

## El Método Científico como Proceso Sistémico: de la Inducción - Deducción a su Representación

Dr. Albino Rodríguez-Díaz<sup>1</sup>

**Resumen:** Las ideas y palabras son imágenes, son representaciones mentales. Cuando alguien escucha “flor” o “método científico” tendrá en su imaginación diferentes representaciones. Sin embargo, serán tan diferentes como cuantas personas se las representen. En este artículo vamos a dialogar qué se entiende por Método Científico, su identidad y sus representaciones. Haremos un viaje en el tiempo sobre cómo se construyó esta prodigiosa creación del ser humano y cómo se fue articulando desde diferentes “puntos de vista” de Bacon – Descartes y Durkheim – Popper, quienes trataron de darle un enfoque particular desde la inducción y la deducción. El debate histórico sobre cómo se construye el conocimiento, ha permitido el desarrollo de las ciencias naturales y sociales en beneficio de la humanidad. Intentaremos responder a las preguntas ¿Existe UN Método Científico? ¿Es un proceso lineal o sistémico? ¿Desde qué perspectivas se debe abordar la investigación de un asunto? ¿Qué implicaciones éticas conlleva la investigación científica?

**Palabras clave:** Método, Científico, Sistémico, Inducción, Deducción.

### Introducción

Las respuestas a ¿cómo se crea el conocimiento? siempre han sido un móvil fructífero en la historia del hombre. Para ello ha cuestionado el valor de la experiencia y del raciocinio. Ha inventado conceptos tales como Filosofía, (interés por la esencia del razonamiento y de las cosas); la Retórica, (el arte de hablar y escribir para persuadir y convencer); la Dialéctica (capacidad de razonar y argumentar, tratando de descubrir la verdad enfrentando razonamientos contrarios entre sí) y la Mayéutica, (la forma de cuestionar a otro para que reflexione y encuentre la verdad por sí mismo) y más recientemente la Epistemología, o la forma y métodos mediante los cuales adquirimos el conocimiento. Desde Aristóteles se conoce la utilidad de la inducción y la deducción para formular conocimiento y por ende el desarrollo evolutivo de las ciencias. Bacon afirma que son hijas del tiempo, por lo que cambian y llegan a ser reformuladas una y otra vez. La evolución del conocimiento es la fuente que las articula y renueva a partir de la experiencia, del raciocinio y del pensamiento reflexivo.

En el mismo sentido, el hombre aspira a develar el origen de su existencia. Desea saber las consecuencias de su conducta con los demás, de sus interacciones individuales y colectivas, así como los efectos de su relación con los fenómenos naturales. Para ello tiene al Método Científico. A partir de sus resultados, transforma el conocimiento en aplicaciones útiles en tecnología para cimentar su desarrollo, en lo social y económico. Baste recordar la forma en que Einstein descubrió el efecto foto eléctrico en 1905 y su aplicación actual de los electrones en un inversor, para transformar la corriente directa a corriente alterna en los paneles solares; la evolución tecnológica de las primeras radiografías a base de Rayos X, hasta la tomografía computarizada por emisión de positrones, y el desarrollo de la geolocalización militar en cohetes teledirigidos, que da origen al Sistema de Geolocalización Global en los celulares. Auguste Comte dejó en claro que el objetivo de la investigación científica, era orden y progreso (Comte, 1844).

Paralelamente, también se avanzó en la forma en que comunicamos el desarrollo científico a través de representaciones, de símbolos y modelos matemáticos que dan origen a leyes y teorías. Pero ¿qué son las representaciones y cómo se comunican? Pensemos en lo siguiente: A los sujetos y sustantivos se les describe por la representación que se tiene de ellos, por su identidad y por los atributos propios que les pertenecen. También por la relación que tienen con otros elementos de la oración, el verbo y el predicado. Algunos sustantivos provienen de verbos activos. Investigar da origen a la investigación. Otros sustantivos se convierten a su vez en sustantivos o adjetivos, tal es el caso de *Ciencia*. Da origen *al científico(a)*, para denotar individuos que se dedican a la investigación, o para adjetivar cualidades en donde *la investigación* se sujeta a principios y métodos rigurosos, para hacer posible que la investigación sea calificada como *científica*. Las palabras e ideas son parte de la comunicación humana, porque le permite al hombre crear conocimiento y estudiar al aprendizaje como una teoría científica importante. El conocimiento de cómo se construye el conocimiento, es un sistema, como lo es el método científico.

Todas las palabras, como experiencia y el uso de la razón, generan representaciones mentales tan diferentes y tan generales, como personas las escuchen. Las representaciones de esas experiencias y/o razonamiento, están pautadas con el significado. Además, las palabras hacen uso de la experiencia más inmediata de los individuos, para representar

<sup>1</sup> El Dr. Albino Rodríguez-Díaz es profesor del Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, México, [arodriguez@tepic.tecnm.mx](mailto:arodriguez@tepic.tecnm.mx)

en ellos una imagen mental. Por ejemplo, si escuchamos o leemos la palabra abducción ¿cuántos de ustedes tuvieron alguna imagen que se corresponde con la ciencia ficción de que extraterrestes “secuestran” o toman a un ser humano y se lo llevan en su platillo volador? O ¿quiénes, si son profesionales de la medicina, la anatomía o el deporte, se imaginaron a un órgano o miembro del cuerpo humano que está desviado de un plano simétrico? O ¿cuántos de ustedes, que tienen experiencia con la Lógica, se imaginaron que al escuchar la palabra abducción, se establece la relación entre la premisa mayor, con mayor evidencia y la premisa menor, con menos evidencia? También es muy probable que esta palabreja no genere ninguna representación, que equivale a decir que no tiene significado. Lo mismo sucede si escuchamos método científico o inferencia. ¿Tuvieron alguna imagen mental sobre inferencia inductiva, deductiva o abductiva?

Con lo anterior, deseo mencionar que la experiencia está ligada al contexto y a nuestras creencias. Al comunicarnos, no sólo usamos la Sintaxis, que es el orden y estructura del lenguaje; inconscientemente también hacemos uso de la Semántica, que hace referencia al significado. Por ello, es importante estar conscientes que también debemos usar la Pragmática, ya que refiere al *significado con base al contexto y a la conducta*. En Espíritu y Naturaleza (Bateson, 2002) afirma que “desprovistas de contexto, las palabras y acciones carecen de todo significado”. Esto es válido para toda comunicación, ya sean palabras, ideas, sentimiento y procesos, tal como contraste de hipótesis o significación estadística. Es el contexto y la conducta lo que fija y determina el significado, sin contexto no es posible la comunicación. No hay representación.

En este escrito se intenta especificar qué se entiende por Método Científico, su identidad y sus representaciones. Sabemos que las ideas y palabras generan imágenes mentales. Aquí se adopta la tesis de que la idea de Método Científico es un modelo de investigación sistémico, con representaciones diversas y no un proceso lineal, pero sí probabilístico y determinístico. La ciencia por mucho tiempo se ocupó de las relaciones lineales, hasta que Weiner y Bateson nos hicieron conscientes que existe la Cibernética, ciencia de la comunicación y el control en un sistema y donde está presente el crecimiento y cambio. Sus colaboradores, encabezados por Watzlawick afinaron el concepto de retroalimentación como “una cadena en la que el hecho *a* afecta al hecho *b*, y *b* afecta luego a *c* y *c* a su vez trae consigo a *d*, etc. Sin embargo, si *d* lleva nuevamente a *a*, el sistema es circular y funciona de modo totalmente distinto” (Watzlawick et al., 1991).

En adelante, haremos un viaje en el tiempo sobre cómo se construyó el método científico, una prodigiosa herramienta del ser humano y cómo se fue articulando desde diferentes “puntos de vista” de varios filósofos – investigadores. Tomaremos como referencia a pensadores como Bacon – Descartes, Durkheim – Popper – y Dirac, quienes trataron de darle un enfoque particular mediante la inducción o la deducción, de acuerdo a sus propias concepciones y creencias, conforme a sus estudios y reflexiones de las obras de antiguos filósofos; en acuerdo con las contribuciones de colaboradores cercanos o incluso de los intentos de negar como válidas las posturas filosóficas y epistémicas de otros personajes. A partir de lo anterior, nos preguntamos ¿existe UN Método Científico? ¿Por qué no es un proceso lineal sino más bien circular, con retroalimentación? ¿Desde qué perspectivas se debe abordar la investigación de un asunto? ¿Qué implicaciones éticas conlleva la investigación científica?

Con base a lo anterior, afirmo que no existe UN método científico, sino varios y con muchas representaciones. De igual manera, desde mi experiencia en la enseñanza de la Metodología la Investigación, Estadística y Diseño de Experimentos, así como la administración del proceso educativo, planteo un modelo de método de investigación sistémico, circular y con posibilidades de retroalimentación. Es decir, podemos utilizar un método científico desde la perspectiva del significado acerca de la inducción; otro desde las premisas de la deducción para comprender y explicar el conocimiento. Un tercer método científico utilizado en el Derecho y otras disciplinas de interés, como la actividad del detective o la comunicación humana como sistema, hacen uso del análisis del asombro, de la imaginación y la intuición. En estos casos, la inferencia abductiva es el eje rector para explorar y probar anticipadamente las hipótesis, para luego comprender y explicar los eventos estudiados. Incluso (Bricmont, 2015) responde a la pregunta: ¿Por qué no existe un método científico y eso no supone un problema?, al exponer que no es posible asegurar con “alto grado de certeza” que exista reproducibilidad o repetitibilidad, que las conclusiones de un experimento o de una observación, muchas veces generan controversia o son contrarias al sentido común, pero siempre a la espera de la comprobación, (como en su tiempo la afirmación de la relatividad del tiempo, de la existencia de los positrones y la antimateria). El autor señala que el concepto de verificación, inherente también al método científico, no queda suficientemente claro, porque “¿cómo se verifican las afirmaciones acerca del pasado o de los objetos lejanos como planetas o estrellas?” Lo que es racional en ciencia depende mucho del contexto. Entendido así, no basta con especificar la identidad de

elementos o procesos al método científico, sino su objetivo final: determinar y diferenciar lo que es ciencia de lo que no es.

### Desarrollo

Se acepta por muchos que al aplicar el método científico para resolver un problema de investigación, se deben ejecutar, en general, las siguientes etapas: Observación Reflexiva, Preguntas de Investigación, Marco Teórico – Hipótesis, Diseño de Experimentos, Análisis de Resultados y Conclusiones. Algunos otros separan el Marco Teórico de la Hipótesis o insertan el contraste de hipótesis dentro del diseño experimental. El modelo de Método Científico, circular, sistémico que aquí se desarrolla contempla estos elementos o etapas. No vamos a describir aquí en detalle cada uno de estas etapas que, como indica la definición general de método, representan un camino para que resolvamos problemas. Sólo mencionaremos características útiles de la *Observación* de la realidad y el *Diseño de Experimental*, porque son el inicio de círculos virtuosos en donde la retroalimentación enriquecen la investigación.

Sé y sabemos, supongo, que hablar de realidad también genera controversia. Desde los inicios de la Teoría Cuántica en 1900, para sus creadores no existen hechos objetivos absolutos. Sí existen en la experiencia concreta, como la realidad percibida con los sentidos, como es el caso de lanzar una piedra. Todo observador “verá” que irremediablemente cae; pero a nivel cuántico las reglas que rigen la realidad que vivimos, ya no son consistentes. Tiempo después, Watzlawick se pregunta ¿es real la realidad? Afirma en su libro del mismo nombre que las ciencias sociales dependen de las relaciones humanas, y que en ellas tampoco existen verdades absolutas porque éstas dependen de las diferentes culturas (Watzlawick, 1979). Por ello, la observación de la realidad, (y el análisis de los comportamientos y actitudes), la concebimos y acomodamos de manera general como una creencia de que existe un mundo exterior que es una realidad y que está tan arraigada a nuestros sentidos, al mundo que observamos y a nuestra experiencia, que no es necesario justificarla. Sin embargo, desde Platón, René Descartes, Immanuel Kant y otros, han tenido un punto de vista común: la de encontrar una justificación racional para afirmar con total seguridad que la realidad existe, que puede ser conocida y que es fundamentalmente similar a lo que percibimos. Esto es una convención histórica aceptada por pensadores e investigadores.

Así, en el método científico y en el desarrollo de la metodología de la investigación que inicia con la *Observación Reflexiva*, la vamos a describir como proceso, pero no como un camino lineal, sino circular, con el *Problema de Investigación* en su centro, interactuando y relacionándose con cada una de sus etapas, en diversas direcciones y con posibilidad de retroalimentación, pues consideramos al método científico como sistema. Esto significa que su metodología es un proceso holístico, de totalidades. En un sistema, cualquier punto o etapa, es un principio, y también un final que nos lleva a comprender o explicarnos un fenómeno, es decir, a construir el conocimiento a partir de los resultados. Al afirmar que el Método Científico es sistémico, su **existencia y funciones** se mantienen como UN TODO por la *interacción de los elementos que lo conforman*. Su comportamiento depende de cómo se relacionan sus partes y de la estructura global. Si ésta cambia, se modifica el comportamiento del sistema (Gutiérrez, 2013). Los sistemas tienen características y propiedades. Dos de ellas que es necesario resaltar porque están relacionadas con el método científico, son

**Informatividad** - Se refiere a que es probabilístico: Es predecible mediante aproximaciones. Existen posibilidades de error, por lo que es difícil determinar con absoluta precisión su comportamiento. También, en ciertas condiciones es determinístico, como sistema predecible. La relación de sus elementos permite determinar cómo actuará el sistema en su quehacer y consecución de su objetivo. El margen de error probabilístico tiende a ser mínimo.

**Equifinalidad** - Se refiere al hecho de que, como sistema, a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos, un proceso llega a un mismo estado final. Bertalanffy, pionero de los sistemas, afirma que “puede alcanzarse el mismo estado final, la misma meta, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en los procesos...” Pero los sistemas requieren control científico, ya sea en los ecosistemas, en las organizaciones formales, como las de salud o educativas, o los centros de investigación, y esto se los da el método científico. En el libro sobre Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1976) se lee “sin importar hasta dónde sea posible la comprensión científica, (en contraste con la admisión de la irracionalidad de los acontecimientos culturales e históricos), y en qué grado sea factible, o aún deseable el control científico, es indiscutible que son en verdad problemas de sistemas, o sea, problemas de interrelaciones entre gran número de variables”.

Aunque considero a Aristóteles como el primer investigador que se preguntó cómo aprendemos y construimos el conocimiento, no iniciamos con él este viaje para descubrir la evolución histórica del método científico. Sabemos que desde sus textos Primeros y Segundos Analíticos, tuvo a la Lógica como su área de investigación. En estas obras le

debemos cómo usamos la inducción y especialmente la deducción. En la historia del desarrollo y aplicación del Método Científico, aún prevalece esta polémica dicotómica de la inferencia inductiva – deductiva, dejando de lado un tercer tipo de inferencia, derivada de la abducción (Si se desea conocer más sobre la inferencia abductiva, se puede consultar la obra de Charles S. Pierce: Lección VII: Pragmatismo y abducción (1903). La revisión histórica de esta dicotomía y los aportes de grandes personajes la empezamos con

### *Francis Bacon*

Para efectos de este trabajo, la evolución histórica del Método Científico la describimos a partir de Francis Bacon y René Descartes. El primero a favor de la inducción y el segundo oponiéndole la deducción. Conforme se desarrollen sus pensamientos, añadiremos comentarios de filósofos contemporáneos a ellos, quienes también aportan su pensamiento sobre cómo se construye el conocimiento. Según el primero, en sus preceptos para la Interpretación de la Naturaleza, los divide en dos clases: en el primero nos describe y enseña a inducir y a hacer salir de la experiencia de hechos particulares, las leyes generales; los segundos a derivar de las leyes generales nuevas experiencias (Bacon, 1620). Lo anterior es una clara referencia a que este filósofo privilegió el inductismo. Efectivamente, para él, el método científico se basa exclusivamente en un proceso inductivo derivado de observaciones precisas de la naturaleza. Su método consta de tres pasos fundamentales:

1. Observar los procesos naturales, que genera experiencia
2. Aplicar el método inductivo para crear nuevas teorías sobre el conocimiento humano
3. Plantear experimentos que pongan a prueba esa teoría

Bacon utiliza el método para conocer y hacer ciencia basado en la inducción, proceso de razonamiento en donde se parte de casos particulares para llegar al descubrimiento de la leyes universales y explicar así la generalidad de los fenómenos naturales. En su método compara, interpreta, se plantea una primera hipótesis y luego se experimenta y así sucesivamente, hasta que se generan teorías universales. Para ello impone la experiencia y la interpretación que damos a la realidad, por contrario a la función del raciocinio. De su método se resume que la experiencia es la observación y la experimentación. Al acotar la importancia de la razón, considera a la experiencia la suma de la percepción de los objetos sensibles, las cosas, y las operaciones internas de la mente, como son las propias sensaciones y emociones derivadas de esos objetos, por lo que considera que la mente no posee contenido alguno, sino que es una “tabla rasa”, un receptáculo que debe “llenarse” con la experiencia y el aprendizaje. De ahí que su límite es la naturaleza percibida.

Entonces, su método inductivo parte de que todo lo que podemos conocer proviene de los sentidos, que nos producen experiencias día a día. Por eso se le conoce como el padre del *Empirismo* y en la actualidad, junto a Descartes, se les considera como los creadores del Método Científico. Sin embargo, tienen ideas conceptuales contrapuestas y dan origen al enfrentamiento del *Empirismo* versus el *Racionalismo*, que aún es una controversia histórica y se repite en la actualidad. No obstante, Bacon también afirma que la ciencia es falible y que se debe aspirar a mejorarla siempre, para que tenga aplicación útil. A través del método inductivo critica a Aristóteles al afirmar que sus métodos no ayudan al progreso, que las afirmaciones del sabio griego sólo son útiles en la retórica, porque sus silogismos no aportan al conocimiento, aunque sí son útiles para evitar errores en el raciocinio, así como para evitar prejuicios que se deben combatir. Bacon afirma en su filosofía que un tipo de razonamiento que no provee utilidad, no hay generación y aplicación del conocimiento.

Son muchas ideas importantes las que nos dejó este filósofo y científico inglés en torno a sus aportaciones sobre la construcción histórica del Método Científico. La primera de ellas es su concepción sobre los *Experimentos crucis*. En su libro *Novum Organum (1620)*, argumenta que cuando se tienen dos teorías que abordan un mismo tema, pero desde explicaciones, conceptos o modelos matemáticos diferentes para explicar el mismo fenómeno, concluye que las dos no pueden ser verdad al mismo tiempo: si una teoría es verdad, necesariamente la otra es falsa, pero antes, es necesario confrontarlas (o según él, cruzarlas en las evidencias) desde todos los medios, inclusive la experimentación. La segunda gran aportación de este filósofo inglés es su idea de que se deben vencer los prejuicios arraigados en el hombre, tanto para interpretar la naturaleza de las cosas, como para su relación con otros. Los considera un lastre que no le ayuda a la superación del intelecto, no contribuye a construir una ciencia sólida y genera falsas creencias que divide a la sociedad. Sobre el intelecto humano, nos dejó en su *Novum Organum* lo que se debe evitar para emitir conclusiones que faltan a la verdad:

*El intelecto humano, cuando se complace en una cosa, (ya porque sea generalmente admitida y creída, o porque cause deleite) obliga a todas las otras cosas a ser confirmadas y estar de acuerdo con ella; y por más grande que sea la fuerza y el número de pruebas en contrario, o bien no las observa, o las desprecia, o las quita de en medio y las rechaza valiéndose de un distingo cualquiera y ello no sin grande y pernicioso prejuicio con tal que sus primeras conclusiones permanezcan invioladas.*

*Novum Organum I, 49.*

Conforme a sus escritos, Bacon sabía que estamos limitados por los sentidos para percibir la grandiosidad de la naturaleza y que estamos predispuestos a asumir aquello que creemos que es verdad, así que propone instrumentos llamados **ídolos**, para permitir el avance de la ciencia sin estos lastres que impiden su evolución y crecimiento. Los denomina:

- **Ídolos de la tribu.** Derivados de los sentidos y de la razón, digamos atribuidos al género humano: aceptar falsos razonamientos; no cuestionar ideas antiguas, por considerarlas como “naturales”, por ser hábitos o costumbres. A través de la historia se afirma que los sentidos y creencias son fuente de error, porque a partir de ellos el individuo trata de ajustar nuestro entendimiento a la realidad percibida;
- **Ídolos de la caverna.** En cierto modo hace referencia a Platón, precisamente a su famosa metáfora de la Caverna. Cada individuo tiene su propia caverna y esta le conduce a errores personales también derivados de la percepción y de la experiencia personal; afirma que se tienen por su origen, por su formación y por la personalidad, que generan las creencias;
- **Ídolos del foro.** Emanan del carácter social del ser humano principalmente, por el lenguaje (propiedad extensiva del lenguaje) y que también genera error por la interpretación de cada individuo, que suele ser diferente también por la cultura, por las creencias;
- **Ídolos del teatro.** Proviene de ideologías previas, temas filosóficos de la tradición, o clasificación de la ciencia en paradigmas que tienden a ser estáticas y que se defiende su permanencia por la tradición.

Tanto la idea de que la ciencia es falible, como el hecho de confrontar teorías, a través del contraste de hipótesis, son conceptos que tiempo después tomará Karl Popper para desarrollar el método hipotético – deductivo, con el cual 300 años más tarde afirmará que el desarrollo de la ciencia no es mediante la inducción.

Finalmente, Bacon adelanta la idea de paradigma, con la que Tomas Khun describirá el conjunto de valores y esquemas cognitivos para hacer ciencia, contrarios al Positivismo Lógico y al Racionalismo Crítico. Francis Bacon nos invita a que nos adentremos con pasión a develar misterios porque tenemos los medios para ello, teniendo en cuenta nuestras limitaciones en torno a la realidad percibida y nuestras creencias.

*La comprensión humana una vez que ha adoptado una opinión, atrae a todas las demás cosas para apoyarla, y estar de acuerdo con ella... Si queremos lograr cosas nunca antes logradas, debemos emplear métodos que nunca antes se han intentado.*

#### *René Descartes*

Para René Descartes, siendo matemático antes que físico o filósofo, el análisis matemático es en sí mismo una forma de invención, de descubrimiento y por ende, la vía más importante para generar conocimiento. Se le conoce como el padre del **Racionalismo** y la Geometría Analítica. El Discurso del Método es su intento por comunicar y unir la ciencia con la filosofía, para legitimar precisamente la primera. Sus precursores matemáticos son Copérnico, Galileo y Kepler y junto a ellos construye la Revolución Científica que aún hoy sigue consolidándose. En el **Racionalismo**, junto con Spinoza y Leibniz, parte de que todo conocimiento debe someterse al juicio de la reflexión, a través del uso de la razón humana, como base del conocimiento. Juntos se oponen a la tendencia que había en su época de buscar respuestas, finalmente no en Dios, o en ideas absolutas, sino en la razón. Es decir, trabajaron incansablemente para separar la razón de la fe.

Mantuvo una postura contraria a la afirmación de Bacon y de los empiristas como Hume, Locke y Berkeley en el sentido de que el origen del conocimiento proviene de la experiencia, porque ésta se basa en los sentidos, que nos engañan y mienten con frecuencia. Con evidencias, refutó al empirismo inglés que nuestra capacidad perceptiva es fuente de engaños y por lo tanto, es proclive a inducir errores en la obtención de datos. Esto no permite que la reflexión

sea objetiva para presentar resultados y conclusiones creíbles. Sus famosas máximas en el *Discurso del Método* no sólo indican cómo debe construirse el conocimiento, también es una forma de pensar y actuar, para legitimar la ciencia. Las siguientes máximas son el origen de su pensamiento racional, como base del Método Científico:

1. **Seguir las leyes o costumbres de mi país.** Privilegiar las ideas de los más sensatos. Ser en mis acciones lo más firme y resuelto que pudiera y seguir tan constante en las más dudosas opiniones, una vez determinado a ellas, como si fuesen segurísimas: caminar lo más derecho en busca de un sitio fijo. Y aunque no encontremos más probabilidad en unas cosas que en otras, tenemos, no obstante, qué decidimos por alguna y considerarla después, no ya como dudosas, en cuanto que se refieran a la práctica, sino como muy verdaderas y muy ciertas, porque la razón nos ha determinado que lo son.
2. **Procurar siempre vencerme a mí mismo antes que a la fortuna.** Y alterar mis deseos antes que el orden del mundo, y generalmente acostumbrarme a creer que nada hay que esté enteramente en nuestro poder, sino nuestros propios pensamientos.
3. **Si se quiere resolver un problema, hay que considerarlo primero como resuelto** y poner nombres a todas las líneas que parecen necesarias para construirlo, tanto a las conocidas como a las desconocidas. Luego, sin hacer ninguna diferencia entre las conocidas y las desconocidas, se recorrerá la dificultad, según el orden que muestre, con más naturalidad, la dependencia mutua de unas y otras.
4. **Practicar el método prescrito conforme a los puntos anteriores,** sacando conclusiones válidas (Descartes, 1637).

La filosofía de Descartes incluye partes del Idealismo de Kant, quien afirma en su *Crítica a la Razón Pura* de 1787 que el sujeto es la fuente del conocimiento, “No hay objeto sin sujeto”. Así, ahora sabemos lo que quería comunicar: que el mundo exterior no existe fuera de la conciencia e independiente de ella, porque nuestra capacidad de razonar nos permite transformar las cosas en ideas. En la concepción del proceso de investigación, Descartes sienta las bases filosóficas más generales del pensamiento inductivo – deductivo. Sabía que Bacon consideraba el proceso inductivo de un fenómeno con el estudio de particularidades, intuiciones acerca de situaciones específicas, hasta llegar a una generalización del fenómeno que se quería conocer, comprender y explicar. A la inversa, Descartes planteó a la deducción como la vía del pensamiento racional para inferir consecuencias desde lo general o de una suposición universal.

Argumenta consistentemente en su *Discurso del Método* que la deducción, como proceso racional, no está relacionada con la experiencia, por lo tanto, aunque por sí misma la deducción no amplía el conocimiento en el estudio de los fenómenos naturales, sí requiere contrastar las situaciones empíricas de sus leyes: sí sirve para esclarecer o dilucidar los conocimientos resultantes de la experiencia empírica. Entonces podemos afirmar que inducción y deducción son procesos complementarios, son un círculo que origina el pensamiento humano. A partir del estudio y comprobación del comportamiento de situaciones particulares, se puede generar una ley y luego una teoría por medio de la inducción; a la inversa, desde la deducción y a partir de una ley o teoría general, podemos determinar qué casos particulares deberían darse en determinadas circunstancias en acuerdo con esa teoría, lo que facilita su puesta a prueba y verificación. Como se observa, la hipótesis, su contraste o refutación es lo que une a este proceso circular de inducción – deducción del pensamiento humano, para enriquecer a la ciencia mediante la perfección de teorías (“No puede haber mejor destino para una... teoría que el de señalar el camino hacia otra teoría más vasta, dentro de la cual viva la primera como caso límite”. Albert Einstein, citado por Popper en *Conjeturas y Refutaciones*). En apoyo a lo anterior, más adelante presentamos una adaptación personal al modelo de método científico propuesto por Walter Wallace para aplicarse en los estudios sociales, conocido como la “Rueda de Wallace”.

René Descartes establece cuatro principios para su Método Cartesiano, como parte de su famosa frase *Cogito, ergo sum*, “pienso, luego soy” como un camino para disipar dudas y encontrar la verdad. Acorde a la definición de método, para Descartes las etapas de este camino para alcanzar el fin, son

1. **Principio de evidencia.** Se basa en no aceptar como verdadero algo que pueda ser falso. Es la duda, y es deber del investigador considerar una idea como provisionalmente falsa, hasta encontrar evidencia de lo contrario. Afirma “...No comprender en mis juicios nada más que lo que se presentara tan clara y distintamente a mi espíritu, que no tuviese ocasión alguna para ponerlo en duda”
2. **Análisis.** Al plantear un problema, realizar su análisis y establecer las relaciones de sus componentes. ¿En

cuántas partes hay que dividir el problema? Da la respuesta, "...Dividir cada una de las dificultades que examinarse, en tantas partes como fuera posible y como (se) requiriese para resolverla mejor."

3. **Síntesis.** En esta parte del método, se trata de juntar aquello que tiene relaciones entre sí. "... Conducir por orden mis pensamientos comenzando por los objetos más simples y más fáciles de conocer para ascender poco a poco, como por grados hasta el conocimiento de los más compuestos. Es su propia definición del pensamiento inductivo
4. **Comprobación.** Realizar en todo unos recuentos tan complejos y unas revisiones generales que no pudiese estar seguro de no omitir nada. Es la evaluación del error y su tendencia a evitarlo. (Descartes, 1637)

Contrario a Bacon, para Descartes la evidencia no depende de la experiencia, sino de la intuición, que sólo es posible en un acto mental del raciocinio sobre las causas y los efectos, pero concuerda con Bacon que el conocimiento útil es necesario para el crecimiento de la humanidad. Estos pensadores dieron origen a la postura dicotómica para la conformación de la estructura actual del Método Científico, especialmente en las ciencias naturales: o la orientación de la investigación adopta el Método Inductivo, o el Método Deductivo. Siglos más tarde, Karl Popper trabajará en esta idea única y radical: la generación de conocimiento sólo es por la vía de la deducción. En la lectura del Discurso del Método podemos encontrar que Descartes sintetiza su método de la siguiente manera, reflexionando que es una vía para mejorar la vida humana.

*Así pues, entiendo por método reglas ciertas y fáciles, mediante las cuales el que las observe exactamente, no tomará nunca nada falso por verdadero y, no empleando inútilmente ningún esfuerzo de la mente, sino aumentando siempre gradualmente su ciencia, llegará al conocimiento verdadero de todo aquello que es capaz... pues no determinándose nuestra voluntad a seguir o a evitar cosa alguna, sino porque nuestro entendimiento se la representa, como cosa buena o mala, basta juzgar bien para obrar bien (Descartes, 1637, p. 55)*

#### *Emilé Durkheim*

¿Pero qué hay de las ciencias sociales y el método científico? En las ciencias naturales, valga la redundancia, la observación se ocupa de los objetos percibidos y su relación entre ellos, para descubrir y explicar el funcionamiento del mundo; en las ciencias sociales, el observador se ocupa de la conducta humana. De acuerdo con (Watzlawick et al., 1991) el observador no sólo debe estudiar la conducta, sino también ser capaz de descubrir las manifestaciones observables de la relación que hay en los grupos, en las familias, en las sociedades. Es aquí donde cobra especial relevancia el modelo que se presenta en este artículo para el método científico, desde una postura sistémica.

Partiendo de las reglas del Positivismo de Augusto Comte, *Émile Durkheim* consideró al Método Científico como el único medio para dar la categoría de científico a los resultados de investigación en las ciencias sociales, pero también afirmando que sus resultados dependen del tiempo. Durkheim afirma, "en lo tocante a la cuestión de los métodos, nunca pueden hacerse más que a modo provisional, pues los métodos cambian a medida que avanza la ciencia", (Durkheim, 1895). Para describir la metodología de las ciencias sociales, parte de que los hechos sociales se desarrollan en las instituciones sociales (Estado, Familia, Educación, Derecho a la Propiedad, Responsabilidad, etc.), donde se cumple que es más importante la conciencia social que la conciencia individual, porque el todo es más importante que la suma de las partes (doctrina holística). Hace especial énfasis en diferenciar entre la Psicología y la Sociología, porque a través de la psiquis individual, como entes aislados, no se puede explicar la interacción colectiva. Así las cosas, la definición de Sociología para Durkheim, "es la ciencia de las instituciones, su génesis y su funcionamiento; por institución se concibe a todas las creencias y todos los modos de conducta instituidos por la comunidad", (Durkheim, 1895, p. 31).

En cuanto a la concepción de "hecho social", refiere que es todo lo que se produce en y por la sociedad, es decir, lo que interesa y afecta al grupo de alguna manera, es la forma de ejercer sobre el individuo una coacción exterior. Hace la precisión de que no se afirma que los hechos sociales son cosas materiales, sino que son cosas (La conceptualización de "cosa" es la siguiente: La primera definición que menciona el diccionario de la Real Academia alude a aquello que tiene entidad, sin importar si se trata de algo artificial, natural, abstracto o concreto. Por lo general, de todos modos, la idea de **cosa** alude a algo inanimado, carente de vida. Cosa es la palabra con que se designa todo aquello que existe o tiene entidad ya sea material o inmaterial, real o imaginario, concreto o abstracto (objetos, seres vivos, pensamientos, sensaciones, emociones, acciones, sucesos, etc.), y que puede ser concebido como una unidad

independiente de otra; a menudo se usa en sustitución de una palabra que no se quiere decir o no se conoce), como las cosas materiales. Como todo científico, define los conceptos importantes de su teoría; en este sentido, concibe a la coacción desde el supuesto de que “todo medio físico ejerce una coacción sobre los seres que sufren su acción, puesto que en cierta medida están obligados a adaptarse a él” (Durkheim, 1895, p. 29). Las reglas del método de Durkheim son:

- a) Al estudiar los hechos sociales hay que considerarlos como cosas;
- b) Definir la cosa en términos de sus propiedades sensoriales; las características deben ser recogidas de la manera más objetiva posible y
- c) Alejar sistemáticamente todas las preconociones.

Ahora conocemos preconociones como juicios personales y creencias, que no ayudan a crecer el conocimiento científico porque hacemos prejuicios a priori, antes de estudiar el fenómeno. En la actualidad, en la metodología de la investigación es una convención decir que cuando se estudia una “cosa”, decimos que el “objeto de estudio” es... y de ahí su definición conceptual. Desde el punto de vista de Durkheim, la sociología se estudia desde hechos sociales en la instituciones. Cuando se estudian los hechos sociales, el investigador social debe tener conciencia de que con ellos se hace ciencia, porque son necesariamente incógnitas, cosas ignoradas que se deben comprender y explicar. Tratar como cosas a los hechos no es, pues, sólo clasificarlos en tal o cual categoría de lo real; es mantener frente a ellos una actitud mental determinada; es abordar su estudio partiendo del principio de que, a priori, ignoramos por completo lo que son, y que no podemos descubrir sus propiedades o características, como tampoco las causas desconocidas de las que dependen, ni siquiera valiéndose de la introspección más atenta.

Toda la serie de argumentaciones de Durkheim, tendiente a dotar del calificativo científico a los aportes de la sociología para entender a los individuos y grupos en las instituciones sociales, lo resume en una parte del prólogo de su libro, *Las reglas del método sociológico*:

*“...Nuestro objetivo principal es extender a la conducta humana el racionalismo científico, haciendo ver que tal como se la consideró en el pasado, es reducible a relaciones de causa – efecto que una operación no menos racional puede luego transformar en reglas de acción para el futuro. Lo que han llamado nuestro positivismo es sólo una consecuencia de este racionalismo” (Durkheim, 1895)*

#### *Karl Popper*

La historia registra que casi 300 años después, el filósofo alemán **Karl R. Popper** retoma la idea de Bacon en el sentido que el conocimiento es falible, es decir, que nunca podemos conocer completamente porque la ciencia no es dogmática, es hija del tiempo. En su obra clásica, *La Lógica de la Investigación Científica* de 1935, Popper sienta las bases definitivas del método científico basado en la deducción, al que denomina Método Hipotético – Deductivo, el cual predomina en la ciencia moderna actual. Una de las ideas importantes es su aportación en el terreno del planteamiento de hipótesis, porque para él lo importante no es la verificación de la teoría, sino la corroboración de ella. Veámoslo de otra manera. El conocimiento no necesariamente se crea sólo mediante la observación, requiere también de un objeto de estudio asociado a un problema en el que estamos interesados; cuando la evidencia de los casos particulares asociados al problema de estudio van en contra de lo que se conoce hasta el momento y de la teoría que lo sustenta, surge la necesidad de proponer nuevas soluciones basadas en hipótesis que deben ser refutadas o contrastadas. Así, una buena teoría es aquella que PUEDE ser refutada, porque nos permite mejorarla. Según este proceso, nos lleva a aprender de nuestros errores.

Para Popper, la metodología de la investigación científica no tiene por objeto comprobar la validez de la teoría, sino que sea posible probar que es falsa. Ante la expresión de que se sabe por experiencia, precisa que es claro que todo informe en que se da cuenta de una experiencia, – o de una observación, o del resultado de una experimento – no puede ser un originariamente un enunciado universal, sino sólo un enunciado singular. La verdad de este enunciado singular depende de otros enunciados particulares, lo que equivale a decir que los enunciados universales están basados en inferencias inductivas. También es claro que una inferencia inductiva de enunciados universales se desmorona con la sola presencia de un caso particular que lo contradiga. La aparición de un cisne negro refuta a la afirmación de que todos los cisnes son blancos. En este caso ya no hay ni ley ni teoría universal. El conocimiento no se edifica a base de la inducción.

Al evaluar una teoría mediante la contrastación, Popper exige que debe cumplirse lo siguiente

- Que sea falsable: Deben existir hechos, eventos, casos, observaciones que contradigan la

teoría; es decir, de ser cierta una teoría, tales o cuales casos no deberían existir o encontrarse,

- No debe estar falsada por el momento y
- Su falsabilidad es un criterio de demarcación, que permite diferenciar qué es y qué no es científico. En el Psicoanálisis y en el marxismo, por ejemplo, no hay hechos en la realidad que puedan refutarse, por lo tanto, no pueden considerarse ciencia.

A estos tipos de disciplinas que no cumplen lo anterior, se les denomina pseudo ciencias. El modo de contrastar la teoría consiste en lo siguiente:

*“Una vez presentada a título provisional una nueva idea, aún no justificada en lo absoluto – sea una anticipación, una hipótesis, un sistema teórico, o lo que se quiera – se extraen conclusiones de ella mediante una deducción lógica; estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con objeto de hallar las relaciones lógicas (tales como equivalencia, deductibilidad, compatibilidad, incompatibilidad, etc.) que existan entre ellas (Popper, 1935, p. 32).*

Lo anterior pareciera que es ajeno al investigador, pero no lo es, pues es después de realizar el experimento, al contrastar estadísticamente las hipótesis con los resultados obtenidos y luego del análisis de las conclusiones, se obtiene un enunciado particular, que luego es apoyado por otros obtenidos de otros experimentos. Así es como avanza la ciencia, porque para Popper, la ciencia no busca explicar la verdad, sino tratar de explicar la realidad al cuestionar las teorías que han generado y generan conocimiento.

Para él, el método de contrastar la teoría puede ser a través de cuatro procedimientos. En primer lugar, se encuentra la comparación lógica de las conclusiones unas con otras: con lo cual se somete a contraste la coherencia interna del sistema. Después está el estudio de la forma lógica de la teoría, con objeto de determinar su carácter: si es una teoría empírica – científica o si, por ejemplo, es tautológica (Una tautología común (no en la lógica) se da en las definiciones, como la siguiente: La economía estudia los fenómenos económicos; es decir, una verdad por sí misma que no necesita comprobación). En tercer término tenemos la comparación con otras teorías, que tiene por principal mira la de averiguar si la teoría examinada constituiría un adelanto científico en caso de que sobreviva a las diferentes contrastaciones a que la sometemos. Y finalmente, viene el contrastarla por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella (Popper, 1935, p. 32).

En el prefacio de su libro *La Lógica de la Investigación Científica*, menciona dos tesis que los investigadores, filósofos y epistemólogos siempre deben tener presente

1. Los filósofos son tan libres como cualesquieras otras personas de emplear cualquier método en busca de la verdad. No hay *un método propio de la filosofía*
2. El problema central de la epistemología ha sido siempre, y sigue siéndolo, el aumento del conocimiento. *Y el mejor modo de estudiar el aumento del conocimiento, es estudiar el del conocimiento científico.*

A manera de conclusión sobre este autor y en apoyo a lo anterior, para Popper hay tres grandes acuerdos que la comunidad científica debe acordar para que haya ciencia:

- a) La ciencia es la búsqueda continua de explicaciones
- b) Se toman enunciados universales surgidos de la teoría y no de la experiencia y
- c) Para que un enunciado sea científico, debe ser posible tener una consecuencia deducible y predictiva (Popper, 1935).

Este extraordinario personaje del mundo de la ciencia no sólo se ocupó de cómo se debe estudiar el aumento del conocimiento científico y la apertura que debe tener el investigador, también era un humanista. Aunque rechazó la idea de que aprendemos por la experiencia, tampoco le dio a la razón la totalidad de su pensamiento. En torno a ello dijo que “la razón no es todopoderosa; es una trabajadora tenaz, tanteadora, cauta, crítica, implacable, deseosa de escuchar y discutir”. También desarrolló un trabajo hermoso sobre la libertad y la igualdad. En torno a ésta última, dijo que “la igualdad ante la ley no es un hecho, sino una exigencia política basada en una decisión moral”. En su libro *La Sociedad Abierta y sus Enemigos*, sintetiza el papel de la democracia como institución social, que debe promover el cambio social, evitando el totalitarismo, promoviendo la libertad y la tolerancia.

### *Modelo Sistémico del Método de Investigación*

Si nos atenemos a que la definición de “método” puede ser ambigua, en cambio es un camino que toma diversas direcciones para llegar a un fin, a un objetivo. Es una ruta que se entrecruza o se bifurca, pero siempre nos lleva a respondernos preguntas y generar conocimiento para resolver problemas. En ello, la ciencia es un campo siempre en constante creatividad e innovación. Con base a la experiencia docente, en proyectos de investigación y la administración del proceso educativo, considero que es útil la aplicación del método científico como proceso sistémico, con apertura al aprendizaje también como sistema. Con este modelo sistémico los investigadores tenemos una herramienta, un proceso de investigación científica que nos provee también la manera de mejorar como profesional y como persona para mejorar la sociedad.

El aprendizaje como sistema nos permite generar teorías para aumentar el conocimiento. Anteriormente dijimos que el hombre es un sistema y trabaja con sistemas. El proceso de aprendizaje es un sistema, es un ciclo dinámico (con sus elementos de retroalimentación, de refuerzo o de compensación). El aumento del conocimiento como producto del aprendizaje, es también un sistema, a base de teorías que están relacionadas. Señalamos antes que Popper sentó las bases actuales del método hipotético – deductivo, ampliamente utilizado en la actualidad. Este método toma como punto de partida una teoría, que tiene la finalidad de contrastarla (en términos prácticos, de comprobar si el contraste de hipótesis une los resultados observados en el experimento, con el sustento teórico de inicio).

Arturo Rosenblueth Stearns (doctor en medicina, fue colaborador cercano de Norbert Wiener, considerado el creador de la Ciberética, inspirado en Henry Poincaré escribió un libro sobre el Método Científico. Fue pionero en la investigación de la comunicación neuronal y experto en la sinapsis química) señala en su obra *El Método Científico* cómo se construye una teoría. Dice que avanzamos en el conocimiento a base de abstracciones. Esto es lo mismo que decía Descartes, en torno a la evidencia, el análisis, la síntesis y la comprobación. Abstractar es un proceso mental que nos aísla parcialmente del mundo exterior para describir un objeto o un fenómeno, de acuerdo a sus particularidades, sus propiedades y relaciones que lo caracteriza. En el diseño de un experimento, nos abstraemos al seleccionar variables para medir, en magnitud y dirección, sus relaciones. Rosenblueth afirma que en una investigación, la teoría se construye a base de abstracciones sucesivas: “la formulación de estas relaciones con base a los resultados, es otra abstracción a la que llamamos ley científica. Luego se busca relacionar estas leyes con otras y relacionarlas también con objetos, hechos o eventos, distintos de aquellos a partir de los cuales se inició el estudio. A un sistema de leyes, con relaciones mutuas, lo llamamos una teoría. La teoría es tanto mejor cuanto más general es” (Rosenblueth, 1970). Este científico mexicano le dio fama a México por sus estudios en comunicación neurológica y en cardiología.

Pasemos ahora a describir el modelo sistémico del método de investigación, considerando la propiedad de retroalimentación de la Teoría General de Sistemas de Bertalanffy.



Figura 1. Realimentación en el Método Científico

El círculo de la izquierda de la Figura 1 denota un proceso circular mayor, en donde cada una de las etapas es entrada y salida. Podemos desarrollar la investigación sin necesidad de retroalimentación, sin el ciclo de la derecha. Si partimos de la realidad percibida, la etapa 1 de *Observación Reflexiva*, inherente a la solución de un problema, da origen a la etapa dos en donde se formulan las *Preguntas de Investigación*; luego, en la etapa tres, la revisión bibliográfica nos permite crear el *Marco Teórico* y formular las *Hipótesis* y de ahí continuar el ciclo con la etapa 5 para evaluar los *Resultados*, con los cuales se elaboran las *Conclusiones* en la etapa 6. Sin embargo, si es preciso mejorar las preguntas de investigación, no debemos avanzar a la etapa cuatro del *Diseño Experimental* sin reflexionar que los antecedentes y el marco contextual del marco teórico elegido para el problema de investigación, aportan información que nos permite mejorar la estructura de las preguntas de investigación. La etapa 2 es un buen momento para la retroalimentación. En los sistemas, la estructura está basada en las relaciones de sus partes. Así que desde la etapa 2, como se observa en la Figura 1, pasamos a otro ciclo (que forma parte del diseño del experimento) que inicia con la *Operacionalización de Variables*, proceso en que se definen las variables y su forma de medirlas (Operacionalización de variables es el proceso que define a la variable y especifica cómo se va a medir en el experimento. Podemos afirmar que el pensamiento operacional de las variables nos hace mejores científicos. Quien operacionaliza se ve forzado a sacudir y aclarar sus conceptos empíricos,... el operacionalismo facilita la comunicación entre científicos ya que el significado de los conceptos así definidos, no da lugar a una incorrecta interpretación). Esto ubica la definición de la variable en el contexto de su aplicación, (por ejemplo, eficiencia y eficacia en el mundo empresarial y epidemiología) pero también refieren que habrán de medirse en las condiciones fijadas en la intervención. Lo anterior se puede visualizar con los términos referidos en la Tabla 1.

	Disciplina Empresarial	Disciplina Médica: Epidemiología
Eficacia	La eficacia es la capacidad de obtener resultados que guardan relación con los objetivos y las metas de la organización en un periodo de tiempo determinado. La medición de la eficacia incluye verificar el cumplimiento y/o la desviación de las metas, planes y programas	La eficacia se mide en ensayos clínicos estrictamente controlados,
Eficiencia	La eficiencia es la maximización de los recursos empleados para generar los productos y el servicio educativo; ya sea que con recursos iguales o constantes se obtengan mayores resultados o que para lograr resultados iguales o constantes se ejecuten menores recursos (Gutiérrez & De la Vara, 2009)	La eficiencia es qué tan bien funciona una vacuna en el complejo mundo real. (Voysey et al., 2021)

Tabla 1. Significado de eficiencia y eficacia con relación al contexto empresarial y la epidemiología

Operacionalizar las variables cada vez que se perfecciona el marco teórico, nos permite redactar de manera más precisa los **Objetivos de Investigación**, mejorar las **Preguntas de Investigación** asociadas a la corrección de las variables. A partir de estas variables, se plantea el contraste de hipótesis, con lo que se mejora el diseño del experimento. Esto es un ejemplo de realimentación de refuerzo que es muy útil en el desarrollo de la investigación científica.

En adición, podemos iniciar otro bucle en la etapa cuatro, **Diseño Experimental**, en acuerdo al principio de equifinalidad, (llegar al objetivo desde distintos caminos) y dar un ciclo de realimentación a la etapa dos de **Formulación de Preguntas**, de las que se derivan las variables del proceso a estudiar. El bucle de realimentación lo podemos hacer con el Diseño Ortogonal Taguchi, que tiene tres objetivos fundamentales: 1) la especificación en variables de interés y sus niveles de medición; 2) evaluar la función de pérdida y 3) diseñar procesos de producción robustos. Señalaremos sólo la función del primero. El diseño de experimentos es una estrategia excelente para reducir la variabilidad de las mediciones entre grupos. La estrategia del arreglo ortogonal permite elegir factores (o variables) que tienen mayor consistencia a las variables de salida que se pretenden medir, controlando la varianza de los factores de ruido. Estiman los efectos principales e interacciones, seleccionando las variables más significativas para hacer el diseño experimental más consistente y eficiente. La Figura 2 muestra el proceso de esta optimización de variables del experimento.

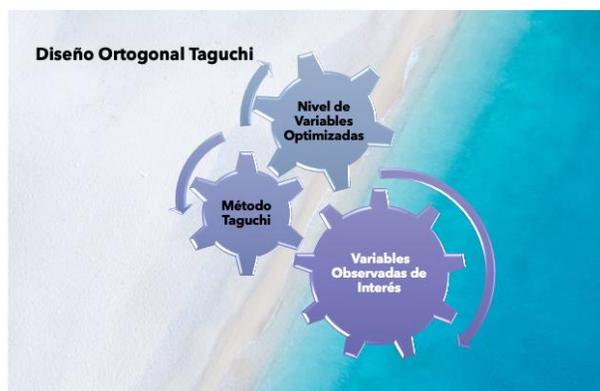


Figura 2. Proceso de optimización de variables de interés en un diseño Taguchi

Esta estrategia sirve para pilotear variables de interés en un proceso de ingeniería. El engrane superior de la Figura 2 representa la salida de las variables de interés optimizadas, en dos sentidos, primero seleccionando las variables independientes que aportan mayor efecto en las variables dependientes de salida, y segundo, en los niveles de medición que optimizan el proceso. De esta manera, estas variables optimizadas permiten establecer de manera más precisa las preguntas de investigación. Si el experimento se da en el contexto de la industria alimentaria, la pasteurización de algún alimento, los niveles de medición de temperatura optimizadas en la etapa de calentamiento, optimizan el proceso en términos de ahorro de vapor utilizado, que finalmente es dinero.

### *El Método Científico en las Ciencias Sociales*

¿Y en el mundo organizacional, en las instituciones sociales, cómo se aplica el método científico? Walter Wallace nos presenta su método científico compuesto por siete etapas, distribuidas en forma circular, donde el punto 8 conecta con la generación de la teoría

1. Teoría
2. Deducción
3. Hipótesis
4. Operacionalización de conceptos
5. Observación y recogida de datos
6. Interpretación y análisis de datos
7. Generalizaciones empíricas derivadas del contraste de hipótesis
8. Inducción (Wallace, 1980).

Antes de presentar un modelo adaptado del modelo de Walter Wallace, escrito desde la deducción lógica y la generalización empírica, vamos a presentar *cómo es que aprendemos* de manera óptima, desde una experiencia concreta. David Kolb dice que aprendemos percibiendo la realidad y procesando la información que ésta nos proporciona, conforme a lo que llama dimensiones del aprendizaje. Esto es útil si queremos comprender de manera más objetiva las etapas del método científico.

El aprendizaje tiene dos dimensiones. La primera dimensión Kolb la llama Percepción de la Información, que la percibimos a través de las experiencias concretas y por conceptualización abstracta. El procesamiento de la información la realizamos mediante experiencias activas y por la observación reflexiva (Kolb et al., 1977). Kolb concibe este modelo de aprendizaje desde la perspectiva de la psicología cognitiva de Bruner que inicia con el individuo y luego la extiende para mostrar cómo se aprende en las organizaciones. Él y sus colaboradores sintetizan elementos fundamentales de fenómenos sociales (hechos sociales) en las organizaciones (instituciones sociales), en clara referencia al método de Durkheim que pretende validar científicamente los conocimientos emanados de los estudios sociológicos y que en la mayoría de los autores de la sociología llaman valores, creencias, normas, es decir pautas de conducta, que de acuerdo con Kolb, sirven para evaluar

1. Las *metas* fundamentales de la organización
2. Los *medios* preferidos para alcanzar las metas
3. Las *responsabilidades* fundamentales del miembro en el rol que le adjudique la organización
4. Las *pautas de conducta* necesarias para el desempeño eficaz del rol
5. Un conjunto de reglas o principios concernientes a la *conservación de la identidad y de la integridad* de la organización (Kolb et al., 1977).

En los puntos anteriores, las responsabilidades de los integrantes de una organización se mide en términos de sus pautas de conducta para que la organización logre sus metas. Es la propiedad que conduce a las partes elementales de un sistema organizacional que aprende, a alcanzar un objetivo. Este modelo de aprendizaje, que también es un ciclo circular de cuatro etapas (numeradas con fines didácticos), tiene correspondencia con algunos elementos del método de investigación, como se observa en la Figura 3

1. Observación Reflexiva de un hecho concreto, es decir, el *Problema de Investigación*
2. Teoriza los conceptos a través de la abstracción y de hacer generalizaciones, la construcción del *Marco Teórico*
3. Experimenta en situaciones nuevas, es el *Diseño Experimental*, donde se evalúan las implicaciones de las variables de estudio
4. Actuar sobre la experiencia concreta que ha sido puesta en evaluación, son los procesos de mejora que sugieren los *Resultados* y *Conclusiones* de una investigación.



Figura 3. Modelo de aprendizaje sistémico de David Kolb

De la evaluación de cómo los individuos perciben y procesan la información, Kolb y colaboradores derivan y crean estilos de aprendizaje individuales que impactan en la organización. No se discuten en este artículo, en cambio se analiza la aplicación del modelo sistémico de la Rueda de Wallace, de quien he realizado una adaptación personal para explicitar el método de Durkheim. Se analiza cómo la aplicación de instrumentos de evaluación de la conducta de los individuos, es la base para ajustar el estudio de los hechos sociales con el adjetivo de investigación científica.

En aporte al desarrollo y estudio de la sociología, Kolb y colaboradores adoptan la teoría de John Dewey, quien señala que la generación de una teoría, es un proceso constructivo del pensamiento para comunicar la experiencia y conducta humana en las prácticas sociales. Afirma que es el producto de las relaciones en un todo social, representado por las matrices biológicas y culturales, usando la comunicación, con los significados del lenguaje, siempre en contante enriquecimiento. Con el siguiente pasaje redactado por Dewey en Experiencia y Naturaleza, Kolb y colaboradores sustentan el rol del aprendizaje individual sobre el comportamiento organizacional, pero sobre todo el papel que debe asumir el investigador.

*“El investigador se sirve libremente de la razón y del cálculo; no podría ir lejos de ellos. Pero vela porque las andanzas de esta índole teórica partan de objetos de una experiencia directa y terminen en ellos. La teoría puede intervenir en el curso de una larga serie de ideas, muchas de las cuales estén muy alejadas de toda experiencia directa. Pero el puente colgante de la teoría está sujeto por ambos extremos a los pilares de los objetos observados” (Dewey, 1925)*

Dewey y Kolb son dos sociólogos norteamericanos de un valor extraordinario para la sociología y para el estudio del hombre contemporáneo. El primero fue uno de los desarrolladores de la Teoría Pragmática y se le considera quien inició los estudios y consolidación de la pedagogía “la escuela experimental” desde la Universidad de Chicago. El segundo, autor de dos obras clásicas en donde se aborda la Psicología de las Organizaciones, en temas como toma de decisiones, comunicación en la organización, liderazgo, aprendizaje organizacional, entre otros, desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

#### *Adaptación personal de la Rueda de Wallace*

¿Cómo aplicar de manera sistémica la Rueda de Walter Wallace? Se explica con la adaptación que he realizado mediante la experiencia en la Figura 4, que contiene a la teoría, la observación y el contraste de la hipótesis en una secuencia central. En primera instancia, este ciclo usa el camino inductivo en la parte izquierda para la construcción de teorías, la comprensión y explicación de la realidad mediante la generalización empírica y la inferencia lógica para finalmente crear una teoría. Por la ruta deductiva, el conocimiento y la explicación de la realidad se da con la deducción lógica de hipótesis, la aplicación de instrumentos, medición de las variables, observación y evaluación de resultados, con los cuales se contrastan las hipótesis, para confirmar o rechazar la teoría.

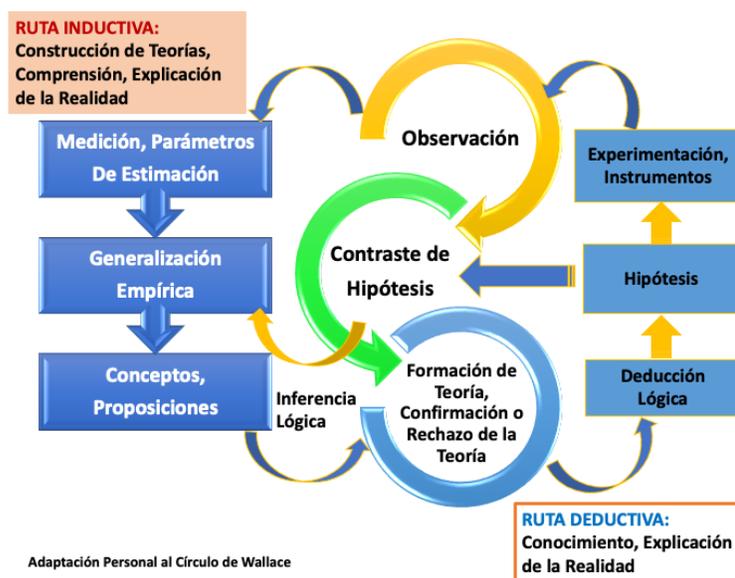


Figura 4. Adaptación personal al Ciclo de Wallace para la investigación social

Como se puede observar, la Figura 4 también es un ciclo sistémico, donde la *observación participante y reflexiva* está vinculada a la hipótesis estadística (si la investigación social es de tipo experimental) o para evaluar supuestos o concepciones, si se trata de *Interpretar* y *Comprender* un hecho social, según la postura de Durkheim. Estos dos conceptos son típicos en la investigación social cualitativa, a diferencia de *Explicar*, objetivo de la investigación cuantitativa, ya sea en temas de las ciencias naturales o sociales. El desarrollo de una investigación por la ruta deductiva, requiere de la reflexión, observación y la aplicación de un modelo científico que incluya observación, instrumentos, declaración de hipótesis y su correspondiente contraste de hipótesis.

En un proyecto de investigación, la deducción apoya la formación de hipótesis y la inducción permite obtener evidencias que respalden o no a las hipótesis mediante la observación. Como el proceso de pensar lógicamente es sistémico, resulta casi imposible separar la inducción y deducción. El método de Revisión Sistemática, que se basa en análisis y comparación de estudios particulares, es un caso particular de la ruta inductiva. En esta metodología, la inducción posibilita ciclos de análisis de los datos de proyectos de investigación que se han acumulado por años en un mismo tema, para generar conocimiento nuevo. Por otro lado, el conocimiento deductivo es parte de la teoría, de lo que ya se sabe y se ha escrito sobre un fenómeno social. A partir de la deducción lógica de los postulados de la teoría, se elaboran hipótesis que intentan dar cuenta de cómo funciona la realidad del fenómeno estudiado. Mario Bunge afirma que el corazón central de todo modelo de investigación científica es el *Contraste de Hipótesis*. Como se puede observar en la Figura 4 en la parte central, éste enlaza a la *Teoría* y la *Observación* en un ciclo dinámico. A partir del contraste de hipótesis se desarrollan los conceptos teóricos en una *generalización empírica* (inducción) mediante la inferencia lógica para crear la teoría. Éstos datos son objeto de análisis e interpretación, con lo que se obtienen generalizaciones empíricas y se contrasta si las hipótesis iniciales eran aceptadas o no, lo cual permitirá confirmar, reformular o alimentar la teoría inicial (Bunge, 1996).

#### Aplicación en el Modelo de Kolb

David Kolb describe su modelo de aprendizaje sistémico, con la experiencia concreta de los empleados que se desarrollaban en la teoría de la socialización organizacional, en empresas insignia la época de los años setenta, particularmente en IBM, en donde el individuo responde a esa socialización en términos de tres tipos

1. Tipo 1. **Rebelión:** Rechazo de todos los valores y normas
2. Tipo 2. **Individualismo creador:** Adaptación única de los valores y las normas fundamentales; rechazo de todos los demás
3. Tipo 3: **Conformidad.** Aceptación de todos los valores y normas (Kolb et al., 1977)

Según Kolb, en su estudio encontró que a los individuos del tipo 1, generalmente las empresas los despedían, con la consecuente pérdida de valor económico para la empresa por la alta rotación del personal; a los del tipo 3, la socialización reprimía su creatividad y compromiso con la productividad, por lo que observaron el **Problema de Investigación** de cómo aprovechar al máximo las características de aprendizaje y desempeño de los trabajadores del tipo 2 y cómo desarrollar y potencializar estas características en otros individuos de los demás grupos, para generar innovación organizacional. A partir de la teoría del aprendizaje individual de los estilos de aprendizaje, la formulación de hipótesis, acordes con las tareas que desarrollaban cada uno de los individuos, clasificados en los tres tipos socialización, aplicaron instrumentos de evaluación sobre cómo aprende el individuo, fijaron los criterios del contraste de hipótesis para determinar que los individuos efectivamente tienen un estilo de aprendizaje personal que los caracteriza, con habilidades bien desarrolladas para percibir y procesar la información de manera global y otros que tienen un modo preciso de hacerlo y que necesitan desarrollar alguna de las etapas mencionadas en la Figura 3:

- Observación reflexiva
- Conceptualización abstracta para generar teorías
- Experimentación activa y
- Actuar en experiencias concretas

En el tomo II de Psicología de las Organizaciones. Problemas contemporáneos de David Kolb que aquí se referencia, podemos encontrar el instrumento de evaluación, el cual es un cuestionario que usa la Escala de Likert en 5 niveles. Con los resultados que obtuvieron en un proceso inductivo – deductivo, tal como lo refiere Wallace, llegaron a la generalización de que existen estilos de aprendizaje particulares, enmarcados en la teoría de la socialización, que se corresponden con las etapas de los modelos de aprendizaje, denominados

- Divergentes, en las dimensiones Experiencia concreta – Observación reflexiva
- Asimiladores, en las dimensiones Observación reflexiva – Conceptualización abstracta
- Convergentes, en sus dimensiones Conceptualización abstracta – Experimentación activa y
- Acomodadores, en sus dimensiones de Experimentación activa – Experiencia concreta.

### Conclusiones

Hemos hecho un breve recorrido histórico de cómo algunos autores consideraron la evolución del método científico a través de la inducción o la deducción. Entonces, podemos finalmente plantearnos la pregunta, ¿desde qué postura metodológica se debe abordar la investigación? En realidad es una pregunta interesante que debemos tener siempre presente, pues su respuesta exige descubrirla mediante una lectura detallada de las diferentes estrategias de la metodología de la investigación y sobre el curso de la investigación misma, durante la revisión bibliográfica para construir el marco teórico. Si analizamos la contribución de otros investigadores, filósofos, físicos, biólogos, matemáticos, sociólogos, etc., desde Francis Bacon a Paul Dirac, de Galileo Galilei a Albert Einstein, ninguno de ellos nos dejó un método específico que sea una receta, sino su postura personal de abordar sus motivaciones. De Darwin a Linus Pauling; de Henri Poincaré a Thomas Khun, de Auguste Comte a Imri Lakatos, todos fijaron su postura en torno a cómo se crea el conocimiento a través del método científico, pero desde sus propias representaciones, desde su concepción e interpretación de las relaciones del hombre con la naturaleza. Algunos se basaron en las interacciones humanas y sus relaciones; se desarrollaron desde un positivismo lógico o racionalismo crítico; inventaron la subjetividad epistémica o el interaccionismo simbólico. Crearon posturas filosóficas tales como la Fenomenología o los comportamientos de grupos sociales, teniendo para ello la Etnografía. Incluso algunos afirman una posición reduccionista: realizar la investigación con criterios cualitativos o de corte cuantitativo.

Si nos detenemos un poco en la evolución de la Mecánica Cuántica, sabemos que en ella se combinaron las matemáticas con la intuición y la imaginación para crear explicaciones que aún desafían la realidad percibida por los sentidos. Albert Einstein, con su Teoría de la Relatividad Especial, desafió y rebasó el mundo mecanicista de Newton. Paul Dirac, al decir “la medida de una idea científica, es la medida en la que estimula el pensamiento y abre nuevas líneas de investigación” nos invita a comprometernos a solucionar problemas con las matemáticas. En este sentido, Dirac fue congruente con ello al unir la ecuación del orbital de Schrödinger con la Relatividad Especial de Einstein, para estudiar el comportamiento del electrón. Así, Dirac encontró su ecuación que predecía la existencia del positrón y la antimateria. Sin embargo, en una evolución constante del conocimiento científico, Richard Feynman precisa aún más los resultados de Dirac y crea la electrodinámica cuántica. Todo ello a base de la aplicación del método científico, pero con “experimentos mentales” y con la ayuda de la modelación matemática. No hay una forma específica, una

receta de cómo se debe abordar un tema de investigación.

Como lo dice Watzlawickz en torno a la comunicación, en el sentido de que en la historia del hombre hemos aprendido reglas para perfeccionar la forma en la que nos comunicamos, sin importarnos el origen y comportamiento de esas reglas, así también se ha construido un modelo de método científico sistémico, muy general, pero útil, basado en cómo aprendemos, también a través de un modelo muy aceptado por muchos, a la vez que criticado por otros, como el modelo de Kolb. Por lo mismo, el acto de investigar conlleva una responsabilidad ética y moral, porque los resultados y sus conclusiones tiene implicaciones económicas y de comportamientos individuales, cuando se interpreta por otros las conclusiones y las ajusta a sus creencias. Creemos lo que queremos creer. Debemos, como investigadores, evitar la teoría de los ídolos de Bacon, porque nuestras conclusiones no son absolutas, son probabilísticas en una investigación en particular. Por ello debemos evitar ser ídolos del foro, porque nuestra comunicación puede generar en otros creencias erróneas.

Esta responsabilidad ética en la actividad del investigador, conlleva también la congruencia de conocer no sólo el origen y aplicación del método científico, sino todo lo que involucra, todos los conceptos y acciones por desarrollar, porque al final de cuentas sus resultados impactarán en cómo responden los individuos en particular y los grupos conformados por disciplinas académicas, ya que los resultados que presentamos tienen implicaciones socio económicas y políticas. Quien enseña metodología de la investigación, tiene la responsabilidad de que el aprendizaje de sus estudiantes sea lo más integral posible, pues al evaluar la enseñanza, no basta con preguntar ¿qué es el método científico?, o evaluar si ha seguido fielmente sus etapas para elaborar y desarrollar su proyecto de investigación, sino evaluar también si el estudiante ha comprendido las interacciones dentro de su diseño experimental, con los resultados y conclusiones que va a emitir y las consecuencias que éstas tendrán en la sociedad de la que forma parte.

Tanto Descartes como Bacon nos enseñan que en el método científico no hay espacio para los juicios (mucho menos prejuicios) o las creencias personales; por el contrario, ambos argumentan muy bien en su análisis filosófico – epistémico que es una herramienta útil, dinámica y cambiante con el tiempo. En Metodología de la Investigación, la interpretación de los datos no debe ser formulada con base a conjeturas, porque la especificación del error es una tarea fundamental del análisis estadístico. Bacon señala sobre el error, la verdad y las creencias: “La verdad surge más fácilmente del error que de la confusión”, “la verdad es hija del tiempo, no de la autoridad” y “el hombre prefiere creer lo que prefiere que sea verdad.”

“En tanto el margen de observación no es suficientemente amplio como para incluir el contexto en el que dicho fenómeno tiene lugar. La imposibilidad de comprender las complejidades de las relaciones entre un hecho y el contexto en el que tiene lugar, entre organismos y su medio, o enfrenta al observador con algo “misterioso” o lo lleva atribuir a su objeto de estudio ciertas propiedades que quizá el objeto no posea, (Watzlawick et al., 1991).

### Referencias

- Bacon, F. (1620). *Novum Organum: Aforismos sobre la interpretación de la naturaleza el reino del hombre*. Universidad de la República de Uruguay.  
[https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/508835/mod\\_resource/content/1/Bacon\\_Novum\\_Organum.pdf](https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/508835/mod_resource/content/1/Bacon_Novum_Organum.pdf)
- Bateson, G. (2002). *Espíritu y naturaleza. Una unidad necesaria* (2da ed.). Amorrortu.
- Bertalanffy, L. (1976). *Teoría General de los Sistemas Fundamentos, desarrollo, aplicaciones* (1ra. ed.). Fondo de la Cultura Económica.
- Bricmont, J. (2015). *Por qué no existe un método científico Y por qué eso no supone un problema*. Mètode, Universidad de Valencia. <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/per-que-no-hi-ha-un-metode-cientific.html>
- Bunge, M. (1996). *La ciencia, su método y su filosofía*
- Comte, A. (1844). *Discurso sobre el espíritu positivo*. Libro.dot.com.  
<http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2014/12/doctrina37229.pdf>
- Descartes, R. (1637). *Discurso del Método*. Colección Astral - Espasa Calpe.
- Dewey, J. (1925). *La experiencia y la naturaleza*. Fondo de Cultura Económica.
- Durkheim, E. (1895). *Las reglas del método sociológico* (1ª Ed. ed.). Fondo de la Cultura Económica.
- Gutiérrez, G. (2013). *Teoría General de Sistemas* (V. U. A. y. a. Distancia & U. S. Tomás., Eds. 1ra. ed.). Ediciones USTA.
- Gutiérrez, P., & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (2 ed. ed.). The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kolb, D. A., Rubin, I. M., & James, M. M. (1977). *Psicología de las Organizaciones: Problemas Contemporáneos* (1ra. ed.). Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A.
- Montgomery, D. (2010). *Diseño y Análisis de Experimentos* (2ª ed.). Editorial Limusa CWCiley.
- Popper, K. (1935). *La lógica de la investigación científica*. Editorial Tecnos.

- Popper, K. R. (1983). *Conjeturas y Refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico* (1ra. ed.). Ediciones PAIDOS.
- Rosenblueth, A. (1970). *Mente y Cerebro, seguido del Método Científico*. In (1ra. ed.). Siglo XXI Editores.
- Voysey, M., Costa, S. A., Madhi, S. A., Weckx, L. Y., Folegatti, P. M., & Aley, P. K. (2021). *Single Dose Administration, and the Influence of the Timing of the Booster Dose on Immunogenicity and Efficacy of ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) Vaccine*. The Lancet. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3777268](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3777268)
- Wallace, W. (1980). *La lógica de la ciencia en sociología* (2ª ed.). Alianza Editorial.
- Watzlawick, P. (1979). *¿Es Real la Realidad? Confusión, Desinformación, Comunicación* (1ra. ed.). Herder Editorial, S. L., Barcelona.
- Watzlawick, P., Bavelas, J. B., & Jackson, D. D. (1991). *Teoría de la comunicación Humana* (1ª ed.). Editorial Herder.

### Notas Biográficas

El **Dr. Albino Rodríguez-Díaz** es profesor del Instituto Tecnológico de Tepic. Se ha dedicado a la docencia en licenciatura y posgrado, en materias como Fundamentos de Investigación, Metodología de la Investigación, Taller de Investigación, Seminario de Tesis, Estadística, Diseño de Datos Experimentales, Sistemas de Gestión de Calidad, entre otras. Fue director de esta institución educativa de 2011 a 2019.