La Ciencia y la Metodología Científica

Capitán de Corbeta CJ
Carlos Schenone Castillo

LA CIENCIA Y EL SENTIDO COMÚN DIFIEREN EN CINCO ASPECTOS

Estas diferencias giran alrededor de las palabras *sistemático* y *controlado.*

Primero.- El empleo de los esquemas conceptuales y de las estructuras teóricas son muy distintos. Los científicos construyen en forma sistemática estructuras teóricas, verifican su coherencia interna y las someten a pruebas empíricas. Reconocen que los conceptos que utilizan con frecuencia son elaborados por el hombre y pueden o no reflejar una relación estrecha con la realidad.

Por otro lado, el hombre común aplica teorías y conceptos, suele hacerlo de una manera poco precisa.

Segundo.- Los científicos prueban sistemática y empíricamente sus teorías e hipótesis. El hombre no científico también prueba hipótesis, pero lo hace en una forma que podría llamarse selectiva, en forma continua selecciona evidencias porque es coherente con la hipótesis.

ES NECESARIO ENTENDER Y APRENDER LA TERMINOLOGÍA DE LOS CIENTÍFICOS SOCIALES. ESTE ESTUDIO SE INICIA CONSIDERANDO CÓMO EL CIENTÍFICO SE ENFRENTA A LOS PROBLEMAS Y CÓMO ESTA APROXIMACIÓN DIFIERE DE LA QUE PODRÍA LLAMARSE APROXIMACIÓN POR SENTIDO COMÚN.

Tercero.- Consiste en la moción de control. En la investigación científica el control tiene varios significados. El hombre común rara vez se molesta en controlar en forma sistemática las aplicaciones de los fenómenos que observa; tiende a aceptar aquellas explicaciones que están de acuerdo con sus preconcepciones y sesgos. Si él cree que las condiciones de vida de los barrios bajos causa delincuencia, tenderá a negar que ella existe en zonas residenciales.

Cuarto.- El científico está constantemente preocupado con las relaciones entre los fenómenos, persigue las relaciones de modo consciente y sistemático. El sentido común no es tan profundo en él. El hombre no científico recurre al sentido común para explicarse los fenómenos; su preocupación con las relaciones es vaga, no sistemática ni controlada. Por ejemplo, con frecuencia percibe la aparición fortuita de dos fenómenos e inmediatamente los liga en forma indisoluble como causa y efecto.

Quinto.- El científico, al tratar de explicar las relaciones entre los fenómenos que observa, rechaza las llamadas explicaciones metafísicas y que es una proposición que no puede ser comprobada. Por ejemplo, decir que la gente es pobre y padece de hambre porque es el deseo de Dios o que es un error ser autoritario, es hablar en forma metafísica. De ahí que la ciencia no se preocupa de ella. Esto no quiere decir que los científicos necesariamente rechacen o aleguen que son falsos o sostengan que carecen de sentido dichas afirmaciónes, sólo que no se ocupa de ella.

CUATRO MÉTODOS DEL CONOCIMIENTO

1. Método de la Tenacidad.- Las personas suelen aferrarse a sus creencias aunque se enfrenten a hechos que claramente las contradicen.

2. Método de Autoridad.- Es el método de la creencia establecida. Si una idea tiene el apoyo total de la tradición y de la sanción pública, debe ser cierta. Es superior al de la Tenacidad, porque el progreso humano puede ser logrado mediante la Autoridad; la vida no sería posible sin este método.

3. Método *a priori*.- O Método de la Intuición. Su superioridad está basada en la suposición de que las proposiciones aceptadas por el *"a priorista"* son evidentes por sí mismas. Las proposiciones *a priori* concuerdan con la razón y no necesariamente con la experiencia.

4. Método de la Ciencia.- Su característica es la Autocorrección. Existen evaluaciones internas en todo el camino del conocimiento científico. Estas han sido concebidas y utilizadas para controlar y verificar las actividades y conclusiones científicas al término de la búsqueda del conocimiento confiable. Los científicos usan de manera sistemática y consciente los aspectos autocorrectivos de la aproximación científica.

LA CIENCIA Y SUS FUNCIONES

Existen dos puntos de vista de la Ciencia: el Estático y el Dinámico.

El Estático.- Sostiene que la ciencia es una actividad que aporta al mun-

do información sistematizada. El trabajo del científico es descubrir hechos nuevos y agregarlos al cuerpo de información ya existente. Es concebido como un conjunto de hechos, es una forma de explicar fenómenos que se observan, se destacan el estado actual del conocimiento y el incremento de éste y de los conjuntos actuales de leyes, teorías, hipótesis y principios.

El Dinámico.- Considera a la ciencia, más que como una actividad, como algo que los científicos hacen. El estado actual del conocimiento es importante pues radica por ser la base de las teorías y la investigación científica futura.

FUNCIÓN DE LA CIENCIA.

Existen dos puntos de vista distintos. El hombre práctico, el no científico, por lo general considera a la ciencia como una disciplina o actividad dirigida a lograr el progreso y el mejoramiento de las cosas.

La función de la ciencia, desde este punto de vista, es hacer descubrimientos (método heurístico), conocer los hechos y avanzar en el conocimiento para mejorar las cosas.

Un aspecto diferente de la función de la ciencia es establecer leyes generales que refieran la manera en que se dan los eventos u objetos empíricos que le conciernen, capacitándonos así para relacionar nuestros conocimientos de los hechos conocidos por separado y para hacer predicciones confiables de eventos aún desconocidos.

La relación entre este punto de vista de la función de la ciencia y el punto de vista dinámico-heurístico es obvio, excepto que se añade un elemento importante: el establecimiento de leyes generales o teoría, si así se prefiere. Si se desea entender la investigación moderna de la conducta y sus ventajas y desventajas, deberán explorarse los elementos de la afirmación. Esto se hará considerando los objetivos de la ciencia y de la explicación científica y la función e importancia de la teoría.

Otros objetivos de la ciencia que se mencionan son: explicación, comprensión, predicción y control. Sin embargo, si se acepta a la teoría como la meta final de la ciencia, entonces la explicación y la comprensión resultan simples submetas de la meta final. Esto se debe a la definición y naturaleza de la Teoría: "Una teoría es un conjunto de Constructos (conceptos) interrelacionados, definiciones y proposiciones que presentan un punto de vista sistemático de los fenómenos mediante la especificación de relaciones entre Variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos".

Esta definición contiene tres explicaciones diferenciadas:

Primera.- Una teoría es un conjunto de proposiciones que consisten en Constructos definidos e interrelacionados.

Segunda.- Una teoría establece las interrelaciones entre un grupo de variables (Constructos) y, al hacer esto, presenta un punto de vista sistemático de los fenómenos descritos por las variables.

Tercera.- Una teoría explica los fenómenos. Esto lo hace especificando cómo y de qué manera se relacionan las variables entre sí, y capacitando al mismo tiempo al investigador para que prediga ciertas variables a partir de otras. Por ejemplo: Si se estructura una teoría sobre fracaso escolar, las variables podrían ser inteligencia, aptitud verbal y numérica, ansiedad, clase social y motivación.

El fenómeno que se intenta explicar es el fracaso escolar o tal vez, con más exactitud, el aprovechamiento escolar.

El fracaso escolar es explicado por relaciones específicas entre éste y el fracaso escolar. Al utilizar con éxito esta serie de constructos, el científico "comprende" el fracaso escolar. Se encuentra en posibilidades de "explicarlo" y, hasta cierto punto, puede "predecirlo".

Es obvio que la explicación y la predicción pueden ser incorporadas a la teoría. La naturaleza misma de una teoría reside en sus explicaciones de los fenómenos observados.

Tómese como ejemplo la teoría del reforzamiento. Una simple proposición derivada de esta teoría es: si al aparecer una respuesta es recompensada (reforzada), tenderá a ser repetida.

La predicción es considerada como un aspecto de la teoría. Una teoría predice por su misma naturaleza. Esto es cuando se deducen de las proposiciones primitivas de una teoría otras más complejas, se está en esencia "prediciendo". La teoría es la meta final de la ciencia; todo lo demás se deriva de ella.

No existe la intención de desacreditar o denigrar a la investigación que no está orientada específica y conscientemente hacia la teoría.

Las metas de investigación modestas, limitadas y específicas son buenas. Las metas de investigación teórica son mejores porque, entre otras razones, son más generales y tienen una aplicación más amplia.

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Una definición.- La investigación científica es una indagación crítica, controlada y empírica de fenómenos naturales, guiada por la teoría y la hipótesis acerca de las supuestas relaciones entre dichos fenómenos.

El enfoque científico.- Es una forma sistematizada de todo pensamiento e investigación reflexivas.

Problema, Obstáculo, Idea.- El científico suele tropezar con una dificultad para la comprensión, incertidumbre sobre los fenómenos que observa y los que no observa, una necesidad de saber por qué algo es de tal modo.

Hipótesis.- Después de razonar el problema, de usar su experiencia para tratar de obtener alguna posible solución y de observar fenómenos, relevantes, el científico está en posibilidad de formular una hipótesis.

La hipótesis es una aseveración en forma de conjetura, una proposición tentativa sobre la relación entre dos o

más fenómenos o variables.

Razonamiento-Deducción.- Por ejemplo, antes de que se desarrollara la Estadística Moderna algunos problemas de investigación de la conducta eran irresolubles. Ahora se tienen razones para creer que ciertos problemas son irresolubles a menos que sean analizados en forma multivariada. Un ejemplo de ello son los métodos de enseñanza y su relación con el rendimiento académico y con otras variables. Se dice entonces que los métodos "interactúan" con las condiciones y con las características de maestros y estudiantes.

Un ejemplo puede ayudar a ilustrar el paso de Razonamiento-Deducción: supóngase que a un investigador le intriga la conducta agresiva y se pregunta por qué la gente se conduce con agresividad en situaciones donde ésta no es apropiada. Después de reflexionar, de revisar la literatura para obtener claves y hacer observaciones formula una hipótesis: La Frustración produce Agresión, define La Frustración como la imposibilidad de alcanzar una meta y La Agresión como la conducta caracterizada por el ataque verbal y físico a otras personas u objetos.

El Razonamiento puede conducir a problemas más amplios, básicos y significativos, así como proporcionar implicaciones operacionales (susceptibles de ser probadas) de la hipótesis original.

Observación, Prueba, Experimento.- La observación, evaluación y la experimentación se realizan con un propósito principal: someter la relación problemática a la prueba empírica. Es absurdo evaluar sin tener conocimiento de qué se está haciendo y por qué.

Resumiendo el llamado enfoque científico de la investigación: Primero existe una duda, una barrera, una situación indeterminada que clama por ser determinada.

El científico experimenta dudas vagas, perturbación emocional, ideas incipientes. Se esfuerza por formular el problema aun cuando lo realice en forma inadecuada. Estudia la literatura, busca en su propia experiencia y en la experiencia de otros. Con frecuencia, tiene simplemente que esperar un salto inventivo de la mente. Tal vez ocurra, tal vez no. Con el problema formulado, con la pregunta o las preguntas básicas establecidas con claridad, el resto es mucho más fácil.

Luego, la hipótesis es construida, después de deducir sus implicaciones empíricas. En este proceso el problema y de ampliarlos, reducirlos o, inclusive, abandonarlos.

Por último, la relación expresada en la hipótesis es evaluada a través de la observación y la experimentación. Tomando como base la evidencia de la investigación, la hipótesis se rechaza o se acepta. La información es retroalimentada al problema original y éste se conserva o altera de acuerdo con la evidencia.

PROBLEMAS E HIPÓTESIS

¿En qué consiste el buen planteamiento del problema? Aun cuando los problemas de investigación difieren en gran medida y no hay una forma "co-

rrecta" para su planteamiento, algunas de sus características y planteamientos se pueden aprender a utilizar con provecho.

Primero se tomará el problema del estudio: ¿Cuáles son los efectos de diferentes tipos de incentivos en la ejecución del estudiante? Nótese que el problema está planteado en forma de pregunta. Debe tomarse en cuenta que el problema plantea una relación entre variables, en este caso las variables, incentivos y ejecución del alumno. Un problema, entonces, es una oración o aseveración interrogativa en la cual se pregunta: ¿Qué relación existe entre dos o más variables? Un problema, puede incluir dos o más variables.

¿Influyen las actitudes hacia los negros en los juicios sobre la efectividad en políticas sociales raciales alternativas? Una variable es *actitudes hacia los negros* y otra son *los juicios sobre la efectividad de las políticas sociales.*

CRITERIOS Y PLANTEAMIENTOS DEL PROBLEMA

Criterios y Planteamientos del Problema.- Para hacer buenos planteamientos del problema existen tres criterios:

Primero.- El problema debe expresar la relación entre dos o más variables. En él se elaboran preguntas como: ¿Está A relacionado con B? ¿Cómo están A y B relacionados? ¿Cómo está A relacionado con B en las condiciones C y C?

Segundo.- El problema se debe establecer claramente y sin ambigüedad en forma de pregunta. Por ejemplo, en lugar de decir "el problema es..." o "el propósito de este estudio es ..." se debe hacer una pregunta. Las preguntas producen el efecto de plantear el problema de un modo directo.

El Tercer Criterio.- Es a menudo difícil de satisfacer, ya que requiere que el problema y su planteamiento se hagan de tal forma que signifiquen posibilidades de prueba empírica. Un problema que no tiene implicaciones para ser probadas, expresa una relación que no constituye un problema científico. Esto quiere decir no sólo que se exprese una relación real, sino también que las variables mencionadas en dicha relación puedan, de algún modo, ser medidas. Muchas preguntas interesantes e importantes no son científicas, sencillamente porque no son susceptibles de ser probadas de manera empírica.

HIPÓTESIS

Una hipótesis es una afirmación en forma de conjetura de las relaciones entre dos o más variables. Son siempre planteadas en forma de oraciones declarativas y relaciones variables con variables sea en forma general o específica. Las hipótesis contienen dos o más variables medibles o potencialmente medibles, y que especifican al mismo tiempo de qué manera se relacionan dichas variables.

IMPORTANCIA DE LOS PROBLEMAS Y LAS HIPÓTESIS

Tan importante como las hipótesis son los problemas que las apoyan. La investigación empieza de manera usual con un problema, primero hay una situación indeterminada en la cual las ideas son vagas, surgen dudas y la persona que piensa se asombra, el problema no es enunciado, en realidad no lo puede ser, basta que no se haya tenido experiencia en dicha situación indeterminada.

Sin embargo, la indeterminación debe desaparecer al final. Aun cuando es cierto que el investigador a menudo puede poseer sólo una noción general y difusa en su problema, tarde o temprano debe tener una idea clara acerca de lo que es problema. Aunque esta aseveración parece ser evidente por sí misma, una de las cosas más difíciles de hacer es plantear el problema de investigación en una forma clara y cabal. En otras palabras, se debe saber qué es lo que se está tratando de encontrar. Cuando finalmente ocurre esto, se está muy cerca de resolver el problema.

VIRTUDES DE LOS PROBLEMAS Y LAS HIPÓTESIS

Los problemas y las hipótesis tienen varias virtudes importantes.

Primera, dirigen la investigación. Las relaciones expresadas en las hipótesis indican al investigador qué se debe hacer.

Segunda, debido a que los problemas y las hipótesis son afirmaciones relacionales, generalizadas, permiten al investigador deducir manifestaciones empíricas específicas inherentes a ellas.

Existen importantes diferencias entre los problemas y las hipótesis. Estas, si son planteadas en forma adecuada, pueden ser probadas. Aunque una hipótesis dada sea muy difícil de ser probada directamente, si es "buena" entonces se puede deducir de ésta otras hipótesis susceptibles de ser probadas.

Los hechos y las variables no se pueden probar como tales. Las relaciones planteadas en las hipótesis son las evaluadas. Y un problema no puede ser resuelto científicamente a menos que sea reducido a planteamientos en forma de hipótesis son las evaluadas. Y un problema no puede se resuelto científicamente a menos que sea reducido a planteamientos en forma de hipótesis, ya que es una pregunta con frecuencia de naturaleza amplia y no susceptible de ser probada de manera directa.

No pueden ser evaluadas las preguntas como: ¿incrementa la eficiencia, la efectividad y la utilidad organizacionales? ¿Modifica la experiencia diferencial al cerebro? Pueden probarse una o más hipótesis implicadas por esas preguntas.

Por ejemplo, para estudiar el último problema se puede hipotetizar qué animales con diferentes niveles de experiencia tendrán diferente grosor de la corteza cerebral.

Los problemas y las hipótesis contribuyen al progreso del conocimiento científico, pues ayudan al investigador a confirmar o rechazar las teorías.

En resumen, los investigadores que no elaboran hipótesis sobre las relaciones por adelantado, no le dan oportunidad a los hechos de probar o refutar algo. Las hipótesis guían la investiga-

ción, son, entonces, puentes importantes entre la teoría y la investigación empírica.

PROBLEMAS, VALORES Y DEFINICIONES

Para clarificar aún más la naturaleza de los problemas e hipótesis serán comentados dos o tres errores muy comunes.

Primero, los problemas científicos no son cuestiones morales o éticas. ¿Son nocivas las medidas disciplinarias punitivas para los niños? ¿Debería el liderazgo de una organización ser democrático? ¿Cuál es la mejor manera de enseñar a jóvenes universitarios? Plantear estas preguntas es hacer cuestionamientos que implican juicios o valores que la ciencia no puede contestar.

Muchas de las llamadas hipótesis no son tales. Por ejemplo: es mejor el método de enseñanza con grupos pequeños que el método de exposición en el salón de clase.

Esta es una aseveración valorativa, es un hecho de fe y no una hipótesis. Se tendría una hipótesis, si fuera posible establecer una relación entre las variables y si éstas fueran definidas de forma que permitieran la evaluación de la relación entre las mismas. Pero no hay forma de probar preguntas valorativas de manera científica.

GENERALIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LOS PROBLEMAS Y LAS HIPÓTESIS

Si el problema es muy general, no tiene objeto que sea probado. Un problema así planteado, aún cuando pueda ser interesante para leer, no tiene ninguna aplicación científica.

Es muy común encontrar problemas e hipótesis que son muy generales y vagos. Por ejemplo: la educación democrática aumenta el aprendizaje social y la participación ciudadana.

El otro extremo del problema es la pronunciada especificidad, cuanto más específico sea el problema o la hipótesis, más claras son sus implicaciones empíricas. Sin embargo, el precio de ello puede ser la trivialidad.

Mucha especificidad es quizás más peligrosa que la generalidad en exceso. De cualquier forma, debe existir un compromiso entre generalidad y especificidad.

NATURALEZA MULTIVARIADA DE LA INVESTIGACIÓN Y LOS PROBLEMAS DE LA CONDUCTA

Hasta ahora la discución de problemas e hipótesis se concreta más o menos a dos variables, X - Y.

En lugar de plantear simplemente la hipótesis: si frustración, entonces agresión, es más palpable reconocer la naturaleza multivariable de los determinantes e influencias de la agresión diciendo, por ejemplo: si la inteligencia es alta, la clase social media, el sexo masculino y existe frustración entonces habrá agresión. O si existe frustración, entonces habrá agresión, bajo condiciones de inteligencia alta, clase social media y sexo masculino.

Los problemas y las hipótesis tienen que reflejar la complejidad multivariada de la realidad psicológica, sociológica y educacional.

COMENTARIOS FINALES: EL PODER ESPECIAL DE LAS HIPÓTESIS

Una hipótesis es una predicción que especifica que si X ocurre Y también ocurrirá. Esto quiere decir que predice a partir de X. Entonces, si se hace que X ocurra (varíe) y se observa que Y también ocurre (varía concomitantemente), la hipótesis es confirmada.

La hipótesis tiene poder aunque no hayan sido confirmadas. Los hallazgos negativos son algunas veces tan importantes como los positivos, ya que reducen el universo de ignorancia y algunas veces señalan fructíferas y más amplias hipótesis y líneas de investigación. Empero, el científico no puede diferenciar la evidencia positiva de la negativa a menos que use hipótesis. Desde luego que es posible desarrollar investigación sin hipótesis, sobre todo en las investigaciones exploratorias, pero es muy difícil concebir a la ciencia moderna en toda su rigurosa y disciplinada fertilidad sin el poder conductor de la hipótesis.

CONSTRUCTOS VARIABLES Y DEFINICIONES

Los científicos operan en dos niveles: el de teoría-hipótesis-constructo y el de observación. Dicho en una forma más exacta, los científicos se mueven contínuamente de un nivel a otro.

CONCEPTO Y CONSTRUCTOS

Los términos "concepto" y "constructos" tienen significados similares. Sin embargo, existe una diferencia importante. Un concepto expresa una abstracción formada por generalizaciones sustraídas de casos particulares. "Peso", es un concepto: expresa numerosas observaciones y cosas que son más o menos "pesadas" o "ligeras", "masa", "energía" y "fuerza" son conceptos usados por los científicos físicos.

"Aprovechamiento" es una abstracción formada por la observación de ciertas conductas infantiles. Estas conductas están asociadas con el dominio o "aprendizaje" de tareas escolares: lectura, problemas aritméticos, dibujos, etc.

Las distintas conductas observadas son unidas y expresadas en una sola palabra: "aprovechamiento". "Inteligencia", "agresividad", "conformidad" y "honestidad", todos son conceptos que se emplean para expresar variedades de la conducta humana.

Un constructo es un concepto. Sin embargo, tiene un sentido adicional, el de haber sido inventado o adoptado de manera deliberada y consciente para un propósito científico especial.

"Inteligencia" es un concepto, una abstracción de la observación de conductas consideradas como supuestamente inteligentes o no inteligentes. Pero como constructo científico, "inteligencia" puede significar más y menos de lo que puede significar como concepto.

VARIABLES

Los científicos llaman vagamente "variables" a los constructos o propiedades que estudian. Sexo, ingresos, educación, clase social, productividad organizacional, movilidad ocupacional, nivel de aspiración, aptitud verbal, ansiedad, religión, preferencia política, desarrollo político (de las naciones), orientación hacia las tareas, antisemitismo, conformidad, memoria de recuerdo, memoria de reconocimiento y aprovechamiento, son ejemplos de variables importantes en sociología, psicología y educación.

Se puede decir que una variable es una propiedad que adquiere distintos valores. Diciendo esto en forma redundante, una variable es algo que varía. Aun cuando esta forma de hablar proporciona una noción intuitiva de lo que son las variables, es necesaria una definición más general y aún más precisa.

Una variable es un símbolo al cual se le asigna numerales o valores.

Por ejemplo, X es una variable: es un símbolo con valores numerales asignados. La variable X puede tomar cualquier conjunto de valores justificables: por ejemplo las calificaciones en una prueba de inteligencia o en una escala de actitud.

DEFINICIONES CONSTITUTIVAS Y OPERACIONALES DE LOS CONSTRUCTOS Y LAS VARIABLES

Una definición constitutiva define un constructo por medio de otros constructos. Por ejemplo, se define "peso" diciendo que es la "pesadez" de los objetos. O puede definirse "ansiedad" como un "miedo subjetivo". En ambos casos se ha sustituido un concepto por otro.

Una definición operacional proporciona el significado a un constructo o a una variable especificando las actividades u operaciones necesarias para medirlo. De modo alternativo, la definición operacional es una especificación de las actividades del investigador para medir o manipular una variable. Dicha definición es como un tipo manual de instrucciones para el investigador.

En efecto, le dice "haz tal cual cosa en ésta y ésta forma". En pocas palabras, define o da sentido a una variable diciéndole palabra por palabra al investigador lo que debe hacer para medir el constructo.

En general, existen dos tipos de definiciones operacionales: (1) de medida y (2) experimental.

Una definición de medida describe cómo una variable será medida. Por ejemplo, el rendimiento puede ser definido por medio de una prueba estandarizada de rendimiento, por una prueba de rendimiento hecha por el maestro o por las calificaciones del curso.

Una definición operacional experimental explica los detalles (operacionales) de las manipulaciones de un experimentador con una variable. El reforzamiento puede ser definido operacionalmente dando los detalles de cómo

los sujetos deben ser reforzados (recompensados) y no reforzados (no recompensados) por un comportamiento específico.

Aunque son indispensables, las definiciones operacionales dan sólo significados limitados de los constructos. Ninguna definición operacional puede expresar una variable en su totalidad. Por ejemplo, no hay una definición operacional que pueda expresar los ricos y diversos aspectos del prejuicio humano. Esto quiere decir que las variables medidas por los científicos son siempre limitadas y específicas en significado. La "creatividad" estudiada por los psicólogos no es aquella a la que se refieren los artistas, aun cuando habrá supuesto elementos comunes.