

## Pasteur y la generación espontánea



(1822 -1895) □

### Una Teoría revolucionaria

Consciente de la presencia de microorganismos en la naturaleza, Pasteur emprendió experimentos para hacer frente a la cuestión de la procedencia de estos. ¿Se generaban de forma espontánea en las sustancias o penetraban en ellas desde el entorno?

Descubrió que la respuesta era la segunda, provocando duros debates con el biólogo Félix Pouchet -y con el bacteriólogo Henry Bastión- que mantenía que, en condiciones apropiadas, podían darse casos de generación espontánea.

A continuación señale implicancias epistemológicas de los paradigmas empíricos y fenomenológicos en el contexto investigativo de la generación espontánea

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

## INTRODUCCION

En el siguiente trabajo, desarrollaré la historia de la generación espontánea, que fue objeto de duros debates entre quienes mantenían una posición distinta, manteniendo, según Kuhn, el típico papel de la preciencia con su falta de desacuerdo en lo fundamental haciendo imposible el trabajo detallado, esotérico. Sin embargo hizo falta una verdadera revolución científica pudo dar fin a tal controversia

La autoridad intelectual de **Aristóteles** (384-322AC) quien decía que los animales se originaban espontáneamente del suelo, plantas u otros animales., y la autoridad moral representada por la Biblia, junto con las opiniones de escritores clásicos, científicos y filósofos como **Galeno, Ovidio, Plinio el viejo, Lucrecio, Ambroise Paré, Buffon, Needham, Spallanzani, Voltaire** y muchos otros-, con mayor o menor conocimiento de causa, tomaron posición en el problema, proponiendo diversas soluciones, las que se citaba como referencias incontrovertibles en la literatura médica en la Edad Media y Renacimiento, dieron carta de naturaleza a la idea de que algunos seres vivos podían originarse a partir de materia inanimada, o bien a partir del aire o de materiales en putrefacción.

En el siglo I a.C. **Diodoro Sículo** daba como seguro que el limo del Nilo, calentado por el sol, podía generar animales" de extraordinario tamaño"

**Virgil** (70-19AC)- daba instrucciones para la propagación artificial de las abejas

**Antonie van Leeuwenhoek** (1632-1723), En 1675 descubrió que en una gota de agua de estanque pululaba una asombrosa variedad de pequeñas criaturas a las que denominó "animálculos". En 1683 descubre las bacterias.

Esta doctrina de la "generatio spontanea", fue puesta en entredicho por los experimentos de **Francisco Redi** (1621-1697), quien había acuñado la expresión "*Omne vivum ex ovo*" (1668), tras comprobar que los insectos y nematodos

procedían de huevos puestos por animales adultos de su misma especie. Demostró que si un trozo de carne era cubierto con gasa de forma que las moscas no podían depositar allí sus huevos, no aparecían "gusanos", que él correctamente identificó como fases larvarias del insecto. Los descubrimientos de Redi tuvieron el efecto de desacreditar la teoría de la generación espontánea para los animales y plantas, pero la reavivaron respecto de los recién descubiertos "animálculos", de modo que aunque se aceptó la continuidad de la vida en cuanto a sus formas superiores, no todos estaban dispuestos a admitir el más amplio "Omne vivum ex vivo" aplicado a los microorganismos.

Hubo que esperar un siglo más hasta que una serie de naturalistas comenzaran un nuevo ataque. **Lazzaro Spallanzani** (1729-1799) sostuvo una disputa con **J.T. Needham** (1713-1781), quien insistía que el aire era esencial para la producción espontánea de microorganismos, en la que el primero demostró que los "infusorios" no aparecían en muestras de maceraciones animales o vegetales sometidas durante tiempo suficiente a ebullición en frascos herméticamente cerrados, pero volvían a aparecer si se practicaban agujeros en el recipiente. Sin embargo los preformacionistas no se daban por vencidos; el mismo Needham, recogiendo una idea ya expresada por **Huygens**, amigo de **Leeuwenhoek**, replicó -con argumentos vitalistas muy propios de la época- que el calor había destruido la "fuerza vegetativa" de las infusiones y había cambiado la "cualidad" del aire dentro de los frascos.

Durante el primer tercio del siglo XIX la doctrina de la generación espontánea recibió un último refuerzo antes de morir, debido al descubrimiento del oxígeno y de su importancia para la vida, de modo que los experimentos de Spallanzani se interpretaron como que al calentarse las infusiones, el oxígeno del aire se destruía, y por lo tanto desaparecía la "fuerza vegetativa" que originaba la aparición de microorganismos.

**Shulze** (1815-1873) pasó aire a través de soluciones ácidas, y **Theodor Schwann** (1810-1882)- presentó en 1836 un método seguro para refutar la teoría abiogénica: calentó maceraciones en frascos a los que se había eliminado previamente el aire,

pero no continuó trabajando en esta línea. En ningún caso los microbios aparecieron.

Si bien después de **Spallanzani y Voltaire** la balanza se inclinaba cada vez más a favor de los adversarios de la generación espontánea, Los partidarios del viejo dogma según el cual la materia inerte puede engendrar animales inferiores, y lo vivo nacer de lo no vivo, todavía eran muchos; un contemporáneo de **Pasteur, Pouchet**, director del Museo de Historia Natural de Ruán, había publicado una importante memoria en la que sostenía la realidad de la generación espontánea y se declaraba en condiciones de demostrar la posibilidad de hacer surgir "animalitos y plantas en un ambiente absolutamente desprovisto de aire atmosférico y en el cual, por ende, el aire no podría introducir ningún germen de seres organizados"

Para complicar más las cosas, la publicación de "Sobre el origen de las especies" por **Darwin** en 1859, fue utilizada por algunos preformacionistas para apoyar sus argumentos. El mismo **Haeckel**, en una fecha tan tardía como 1866, se mostraba escéptico ante las pruebas aportadas por Pasteur.

**Schoder, H. y T. Von Dusch** (1880)- llevaron a cabo un experimento pasando aire a través de algodón y de ahí a un tubo con caldo nutriente. Los microbios fueron filtrados, evitando así que crecieran en el medio de cultivo. Esta técnica aún se usa

**Tyndall** actualmente.(1820-1893)- demostró que el polvo transporta los microbios y que si éste está ausente el caldo nutritivo se mantenía libre de crecimiento microbiano.

***"Aquí no se trata de religión, filosofía, ateísmo, materialismo o espiritualismo, puede inclusive añadir que no me importan a mí como científico. Es una cuestión de hechos; cuando yo inicié estaba listo a ser convencido por los experimentos de que la generación espontánea existía, tanto como ahora estoy convencido de que sus defensores están con los ojos vendados "***

***Louis Pasteur.***

El debate estaba planteado, solo restaba a Pasteur recoger el guante y demostrar, tal cual lo haría más adelante, tamaño error cometido por tantos años.

Aquí se puede ver la clásica diferencia de la ciencia madura que concentra sus esfuerzos en la detallada articulación del paradigma, con la preciencia inmadura, con su falta de desacuerdo y el constante debate de lo fundamental, haciendo imposible abordar el trabajo detallado, esotérico, con infinidad de teorías obligando a cada uno de los investigadores a justificarlas.

Brevemente describiré a continuación, la historia de la explicación que se daba con respecto a la teoría de la generación espontánea, cruzándola con la epistemología desde el punto de vista de T. Kuhn.

## **DESARROLLO**

Químico y biólogo francés, hijo de un curtidor, nació en Dôle en diciembre de 1822, y creció en la pequeña ciudad de Arbois. En 1847 obtuvo un doctorado en física y química por la Ecole Normale de París. Tras convertirse en ayudante de uno de sus profesores, inició sus investigaciones sobre moléculas orgánicas.

Luego de pasar varios años investigando e impartiendo clases en Dijon y Estrasburgo, en 1854 Pasteur partió a la Universidad de Lille, donde fue nombrado catedrático de química y decano de la facultad de ciencias. Esta facultad se había creado, en parte, como medio para aplicar la ciencia a los problemas prácticos de las industrias de la región, en especial a la fabricación de bebidas alcohólicas.

Pasteur se dedicó de inmediato a investigar el proceso de fermentación. Aunque su convicción de que la levadura desempeñaba algún tipo de papel en este proceso no era original, logró demostrar, gracias a sus anteriores trabajos sobre la especificidad química, que la producción de alcohol en la fermentación se debe, en efecto, a las levaduras y que la indeseable producción de sustancias que agrían el vino se debe a la presencia de organismos como las bacterias. Pasteur demostró que era posible eliminar las bacterias calentando las soluciones azucaradas hasta una temperatura elevada. Así nació el proceso de pasteurización, aplicándola posteriormente a la leche.

### **EL DEBATE SOBRE LA GENERACIÓN ESPONTÁNEA.**

Pasteur veía mucho más allá de la solución de una vieja cuestión siempre controvertida; presentía que la palabra definitiva sobre la misma representaría para él el primer paso hacia un nuevo campo de estudios: el de las bacterias y las enfermedades contagiosas, lógica consecuencia de sus investigaciones sobre las fermentaciones. El descubrimiento que había hecho de la diferenciación específica de gérmenes lo conducía necesariamente a la idea de que un ser viviente, por pequeño que sea, sólo puede nacer de otro ser viviente y, por lo tanto, que es imposible toda generación espontánea.

Pasteur prepara entonces su plan de batalla. Puesto que Pouchet y los partidarios de la generación espontánea apoyan su demostración en experiencias, el error sólo puede provenir de una falla técnica o de una equivocada interpretación de los resultados. (Kuhn define a este paradigma como en "estado de crisis") Es necesario, pues, reanudar todas estas experiencias, valiéndose de las técnicas elaboradas por los adversarios, pero buscando su punto débil y poniendo la mayor atención en los detalles más mínimos. Pasteur dedicará a estas investigaciones una enorme cantidad de trabajo. (aquí se puede apreciar como Pasteur busca un nuevo paradigma al cambiar las maneras de aplicar las leyes, los métodos, instrumentales y técnicas de investigación)

Todos los adversarios estaban de acuerdo en admitir que un caldo sujeto a putrefacción, si se lo somete largo tiempo a una temperatura elevada, ya no sufre ninguna alteración y la vida microbiana no se desarrollaba en contacto con el aire. Una simple inyección de aire basta para provocar la fermentación del líquido, que se enturbia y presenta a los pocos días una multitud de microorganismos diversos. Pero las divergencias nacían en la interpretación del resultado. Quienes defendían la generación espontánea veían allí una prueba de que el oxígeno era necesario para la aparición de la vida. Sus adversarios (entre ellos Pasteur) sostenían, en cambio, que la función del aire era simplemente la de introducir en los líquidos orgánicos los gérmenes vivos de la fermentación y la putrefacción. . En un informe a la Académie des Sciences de París, en 1860 ("Expériences relatives aux générations dites spontanées") y en escritos posteriores comunica sus sencillos y elegantes experimentos: Para sus experiencias Pasteur se sirvió de un balón de vidrio de 250 cc con un Líquido muy alterable: el agua de la levadura de cerveza. Por medio de un soplete, curvaba y afilaba el cuello, dejándole abierto el extremo más delgado. Hacía luego hervir el Líquido para esterilizarlo y eliminar el aire. Durante la ebullición cerraba con el soplete el extremo delgado del balón y lo dejaba enfriar. En este punto, si se rompía la punta del balón, el aire penetraba en él inmediatamente, en proporción al vacío que había adentro, arrastrando el polvo en suspensión. Bastaba entonces cerrar el balón, con la Llama y transportarlo en un esterilizador a 25-30" para darse cuenta de la presencia o ausencia de cultivos en el Líquido. Durante los primeros meses de 1860, Pasteur,

que había preparado cierto número de estos frascos, comenzó a abrirlos en los lugares más diversos: en las calles de París, en las cantinas del Observatorio, en Arbois, en las cercanías de la curtiduría paterna, en la cumbre de una colina, en Salinas, sobre la cúspide del monte Poutet y hasta en Chamonix. Sobre el Mar de Hielo. Los resultados pusieron de manifiesto diferencias notables en relación con los diversos puntos de recolección e indicaron diferencias no menos significativas en la suciedad del aire introducido. De diez balones abiertos en las cantinas del Observatorio, sólo en uno se había alterado el contenido, mientras que de 11 abiertos en las calles de París, estaban alterados todos.

Derecha: Louis Pasteur nos enseña a entender el enorme papel que los microbios desempeñan en nuestras vidas. El amanecer de este entendimiento llegó cuando se probó que existen gérmenes en las partículas que lleva el aire. Utilizando garrafrones libres de gérmenes, subió al Monte Poutet en los Alpes para mostrar cuán pocos gérmenes estaban en los frascos cuando los abrió en el aire limpio de la montaña. Algunos científicos estaban seguros de su error. Equipados con sus propios garrafrones subieron a los Altos Pirineos para tratar de probar su teoría. No lo lograron.



De los abiertos en la cumbre del monte Poutet, 5 sobre 25 manifestaron cultivos, mientras que uno solo de los abiertos en el Mar de Hielo resultó contaminado. Era una primera confirmación de las ideas de Pasteur, pero no era todavía la prueba irrefutable que él buscaba. Muchas otras series de experiencias completaron pronto a la primera. Si se dejaba abierto el mismo balón de cuello delgado, pero ya no curvo, la infestación por medio del polvo del aire se producía después de algunos días. Pero si se colocaba en una habitación protegida contra el viento el balón de



cuello delgado y curvo, la infestación se producía después de un cierto tiempo, porque las partículas de polvo se depositaban en el cuello curvo.

Si se lo inclinaba de modo que el polvo cayera en el líquido, éste se llenaba de gérmenes muy rápidamente. Pasteur retomó su primera experiencia; esteriliza mediante la ebullición el balón que contiene el líquido alterable.



Un grabado de la revista científica francesa La Nature, en 1884, que mostraba a Louis Pasteur trabajando en su laboratorio sencillo de la Ecole Normale. Por esta época de Louis Pasteur y sus asistentes, en estos sencillos cuartos estaban haciendo que sus colegas científicos dieran un gran salto. Por primera vez, los microbios de las enfermedades serían no solamente atrapados sino enfrentados.

Al abandonar el cuello del balón, el vapor atraviesa un tubo de platino incandescente y huye al aire. Después de algunos minutos de ebullición, se apaga la llama que calienta el balón. El líquido se enfría, el vapor se condensa y es reemplazado por el aire externo, el cual, obligado a pasar por el tubo de platino incandescente, se esteriliza totalmente ya que se queman hasta las menores partículas orgánicas que podía contener. Cuando el balón está frío, se lo separa del tubo de platino sellando con el soplete el cuello delgado. Se obtiene entonces un balón que contiene un líquido orgánico esterilizado en contacto con aire que conserva todo su oxígeno pero exento de todo material orgánico, condiciones muy favorables, según Pouchet, para el desarrollo de la generación espontánea. Pero no aparece nada: la infusión queda limpia porque no la ha contaminado ningún elemento vivo. Una última prueba: En 1861 Pasteur publica otro informe en el que explica cómo se pueden capturar los "cuerpos organizados" del aire con ayuda de un tubo provisto de un tapón de algodón como filtro. Cierra el circuito y consuma la derrota de los adversarios. Siguiendo a Schroedel y a Dush, Pasteur había comprobado que un tapón de algodón colocado en el tubo de entrada del aire de un balón basta para filtrar todo el polvo e ipso facto todos los gérmenes contenidos en él; polvo y gérmenes se encuentran en el algodón en la forma de una pátina

grisácea. (Todavía hoy, el tapón de algodón esterilizado se considera como la mejor protección de un tubo o un balón contra la contaminación por el aire exterior.) Reanuda una vez más su primera experiencia, pero la modifica del siguiente modo. Antes de interrumpir la ebullición, Pasteur, en lugar de sellar con el soplete el tubo del balón, lo obstruye con un tapón de algodón esterilizado. El enfriamiento atrae el aire, naturalmente, pero un aire filtrado por el algodón y, por ende, sin polvo y sin gérmenes. En estas condiciones, el caldo puede permanecer estéril por tiempo indeterminado, a pesar de la presencia de oxígeno en el balón. Pero si se recoge la partícula del depósito de polvo conservado por el algodón y se la hace caer en el caldo, en los días siguientes desarrolla un floreciente cultivo de bacilos. No puede quedar duda alguna: la generación sin gérmenes es imposible, aun en un ambiente rico de oxígeno; la introducción de gérmenes provenientes del aire trae aparejada de manera segura la formación de un cultivo microbiano.



Jean-Baptiste Biot, profesor de física de Pasteur y uno de sus mejores defensores. Como muchos otros, estuvo de acuerdo con Pasteur que la 'generación espontánea "era basura" pero también sabía lo difícil que era probarlo y que tal vez Pasteur estaba perdiendo su tiempo. Pasteur no estuvo de acuerdo y siendo no solamente un hábil científico sino también obstinado cuando sentía que debía ser investigada exhaustivamente, ignoró los consejos de su profesor. Biot se alegró mucho cuando Pasteur le comprobó que estaba equivocado.

Los últimos escépticos quedaron silenciados cuando en 1877 John Tyndall (1820-1893) aplicó su sistema de esterilización por calentamiento discontinuo (hoy conocida precisamente como tindalización), que evidenció la existencia de formas microbianas de reposo muy resistentes al calor, lo cual fue confirmado poco más tarde por Ferdinand Cohn al descubrir las esporas bacterianas. (estos experimentos constituyeron en conjunto lo que Kuhn denomina una revolución científica, al

abandonar el viejo paradigma acosado por problemas, para adoptar uno nuevo, no abrumado por las dificultades

La causa estaba ganada. En 1862, la Academia asignó a Pasteur el premio Alhumbert por su Memoria sobre corpúsculos organizados que se encuentran en la atmósfera. Un año después, el famoso fisiólogo Flourens rechaza en términos severos el testimonio de Pouchet. A pedido de Pasteur, se forma una comisión constituida por los científicos Flourens, Dumas, Brongniart, Milne-Edwards y Balard. Con una serie de experiencias realizadas en el laboratorio de Chevreul, ella sanciona la derrota de Pouchet y de los defensores de la generación espontánea. No podemos detenernos en las escaramuzas de retaguardia libradas contra Pasteur por algunos defensores irreductibles de la generación espontánea; su causa ya no podía ser defendida. Pasteur reordenó sus conclusiones en una importante memoria, Examen de la doctrina de las generaciones espontáneas, de la cual el gran Tyndall escribió: "Raramente como en este ensayo inmortal, la claridad, la fuerza y la conciencia se han manifestado de manera más sorprendente, junto a una consumada habilidad en la ejecución." Era el triunfo de Pasteur y el comienzo de una nueva época en la bacteriología. Los estudios sobre el vino El 8 de diciembre de 1863 Pasteur fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias por 36 votos sobre 60, pero este nuevo reconocimiento no alteró mucho su vida de trabajo.

Los trabajos de Pasteur sobre la fermentación y la generación espontánea tuvieron importantes consecuencias para la medicina, ya que Pasteur opinaba que el origen y evolución de las enfermedades eran análogos a los procesos de fermentación. Es decir, consideraba que la enfermedad surge por el ataque de gérmenes procedentes del exterior del organismo, del mismo modo que los microorganismos no deseados invaden la leche y causan su fermentación. Este concepto, llamado teoría microbiana de la enfermedad, fue muy debatido por médicos y científicos de todo el



Joseph Lister, el primero en aplicar la teoría de Louis Pasteur sobre los gérmenes infecciosos. En los años siguientes el uso de cirugía antiséptica iniciada por Lister, redujo el porcentaje de muertes de cincuenta a cinco de cada cien.

mundo. Uno de los principales razonamientos aducidos en su contra era que el papel desempeñado por los gérmenes en la enfermedad era secundario y carecía de importancia; la idea de que organismos diminutos fueran capaces de matar a otros inmensamente mayores le parecía ridícula a mucha gente. No obstante, los estudios de Pasteur mostraban que estaban en lo cierto, y en el transcurso de su carrera hizo extensiva esta teoría para explicar las causas de muchas enfermedades.



En esta talla alemana de madera del siglo XI un hombre muere de una plaga mientras el médico espanta "las emanaciones diabólicas" con una esponja en su nariz. Antes de Pasteur la gente moría por cientos de miles sin entender por qué. La plaga de 1346-49, la muerte negra, mató tal vez la mitad de la población europea. En la plaga de 1665 murieron cien mil personas en Londres, seis mil semanalmente. Después del hallazgo de Pasteur, los científicos pudieron entender que la plaga era una enfermedad causada por un microbio, una bacteria, transmitida por las pulgas de las ratas.



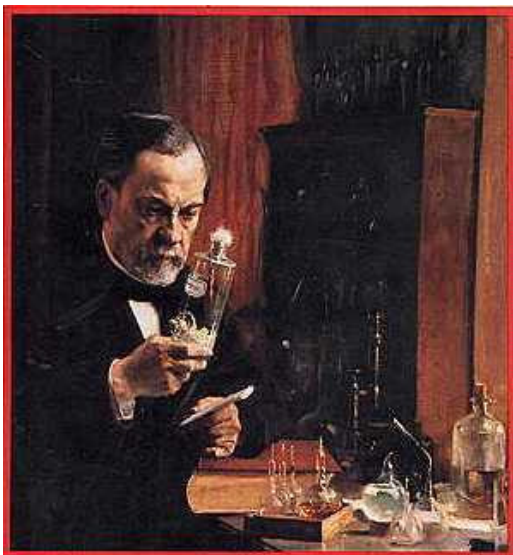
Robert Koch fue el primero en demostrar lo que Louis Pasteur venía predicando por años. Que un microbio específico, producía una enfermedad específica

***"Si viene alguna vez a Edimburgo, creo que encontrará muy satisfactorio caminar por nuestro hospital y ver cuánto se está beneficiando la humanidad de su trabajo. No necesito añadir cuánta satisfacción me produciría mostrarle cuánto le adeuda el arte de la cirugía".***

**Joseph Lister en una carta a Pasteur en 1874.**

***"Usted ha levantado el velo que por todos estos años tenían las enfermedades infecciosas en su misteriosa oscuridad"***

**Joseph Lister, a Louis Pasteur en su cumpleaños.**



Las muertes se contaban por millones, Louis Pasteur no se daba por vencido sabía que algo extraño ocurría en los hospitales, luego de un tratamiento adecuado y una satisfactoria recuperación, muchos pacientes morían. Cuando sus hijas fueron víctimas de la fiebre tifoidea y murieron, se dedicó con empeño.

Él mismo fue atacado por unas convulsiones que dejaron su lado izquierdo paralizado. Contra todos los diagnósticos, se recuperó y volvió a investigar. Había vencido la enfermedad y la tragedia; se sentía fuerte para explorar en el mundo microscópico la manera de atacar a los seres que, siendo minúsculos, habían causado tanto mal a la humanidad.

Pasteur dedicó el resto de su vida a investigar las causas de diversas enfermedades -como la septicemia, el cólera, la difteria, el cólera de las gallinas, la tuberculosis y la viruela- y su prevención por medio de la vacunación. Es especialmente conocido por sus investigaciones sobre la prevención de la hidrofobia en la especie humana. Tras experimentar con la saliva de animales afectados por la enfermedad, Pasteur llegó a la conclusión de que la enfermedad residía en los centros nerviosos: inyectando un extracto de médula espinal de un perro rabioso a animales sanos, éstos mostraban síntomas de rabia. Estudiando los tejidos de animales infectados, sobre todo de conejos, el investigador consiguió desarrollar una forma atenuada del virus que podía emplearse en las inoculaciones.



Joseph Lister, saludando a Louis Pasteur en la celebración de sus 70 años en la Sorbona, Pasteur está apoyado en el brazo del presidente de la república francesa..

Las investigaciones del científico sobre la rabia inspiraron la creación en 1888 de instituto especial para el tratamiento de la enfermedad en París. Este acabó llamándose Instituto Pasteur, y fue dirigido por el mismo Pasteur hasta su muerte. Cuando le llegó la muerte de St. Cloud el 28 de septiembre de 1895, Pasteur era ya considerado como un héroe nacional y había recibido todo tipo de honores.

***“Queridos colaboradores míos, mantened despierto el entusiasmo de las primeras horas, pero sometedlo siempre a severa fiscalización. Nunca aventuréis nada que no pueda ser probado clara y decisivamente. Cultivad el espíritu crítico, pues todo es vano sin él. Aunque por sí mismo no provoque ideas ni estimule grandes empresas, el espíritu crítico decide siempre en***

***última instancia. Lo que os pido, y lo que vosotros pediréis a vuestros futuros discípulos, es lo más difícil que puede pedirse a un inventor: Creer que se ha hecho un descubrimiento científico importante, sentir la fiebre de anunciarlo, pero constreñirse durante días, semanas y a veces años, a combatir las propias ideas, atacar las propias experiencias y no proclamarlo sino después de haber agotado el examen de todas las hipótesis contrarias: sí, eso es sumamente arduo. Mas es enorme la alegría de alcanzar la certidumbre después de tantos esfuerzos, y esta alegría se acrecienta aún más, al pensar que, con nuestro esfuerzo, hemos contribuido a honrar a la patria. Si la ciencia no tiene patria, el hombre de ciencia debe tenerla para ofrendarle los lauros que sus trabajos alcancen en el mundo.***

**Louis Pasteur. Del discurso pronunciado el 14 de noviembre de 1888 con motivo de la inauguración del Instituto Pasteur.**

**Prof. Iván Garnica García ® 2001**