

La Estadística en la Investigación Científica

Statistics on Scientific Research.

Estatísticas em Pesquisa Científica

Manuel Hurtado Sánchez¹

Resumen

En el presente trabajo abordamos la forma cómo la estadística puede ayudar en cada una de las etapas del proceso de investigación científica, desde el planteamiento del problema hasta la obtención de las conclusiones finales. La metodología utilizada es del tipo documental. Los resultados a los que hemos llegado lo podríamos sintetizar en que la estadística es una ciencia que se ocupa del estudio de fenómenos de tipo genérico, normalmente complejos y enmarcados en un universo variable, mediante el empleo de modelos de reducción de la información y de análisis de validación de los resultados en términos de representatividad, que la investigación científica es un proceso sistemático y controlado de constante exploración y descubrimiento, fundamentado en el método científico y comúnmente, dirigido hacia la solución de un problema, que el método científico se fundamenta en la evaluación objetiva, basado en el experimento científico, donde el investigador busca aceptar o rechazar una hipótesis de forma objetiva y que la estadística ayuda en este proceso desde el planteamiento del problema, la formulación de la hipótesis, el diseño del proceso de recolección de datos, su procesamiento y la obtención de conclusiones válidas.

Palabras clave: Estadística, Investigación Científica, Método Científico.

Abstract

In the present work we address how statistics can help in each stage of the scientific research process, starting from the approach of the problem to the final conclusions that are obtained. The methodology used corresponds to a research of the document type. The results we have reached can be summarized in that statistics is a science that deals with the study of generic phenomena, usually complex and framed in a variable universe. Through the use of models of information reduction and analysis of validation of results in terms of representativeness, that scientific research is a systematic and controlled process of constant exploration and discovery based on the scientific method and commonly directed towards the solution of a problem. The scientific method is based on objective evaluation based on scientific experiment where the researcher seeks to accept or reject a hypothesis objectively and that statistics help in this process from the problem approach, the formulation of the hypothesis, the design of the data collection process, processing and obtaining valid conclusions.

Keywords: Statistics, Scientific research, scientific method

Resumo

Neste trabalho abordamos como como as estatísticas podem ajudar cada uma das etapas da pesquisa científica, da declaração do problema para obter as conclusões finais. A metodologia utilizada é o documentário. Os resultados a que chegamos poderíamos resumir em estatística é uma ciência que lida com o estudo de fenômenos normalmente complexos e enquadrado em um universo mudando, empregando modelos de redução de informação e análise genérica validação dos resultados em termos de representação, a investigação científica é um processo de exploração e descoberta constante sistemática e controlada, com base no método científico e geralmente dirigido para resolver um problema, o método científica baseia-se na avaliação objetiva, com base na experiência científica em que o pesquisador pretende aceitar ou rejeitar uma

¹Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo-Perú. mhurtado@usat.edu.pe

¹Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo-Perú.

Recibido, 17 de febrero de 2017

Aceptado, 28 de junio de 2017

hipótese objetiva e suporte estatístico neste processo desde a declaração do problema, formulação de hipóteses, coleta de dados de projeto de processo, processamento e obter conclusões válidas.

Palavras-chave: Statistics, investigação científica, método científico.

Introducción

Según Eleonora González (González, 1997), la Estadística es una ciencia necesaria en todas las investigaciones experimentales u observacionales. Su correcta aplicación, desde el momento inicial de la investigación, garantiza resultados altamente confiables y el éxito de la misma. Así, los investigadores deben contar con asesores estadísticos capacitados para mejorar la calidad y productividad de las investigaciones que requieren de estadística y los centros de investigación con unidades de asesoría, que garanticen que las necesidades de consulta estadística que allí se generan sean atendidas de modo inmediato y adecuado.

(Flores, 2003) sostiene también que hay un consenso en la idea de que la Estadística es una herramienta fundamental para la investigación científica. De ahí, que casi todas las carreras universitarias, incluyan en sus planes de estudios asignaturas de contenido estadístico. Sin embargo, la Estadística trasciende el contexto académico y está presente en distintos ámbitos de la actividad humana. Si examinamos el sentido que popularmente se da a la Estadística, encontramos que la opinión pública está más familiarizada con cifras *estadísticas*, tales como los resultados de comicios electorales, la evolución del índice de precios al consumidor (IPC), las estadísticas de un partido de fútbol, etc.. Los procedimientos para llegar a esos resultados, consistentes en la recopilación, ordenación y presentación constituyen lo que inicialmente era la estadística; sin embargo, el concepto de estadística ha evolucionado significativamente, tras la incorporación en el siglo XIX de las probabilidades

En la actualidad el concepto de Estadística es entendida como la ciencia encargada de desarrollar métodos, técnicas y procedimientos para el manejo de datos, su ordenación, presentación, descripción, análisis e interpretación, que contribuyen: al estudio científico de los problemas planteados, a la adquisición de conocimientos sobre las realidades en estudio, a la toma de decisiones y a la mejora de la práctica desarrollada por cualquier tipo de profesional

Así como González, E. y Flores, hay muchos más autores que coinciden en resaltar la importancia de la Estadística en las diferentes ramas de estudio, pero lo es también para las empresas orientadas en cualquier campo profesional, ya que esta le permite a la organización recolectar información de un gran número de variables de acuerdo al fenómeno que se esté estudiando. Con el uso de la estadística en las empresas se estaría fomentando el crecimiento hacia el desarrollo de una ordenada planeación y control, justamente apoyado en los estudios estadísticos de pronósticos.

Por otro lado, la investigación científica es entendida como un procedimiento de reflexión, de control y de crítica que funciona a partir de un sistema, y que se propone aportar nuevos hechos, datos, relaciones o leyes en cualquier ámbito del conocimiento científico. Los resultados de la investigación científica son relevantes y fidedignos, es decir dignos de crédito, pero no son absolutamente verdaderos. La ciencia apunta a descubrir nuevos conocimientos, pero también a reformular los existentes, de acuerdo con los avances en la técnica, la tecnología y el pensamiento. Podemos decir también que la investigación científica está compuesta por tres grandes elementos:

El objeto, aquello sobre lo que se indaga, entendido como el tema sobre el que se investigará. Como el conocimiento que tiene el hombre sobre el mundo no es completo, aquí radica esa cuestión de que toda investigación es histórica y espacial. Si un nuevo paradigma instala nuevas nociones, es posible que cuestiones que se tomaban como indudables en una investigación pasen a ser descartadas por una nueva.

El medio, el conjunto de técnicas adecuadas para realizar la investigación. Esto también será temporal, pero se ha establecido un método científico con el que se cree que podrán ponerse a prueba y asegurarse de que las proposiciones sean fidedignas. El método científico consiste en la observación, luego la recolección de los datos relevantes de esa observación, a partir de ello formular la hipótesis, realizar la experimentación que la constata y a partir de ello elaborar una conclusión. En la formulación de la hipótesis es donde interviene el talento del investigador, que puede estar equivocado: en ese caso, luego de la conclusión podrá volver atrás y plantear otra hipótesis alternativa. Algunas disciplinas, como la investigación histórica, cuentan con otra clase de métodos que involucran a las fuentes primarias o secundarias.

La finalidad de la investigación, son las razones por las que se puso en marcha la investigación. Una parte puede involucrar la recolección de datos (información), otra parte puede vincularse con la elaboración y demostración de una teoría o modelo. La investigación apunta también a obtener metodología auxiliar, y a crear métodos o instrumentos nuevos de contraste.

Así podríamos continuar con muchas apreciaciones más de las múltiples razones por las cuales se considera importante la estadística en la investigación científica y en las otras actividades de las organizaciones o de los individuos, también podríamos detallar aún más en qué consiste la investigación científica y el método científico, pero hemos notado que se ha escrito muy poco acerca de la forma específica cómo es que la estadística puede ser utilizada en cada una de las etapas de la actividad de investigación científica, razón por la cual pretendemos mostrar cómo es que la Estadística puede aportar en cada etapa de la investigación científica, con lo cual se tendrá mayores probabilidades de éxito en la investigación en su conjunto.

Nosotros proponemos que la Estadística debe estar presente en la actividad de investigación desde el principio hasta el final, es decir desde la formulación misma del problema hasta la obtención de las conclusiones finales de la investigación, para lo cual hacemos nuestra la propuesta de Eleonora Gonzáles en el sentido que los investigadores o equipos de investigación deben contar con el apoyo de un profesional Estadístico competente.

En este trabajo pretendemos demostrar el estrecho vínculo que existe entre la investigación científica y la Estadística, y porqué es importante llevar a cabo cada una de las etapas de la investigación científica teniendo en cuenta el punto de vista de la Estadística, como una manera de asegurar la viabilidad de la investigación, además que podamos llegar a obtener resultados y que éstos sean válidos y confiables. Por estas razones, presentamos las distintas definiciones que hay acerca de la Estadística y de la investigación científica, y luego la manera cómo es que la estadística ayuda en cada una de las etapas de la investigación científica.

Sanchez-Crespo (2002), sostiene que definir en que consiste o qué es la Estadística ha sido una materia que ha dividido a lo largo de la historia a los propios estadísticos. Desde

Quetelet que la consideraba la reina de las ciencias hasta autores que la definen como una técnica más, al servicio de otras ramas del conocimiento. La característica común ha sido la multiplicidad de definiciones que se han escrito sobre estadística. W.F. Willcox, en 1935, reúne 115 definiciones y aporta una más para sustituirlas, sin lograrlo. El número de definiciones de estadística ha seguido aumentando; y de hecho Gonzalo Sánchez-Crespo y Vicente Manzano, hacen una revisión y análisis de las definiciones existentes y construyen una nueva definición de Estadística: *"Ciencia que se ocupa del estudio de fenómenos de tipo genérico, normalmente complejos y enmarcados en un universo variable, mediante el empleo de modelos de reducción de la información y de análisis de validación de los resultados en términos de representatividad."*

Los autores refieren que definida así la Estadística se evita hacer mención a si es o no una rama de las matemáticas, visión que consideramos innecesariamente limitada, al tiempo que se establece su carácter genérico y su campo de acción en el estudio de fenómenos complejos ubicados en un universo amplio y variable. Con esta afirmación, de complejidad, se introduce el factor de incertidumbre que acompaña a los fenómenos aleatorios pero sin limitar el campo de la Estadística de forma que puede aplicarse también a fenómenos determinísticos. Con la referencia al universo se expresa la relación descrita por D.S. Moore acerca de que los datos estadísticos lo son en un contexto. La definición continúa estableciendo los procedimientos que utiliza, que tienen en común reducir la información. Modelos de este tipo comprenden desde el cálculo de la media aritmética hasta la determinación de complicados modelos de correlación canónica. El último aspecto que consideramos importante es el de la referencia a los análisis de validez de los resultados en términos de representatividad. Con esta especificación podemos diferenciar lo que es una simple operación aritmética de lo que es una cifra o un estudio estadístico. Como regla general podríamos establecer que un estudio será estadístico cuando a los modelos de reducción empleados le acompañe, o sea posible realizar, un análisis de validez de los resultados obtenidos en términos de representatividad

Todo intento de investigar tiene la finalidad de añadirle una porción de la verdad o cognición al cuerpo universal del conocimiento que existe en el presente. Se define conocimiento como la comprensión y entendimiento de hechos, verdades o principios.

La investigación es un proceso sistemático y controlado de constante exploración y descubrimiento, fundamentado en el método científico y, comúnmente, dirigido hacia la solución de un problema o contestar una incógnita. Este proceso de inquirir intenta descubrir nueva información o ampliar, refinar y verificar el conocimiento actual. La investigación involucra la recolección y examinación de información nueva con el fin de proveer conocimiento novel, entender el conocimiento existente, desarrollar teorías o descubrir principios generales que puedan ayudar a predecir eventos prospectivos. El proceso de investigación siempre involucra la observación y descripción precisa de datos cuantificables a través de equipos o dispositivos específicos de medición. Además, tal rigurosa actividad investigativa contempla el análisis lógico de la relación entre causas y efectos. Un aspecto importante de la investigación es que es sumamente objetiva, con miras de validar todo diseño de inquirir, de tal forma que se elimine cualquier influencia o prejuicio personal.

La buena investigación utiliza el razonamiento inductivo y deductivo para llegar al conocimiento. Se trata de seguir las reglas de la lógica, de manera que se puedan llegar a

conclusiones válidas y solucionar problemas eficientemente. El proceso inductivo parte de hechos particulares para crear un concepto más amplio, mientras que el deductivo descompone en partes más pequeñas una información general. El razonamiento inductivo accede al desarrollo nuevos conceptos y teorías. En cambio, el razonamiento deductivo permite comprobar experimentalmente tales conceptos y teorías.

El método científico se fundamenta en la evaluación objetiva. Basado en el experimento científico, el investigador busca aceptar o rechazar una hipótesis de forma objetiva. La metodología científica garantiza la veracidad de los fenómenos estudiados y obligan al desarrollo de conclusiones en acorde con la realidad. Entonces, esta metodología tiene una alta probabilidad de generar hallazgos auténticos, los cuales son verificables, para lo cual se sugiere seguir la siguiente ruta.

1. Indagar sobre literatura relacionada con el posible tema de estudio.
2. Seleccionar un tema de estudio limitado.
3. Plantear el problema de investigación.
4. Se determina la hipótesis.
5. Se definen las variables del estudio.
6. Observación y registro de las variables durante el estudio.
7. Ordenación, clasificación, organización y análisis de la información obtenida.

El propósito de las investigaciones es poder formular generalizaciones basado en un conjunto de observaciones que se extraen del estudio (el laboratorio). Esto significa que el científico generaliza hacia la población bajo estudio. Una población representa una colección completa de elementos (sujetos, objetos, fenómenos o datos) que poseen algunas características comunes. Es el conjunto de elementos más grande del cual se puede tomar una muestra representativa para el experimento científico. Tal muestra constituye una selección al azar de una porción de la población, es decir, un subconjunto de la población. Cuando hablamos de selección al azar nos referimos a que todos los sujetos de la población que serán estudiados y sometidos al tratamiento estadístico poseen las mismas posibilidades de ser elegidos para la investigación.

El Estadística en el Proceso de Investigación Científica. Habitualmente se acepta que la Estadística resulta ser una herramienta de trabajo, útil en la investigación científica en la medida en que ofrece técnicas y procedimientos que pueden ser aplicados en la etapa de análisis de datos; sin embargo también es útil en otros momentos del proceso de investigación. A continuación mostramos los más importantes:

La Estadística está presente en la formulación del problema de investigación. El proceso de investigación constituye un todo interrelacionado en el que las decisiones sobre cualquiera de los elementos suponen condicionantes de cara a los restantes elementos del proceso. Desde esta perspectiva, la formulación del problema determinará en buena medida el tipo de datos que es necesario recoger, las técnicas de recogida adecuadas para ello y los procedimientos estadísticos que se utilizarán en el análisis. Por otra parte, entre las características que debe poseer cualquier problema de investigación se encuentra su *resolubilidad*, aspecto que a veces sólo queda garantizado si contamos con técnicas estadísticas adecuadas, capaces de abordar los interrogantes de partida. Por ejemplo, el planteamiento de problemas que supongan comparaciones entre múltiples grupos no podría

hacerse sin contar con técnicas como el análisis de la varianza; un gran número de problemas de investigación en los que se incluyen múltiples dimensiones o variables simultáneamente de hecho no han llegado a ser estudiados hasta contar con técnicas de análisis multivariante que permiten abordarlos.

El mismo argumento podría utilizarse para justificar la presencia de la Estadística en la formulación de hipótesis. La formulación de hipótesis no puede hacerse de espaldas a consideraciones acerca de las técnicas estadísticas que permitirán su contrastación. Como afirman Arnal, Del Rincón y Latorre (1992), el investigador se ve en la necesidad de salvaguardar la coherencia entre la teoría, la hipótesis y el posterior análisis estadístico que le permitirá aceptarla o rechazarla. En el marco de los programas de investigación positivistas la hipótesis científica, para ser contrastada, suele ser expresada en términos estadísticos, dando paso a la aplicación de técnicas para el contraste de hipótesis.

En el planteamiento del problema y la posterior formulación de hipótesis han de tenerse en cuenta tanto el marco teórico como los trabajos previos realizados sobre el mismo tema.

Por otra parte, a veces la formulación del problema no se apoya sólo en resultados de investigaciones anteriores, sino que el investigador recurre a trabajos descriptivos previos o estudios pilotos, en los que el empleo de la Estadística puede contribuir a clarificar el problema en estudio. Los resultados de una descripción estadística acerca de determinadas variables implicadas en algún fenómeno, podrían dar pie a que se formulen hipótesis en las que se contemple la relación entre variables; y estudios basados en la obtención de medidas estadísticas de correlación entre variables facilitarían el planteamiento de problemas y la formulación de hipótesis que suponen relaciones de causalidad. Tatsuoka y Tiedeman (1963), en su trabajo sobre la Estadística en el método científico, insisten en esta posibilidad, afirmando el papel de las técnicas estadísticas en el desarrollo de constructos teóricos e hipótesis acerca de las relaciones entre ellos. De este modo, la Estadística está presente en la fase inductiva del método científico, contribuyendo a la creación de modelos teóricos a partir de los cuales se deducirán hipótesis contrastables que relacionan variables observables.

La Estadística forma parte de los diseños de investigación experimentales. Como es sabido, en el concepto de diseño es posible contemplar de un lado la organización de los aspectos que constituyen el experimento y, de otro, el procedimiento estadístico que hará posible la interpretación de los resultados. Para Kerlinger (1981:214), el principio estadístico en el que descansa el diseño es maximizar la varianza sistemática, regular la varianza sistemática extraña y minimizar la varianza de error. Las técnicas estadísticas constituyen una parte contemplada en el diseño del experimento en la medida en que facilitarán el análisis de los datos y posibilitarán el control de la varianza debida a variables extrañas. Si dentro del diseño del experimento se consideran grupos experimentales y grupos control, que antes de la aplicación de los tratamientos han de ser equivalentes, el investigador necesitará recurrir a técnicas estadísticas para el contraste de hipótesis acerca de la existencia de diferencias entre los grupos y comprobar de ese modo la equivalencia pretendida.

Además, la Estadística está presente cuando el diseño incluye la selección de sujetos. La teoría de muestras proporcionará tanto los procedimientos de selección como la determinación del tamaño muestral necesario para mantener el error y la confianza dentro de límites aceptables.

La recolección de datos es una tarea en la que aparentemente no parecen jugar un papel las técnicas estadísticas. Sin embargo, la Estadística está de manera implícita presente si consideramos el modo en que se elaboran los instrumentos utilizados para la recogida de datos (tests, cuestionarios, protocolos de observación, etc.). A esta disciplina corresponde un papel crucial en la construcción de tales instrumentos, dado que las técnicas estadísticas están en la base de los procedimientos por los cuales se analizan sus características técnicas. Por citar algunos ejemplos, la determinación de la fiabilidad y validez de algunos instrumentos se apoya directamente en coeficientes de correlación; la aplicación de técnicas de análisis de componentes principales o análisis factorial permite explorar o confirmar la dimensionalidad de los instrumentos; los métodos para el análisis de ítems, en la teoría clásica de los tests o en la teoría de respuesta al ítem, se basan en correlaciones y en la estimación de parámetros recurriendo a diferentes procedimientos estadísticos, tales como los métodos de máxima verosimilitud o los métodos de inferencia bayesiana; tests como el de chi-cuadrado permiten valorar el grado de ajuste de las respuestas a los ítems a modelos logísticos de uno, dos o tres parámetros.

Al margen de todo el aparato estadístico que se esconde tras la elaboración o el análisis de los instrumentos de recogida de datos, la Estadística puede participar indirectamente en la operación de recogida proporcionando primeras elaboraciones de los datos en el momento mismo de su registro. Por ejemplo, cuando tras aplicar un test se registran los resultados en forma de percentiles, resultantes de la comparación de la puntuación del sujeto con un grupo normativo.

En los tiempos actuales del desarrollo de la ciencia, es innegable la importancia de las técnicas estadísticas en la fase de análisis de datos. Existe un consenso generalizado en que la forma más adecuada de razonar sobre la base del gran número de observaciones exigidas para un estudio con pretensión generalizante, es la Estadística.

De acuerdo con el concepto de Estadística que hemos presentado anteriormente, a la Estadística le corresponden las tareas de organización, descripción, análisis y presentación de datos acerca de las muestras estudiadas, y también de generalización de los resultados a las poblaciones de donde las muestras fueron extraídas. El análisis estadístico de los datos supone una descripción de éstos, el descubrimiento de regularidades y la inferencia de características relativas a conjuntos más amplios que los directamente estudiados.

La estadística nos proporciona herramientas que formalizan y uniforman nuestros procedimientos para sacar conclusiones. De alguna forma, las conclusiones están predeterminadas por el tipo de técnicas estadísticas que utilicemos. Un análisis de regresión, por ejemplo, nos permitirá obtener conclusiones acerca de la posibilidad de que determinadas variables independientes puedan predecir el valor observado en una variable dependiente; un análisis de conglomerados nos llevará a concluir sobre formas de agrupamiento entre los individuos u objetos que estudiamos; un análisis simple de la varianza supondrá llegar a conclusiones acerca de las diferencias significativas entre las medias de diferentes grupos; etc. En cualquier caso, la Estadística estará presente a la hora de elaborar las conclusiones, aportando las claves para la interpretación de los resultados del análisis.

La presentación de las conclusiones, así como de todo el proceso de investigación, debe contar con la inclusión de resultados estadísticos. Aunque no se trata de una aplicación de

técnicas estadísticas en el momento de redactar el informe, sí que la Estadística está de algún modo presente a la hora de mostrar los resultados. Las conclusiones de un estudio se verán convenientemente ilustradas mediante la presentación de tablas, cuadros, etc. recogiendo medias, porcentajes, correlaciones, o cualquier otro tipo de estadísticos. La inclusión de los pesos factoriales de las variables consideradas en un análisis factorial, por ejemplo, es imprescindible si queremos ilustrar el modo en que cada factor se ve saturado por las variables observadas.

Otro tanto podemos decir acerca de los resultados estadísticos expresados gráficamente. La utilización de determinadas técnicas estadísticas y la intención posterior de comunicar los resultados obtenidos requieren incluir representaciones estrechamente vinculadas a aquéllas en los informes de investigación. Técnicas como el análisis de conglomerados, el análisis de correspondencias, son indisociables de formas de representación gráfica como dendogramas, diagramas de flujos o gráficos factoriales, respectivamente.

En cuanto a la calidad de las investigaciones, la Estadística aporta sus procedimientos para garantizar la validez interna y la validez externa en los experimentos. Procedimientos de muestreo aleatorio y técnicas estadísticas como el análisis de la covarianza, para controlar el efecto de variables intervinientes que pudieran enmascarar el efecto de las variables independientes, resultan recursos útiles en este sentido.

Conclusión

De lo expuesto anteriormente, podemos deducir que entendiendo a la Estadística como una ciencia que se ocupa del estudio de fenómenos de tipo genérico, normalmente complejos y enmarcados en un universo variable, mediante el empleo de modelos de reducción de la información y de análisis de validación de los resultados en términos de representatividad y por otro lado entendiendo que la investigación científica es un proceso sistemático y controlado de constante exploración y descubrimiento, fundamentado en el método científico y, comúnmente, dirigido hacia la solución de un problema o contestar una incógnita y además sabiendo que el método científico se fundamenta en la evaluación objetiva, basado en el experimento científico, donde el investigador busca aceptar o rechazar una hipótesis de forma objetiva, para lo cual sigue un conjunto de pasos, los que si se realizan teniendo en cuenta la ciencia estadística, se tendrá mayores probabilidades de éxito en la investigación y una mejora sustancial en la calidad de las conclusiones que se obtenga de ella. Por este motivo consideramos que los investigadores o equipos de investigación deben considerar el apoyo de un profesional estadístico con una sólida formación académica.

Referencias bibliográficas

- Flores, J. G. (2003). La Estadística en la Investigación Educativa. *Revista de Investigación Educativa, Vol. 21*, 231-248.
- González, E. (1997). Uso de la Estadística en la Investigación Científica. *Trabajo de ascenso en la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"*, 2.
- Sanchez-Crespo, G. y. (2002). Sobre la Definición de Estadística. *Boletín de la International Association of Statistical Education para América Latina*, 4-7.