

El método científico y el proceso de la comunicación

Molestina Escudero C.J.*

Iniciamos en esta entrega de Veterinaria un nuevo servicio a nuestros lectores. A través de él aportaremos trabajos de otras publicaciones que consideramos de interés para nuestra profesión.

En esta oportunidad, hemos seleccionado del número XVI de la Serie DIALOGO "Fundamentos de la Comunicación Científica y Redacción Técnica: de febrero de 1987, editado por el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR), el aporte del Ing. Agr. Carlos J. Molestina Escudero que incursiona en el método científico, señalando los pasos que se deben dar para su desarrollo y la aplicación que el mismo tiene.

También establece su relación con el proceso de la comunicación.

Nosotros en este número transcribimos la primera parte referente al método científico, para colaborar con nuestros colegas en el esfuerzo de encauzar sus trabajos a través de la rigurosidad de lo científico, para colaborar con nuestros colegas en el esfuerzo de encauzar sus trabajos a través de la rigurosidad de lo científico y así poder realizar nuevas contribuciones que posibiliten los avances de las ciencias veterinarias.

EL METODO

Introducción

Los descubrimientos científicos modernos han tenido un éxito tan grande para resolver muchos problemas del ser humano, que actualmente casi a cualquier producto o actividad, a las que se les quiere dar un carácter de mucha seriedad y de alta eficiencia se les denomina, frecuentemente, "científicos". Así, no es nada raro encontrar publicaciones donde se habla de una religión científicamente fundada, de un deportista muy científico, de un pintor científico y de diferentes productos elaborados. Espero que podamos llegar a juzgar en qué casos es aplicable y aceptable el calificativo de científico y en cuáles no.

La ciencia, y lo que verdaderamente puede llamarse científico, se fundamenta en la aplicación de un método que es, precisamente, lo que se ha dado en llamar **método científico**. En general, el método científico consiste en observar; formular preguntas como consecuencia de la observación acerca de cómo y por qué; imaginar una hipótesis que contesta a las preguntas; comprobar la hipótesis experimentalmente, o refutarla, y llegar a conclusiones que puedan hacerse extensivas (teorías) y que puedan ser aprovechadas para beneficio del hombre.

De esta descripción, relativamente sencilla, podría también deducirse que un gran número de personas aplican y han aplicado durante mucho tiempo el método científico, aunque no estén conscientes de ello. También puede deducirse que muchos individuos que tienen un empleo o un título de "científicos", están probablemente muy lejos de serlo, pues para que su trabajo pueda calificarse de ciencia es indispensable que todas sus observaciones y conclusiones hayan sido sometidas sistemáticamente al método científico.

La observación

Puede describirse como la percepción de un fenómeno

o de las características de un objeto o de un ser vivo por medio de los sentidos. Este sería el tipo de observación que está más al alcance de todo el mundo. No obstante, la capacidad de observación es una característica innata que puede también, por su parte, ampliarse y mejorarse mediante ejercicios y adiestramientos especiales.

La observación no necesita, sin embargo, ser directa, pues puede hacerse observaciones por medio de instrumentos, animales o plantas que permitan percibir el efecto de un fenómeno o ver la estructura de un organismo que a simple vista es invisible. Este es el caso clásico de la electricidad, cuya presencia podemos percibir y medir por medio de instrumentos o de diferentes manifestaciones de energía; algo semejante sucede con el magnetismo y la energía atómica.

También se puede observar la existencia de la mente y del poder mental por medio de sus efectos, pero el poder mental es aún más difícil de medir que la electricidad o la energía atómica. De manera semejante, la constitución molecular de muchas sustancias es difícil de ver directamente por medios convencionales, pero la estructura de dichas sustancias se ha podido deducir por medio de su comportamiento en reacciones químicas y de distintas manifestaciones y observaciones físicas, o por medio del uso de complicados y costosos microscopios electrónicos.

El hecho de que para la ciencia sea indispensable la observación limita ya de inmediato lo que puede estudiarse y trabajarse como ciencia. Si hay algo que no se puede observar o cuya observación no puede repetirse, ese algo no cae bajo la jurisdicción de la ciencia.

Los científicos deben ser personas adiestradas para poder hacer las observaciones correctamente. El observar correctamente requiere que las percepciones del observador no estén afectadas por prejuicios de ninguna naturaleza ni sufran desviaciones voluntarias o subconscientes. El poder de la mente es tan grande, que un observador puede ver lo que quiera ver y con frecuencia su estado de ánimo o de cansancio puede afectar notablemente lo que ve.

* Ingeniero Agrónomo, M.S., Especialista en Comunicación Científica, IICA/BID/PRODICUR, Montevideo, Uruguay.

Estas son algunas de las razones por las que las observaciones únicas pueden caer dentro del método científico.

¿Qué, cómo y por qué?

Cuando se sigue el método científico, inmediatamente después de la observación, es frecuente que el observador se haga las preguntas anteriores. En realidad mucha gente, aún sin espíritu de investigación científica y sin adiestramiento especial, llega fácilmente a este tipo de preguntas; **qué sucede, cómo sucede y por qué sucede.**

De hecho este tipo de preguntas lo hacen, con mucha frecuencia, los niños y también con mucha frecuencia, si los padres o los adultos que oyen la pregunta tratan de contestarla sinceramente y no con evasivas, se dan cuenta que ellos mismos no conocen la respuesta. En todo caso, la respuesta a las preguntas de **qué y cómo** es siempre mucho más fácil de obtener que la respuesta a las preguntas de **por qué**. Esto último es cierto, aun en el caso de la ciencia, pues es bastante más fácil seguir un fenómeno para decir **qué y cómo sucede que determinar por qué sucede.**

De cualquier manera, tanto el adulto lego como el niño frecuentemente se conforman, o se tienen que conformar, con respuestas tan poco convincentes como decir que un niño llega al mundo traído por la "cigüeña" o el aceptar que "al cultivo le cayó gusano cogollero porque la vecina decidió embrujar al dueño".

El científico y la ciencia no pueden conformarse con respuestas de esta naturaleza. Después que han formulado sus preguntas buscan una respuesta lógica, que debe estar basada en la observación anterior y en la información relacionada con otros fenómenos que también han sido analizados por el método científico. Este tipo de respuestas lógicas y fundamentales en los principios científicos es lo que se llama "hipótesis".

La hipótesis

La formulación de una hipótesis como respuesta a cualquiera de las preguntas anteriores se trata de hacer ordinariamente siguiendo algo de lógica y apoyándose en los conocimientos científicos anteriores, por considerar que si está de acuerdo con ellos puede conducir más rápidamente a resultados comprobables. Pero se conoce casos en los que la intuición, un presentimiento, o hasta un sueño, con apariencia de ilógicos, han servido como punto de partida para resolver un problema cuya solución no se había logrado encontrar de ninguna otra manera. Esto quiere decir que los presentimientos y las ideas aparentemente descabelladas sí son aceptables en el método científico, pero solamente en la categoría de hipótesis y aún en esta categoría, antes de manifestarlas públicamente, es conveniente someterlas a una cierta comprobación experimental.

Debido a esta necesidad de comprobación experimental la concepción de una hipótesis debe ir acompañada de ideas relacionadas con la forma en que podría comprobarse la hipótesis misma.

La experimentación

Es probablemente el paso más firme del método científico. La observación, las preguntas y la hipótesis pueden

obtenerse por simple uso de la imaginación. La experimentación requiere comprobar que siempre que se presenten las mismas condiciones el fenómeno se efectuará de la misma manera y, más aún, requiere de observaciones y tratamientos "testigo", es decir contar dentro de cada repetición con un caso en que las condiciones del fenómeno son diferentes para comprobar que también cuando las condiciones, son las mismas, el fenómeno tampoco se presenta de la misma manera.

En todo caso, la experimentación puede conducir a comprobar que un fenómeno se presenta de la misma manera, bajo las mismas condiciones, o a limitarlo cuando algunas de las condiciones empiezan a variar de manera ingobernable.

Para determinar si una hipótesis es cierta o no y sobre todo para saber si se puede generalizar, el diseño del experimento es sumamente importante. Más aún, aunque una conclusión sea momentáneamente negativa o positiva, siempre queda la posibilidad de que esa conclusión se haya alcanzado mediante un diseño impropio.

Por ejemplo, hace aproximadamente unos cincuenta años se había llegado a la conclusión de que la selección masal no era efectiva para lograr aumentos en la producción de grano de maíz y desde ese punto de vista, el método se había dejado de usar.

Posteriormente, se ha comprobado por el método de selección masal usado antiguamente era impropio, pues dentro de él se podría seleccionar plantas cuya producción había aumentado porque habían quedado aisladas con respecto a otras plantas, es decir tenían más espacio, más nutrientes y más luz que las demás plantas o bien estaban en un área de terreno más fértil. Se aplicó entonces

casa del
criador RT

**TIJERA
DESVASADORA**

TECNOLOGIA ALEMANA

- MAS LIVIANA
- MAS FUERTE

ACERO DE UNA PIEZA. SE COMPRA UNA SOLA VEZ. NO SE AFILA NUNCA.

RENETAS PARA CASCOS

- DE ACERO
- MANGO DE MADERA
- 5 MODELOS

DISTRIBUIDOR DE LOS AFAMADOS PRODUCTOS "WALMUR"
GRAL. FLORES 3269 CASI L.A. DE HERRERA
TELS. 23.60.13 / 20.80.40



otro diseño experimental y se ha podido demostrar que, en efecto, la forma de seleccionar tomando en cuenta estas variables individuales permite hacer que la selección masal sea efectiva.

Esto significa que aún las conclusiones obtenidas mediante el método científico sólo deben tomarse como ciertas momentáneamente y no como una verdadera absoluta.

Al hacer un diseño que tiende a comprobar una hipótesis, también debe tenerse cuidado de no caer en un círculo vicioso. Por ejemplo, entre los ecólogos es frecuente llegar a la conclusión de que una formación vegetal corresponde a un clima determinado y por su parte los climatólogos concluyen con frecuencia que el clima debe ser de tal o cual tipo porque la vegetación existente así lo indica.

Puesto que en lo que se refiere a clima y formaciones vegetales es sumamente difícil hacer experimentación durante la vida de un hombre, las observaciones de estos dos tipos de científicos parecen bastante razonables, sobre todo si cada una se toma por separado; pero si se toman las dos simultáneamente la pregunta se acerca a la categoría de "¿qué fue primero, el huevo o la gallina?". La comprobación de un problema de este tipo sólo puede ser parcial, tendrá que basarse en observaciones repetidas de las que pueda concluirse que siempre que se presentan las mismas condiciones de clima, se presenta también el mismo tipo de vegetación, pues tendrán que tomarse en cuenta factores dinámicos y limitaciones relacionadas con la presencia o ausencia de las especies.

Propósitos de la ciencia

La ciencia tal como la conocemos actualmente, parte en su origen de algo así como la magia y está por ello cercanamente emparentada con la religión. Tanto la religión como la ciencia han tenido como fines fundamentales estudiar los fenómenos naturales y tratar de aprovecharlos de la manera más eficiente en beneficio del hombre.

Quizás por eso mismo se distinguen cada vez más la ciencia de la religión, pues bien podría decirse que la ciencia se ocupa de los fenómenos naturales comprobables mediante los sentidos y los instrumentos del hombre, mientras que la religión se ocupa de los conceptos ideales, fundamentalmente de la mente y que no han podido comprobarse de manera material.

Aunque la ciencia tenga como objetivo principal el beneficio del hombre, ésta no es una característica que va forzosamente unida a los descubrimientos y estudios científicos. En última instancia, es siempre el hombre quien decide si lo que él ha logrado como progreso de la ciencia no determina si puede limitar la forma en que se usen sus descubrimientos. Quizás el ejemplo actual más notable está relacionado con el de la energía atómica, que aprovechada para fines pacíficos representa una extraordinaria fuente de energía que facilita la vida del hombre, permitiéndole ocuparse más de la mente, el arte, etc.; en cambio, si se la utiliza para fines bélicos, su poder destructor puede acabar con el mundo, por lo menos en la forma en que lo conocemos.

El factor más importante en la aplicación del método científico y más aún en el uso que se dé a los resultados obtenidos por la ciencia es definitivamente el hombre (el ser humano).

Uno de los errores más frecuentes al intentar la aplicación del método científico es la tendencia a "acomodar" los factores y las observaciones de acuerdo a un patrón preconcebido. Tal sistema puede conducir a obtener el resultado que uno quiera y un informe "científico" basado en esta manera de trabajar es equivalente a una novela; allí puede suceder cualquier cosa.

Al tratar de aplicar el método científico, es indudable que se necesita un cierto equipo mínimo para poder hacer observaciones y medidas y más para establecer experimentos. Pero el laboratorio más completo del mundo es perfectamente inútil si los hombres que deben usarlo no saben aprovechar el equipo. En la historia se encuentran ejemplos de hombres que, con medios muy escasos, han hecho grandes contribuciones a la ciencia y a la humanidad porque su falta de medios materiales fue sustituida con buena voluntad, perseverancia e inteligencia. Los medios materiales son mucho más fáciles de sustituir que el hombre y su calidad humana después de todo los instrumentos de trabajo han sido ideados y construidos por el hombre, precisamente para facilitar su trabajo y aumentar su propia capacidad.

Modernamente y debido tanto a la disponibilidad de instrumentos científicos como a la amplitud en el desarrollo de las ciencias, es muy raro que un individuo logre obtener resultados trabajando aisladamente. El trabajo de grupo y la cooperación entre científicos de diferente preparación es indispensable para lograr un éxito máximo.

En el peor de los casos el científico debe contar, por lo menos, con la información disponible en la literatura científica mundial; de no hacerlo así, corre el riesgo de invertir grandes esfuerzos para llegar a descubrir el continente americano en 1992.

La aplicación del método científico

Hemos dicho que el propósito inmediato del pensamiento científico es formular predicciones correctas sobre sucesos de la naturaleza. El científico entiende cuando conoce la causa de un fenómeno y por tanto, puede predecir el acontecimiento de ese fenómeno.

Investigar, entonces, es buscar el conocimiento de las causas. La investigación científica, sin embargo, tiene una meta más avanzada: tiende al conocimiento de las causas de un fenómeno para poder predecirlo pero, en último término, para que esas predicciones ayuden a la supervivencia humana. Paradójicamente, los grandes avances científicos se han realizado en gran parte bajo la presión de las guerras, lo cual prueba, sin embargo, que el instinto de conservación del hombre que ve amenazada su supervivencia le impulsa a realizar obras que requieren redoblado esfuerzo.

Pensar científicamente es pensar con un propósito; esto es, pensar ordenadamente y en forma activa. El científico piensa en un problema y lo "ataca", es decir, trata de resolverlo. Al tratar de resolverlo, pasa por una serie de etapas que, en conjunto, constituyen el proceso de la investigación científica o, como dice Peterson, al enunciar el problema se abre una "vía" o avenida para el pensamiento, avenida que consiste en un punto de partida (el problema) y procede hacia una meta (la solución).

Pero, ¿qué hay entre ese punto de partida y la meta?

Dice Henry Huxley que el "método de la investigación científica no es sino la expresión de la manera en que necesariamente opera la mente humana". El método científico, por tanto, es una formalización del proceso de aprendizaje por experiencia, y, en ese sentido, los animales y hasta ciertas máquinas como los computadores electrónicos (erróneamente llamados "cerebros mecánicos"), utilizan el método científico porque almacenan información en su "memoria" de acuerdo a un sistema y proporcionan respuestas en consonancia con esa "experiencia" adquirida por medio de las tarjetas "diskettes" u otros sistemas de almacenamiento.

Hemos dicho que nuestro punto de partida es la enunciación de un problema. El siguiente paso, dentro de la versión usual del método científico es la búsqueda de la literatura que podría contribuir a arrojar luz sobre el problema. Luego viene nuestra propia contribución investigatoria para tratar de probar una hipótesis que hemos adelantado para poder trabajar y el cuarto paso es el informe de nuestro éxito o fracaso al tratar de probar la hipótesis. De estos cuatro pasos, solamente el primero no involucra comunicación en alguna de sus formas porque el enunciado del problema puede ser algo subjetivo y estrictamente personal.

Después de esta sencilla enunciación del proceso de la investigación de acuerdo al método científico, elaboramos un poco más sobre sus bases lógicas. Si bien es cierto que la manera "en que necesariamente opera la mente humana" es el simple proceso de aprendizaje por experiencia, el científico no sigue este proceso de manera casual y sin percatarse mayormente de su actividad mental como lo hace el común de la gente. El científico racionaliza este proceso a tal punto que no pasa de una etapa a otra sino de una manera absolutamente consciente, comprobando sus raciocinios y cuidándose de no hacer consideraciones sobre bases poco firmes. El método de la investigación científica es un proceso estrictamente controlado que empieza con el enunciado de un problema, pasa por la observación y experimentación y termina con generalizaciones.

El problema, como declamos anteriormente, puede ser enunciado en la mente del investigador. El proceso se complica una vez que sale de la mente para entrar en la etapa de observación y experimentación porque en el contacto que el hombre tiene con el mundo físico se introducen factores de error.

Para su comunicación con el mundo exterior el hombre posee cinco vías: sus cinco sentidos. La información llega al cerebro por una o varias de estas vías y allí se racionaliza, se transforma y produce una imagen en la mente. La observación en sí es objetiva, pero la imagen que se forma en el cerebro, o sea el modelo de la situación que uno ha observado, es subjetivo y puede estar equivocado. El proceso mental solamente permite al científico acercarse a la realidad de ese algo que investiga, pero nunca llega a la realidad absoluta que implicaría una percepción directa, sin intermediarios.

Ante esta situación de impotencia para percibir la realidad absoluta, el hombre **postula modelos** de los fenómenos naturales, de acuerdo a las informaciones que recibe por medio de sus sentidos. ¿Con qué objeto postula estos modelos? Para poder **predecir** el comportamiento futuro de esos fenómenos y así "entenderlos" en sentido científico.

Pero la formulación de postulados es un acto creador. Se hace a priori y por tanto no puede estar sujeta a método. Quiere decir esto que la base del método científico se aplica para juzgar la validez de un modelo, o sea el hecho de que corresponda a la realidad del fenómeno investigado (hasta donde podemos saber los requisitos que impone esa realidad relativa que conocemos).

De manera general, los pasos del método científico son tres:

1. **Postular** un modelo basado en observaciones o medidas.
2. Confrontar las predicciones basadas en este modelo con observaciones experimentales y medidas hechas a **posteriori**.
3. Adaptar o reemplazar el modelo de acuerdo con la información obtenida por medio de las observaciones y medidas hechas a posteriori.

El patrón enunciado puede repetirse tantas veces cuantas sea necesario y en realidad ésta es la gran cualidad del método científico: la de dejar siempre abierta la puerta para modificaciones de la teoría hechas a la luz de nuevos descubrimientos.

¿En dónde encaja la estadística dentro del método de la investigación científica? En las ciencias biológicas y con mayor razón en las sociales, no podemos tener certeza absoluta de un fenómeno. Inclusive, es perfectamente justificada la duda metódica del científico, ya que dentro de las ciencias antes mencionadas nunca podremos tener la certeza de la aritmética.

En aritmética podemos decir con plena justificación y

casa del criador RT



DE TODO PARA EL CRIADOR

- JERINGAS
- DOSIFICADORES
- ESQUILA
- INSEMINACION

- EQUIPOS
- INSTRUMENTOS
- HERRAMIENTAS

DISTRIBUIDOR DE LOS AFAMADOS PRODUCTOS "WALMUR"

GRAL. FLORES 3269 CASI L.A. DE HERRERA
TELS. 23.60.13 / 20.80.40



sin ningún recelo que dos más dos son cuatro.

En genética, por ejemplo, decimos que en el 95 por ciento de los casos estudiados se observó que el carácter rugoso de las arvejas daba una segregación 3 a 1, por lo cual se puede inferir que se trata de un carácter simple mendeliano. Esta no es una certeza absoluta; sin embargo, la estadística nos ayuda a acercarnos a la verdad, o mejor dicho, nos proporciona una medida de cuán cerca de la verdad nos encontramos, basándose en la ley de las probabilidades.

O hablando de acuerdo a los términos lógicos que hemos introducido, el modelo que nosotros elaboramos para explicar el fenómeno de que algunas arvejas sean rugosas y otras lisas es el postulado por Mendel. Cualquier prueba estadística que nosotros apliquemos a los datos obtenidos en nuestro experimento para ver si nuestra hipótesis de que estos caracteres se rigen de acuerdo a lo esperado para un carácter simple mendeliano, nos está ayudando a medir cuán cerca estamos de que nuestra hipótesis sea "verdadera", o sea que encaje en el modelo postulado por Mendel.

Arbitrariamente se ha puesto "límites de confianza" para medir esta "cercanía a la verdad" y así decimos que nuestros datos son "significativos al cinco por ciento" o so-

lamente "significativos"; o decimos que son "significativos al uno por ciento" o "altamente significativos". Con esto queremos decir que solamente en un cinco por ciento de los casos en que el fenómeno estudiado tenga lugar, del acaecimiento se deberá a otras causas que no sean nuestra hipótesis. Arbitrariamente, se ha decidido que en cualquiera de estos dos casos (5 por ciento o 1 por ciento), es ya suficiente seguro, para las ciencias biológicas, que nuestra hipótesis sea aceptada como verdadera.

En resumen, al hacer una investigación buscamos la verdad pero, como por limitaciones inherentes a la naturaleza humana no podemos llegar a la verdad absoluta de un fenómeno, tenemos que valernos de un método para acercarnos a la verdad. Por medio de este método postulamos un modelo de un fenómeno basándonos en ciertas observaciones o medidas; confrontamos las predicciones hechas con base en este modelo con observaciones experimentales y medidas hechas a posteriori, para lo cual la Estadística nos ayuda a saber si nuestros datos apoyan la validez de nuestro modelo postulado para explicar el fenómeno; y por último, adaptamos o reemplazamos el modelo de acuerdo con la información que nos han proporcionado nuestros datos experimentales, valorados estadísticamente.

© Marca Registrada de Merck & Co. Inc., Rahway, N.J., U.S.A.

Ninguno actúa como Ivomec®

(ivermectina, MSD)



MSD AGVET
Division de Merck Sharp & Dohme (Argentina) Inc.



Distribuido por:



COMPAÑIA
cibeles
SOCIEDAD ANONIMA

12 de Diciembre-767 - Montevideo
Tels.: 201278 - 291001 - 206231