

**Los instrumentos de la investigación científica
Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique****Ya'chay ashikaalulanakunahuk allinya'chay plataformalikachiy kusichiwan****Antantayetyari investigación científica otampatikatantyari kenkeshiriansi teorico
amitakotantyari ayotee aisati antantayetyari****Ora antagantsimentopage kara onetsanakengani kengagantsipage
Onetsanakengani kara kengagantsi kaninaropage aike oganinatëmi**

Recepción: 05 marzo 2021

Corregido: 06 junio 2021

Aprobación: 27 junio 2021

Paula de la Lama Zubirán

*Nacionalidad mexicana**Filiación. IQS Institut Químic de Sarrià en la EU Business School Barcelona, España*

Correo p.lamazub@gmail.com

Orcid <http://orcid.org/0000-0001-5735-9581>

Marco A. de la Lama Zubirán.

*Nacionalidad mexicana**Filiación. Universidad Autónoma Metropolitana*

Email: mdelalama@izt.uam.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5154-652X>

Alfredo de la Lama García

*Nacionalidad: mexicana**Filiación: Universidad Autónoma Metropolitana*

Correo: laga@xanum.mx

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-1254-7930>**Resumen**

Este artículo describe el estado del arte de los instrumentos de la ciencia y valora su utilidad, sus potencialidades y también sus limitaciones. Propone criterios para seleccionarlos y así llevar a la práctica la investigación. Aborda las discusiones teóricas en torno a los instrumentos cualitativos y cuantitativos; y presenta otra manera de clasificarlos al mostrar que cumplen las exigencias de la replicabilidad, en ciertas circunstancias. Dado que el trabajo de campo, documental y experimental es una de las facetas fundamentales de la investigación se sugiere hacerlo con espíritu lúdico para alcanzar un grado de satisfacción sólo observado en las actividades creativas.

Palabras clave:

equipamiento científico, método científico, análisis cuantitativo, análisis cualitativo, ciencia.

Lisichiku limaykuna:

ya'chanakuna, nap lulanana, ya'chanakuna lulaynin, yupay lakikuna, allikay lakikuna ya'chana.

Nibarintsitsapage**agatingatageti:**

Ogetaiganake kengagantsi, kengagantsi irasijegi kenganariegi, netsagantsi kaninasatisonori, kengagantsi ogotokotanéngani, ora kengagantsi.

Os instrumentos da pesquisa científica Rumo a uma plataforma teórica que esclarece e gratifica

Resumo

Este artigo descreve o estado da arte dos instrumentos científicos e avalia sua utilidade, potencialidades e limitações. Propõe critérios para seleccioná-los e, assim, colocar em prática a pesquisa. Aborda discussões teóricas em torno de instrumentos qualitativos e quantitativos e apresenta outra forma de classificá-los, mostrando que atendem aos requisitos de replicabilidade em determinadas circunstâncias. Visto que o trabalho de campo, documental e experimental é uma das facetas fundamentais da pesquisa, se sugere que se faça com espírito lúdico para alcançar um nível de satisfação observado apenas em atividades criativas.

Palavras-chave:

equipamento científico, método científico, análise quantitativa, análise qualitativa, ciência.

The Instruments of Scientific Research Towards a Theoretical Platform that Clarifies and Gratifies

Abstract

This article describes the state-of-the-art of science instruments and assesses their usefulness, their potentialities and also their limitations. It proposes criteria to select them and thus carry out the research. It addresses the theoretical discussions around qualitative and quantitative instruments; and proposes another way of classifying them, showing that they can reach the replicability requirements, in certain circumstances. Since documentary and experimental fieldwork is one of the fundamental facets of research, it is suggested to do it with a playful spirit to achieve a degree of satisfaction that is only observed in creative activities.

Keywords:

scientific equipment, scientific method, quantitative analysis, qualitative analysis, science.

Datos de los autores

Paula de la Lama Zubirán, Dra. en estadística e investigación operativa en la Universitat Politècnica de Catalunya, Maestría en Investigación de operaciones, Facultad de Ingeniería y licenciatura en Actuaría facultad de Ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Marco A. de la Lama Zubirán es Ingeniero Mecánico, con Maestría en Ingeniería Mecánica de fluidos en la facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Alfredo de la Lama García es Doctor y Maestro en Sociología y licenciado en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

Escribir acerca de los instrumentos de la investigación científica es una problemática difícil de abordar aunque es un asunto esencial y a la vez complejo para cualquier investigador, varias son las razones de esta dificultad: se les desdénia por culpa de una cultura que minimiza el trabajo operativo y manual frente a los logros siempre deslumbrantes de la razón y el intelecto; además, el problema se desvía de lo importante al centrarse en una discusión entre dos tipos de científicos: los cuantitativos también llamados simplistas y los cualitativos o autodenominados complejos (Rojas, 2018), y no se percibe que existen otras formas de definir las características de los instrumentos más acordes con lo que busca la investigación: piloto o exploratorio frente al representativo del universo estudiado [Hernández & Carpio, 2019]).

Por otra parte, es usual ignorar que se necesita cierto tipo de idiosincrasia para convertir a la observación científica que suele ser laboriosa, sistemática y a veces fastidiosa en una oportunidad para estimular la imaginación, si esta inmersión en la realidad por medio de procesos analíticos se interiorizara, de esta manera, al investigador le proporcionaría una gratificación emocional significativa (Shagoury H., & Miller P., 2000).

La actividad investigativa es producto de relaciones sociales que se producen de manera más o menos constante entre el investigador y el resto de la comunidad científica a través de clases, seminarios, conferencias, laboratorios, bibliotecas, coloquios y ahora buscadores académicos como Google académico, Scopus, SciELO entre otros; incluye colegas, maestros, autoridades, estudiantes, editores y autores científicos etc., agrupados en instituciones de investigación, de Educación Superior y revistas científicas que dependen de sus tradiciones y prácticas para desarrollar estilos de investigar y publicar (López-Cózar, et al, 2006).

Estas habilidades para investigar cuando se generalizan dan presencia y fama a las escuelas científicas. Afirma Lakatos (1983) que si estas escuelas son capaces de identificar nuevos hechos se tratará de programas de investigación productivos; y si ese estilo de trabajo logra introyectarse de forma auténtica en el aprendiz de investigador se traduce en una serie de intenciones, compromisos y acciones personales que llevará a cabo durante su vida productiva sin importar dónde se desempeñe (Silva Rodríguez, & Guarneros Reyes, 2020).

Esta relación entre el investigador, la comunidad científica y en ocasiones la sociedad (Bourdieu, 2000) se realiza a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje que se dirige en dos direcciones: a) estudia los problemas que se han convertido en explicaciones, categorías, generalizaciones, leyes y teorías de su disciplina; y b) practica, a través de su estancia en laboratorios y seminarios, los métodos, los procedimientos, los instrumentos y las técnicas de que se vale dicha comunidad para resolver los problemas que plantea la ciencia (Pérez Tamayo, 2008; Kuhn, 1982) y en ocasiones la tecnología. Este proceso se retroalimenta cuando el estudiante, ahora convertido en científico natural o social produce sus propias investigaciones y proporciona respuestas más generales que las que ya existían (Pellathy, et al, 2018); o crea novedosos métodos, procedimientos, técnicas o instrumentos para indagar nuevos horizontes del conocimiento.

No se pretende bosquejar por completo el proceso necesario que recorre todo aspirante a investigador para llegar a ser un auténtico científico. Para los fines de este artículo bastará tener claro que el investigador, para crear nuevos conocimientos, depende de su “aptitud metodológica”, es decir, de métodos y procedimientos que se sustentan en instrumentos y técnicas cuya característica principal es que son verificables y replicables, también depende de una “actitud crítica” para evitar que el fenómeno estudiado pueda ser afectado por otras

variables, y de su “capacidad analítica” y de comprensión. El instrumento visto desde esta perspectiva aparece como el eslabón de una cadena de creatividad cuya ignorancia o descuido rompe la unidad de la investigación científica (Medawar, 2013).

El instrumento y su génesis

Gran parte de la historia del método científico moderno y contemporáneo está íntimamente ligado al desarrollo de artificios creados por el ser humano. Estos artilugios fueron incorporados sistemáticamente a la entonces incipiente comunidad científica, a partir del siglo XVI d.C. por el Danés Ticho Brahe (1546-1601) y posteriormente el francés Lavoisier (1743-1794), quienes son los precursores de la medición precisa y sistemática. De todas sus contribuciones quizás la más importante fue la idea de que los investigadores tienen que observar, medir, pesar y consignar con toda precisión los elementos para seguir el camino adecuado de la observación y el experimento (Rosenberg, 2008).

El instrumento y su utilidad

Cada instrumento por lo general está destinado a una sola función, aunque suelen tener variados usos. El investigador recurre a alguno de ellos porque logra ciertas ventajas frente a la observación sin instrumentos, es decir, lo hace por razones prácticas y no porque se lo dicte una teoría en particular. Estas razones son:

Facilitan el registro constante y homogéneo de los fenómenos sujetos a observación, simplifica, por tanto, el control de la observación científica. Con ello favorecen el logro de la sistematicidad, uno de los valores fundamentales de la ciencia. 2. Permite mejorar la precisión de las observaciones. 3. Algunos instrumentos detectan fenómenos para los cuales ninguno de los sentidos humanos está adaptado para encontrar. 4. Ofrece la posibilidad de llevar a cabo la replicabilidad o verificabilidad de la observación científica, uno de los principales valores del paradigma científico contemporáneo. 5. El instrumento y las técnicas empleadas en su uso son dados a conocer a otros colegas, mediante el reporte de investigación, lo que facilita la identificación del patrón que se empleó para registrar los hechos observados y constatar la calidad de las observaciones efectuadas (Chowdhury, et al, 2019; Bandalos, 2018).

Clasificación de los instrumentos

Los instrumentos científicos se pueden clasificar basándose en su finalidad como de: exploración, cualitativos y cuantitativos.

- Los instrumentos de exploración lo constituyen las referencias y resúmenes bibliográficos alusivos al problema que desea investigar; en ellos se consignan las lecturas y observaciones de artículos, libros, periódicos, memorias, cartas, fotos, o cualquier otro material consultado, incluso etnográfico. Gracias a este material se elabora el archivo de la investigación. Existen varias técnicas para consignar este tipo de material (normas ISO [Modelo de la Organización Internacional para la Estandarización], APA [Asociación Americana de Psicología], ML [Modelo de Editorial Latino] entre otras. [Bradley, et al, 2020]).
- Los instrumentos cualitativos son variados: entrevistas grupales, individuales, profundas, abiertas y de historia oral. Estas opiniones vertidas en conversaciones con expertos, generalmente de la conducta, están relacionadas con las actitudes y la conducta probable, y responden a valores previamente adoptados por el sujeto entrevistado (Fiske, et al, 2010). Se suman a los instrumentos cualitativos la “observación participante” (Adorno, 2001) y las “notas del investigador” que se consigna en bitácoras, cuadernos de notas o grabaciones

donde se describen los incidentes del trabajo de campo, los ensayos en el experimento o las particularidades del trabajo documental. Forman parte de este interesante conjunto cualitativo, aunque con una precisión digna de mención, el test Rorschach, los rayos "X", las resonancias magnéticas y las tomografías (Herrera Mujica et al, 2020). Estas aproximaciones cualitativas se ayudan de grabaciones, fotografías, videos entre otros. Se recurre a ellas en epidemiología, trabajo social, neurología, traumatología, física y en varias ciencias sociales.

- Los instrumentos cuantitativos son de tres tipos: cuestionarios, pruebas proyectivas y protocolos.
 1. Los cuestionarios de opinión también responden a la teoría psicológica de la conducta humana (Fiske, et al, 2010).
 2. Las pruebas derivadas del examen de conocimientos y los test proyectivos se basan en la conducta observable, los conocimientos del individuo y la expresión de la subjetividad del analizado y pueden ser replicados por otros profesionales (Castillero Mimensa, 2014); de ellos se obtiene información cuantitativa de una precisión notable para algunos aspectos de la conducta humana.
 3. Los protocolos (Chek analysis, en inglés), registran sistemáticamente los hechos observados (Álvarez, et al, 2020) como presión arterial, temperatura, barriles de petróleo, registro de alumnos etc., se usan en muchas disciplinas naturales y algunas sociales. Generalmente se ayudan de otros instrumentos diversos (contadores numéricos, cronómetros, fotografías, microscopios, aceleradores de protones, ordenadores entre otros).

Cada una de las tres clases de instrumentos cuantitativos reseñados tienen pruebas de validación diferentes; los cuestionarios se evalúan con otros similares o se elaboran ítems para medir el grado de coherencia de las opiniones vertidas en él; los Test de conocimiento y proyectivos se evalúan a través de medir si la complejidad de las preguntas tiene la graduación esperada; y el análisis de comprobación del protocolo consiste en determinar si existe el hecho que pretende ser consignado.

Nuevos instrumentos

Desde la década de los cincuenta han aparecido novedosos instrumentos que de alguna forma impactan al desarrollo de la ciencia y han abrevado de dos fuentes: del desarrollo de la simulación computacional, y las observaciones y experimentos de comportamientos sociales con pequeños grupos muestrales.

La finalidad de la simulación a través de la computación es reflejar las partes sustantivas de la realidad. En las ciencias naturales han desarrollado nuevas dinámicas y perspectivas en la explicación y pronóstico de los fenómenos naturales. Para medir el grado de validez de los pronósticos realizados por el modelo o simulador se recurre a análisis de congruencia y verificación de tales pronosis. La simulación en ciencias sociales nació de los intentos por crear estudios de campo e incluso experimentos basados en pequeños grupos. Se estudian sistemas de comunicación, de conflicto, de interacción, de percepción, de actitudes, de detección y solución de problemas entre otros. Ello ha facilitado, en alguna medida, entender los procesos informales, tales como las presiones, el estrés, los cambios en la conducta, la interacción de decisiones encontradas entre otros aspectos.

La exploración a través de pequeños grupos muestrales han demostrado que sirven para analizar respuestas a problemas específicos, sin importar su tamaño y complejidad. El simulador INS (Guetzkow, 1959) modela un grupo de Estados-nación y revela su dinámica interna, en el sentido, de que las naciones comparten aspectos comunes con los grupos menos complejos y menos poderosos. En las escuelas de administración estadounidenses las simulaciones tienen un amplio uso, también existen en sociología y psicología como el “simulador de la sociedad” (Naval, 2011), “life career game” de la John Hopkins University; el “Machinist” y el “Parent-child game” (The British psychological society, 2021), entre otros.

Ninguna unanimidad se desprende de la literatura sobre la utilidad de tales juegos para modificar cambios de actitudes o inducir nuevos conocimientos, sin embargo, es posible afirmar que forman parte del bagaje de la investigación científica social. En la actualidad el desarrollo de poderosas computadoras personales permite explorar millones de datos y calcular miles de escenarios para la optimización de decisiones, gracias al desarrollo del Smart data.

Una tipología de los pequeños grupos permite colocar en un extremo a los grupos terapéuticos y de sensibilización, y en el otro a los grupos de investigación en laboratorio. En el primero caso los grupos están poco o nada estructurados en términos de participantes o de tiempo empleado, como el experimento Milgram (2005), el cual muestra la facilidad con que la autoridad puede manipular a la gente para hacer sufrir a sus semejantes; en las investigaciones en laboratorio, los miembros son elegidos cuidadosamente en función de sus características propias y son colocados dentro de una estructura o sistema previamente diseñado y son sometidos a la consecución de objetivos específicos como las primeras pruebas epidemiológicas para probar alguna vacuna.

La especificaciones de los instrumentos

Generalmente los protocolos registran los hechos que captan otros instrumentos (microscopios, reglas, tubos de ensayos, ciclotrones, básculas entre otros). Éstos son los elementos básicos del investigador, porque por medio de él se observan los hechos. De ahí que se debiera conocer las especificaciones generales que determinan sus capacidades:

1. “Rango”, cada instrumento cuenta con límites máximos y mínimos en que opera. Toca al investigador elegir qué rango estará dispuesto a esperar de su observación, en función de las hipótesis que desea poner a prueba.
2. “Precisión”, es la mínima división en la escala y los criterios de selección se encuentran íntimamente ligado con el apartado anterior. No está de más señalar que sería absurdo escoger un instrumento sofisticado cuando contrasta marcadamente con la calidad de las observaciones que se quieren hacer.
3. “Exactitud”. Toma en cuenta el nivel de aproximación de una lectura con respecto al valor efectivo del fenómeno observado p. e. en un ítem el investigador elige el tipo de respuesta a la pregunta hecha, se puede dejar abierta o aplicar una escala Likert o bien buscar una respuesta dicotómica entre otras modalidades, depende de lo que busca el análisis (Martínez Molera, 2020).
4. “Linealidad”. Entre más directa sea la relación de medición del instrumento con respecto a lo que se observa la precisión aumenta, p. e. para medir las filas de espera es mejor usar un cronómetro que preguntar a la gente cuánto tiempo hizo en la fila.
5. “Sensibilidad”. Es la capacidad de respuesta a estímulos específicos que tiene cada aparato, es decir, la medida de la eficacia para el registro de los hechos (Chowdhury, et al, 2018).

Limitaciones de los instrumentos

El investigador debiera tener presente que el uso de cualquier instrumento puede acarrear una serie de perturbaciones o errores que de no preverse podrían invalidar las observaciones efectuadas. El error podría ser definido en este caso como la diferencia que existe entre el valor observado y el valor real. Los errores pueden dividirse en tres categorías de acuerdo al tipo de perturbación que producen (sistemático, aleatorio y natural) (Chowdhury, et al, 2019):

- El error “sistemático” afecta a todas las medidas de manera semejante o igual, su causa es permanente y obedece a una mala calibración del instrumento, un error en la escala, es decir, que la escala de medida es demasiado grande o chica para el fenómeno observado, que los ítems desvían sistemáticamente las respuestas o bien puede deberse a una incorrecta observación producto de la falta de capacitación (Pérez Tamayo, 2008).
- El error “aleatorio”, es aquel que se produce por la combinación de múltiples errores parciales, como exceso de fricción, chicoteo, vibraciones, preguntas incompletas o entrevistas mal planteadas debido al cansancio o descuido del técnico, encuestador o entrevistador entre otros.
- El error “natural”. También se le denomina error estocástico (en este caso se trata de un término técnico) y es producto de la naturaleza probabilística del objeto estudiado. Estos se observan en el momento de repetir la observación, cuando el instrumento registra valores diferentes. Este “error” se soluciona mediante la aplicación de técnicas estadísticas, como la moda, la media, la desviación estándar, la varianza, entre otros (Peña, y Romo, 2017).

A pesar de las limitaciones que tienen los instrumentos ofrecen ventajas notables frente a la observación sin ellos, dado que ayudan a evitar que elementos subjetivos desvirtúen las observaciones registradas. Aunque esta anomalía en ocasiones no puede evitarse del todo, tal como sucedió con los inexistentes rayos “n” descubiertos por Blondlot en 1903 (Milhaud, 2010). Antes de hacer el análisis de los resultados el investigador debería convencerse racionalmente de que los datos recabados no fueron producto de variables o influencias inesperadas o errores derivados del instrumento.

No se debe ignorar que los descubrimientos deben ser abordados críticamente antes de incluirlos en las evidencias de su investigación. Significa que aparte de tener “aptitud metodológica” el investigador debería recurrir a ellos con una “actitud crítica” donde predomine la objetividad, y la replicabilidad.

Criterios para la selección del instrumento

La elección de el o los instrumentos que se emplean en una investigación dependen de tres elementos: 1) la especificidad del problema, las características de las hipótesis y las variables involucradas, así como, 2) los recursos, la experiencia, el conocimiento instrumental, y la imaginación del investigador, 3) mediados por los valores de la ciencia (grado de control de la observación, objetividad, verificabilidad, sistematicidad entre otros).

La decisión de qué instrumentos se emplearán en una investigación es una reflexión metodológica, no es producto de una decisión técnica o teórica. En esta etapa se evalúa y decide lo que se considera más conveniente para observar el objeto estudiado, sea un estudio documental, un trabajo de campo, un experimento o una combinación de ellos (Pérez Tamayo, 2008). Esta idea la refuerza el sociólogo Mills (2000, p. 216) al advertir: “No tiene sentido proyectar un estudio de campo si puede encontrarse la solución en una biblioteca”.

El científico para realizar la labor de recoger los datos con eficacia debiera tener amplios conocimientos instrumentales en su campo y experiencia práctica, también conocer la disponibilidad y los costos del equipo, cuestiones que se deberían de aprender en las escuelas de educación superior; así como, las ventajas y desventajas de los aparatos en las condiciones específicas de la prueba. Finalmente, debiera asegurarse que el instrumento es capaz de evitar cualquier interacción con el objeto observado, o si ello fuera imposible, lograr que esa reacción sea despreciable o al menos calculable.

El investigador debería hacer comprobaciones previas al uso extensivo del instrumento para confirmar la validez cada uno de los ítems o registros a efectuar; también habría de hacer sus propias pruebas antes que confiar en terceros, ya que es él quien conoce los propósitos de la investigación. De esta forma juzga el grado en que variables imprevistas, también llamadas hipótesis auxiliares, influyen en los resultados (Chowdhury, et al, 2019).

Cuando se realiza un trabajo de campo en el área social es común que se necesiten varios encuestadores y por tanto el investigador que diseñó el estudio tiene que confiar el levantamiento de la encuesta a extraños, por ello, debe capacitar intensa y eficazmente al equipo y convencerlos de la importancia de ese trabajo para los objetivos de la investigación. Además debiera desarrollar un sistema de supervisión que le permita disminuir la posibilidad de ser engañado.

La estadística es un instrumento o una técnica

Aunque formalmente las técnicas resultan diferentes a los instrumentos, su distinción no es clara inclusive si recurrimos a un diccionario.⁷ El problema principal es que cualquier instrumento o técnica (que sirve para operar un instrumento) requiere de habilidades aprendidas previamente para su correcto desempeño (conocimiento técnico).

En el caso de las pruebas estadísticas la situación resulta todavía más problemática, porque los resultados de la observación, por las características que hemos descrito en el apartado anterior, deben ser interpretada sobre la base de “error estadístico”. La pregunta que surge es si se trata, entonces, de otro instrumento que se añade a nuestro instrumento de observación o simplemente de una técnica adicional al instrumento. La respuesta no es clara, pero por su relevancia para la investigación contemporánea se mencionan las oportunidades de análisis que ofrecen las pruebas estadísticas.

Los instrumentos de exploración, los cualitativos o los cuantitativos producen resultados que por las características de los hechos observados no son concluyentes, es por ello que el sistema científico contemporáneo sustenta su justificación en la estadística y la probabilidad del evento. La estadística en manos del investigador es el arma más potente y efectiva que posee, hasta ahora, para explicar y aún predecir hechos o eventos. Sin embargo, su uso no garantiza que los resultados encontrados resulten verdaderos. Esto último es un elemento que se desprende de la teoría de la probabilidad (Reichenbach, 1975). Por lo antes dicho, las técnicas estadísticas deberían formar parte del conjunto de aptitudes metodológicas del científico social y/o natural.

Otra de las ventajas de la estadística es que permite que los hechos se constituyan en jueces implacables de la generalización propuesta para aceptarla o rechazarla, por lo que se

7 “Las técnicas de investigación son las herramientas y procedimientos disponibles para un investigador cualquiera, que le permiten obtener datos e información” (Concepto, 2021a). Compárese con: “Los instrumentos de investigación son los recursos que el investigador puede utilizar para abordar problemas y fenómenos y extraer información de ellos” (Concepto, 2021b).

convierte en un elemento que enriquece el análisis significativamente. Debe advertirse que, la teoría de la probabilidad no permite descubrir nuevas explicaciones o hipótesis, su papel se reduce a aceptar o rechazar el supuesto propuesto (Mills, 2000).

La búsqueda de la objetividad en los procedimientos estadísticos contempla tres operaciones básicas:

1. La forma de recolectar la información (tipo de muestra) obtenida de los hechos inferidos de las hipótesis,
2. Los criterios técnicos que permiten elegir la prueba estadística adecuada y,
3. El margen de error que se aceptará cuando se formulen las conclusiones pertinentes (Ramírez Ríos & Polack Peña, 2020).

Las técnicas estadísticas se dividen en dos categorías: descriptiva e inferencial:

1) la primera “describe” el fenómeno e incluye conceptos como media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, rango, decil entre otros (Peña y Romo, 2017) y 2) La inferencial ofrece procedimientos para “probar consecuencias” deducidas de las hipótesis, tales como la prueba F, comparación de varianzas o comparación de medias, Análisis de varianza doble, Ji cuadrada, entre otras. (Garmendia Zapata, 2020).

Existe subconjunto de pruebas llamadas estadística “no paramétrica”, similar a la estadística inferencial, se distingue por ofrecer pruebas de supuestos válidas para un número reducido de casos o cuando no se conoce la distribución efectiva de los fenómenos estudiados. Pruebas tales como la de U de Mann-Ehitney; la de Wilcoxon; de rachas entre otras forman parte de este interesante subsistema (Ríos & Peña, 2020; Chumpitáz, et al, 2020).

Se podría resumir que la estadística es una parte básica de la investigación científica de la cual difícilmente puede prescindir un investigador contemporáneo. En la medida que la investigación se apoya en ella se incrementa la posibilidad de producir mediciones, efectuar comparaciones y hacer posible que las formulaciones hipotéticas pasen de descripciones reveladoras a conocimientos con grado de certidumbre.

La muestra y su relación con el tipo de investigación realizada

Es común que los manuales de metodología dividan los métodos en dos divisiones teóricas, dando a entender que los métodos cualitativos son antagónicos de los cuantitativos (Ballestín, et al, 2019). Estas divisiones artificiales, en algunos casos, dificultan el desarrollo profesional del investigador al establecer barreras psicológicas innecesarias. En la psicología social p. e. desde la década de los cincuenta del siglo XX, es común que se utilicen ambos métodos para enfrentar los mismos problemas. El método cualitativo se utiliza cuando el desafío tiene escasos o nulos antecedentes (muy común en ciencias sociales) por lo que la indagación recurre a la observación participante o las entrevistas personales o grupales y al análisis de contenido (Oliver, 2008) para encontrar explicaciones o descripciones reveladoras. Estos descubrimientos se convierten en hipótesis que serán probadas por una encuesta representativa del universo estudiado y así determinar el grado de generalización o certidumbre que tienen.

La distinción entre investigaciones se debería hacer con respecto al “tipo de muestra” que el científico utiliza para enfrentar el problema que trae entre manos. Los tipos de muestras en la indagación son una división mucho más apropiada para clasificar las investigaciones para determinar si una investigación produce resultados con “grado de certidumbre” o si conduce a “revelaciones significativas”. Bajo este criterio las investigaciones se pueden dividir en dos tipos de muestras:

- Aquellas en que existen partes o elementos del universo que tienen probabilidad cero de ser escogidas, es decir, la muestra excluye partes significativas del universo estudiado, se les conoce como exploratorias, también “estudios piloto”. Los resultados de estas investigaciones producen elementos reveladores o propuestas de explicación del fenómeno estudiado.
- Las que garantizan que todos los elementos del universo estudiado tienen alguna probabilidad de ser seleccionados (la muestra más estricta es la aleatoria independiente, otras: la estratificada, la proporcional etc. (Hernández, & Carpio, 2019). Las muestras representativas del universo tienen capacidad de poder generalizar sus resultados.

La división a través del tipo de muestra permite que en ocasiones el propio instrumento cualitativo sea capaz de producir generalizaciones debido a que ha probado su eficacia para representar a todo el universo estudiado. Es el caso del test Rorschach, los rayos “X”, las resonancias magnéticas y las tomografías; estos instrumentos son en esencia cualitativos y están sujetos a diferentes interpretaciones, pero está claro que representan a universos bien conocidos, por lo que sus generalizaciones son válidas.

No se debería dejar de mencionar que un estudio cuantitativo p. e. una encuesta puede ser exploratoria o piloto si la muestra es intencional y no representa al universo estudiado. Muchos estudios cuantitativos lo advierten en sus títulos cuando mencionan que son estudios piloto, además, en el apartado metodológico lo mismo que en la discusión o conclusiones el científico debe advertir su condición exploratoria, cuando se tiene una actitud crítica.

Críticas al uso de instrumentos y estadística en ciencias sociales

Una reticencia común entre filósofos y aún entre una minoría estadísticamente significativa de científicos sociales (18 %) (de la Lama G., et al, 2013), consiste en afirmar que los investigadores de las ciencias sociales “construyen” el objeto de estudio en el sentido literal de la metáfora; es decir, que la racionalidad argumentativa y no la prueba de supuestos es el modo para justificar el fenómeno explicado (Najmanovich, 2008; Knorr Cetina, 2005).

Los hermenéuticos críticos, los constructivistas y los posmodernistas no toman en cuenta que la argumentación racional a pesar de sus bondades permite tener varias explicaciones de un mismo problema (Martínez García, 2017) ¿Cuál de ellas es la que más se apega a la realidad? Se preferirá la argumentación que apele a los autores clásicos o aquella que recurra a los maestros más respetables o aquellos con más altos grados académicos, o triunfará la que se ampara en determinada concepción filosófica o se preferirá la explicación más racional. Por su parte, la ciencia empírica deja que la evidencia establezca un escenario futuro, y consiente que la realidad sea la encargada de confirmarla o refutarla (Galassi y Venables, 2020), después de todo la función más desafiante de la ciencia es pronosticar y de ser posible modificar el proceso sujeto a observación (Reichenbach, 1975).

Una de las objeciones de los representantes de estas corrientes consiste en afirmar que la investigación social empírica es una copia de las ciencias naturales y no contribuyen al conocimiento crítico (Marradi, 2011). Adorno (2001), renombrado hermenéutico-crítico, señala que los instrumentos típicos como cuestionarios, entrevistas individuales, grupales, o cualquiera de las maneras que se combinen e implementen ignoran la objetividad social, es decir, las complejas relaciones institucionales, raciales, de género, clase y poder que se producen en la sociedad. Es cierto que la investigaciones electorales y de mercados han creado miles de reportes que no han aportado nada al conocimiento teórico, sin embargo, existen contribuciones empíricas clásicas como las de Mills (Mills & Wolfe, 2000 y Mills, 2002), que han producido conocimientos decisivos para comprender la realidad social.

Adorno sugiere no ignorar o rechazar los instrumentos mencionados, más bien, utilizarlos para registrar las tendencias subyacentes y hacer explícitos los procesos de sujeción social, es decir, utilizarlos para abordar problemas complejos y significativos. Los estudios de las redes sociales p. e. ampliarían la comprensión del problema si incluyeran la información que han proporcionado Assange o Snowden en torno a las aviesas intenciones del Estado por estos medios (Touchton, et al, 2020; Landau, 2013) e incluso añadir la manipulación del usuario y la censura que hacen los gigantescos medios privados como Twitter, Google, Facebook, entre otros (Reig, 2020). Concluye Adorno (2001, p. 36): “Esta es la función de la filosofía en la investigación social empírica”.

Otro argumento de estas epistemologías anticientíficas (Martín, 2020) consiste en afirmar que la objetividad es imposible de lograr en ciencias sociales porque los hechos están cargados de teoría e inclusive, los constructivistas van más allá al asegurar que la ciencia natural también es un arreglo o negociación de observaciones consensuadas por los científicos (Gensollen y Jiménez Rolland, 2018; Knorr-Cetina, 2005). Sin embargo, cuando aparecen problemas mundiales como la pandemia Covid-19 producida por el virus SARS-Cov-2 las críticas a la ciencia se minimizan a la espera de una solución que sólo puede dar ella.

Discusión

El científico contemporáneo, para desempeñarse eficazmente en su trabajo, no puede prescindir de conocer y practicar métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos replicables que han permitido a sus antecesores resolver problemas complejos y relevantes, si no los conociera le sería imposible poner en práctica la investigación científica.

La aptitud metodológica del investigador permite que aparezcan nuevas formas de percibir la realidad, más reveladoras de las complejas relaciones que establecen los hombres en la sociedad y la naturaleza. Además, parte del trabajo del científico consiste en diseñar nuevos instrumentos que no habían sido imaginados y contribuir de esta manera a incrementar el acervo material de la ciencia.

Uno de los trabajos básicos y que más tiempo se lleva en la investigación es la recolección de los datos, el análisis, la reflexión y la comprensión de los procesos observados junto con las estructuras subyacentes, siempre mediada con una actitud crítica que evite distorcionar los resultados para favorecer alguna de las hipótesis puestas a prueba. De la interacción del método y la realidad se enriquece la experiencia del científico, tanto, que se debería comprender que ahí es dónde uno debiera hallar gran parte de la satisfacción que proporciona hacer una investigación y no sólo el resultado final. Se trata de asemejarse al artesano que encuentra tanta alegría, gratificación y satisfacción en la manipulación de las materias primas elementales para dar forma al objeto como al producto terminado.

Los sistemas de observación cuantitativos y cualitativos no son mutuamente excluyentes, muchos investigadores los combinan creativamente para lograr una observación más amplia y un análisis más profundo. Tómese en cuenta que las categorías cuantitativas para que sean reflejo fiel de la realidad es aconsejable, previamente, realizar una profunda reflexión cualitativa a fin de delimitar correctamente las fronteras o rangos de cada uno de los conceptos, categorías e ítems (Adorno, 2001) usados en la investigación desarrollada.

El científico estaría desvalido si no se auxiliara de los sistemas de observación controlados y replicables porque sus supuestos a pesar de que les considere útiles heurísticamente, no concitarán el acuerdo de la comunidad científica correspondiente, si se les compara con las que producen aquellas explicaciones que puedan ser corroboradas por las pruebas pertinentes.

Referencias

- Adorno, T. W. (2001) Sociología e investigación empírica e investigación social empírica *Epistemología y Ciencias Sociales*, Cátedra, U. de Valencia. 19-36 y 101-128.
- Álvarez, A. K. G., Almaguer, A. Y. C., de González, A. M. S., Almoza, G. P., Sanz, L. M. C., Hernández, N. L. P., ... & Martinola, D. R. H. (2020). Protocolo de atención psicológica a distancia para el personal de salud en trabajo directo con pacientes afectados por COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2), (4-01-2021): <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/865>
- Ballestín González, B., & Fàbregues Feijóo, S. (2019). *La práctica de la investigación cualitativa en ciencias sociales y de la educación*. Editorial UOC.
- Bandalos, D. L. (2018). *Measurement theory and applications for the social sciences*. Guilford P.
- Bourdieu, P. (2000) *Los usos sociales de la ciencia*, editorial Nueva Visión.
- Bradley, L., Noble, N., & Hendricks, B. (2020). The APA Publication Manual: Changes in the seventh edition. *The Family Journal*, 28(2), Doi: <https://doi.org/10.1177/1066480720911625>
- Chowdhury, H., Alam, F., & Mustary, I. (2019). Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. *Energy Procedia*, 160, 806-811. (12-05-2020) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610219312433>
- Chumpitáz, C. C., Crespo, C. C., & Escalante, V. M. (2020). *Manual de estadística no paramétrica aplicada a los negocios*. Fondo editorial Universidad de Lima.
- de la Lama, G., A., del Castillo M., M. y de la Lama Z., M. (2013) ¿Existen diferencias en las creencias que regulan las investigaciones de los científicos naturales y sociales? 185 investigadores responden, en *Argumentos. Estudios críticos de la sociedad*. 71, 39-66 (18-04-2020) https://publicaciones.xoc.uam.mx/TablaContenidoFasciculo.php?id_fasciculo=626
- Castillero Mimensa, O. (2014) Tipos de test psicológicos, sus funciones y características, en *Psicología y mente*. (9-12-2020) <https://psicologiyamente.com/psicologia/tipos-test-psicologicos>
- Concepto de técnicas de investigación. (2021a) <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/#ixzz6vLAFhODB>
- Fiske, S. T., Gilbert, D. T. & Lindzey, G. (eds.). (2010) *Handbook of social psychology*. (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Galassi, J. G. y Venables, J. P. (2020) Fundamentos de la explicación en ciencias sociales: Revisitando el constructivismo de Niklas Luhmann (20 años después) *Revista de Humanidades de Valparaíso. Revista Internacional de filosofía*. 8(16), 191-214, (18-06-2020) https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-42422020000200191&script=sci_arttext
- Gensollen, M. y Jiménez Rolland, M. (2018) La ciencia como un punto de vista: algunos desafíos a la objetividad científica. *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, nº 75 (Septiembre-Diciembre), 43-57. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/daimon/336151>.
- Guetzkow, H. (1959) A use of simulation in the study of inter-nation relations, *Behavioral science*. V. 4 (3), 183-191. Doi: <https://doi.org/10.1002/bs.3830040302>
- Herrera Mujica, R. R., Ríos Villasis, L. K., León Manco, R. A. y Beltrán Silva, J. A. (2020) Concordancia entre la radiografía panorámica y la tomografía computarizada de haz cónico en la relación de los terceros molares mandibulares con el conducto dentario inferior, *Revista de Estomatología Herediana* vol.30 no.2 Doi: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v30i2.3760>
- Hernández, C. E., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), Doi: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. editorial McGrawHill.
- Knorr-Cetina, K. (2005), *La fabricación del conocimiento, un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*, editorial Universidad Nacional de Quilmas. (18-03-2020) <http://es.scribd.com/doc/48789320/Knorr-Cetina-La-Fabricacion-Del-Conocimiento>
- Kuhn, T. (1982) La lógica del descubrimiento o la psicología de la investigación, en *La Tensión esencial, Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza Editorial.
- Landau, S. (2013). Making sense from Snowden: What's significant in the NSA surveillance revelations. *IEEE Security & Privacy*, 11(4), pp. 54-63. (24-11-2020) <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6573302>
- López-Cózar, E. D., Torres-Salinas, D., Jiménez-Contreras, E., & Ruiz-Pérez, R. (2006). Análisis bibliométrico y de redes sociales aplicado a las tesis bibliométricas defendidas en España (1976-2002): temas, escuelas científicas y redes académicas. *Revista española de documentación científica*, 29(4), 493-524. Doi: <https://doi.org/10.3989/redc.2006.v29.i4.306>
- Marradi, A. (2011) Medición, experimento, ley: el silogismo científico, en *Revista Latinoamericana de metodología de las ciencias sociales*. ReLMeCS, vol. 1, nº 1, 8-45 https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Medici3n%2C+experimento%2C+ley%3A+el+silogismo+cientificista&btnG=scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Medici3n%2C+experimento%2C+ley%3A+el+silogismo+cientificista&btnG=
- Martín, J. P. (2020). El constructivismo posmodernista: historia de una doctrina anticientífica. *Revista de Filosofía*, 45(2), pp. 375-396. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=El+constructivismo+postmodernista%3A+historia+de+una+doctrina+anticient%3%ADfca&btnG=
- Martínez García, J. S. (2017) El habitus. Una revisión analítica. *Revista Internacional de Sociología* 75, (3). 1-14 Doi: <https://doi.org/10.3989/ris.2017.75.3.15.115>
- Medawar, P. B. (2013) *Advice to a Young Scientist*. Ed. Perseus.
- Milgram, S. (2005). Los peligros de la obediencia. *Polis. Revista Latinoamericana*, vol. 4(11), (11-07-2020) <https://journals.openedition.org/polis/5923>
- Milthaud,. (2010) Los rayos N, la radiación que nunca existió, *Recuerdos de Pandora*. <https://recuerdosdepandora.com/ciencia/fisica/el-descubrimiento-de-los-rayos-n-la-radiacion-que-nunca-existio/>
- Mills, C. W. (2000) Apéndice: sobre artesanía intelectual, *La imaginación sociológica*. Editorial Fondo de Cultura Económica, 2d.
- Mills, C. W., & Wolfe, A. (2000). *The power elite* (Vol. 20). Oxford University Press.
- Mills, C. W. (2002). *White collar: The American middle classes*. Oxford University Press.
- Najmanovich, D. (2008) *Mirar con nuevos ojos*. editorial Biblos.
- Oliver, J. G. (2008). El análisis de contenidos: ¿qué nos están diciendo? *Revista de calidad asistencial*, 23(1), 26-30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1134282X08704640>
- Pellathy, D. A., In, J., Mollenkopf, D. A. and Stank, T. P. (2018), Middle-range theorizing on logistics customer service, *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, Vol. 48 No. 1, pp. 2-18. Doi: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-10-2017-0329>
- Peña, D. y Romo, P. (2017). *Introducción para la Estadística en Ciencias Sociales*. Editorial UOC. <http://235650.refers.es/descargar/235650/Introduccion%2Ba%2Bla%2Bestadistica%2Bpara%2Blas%2Bciencias%2Bsociales.pdf>

- Pérez Tamayo, R. (2008) *La estructura de la ciencia*. Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez Ríos, A. & Polack Peña, A. M. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 191-208. <http://167.114.2.69/index.php/horizontedelaciencia/article/view/597>
- Reichenbach, H. (1975) la búsqueda de lo general y la pseudo-explicación, *La filosofía de la ciencia*. Editorial Fondo de Cultura Económica. 15-36
- Reig, R. (2020). Poderes, internet y ciudadanía: el equilibrio del temor y del terror, en N. Ruiz-Alba, J. A., Moreno Cabezudo (ed.) *Debates contemporáneos sobre poder, política y medios de comunicación*, pp. 15-39. Sevilla, Egregius.
- Rojas, R. S. A. (2018). Respuestas del pensamiento complejo al pensamiento simplificante. *Horizontes y Raíces, Revista de pensamiento social* 6(1), 32-41 (13-10-2020) <http://www.hraices.uh.cu/index.php/HorR/article/view/140>
- Rosenberg, A. (2008). *Philosophy of Social Science*. Westview Press. 3 ed.
- Shagoury Hubbard, R. & Miller Power, B. (2000), *El arte de la indagación en el aula. Manual para docentes investigadores*. Editorial Gedisa.
- Silva Rodríguez, A., & Guarneros Reyes, E. (2020) Iniciación temprana en investigación. Modelos instruccionales actuales. *Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social*, 6(1), 22-39. Doi: <https://doi.org/10.22402/j.rdiipycs.unam.6.1.2020.279.22-39>
- The British psychological society, (2021) *Family focused*. <http://www.familyfocused.co.uk/pcg.html>
- Touchton, M. R., Klofstad, C. A., West, J. P., & Uscinski, J. E. (2020). Whistleblowing or leaking? Public opinion toward Assange, Manning, and Snowden. *Research & Politics*, 7(1), SAGE, pp. 1-9, Doi: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2053168020904582>



© Los autores. Este artículo es publicado por la *Horizonte de la Ciencia* de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), que permite el uso no comercial y distribución en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.