Doín. Emecé Editores. Buenos Aires. 1944.
- SÁEZ GÓMEZ, José Miguel. *Un benefactor universal: Pasteur*. Científicos para la Historia. Ediciones Nívola. Madrid. 2004.
- VARIOS. *Louis Pasteur Caminos abiertos*. Editorial Hernando. Madrid. 1977.
- VARIOS. *La Estela de Pasteur*. Traducción de José Estellés. Colección Ágora. Madrid. 1944.
- «L'actualité de l'histoire des sciences». *Les génies de la science*. Nº 23, Febrero-Mayo 2005. Pour la Science S.A.R.L.