

Historia de la Endocrinología

Claude Bernard y las claves para un método de hallazgos serendípicos en los descubrimientos científicos

Orlando Mejía Rivera  ¹

¹Programa de Medicina, Facultad de Ciencias para la Salud, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

Cómo citar: Mejía-Rivera O. Claude Bernard y las claves para un método de hallazgos serendípicos en los descubrimientos científicos. Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab. 2021;8(3):e727.
<https://doi.org/10.53853/encr.8.4.727>

Recibido: 15/Nov/2021

Aceptado: 10/Dic/2021

Publicado: 27/Dic/2021


Resumen

Propósito: el propósito de la presente investigación es entender el valor epistemológico de la obra de Claude Bernard sobre un contexto actual, donde la serendipia científica permite desprenderse de ideas y teorías que se creían válidas para lograr encontrar respuesta a problemas que no han podido ser resueltos hasta el momento.

Contenidos: el contenido explica la vida del autor y describe los hechos que lo llevan al quehacer médico, luego se reflexiona sobre los experimentos más notorios y que permitieron avances en el mundo, tales como, por ejemplo, el descubrimiento de la glucogénesis animal.

Contribuciones: este texto es un aporte a los científicos y médicos actuales que buscan nuevas maneras de descifrar ciertos problemas que todavía no han podido ser resueltos. Los conceptos de serendipia científica, descubrimientos científicos y hallazgos por medio de la experimentación a través de la historia, permiten ser una fuente de inspiración para las nuevas generaciones de investigadores.

Palabras clave: ciencia, curare, historia de la Endocrinología, investigadores, metodología, serendipia, serendipia científica.

 **Correspondencia:** Orlando Mejía Rivera, Facultad de Ciencias para la Salud, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
Correo-e: paracelso2001@yahoo.com

Claude Bernard and the keys to a method of serendipitous findings in scientific discoveries

Abstract

Purpose: the purpose of this research is to understand the epistemological value of Claude Bernard's work in a current context, where scientific serendipity allows one to get rid of ideas and theories that were believed to be valid to find answers to problems that could not be solved. Until now.

Contents: the content explains the life of the author and describes the facts that lead him to medical work, then reflects on the most notorious experiments that allowed advances in the world, such as, for example, the discovery of animal glycogenesis.

Contributions: this text is a contribution to current scientists and doctors who are looking for new ways to decipher certain problems that have not yet been resolved. The concepts of scientific serendipity, scientific discoveries, and findings through experimentation throughout history, allow it to be a source of inspiration for new generations of researchers.

Keywords: science, curare, history of Endocrinology, researchers, methodology, serendipity, scientific serendipity.

Destacados

- Bernard reconoció la presencia del azar, la intuición y la imaginación creadora como otros elementos esenciales en la experimentación científica.
- De alguna manera, el evento inesperado permite al investigador la ampliación de sus límites conceptuales y la posibilidad de imaginar lo que no había sido pensado antes.
- Las claves para desarrollar un método de hallazgos serendípicos en los descubrimientos científicos permiten reconocer y construir patrones de comportamiento en los investigadores.

Introducción

La obra científica de Bernard es descomunal y se pueden encontrar, por lo menos, diez descubrimientos de primer orden que modificaron las teorías existentes acerca del metabolismo de los azúcares, los procesos de digestión y asimilación de alimentos, las funciones del páncreas y del hígado y la regulación vasomotora del sistema simpático.

Además, fue precursor de la toxicología moderna con sus investigaciones del veneno curare y de la intoxicación por monóxido de carbono; fundador de la Endocrinología, al ser el primero en descubrir y definir que existían "secreciones internas" de algunos órganos, luego mejor conocidos como glándulas; también fue el primero en conceptualizar la existencia de un "medio interno" fisiológico conformado por la sangre, las secreciones, la temperatura, etcétera, que estaba en contacto con el "medio externo" y que de esta relación surgía la comprensión de la salud, la enfermedad, la vida y la muerte de los seres vivos animales, incluyendo, por supuesto, al ser humano.

Otro aporte esencial de Claude Bernard en el campo de las ideas científicas fue la escritura

de su libro *Introducción al estudio de la medicina experimental* (1765), redactado en la convalecencia de una enfermedad, donde sistematiza y reflexiona sobre la manera en cómo él había logrado tanto éxito en sus propios experimentos de laboratorio y, quizá sin proponérselo, termina creando una auténtica y profunda obra de metodología científica y epistemología, que aún en la actualidad tiene vigencia.

Materiales y métodos

En esta obra, Bernard revela su método de investigación y da ejemplos de su aplicación en problemas concretos que él resolvió. Para mi sorpresa, encontré que en la mayoría de sus descubrimientos existían componentes serendípicos de distintos tipos y que se podían intentar clarificar estos hallazgos como la consecuencia de sus patrones teóricos de investigación. A continuación, presento el resultado de esta propuesta de lectura del libro de Bernard, la cual me ha permitido establecer algunas claves para esbozar un método de hallazgos serendípicos en la ciencia.

- 1- Serendipia como hecho natural (azar encontrado).
- 2- Serendipia como evento buscado (azar provocado).
- 3- Serendipia como resultado experimental equivocado (azar en el laboratorio)..

1- Serendipia como hecho natural (azar encontrado)

Claude Bernard refiere que un día le llevaron a su laboratorio unos conejos del mercado, los pusieron sobre la mesa de trabajo y de manera inesperada varios de ellos se orinaron al mismo tiempo. De forma inmediata, le llamó la atención que la orina era clara y ácida, lo cual no era lógico pues los conejos eran herbívoros y en ellos la orina se presentaba turbia y alcalina, por lo que intuyó que: "esta observación de acidez en la orina de los conejos me dio la idea de que dichos animales tenían que estar en el estado de nutrición de los carnívoros. Supuse que probablemente no habían comido en mucho tiempo y que el ayuno los había transformado en verdaderos animales carnívoros que viven de su sangre" (1).

Luego, el autor realizó el experimento de dar hierba a los animales y a los minutos la orina era turbia y alcalina. Demostró, entonces, que todos los animales en ayuno utilizaban su propia carne y la orina de los herbívoros era igual, en esta situación, a la de los carnívoros. Este descubrimiento sería muy importante para comprender, en el futuro inmediato, los procesos de digestión y asimilación de las proteínas, los carbohidratos y los azúcares.

Al hacer las autopsias de los conejos alimentados con carne observó otro hecho casual: los quilíferos blancos y lechosos eran visibles en la porción inferior del duodeno, a unos 30 cm debajo del píloro, a diferencia de los perros cuyos quilíferos se visualizan en la primera porción del duodeno. Fue cuando comprendió que en los conejos el conducto pancreático desembocaba más abajo y estableció la relación de que el jugo pancreático podía ser el responsable de la emulsificación de las grasas y de su posterior absorción.

La comprobación de esta idea preconcebida lo llevó a descubrir que el páncreas era, en realidad, un complejo órgano que intervenía en

el metabolismo alimenticio y no una glándula elemental de secreción simple como la salival, que hasta ese momento era la teoría fisiológica predominante.

Una pregunta es pertinente en el caso descrito: ¿por qué Claude Bernard, que no estaba pensando ni investigando dicho problema cuando vio orinar a los conejos, de manera inmediata recordó ese conocimiento previo y lo contrastó con el hecho casual que no era compatible con la teoría existente? Y luego le sucedió lo mismo con la otra observación realizada en las autopsias de los conejos.

La respuesta se encuentra dispersa en varios fragmentos del libro del autor, para él la observación de un hecho casual es, la mayoría de las veces, lo que lleva al investigador a una idea que no había sido pensada antes, pues si fuese así lo observado sería lo esperado y no lo inesperado. Es decir, estar atento a observar hechos que no son explicables con el conocimiento que se posee es, precisamente, lo que conduce al investigador a imaginar una idea o una hipótesis que antes no había sido pensada ni por él ni por otros.

Lo anterior es sistematizado por Bernard al plantear que existen dos puntos de partida para realizar una investigación experimental: la primera es una observación y la segunda es una hipótesis o una teoría. En relación con el primer punto afirma: "Las ideas experimentales frecuentemente son fruto del azar, con la ayuda de alguna observación casual. Nada es más común y este es, realmente, el modo más sencillo de comenzar un trabajo científico" (1).

Acá él reconoce lo común del hallazgo serendípico y la presencia casi constante del azar al comienzo del proceso investigativo. Por tanto, se comprende su observación del evento accidental de los conejos y la importancia que le dio hasta concebir una nueva hipótesis. Para él, encontrar hechos inesperados es una posibilidad que debe poseer el investigador en todos los momentos de su trabajo, independiente de que estos eventos no tengan relación con las investigaciones que se estén haciendo en ese instante.

Es algo así como tener la disposición mental para estar a la espera de hechos inusuales y accidentales, que al ser detectados nos pueden

generar nuevas ideas e hipótesis. Además, Bernard relaciona este primer encuentro de los eventos inesperados con la presencia de un sentimiento intuitivo que engendra la idea a priori, la cual será desarrollada luego por la razón y la lógica, transformada en una hipótesis y esta, a su vez, corroborada o rechazada después de los experimentos.

La aceptación, por parte del investigador, del azar como hecho natural que siempre está en potencia de ser revelado e interpretado con una nueva visión teórica, genera serendipias de tipo clásico, como los ejemplos descritos en el experimento con los conejos.

2- Serendipia como evento buscado (azar provocado)

En 1845, Pelouze le dio a Bernard una cantidad apreciable de curare, sustancia tóxica traída de América, la cual todos sabían que era un veneno que producía la muerte cuando se introducía debajo de la piel, pero nadie sabía cómo. Bernard tampoco tenía idea del mecanismo tóxico del curare y decidió hacer experimentos para ver si sucedía algún hecho que le sugiriera una hipótesis. Utilizó ranas envenenadas y luego les realizó autopsias, y tanto los músculos del corazón, como la sangre y la contractilidad muscular periférica se encontraban normales.

Entonces observó por casualidad algo adicional: aunque el sistema nervioso tenía una apariencia anatómica normal, al estimular los nervios motores estos no producían la contracción de los músculos. Verificó varias veces este hecho y pudo concluir que: “el curare causa la muerte por destrucción de todos los nervios motores, sin afectar los sensitivos” (1).

En 1846, decidió también hacer experimentos sobre la intoxicación con monóxido de carbono, cuya causa era totalmente desconocida y Bernard, una vez más, no tenía una idea preconcebida del mecanismo de envenenamiento. Utilizó un perro y en la autopsia observó un hecho que le llamó la atención de forma inmediata: el color de la sangre era escarlata, tanto en las arterias como en las venas. A partir de este hallazgo concibió la idea de que el color era debido a una gran cantidad de oxígeno y que el monóxido quizá impedía que el

oxígeno se transformara en ácido carbónico en los capilares. Trató entonces de liberar el oxígeno de arterias y venas y no lo logró. De allí concluyó que su idea preconcebida era falsa y se preguntó qué podía haber ocurrido con el oxígeno de la sangre.

Luego pensó que tal vez el monóxido de carbono había desplazado al oxígeno de la sangre, hizo entonces experimentos colocando la sangre en medios artificiales y, finalmente, logró establecer que: “el monóxido de carbono, al desplazar al oxígeno que había expulsado de la sangre, permaneció químicamente combinado en esta y no podía ser desplazado ya por el oxígeno ni por los otros gases” (1). Por tanto, la muerte se producía por anoxia tisular.

En los dos ejemplos anteriores, Bernard no poseía como punto de partida de la investigación ni una observación, ni una hipótesis o teoría, sin embargo, sabía que si iniciaba los experimentos se encontraría con un hecho o un evento inesperado que, a lo mejor, le sugeriría una idea y luego una hipótesis de trabajo. A lo anterior lo denominó Bernard como “experimentos para ver”.

A continuación se presenta en detalle su reflexión (1) acerca de este método de investigación:

“Si el tema (a investigar) es totalmente oscuro e inexplorado, los fisiólogos no deben temer actuar un poco al azar, con el fin de tratar de pescar en aguas revueltas. Esto significa decir que, en medio de las alteraciones funcionales que producen, pueden esperar que surjan algunos fenómenos imprevistos que orienten su investigación” (1).

“Tales experimentos a tientas muy comunes en fisiología y terapéutica a causa del complejo y atrasado estado de estas ciencias, pueden ser llamados experimentos para ver, porque están destinados a hacer surgir una primera observación, invisible e indeterminada, pero cuya aparición puede sugerir una idea experimental y abrir un camino a la investigación” (1).

“Hay casos, por lo tanto, en que experimentamos sin tener una idea probable que verificar; sin embargo, los experimentos en este caso están igualmente destinados a inducir una observación, solo que la induce con el propósito de hallar una idea que

implique un camino posterior para seguir en la investigación. En consecuencia, podemos decir que el experimento es una observación inducida con el objeto de hacer nacer una idea" (1).

Aquí Bernard está proponiendo con sus "experimentos para ver" una metodología clara para realizar descubrimientos serendípicos, pues estos pretenden hacer surgir una "primera observación, invisible e indeterminada"; es decir, son experimentos "buscando el azar" para ver si nos permiten observar un hecho, que no sabemos cuál es, pero que por lo inesperado nos puede llamar la atención, sugerir una idea experimental y abrir un nuevo camino a la investigación.

Es, aunque parezca paradójico, un método de provocar el azar, e implica el reconocimiento de un elemento de indeterminación en todo proceso investigativo, que una vez reconocido se puede convertir en el punto creativo de un novedoso diseño experimental.

Por supuesto, ese "elemento indeterminado" está dado por el reconocimiento de la posibilidad del azar como hecho valioso en el experimento y no debe confundirse con la refutación de la idea del determinismo biológico que defendió con vehemencia Bernard en contra de los vitalistas. Es decir, para Bernard si se realiza un experimento varias veces en las mismas condiciones y con procedimientos iguales, los resultados siempre serán idénticos. El azar puede llevar a modificar los resultados de un experimento, porque con él cambian las condiciones de la investigación, pero al incorporar ese evento casual a los procedimientos del nuevo experimento el resultado se repetirá. De alguna manera, el evento inesperado permite al investigador la ampliación de sus límites conceptuales y la posibilidad de imaginar lo que no había sido pensado antes.

El propio Bernard, en otra parte de su obra (1), reconoce que la idea experimental *a priori* es el resultado de "una especie de presentimiento de la mente" y que poseemos una intuición de la existencia de las leyes de la naturaleza, aunque no conocemos sus formas y para eso son los experimentos que nos permiten reconocerlas y visualizarlas. Ahora bien, esta intuición en las ideas experimentales siempre está estimulada por

la observación y la ejecución de los experimentos y no se debe pensar que Bernard haya querido plantear la existencia de ideas experimentales innatas, sino todo lo contrario, él fue explícito en negar el innatismo en los procesos de investigación científica.

El azar buscado en los experimentos para ver es un método que produce serendipias del tipo pseudoserendipia de predominio consciente, pues se descubre algo que se estaba buscando, pero que no se sabía cómo buscar hasta que se provoca el hecho inesperado que estimula la idea experimental *a priori* en el investigador.

3- Serendipia como resultado experimental equivocado (azar en el laboratorio)

En 1843, Bernard decidió realizar un experimento a partir de una hipótesis reconocida por la comunidad científica como la más plausible: se consideraba que el azúcar en los animales ingresaba por la dieta y que, a diferencia de las plantas, los animales no producían azúcar. Entonces debía existir un órgano que destruyera el azúcar y para Bernard este era probablemente el pulmón y la destrucción del azúcar se daba por un fenómeno de combustión.

Comenzó a realizar autopsias en animales sometidos a dietas ricas en azúcar y como método comparativo en aquellos que no recibían ninguna cantidad de azúcar en su alimentación. Para sorpresa del investigador, encontró resultados erróneos en relación con la teoría existente, pues las autopsias hechas a los animales con dietas sin azúcar mostraban, de manera evidente, la presencia de azúcar en la sangre y en la mayoría de los órganos, en especial en el hígado.

Entonces, en lugar de desechar esos resultados que no eran compatibles con la teoría, comprendió que esta era falsa y decidió abandonarla, pues para él era claro que: "cuando hallamos un hecho que contradice una teoría imperante, tenemos que aceptarlo y abandonar la teoría aun cuando esté apoyada por grandes nombres y aceptada generalmente" (1). Esta actitud lo condujo a postular que no solo no existía un órgano para destruir el azúcar, sino que el azúcar se producía en todos los animales, independiente de su dieta.

Experimentos posteriores midiendo el azúcar hepático de animales en el momento de la muerte y a las 24 horas le permitieron demostrar que el azúcar se aumentaba luego de la muerte del animal y que era en el hígado donde se producía en la variedad de glucógeno hepático. Este descubrimiento lo condujo a uno de sus mayores aportes científicos: demostró la existencia del proceso de glucogénesis animal.

En 1852, Bernard decidió comprobar mediante un experimento la siguiente teoría: el sistema nervioso regulaba la temperatura e intervenía en los procesos de nutrición celular. Si se cortaban los nervios simpáticos que aumentaban la combustión sanguínea, la parte corporal se enfriaría y se presentaría una vasoconstricción en dicha zona.

El autor diseñó una técnica donde cortó el simpático cervical de un conejo y esperando ver el enfriamiento y la vasoconstricción de la oreja, del mismo lado, observó lo contrario; es decir, un resultado equivocado frente a la teoría. La oreja se puso caliente y presentó vasodilatación. Casi ocho años tuvo presente este resultado en apariencia erróneo e inesperado, hasta que logró comprender la función vasomotriz del sistema simpático y que era esta la que determinaba la temperatura del área corporal.

Los dos ejemplos anteriores son parte de los descubrimientos serendípicos que nacen de aparentes fracasos experimentales al tratar de demostrar una hipótesis o teoría previa y que al ser considerados inesperados e interpretados como erróneos son desechados o ignorados por muchos científicos, pero no por Bernard, quien tenía como principio reconocer la realidad del hecho, la posible falsedad de la teoría y la necesidad de concebir, entonces, una nueva donde ese resultado experimental tuviese una explicación lógica. Por tanto, para él ningún experimento fracasaba, ya que si no resultaba lo esperado implicaba que se tenía una teoría previa falsa o inexacta. De allí su actitud de observar los resultados del experimento sin la carga teórica con que había iniciado la investigación, o dicho de otra manera, él defendía que se iniciara el experimento con una idea preconcebida a priori y una hipótesis, pero al observar los resultados no

debía estar presente esa idea preconcebida, pues ella podía alterar la observación y la interpretación de los hechos encontrados.

Paul Bert, discípulo de Bernard, recordaba que en el laboratorio y durante los experimentos:

“Al contrario de la mayoría de los investigadores científicos, que son una especie de sonámbulos que solo ven lo que buscan y lo que está en el camino de sus ideas; sus ojos están fijos en un punto y no pueden percibir lo que se encuentra aparte de dicho punto, y mucho menos lo que aparece de improviso. Claude Bernard parecía tener ojos en torno de toda la cabeza. (...) Los estudiantes quedaban asombrados cuando le veían indicar fenómenos evidentes que solo él había visto. Descubría cómo respiraba” (1).

La metáfora de “tener ojos en torno de toda la cabeza” recuerda la reciente reflexión de Robert L. Goldemberg, quien analizando casos de serendipia en la investigación dermatológica, producto de resultados inesperados en los experimentos, refirió que los científicos que habían logrado estos hallazgos serendípicos se caracterizaban por no tener “una visión de túnel” al momento de realizar la investigación y, por ello, no eran como aquellos que frente a los mismos eventos inesperados, los habían desechado “como los caballos vendados, imperturbables; o como los burros corriendo tras la zanahoria sin darse cuenta de otras cosas y detalles que pueden resolver el problema buscado” (2).

Bernard insiste en que hay que escuchar a la naturaleza, acomodar la teoría a los hechos y no los hechos a la teoría, pero también explorar ideas preconcebidas que a veces son imposibles de ser aceptadas por las teorías dominantes en la comunidad científica. De igual manera, rechaza el valor epistemológico de los resultados negativos frente a un solo resultado positivo y nos enseña que ningún resultado experimental debe ser considerado equivocado, a no ser que se demuestren deficiencias de procedimiento inadvertidas en la repetición de los experimentos.

La serendipia como resultado experimental equivocado en relación con la hipótesis o la teoría que orientó la investigación es del tipo de la serendipia clásica en general, porque esos hechos valorados de manera positiva conducen

al investigador a otros marcos conceptuales inexplorados que no se estaban buscando porque, a lo mejor, no se habían imaginado antes.

Conclusiones

En síntesis, creo que esta lectura de una metodología serendípica, implícita en el clásico *Introducción al estudio de la medicina experimental*, demuestra que al lado de las interpretaciones usuales que se han hecho del libro de Claude Bernard, orientadas a mostrar el rigor y la influencia positivista de Comte y la presencia racionalista de las enseñanzas del *Discurso del método* de Descartes, también revela que Bernard reconoció la presencia del azar, la intuición y la imaginación creadora como otros elementos esenciales en la experimentación científica.

De allí el acierto de Pedro Laín Entralgo al comprender que en la vida y la obra de Bernard se encontraba un romántico y un positivista unidos en la altruista búsqueda de la verdad científica, pues al contrario de lo que se piensa, refiere Laín que: "No se excluyen ni se oponen el romanticismo y el positivismo" (3). De hecho, el mismo Bernard refiere en varios pasajes de su obra que la ciencia, la religión y la filosofía son estados humanos simultáneos y que nunca uno solo de ellos se desarrollará a expensas de los otros. La contemporaneidad de esta reflexión es sorprendente.

Las claves para desarrollar un método de hallazgos serendípicos en los descubrimientos

científicos permiten reconocer y construir patrones de comportamiento en los investigadores, las cuales se presentan en los distintos casos de serendipia científica que se encuentran en la historia de la ciencia y también en las investigaciones vigentes en diferentes campos del conocimiento. Utilizar de esta forma la obra de Bernard es darle una contextualización actual que la renueva en su valor epistemológico.

Financiación

El autor no recibió recursos para la escritura o publicación de este artículo.

Conflictos de interés

El autor declara que no tuvo conflictos de interés en relación con el presente artículo.

Referencias

- [1] Bernard C. *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Buenos Aires: El Ateneo; 1959. 190 p.
- [2] Goldemberg R. Serendipity. (Interesting results of dermatology research). *Drug # Cosmetic Ind.* 1990 my.;146(5):456-7.
- [3] Entralgo PL. *Grandes médicos*. Barcelona, España: Salvat Editores; 1961. 264 p.