

MODELO TEÓRICO QUE REPRESENTA EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA REALIDAD

Theoretical model that represents the scientific-investigative process of the reality

M. Sc. Fidel de Jesús López-Novoa, Profesor Auxiliar, Universidad de Granma, Cuba,
flopezn@udg.co.cu , Cuba

Dr. C. María Isabel Machado-Solano, Profesor Titular, Universidad de Granma,
mmachados@udg.co.cu ,Cuba

M. Sc. Miguel Ángel Labrada-Rodríguez, Profesor Auxiliar, mlabradar@udg.co.cu , Cuba

INTRODUCCIÓN

El proceso de investigación científica es aquel que de modo consciente se desarrolla a través de las relaciones que se establecen entre el investigador y el objeto de la realidad objetiva que se investiga, con el propósito de superar la situación presente en el mismo, dando respuesta de esta forma a las necesidades de la sociedad, para lo cual se tiene en cuenta la cultura acumulada por la humanidad y los métodos y técnicas propias de la investigación científica de forma planificada y organizada.

La caracterización del proceso de investigación se hace a partir de una posición que asume en un plano general la concepción dialéctico-materialista, así como la concepción de los procesos conscientes de Fernando González Rey. Todo lo cual posibilita caracterizar el proceso desde una base gnoseológica en la cual se considera que:

- El proceso de investigación científica es un proceso consciente.
- El estudio del proceso de investigación parte del todo y tiene sentido sólo en él.
- El análisis de la estructura del proceso se hace sobre la base de sus elementos y relaciones.
- En el proceso y la naturaleza de estas relaciones es de carácter dialéctico-materialista.

El análisis del proceso de investigación a partir de una concepción gnoseológica, no reduce la comprensión de la estructura del mismo a la de sus partes, ni lo entiende como la suma de ellas, por el contrario parte del análisis dialéctico del proceso.

En otras palabras, no se trata de comprender la estructura de dicho proceso como un conjunto de elementos, relaciones y funciones, ya que el proceso de investigación de la realidad es más que la simple integración de las partes, sino se trata de comprenderlo como un todo inseparable, resultado de las interrelaciones entre los elementos, relaciones, características, funciones y cualidades, los cuales en su integración condicionan el proceso como un todo.

Por tanto, el todo no se explica por las partes, se manifiesta a través de ellas. Son las partes las que por constituir el todo reciben significado alguno. Es por ello que no resulta adecuada la jerarquización de alguna de las partes que conforman la estructura del proceso, sin hacer referencia al contexto desde el cual se realiza el análisis. Sólo en el análisis de éstas se revela la verdadera riqueza y objetividad del proceso.

DESARROLLO

El proceso de investigación de la realidad está constituido por fases a través de las cuales el investigador maneja tres conceptos y sus relaciones. Ellos son: Estructura (el objeto a investigar), Modelo (su representación) y Teoría (el problema a resolver).

Por objeto de investigación se entiende la selección a partir de la realidad de: elementos, propiedades de elementos y relaciones entre los elementos y con los cuales se reconstruye un aspecto de dicha realidad.

Para describir una teoría, se hace necesario un lenguaje con el cual se pueda hacer esta descripción. Ello lleva consigo la necesidad de considerar algunos términos de este lenguaje como primitivos, dicho con otras palabras, como conceptos que no pueden ser definidos, ya que su posible definición se realizaría en función de otros términos que a su vez tendrían que ser definidos, siguiéndose así una cadena que nunca tendría fin. A tales conceptos se les llaman conceptos básicos o primarios.

En las diferentes teorías, a grandes rasgos, hay dos tipos de conceptos básicos. Los primeros se refieren a los elementos que supuestamente pertenecen a determinados conjuntos y los segundos son, de manera general, relaciones que se establecen entre elementos de los conjuntos antes mencionados.

Al analizar una teoría, ésta puede considerarse desde el siguiente punto de vista: Se tienen uno o varios conjuntos cuyos elementos son de naturaleza variada, una o varias relaciones entre los elementos de uno o varios de los conjuntos considerados y las relaciones establecidas satisfacen diferentes condiciones.

Tratando de encontrar un lenguaje común que englobe los aspectos antes considerados, se llega al concepto de estructura, el cual se define a continuación. Una estructura es un n -uplo ordenado $(C_1, C_2, \dots, C_m, R_1, R_2, \dots, R_{n-m})$, cuyos primeros m componentes ($m < n$), son conjuntos no vacíos, llamados conjuntos base de la estructura y los restantes $n-m$ componentes son relaciones o conjuntos de relaciones entre elementos de los conjuntos base de la estructura.

De forma general, para las relaciones R_1, R_2, \dots, R_{n-m} de la estructura considerada, es necesario precisar, salvo en casos que sean dadas explícitamente, las propiedades que las mismas poseen. Esto se hace mediante la declaración de las propiedades de cada relación o conjunto de relaciones; dichas propiedades reciben el nombre de axiomas, principios o postulados. Al conjunto de todos los axiomas de una estructura se les llama, por lo general, sistema de axiomas de la estructura. No obstante, en una estructura con los axiomas relativos a las relaciones de la misma, se pueden dar otras estructuras donde se explicitan determinados elementos y relaciones de forma tal que estos elementos y relaciones satisfagan las características de la estructura dada previamente y las relaciones cumplan los axiomas que se tienen. Se llega así al concepto de modelo.

Un modelo es una estructura que sirve para representar a otra; es decir, es toda elección concreta de objetos que se consideren como objetos del sistema dado de axiomas.

La definición de modelo es general y puede aplicarse a cualquier rama del saber. Así, por ejemplo, se habla de diferentes modelos del átomo que intentan describir la estructura del átomo real. Los modelos del átomo son muy variados y van desde el primero, llamado modelo del "pudín con pasas" -cuando se pensaba que un átomo era como una masa donde los electrones estaban situados como las pasas en un pudín- hasta algunos actuales, en los cuales el modelo del átomo es un sistema de ecuaciones diferenciales.

La cuestión de la modelación de procesos es muy importante en la actualidad. Al proponerse el estudio de alguna estructura de la realidad, es decir, un proceso físico, químico, biológico o de otro tipo, por lo general se busca un modelo de dicha estructura que permita hacer predicciones sobre el comportamiento de dicho proceso. No obstante, aún en los casos más sencillos, las estructuras de la realidad son extremadamente complicadas y es por eso que al tratar de construir un modelo para investigar el proceso, se hace necesario tomar solamente una parte de los conjuntos base de la estructura y de las relaciones establecidas entre ellos. El papel del

investigador es precisamente tratar de determinar cuáles son los conjuntos y las relaciones esenciales de la estructura que se quiere estudiar.

Por ejemplo, si se está interesado en el estudio del sistema solar. Al construir un modelo teórico del mismo, con el fin de estudiar el movimiento de los planetas, entonces en el modelo teórico se desprecia la existencia de meteoritos, polvo espacial, cometas, etc.; ya que, si bien ellos son componentes del sistema solar, su presencia no influye grandemente en el movimiento de los planetas. Como relaciones se pueden tomar las fuerzas gravitatorias sin tener en cuenta, por ejemplo, las fuerzas de atracción nuclear, ya que las segundas, en el movimiento planetario son despreciables respecto a las primeras.

En la medida en que el investigador sea capaz de tomar los conjuntos y relaciones fundamentales para modelar una estructura, el modelo que construya podrá hacer mejores predicciones sobre la estructura que se quiere estudiar.

La mecánica de Newton permitió construir un buen modelo del sistema solar, algunos de cuyos teoremas son, por ejemplo, las leyes de Kepler sobre el movimiento de los planetas. Sin embargo, ella era incapaz de explicar las desviaciones que se producen en un rayo de luz al pasar cerca de una masa suficientemente grande, aspecto que pudo predecirse y explicarse a partir de los estudios de Einstein, el cual consideró relaciones diferentes a las de Newton, no obstante produce ecuaciones de movimiento que contienen las ecuaciones de la mecánica de Newton como caso especial, cuando se considera la velocidad de la luz como infinita.

Al retomar, nuevamente, la cuestión de los procesos investigativos se hace necesario definir el concepto teoría.

Se llama teoría de la investigación científica a la formulación, más o menos precisa, de la problemática de una investigación; es decir, la definición de las preguntas para las cuales el investigador busca respuesta, las premisas que condicionan en algún sentido estas preguntas, y las hipótesis o respuestas sin confirmar que el investigador posee para dichas preguntas.

En la Figura 1, presentamos el modelo teórico que representa el proceso de investigación científico de la realidad.

Los investigadores reúnen gran cantidad de conocimientos científicos a través de los procesos de investigación. Pero conforme estos se acumulan surge la necesidad de integrarlos, organizarlos y clasificarlos con el objetivo de darles significado a los descubrimientos aislados. Dicho en otras palabras, hay que formular teorías; las mismas están formadas por un conjunto

de conceptos, definiciones y proposiciones interconexas que al especificar las relaciones de los elementos de los conjuntos base de la estructura, ofrecen una interpretación de los objetos de la realidad objetiva, con el propósito de explicarlos y predecirlos.

Características fundamentales de las teorías científicas:

- Debe explicar las situaciones observadas en el objeto de estudio que se relacionan con el problema particular que se investiga; tiene que explicar el "por qué" del hecho, proceso o fenómeno en consideración.
- Tiene que ser compatible con los hechos, procesos o fenómenos y con el cuerpo de conocimientos ya aprobados.
- Debe ofrecer los medios para su contrastación empírica.
- Debe estimular nuevos descubrimientos y señalar otras áreas que necesitan investigarse.

El objetivo que persigue la elaboración de teorías se ha alcanzado más en las ciencias naturales y matemáticas que en las sociales, lo cual no es extraño pues las primeras son más antiguas. En la etapa inicial de una ciencia el interés se centra en el empirismo y en la etapa de madurez es cuando se comienza a integrar dentro de una estructura los conocimientos aislados obtenidos. Puede decirse que la elaboración de teorías es la mejor acción que el hombre puede hacer por comprender la estructura del mundo que habita, de la realidad objetiva.

El proceso de investigación científica lo constituye la interrelación de los tres conceptos apuntados anteriormente: estructura, modelo y teoría.

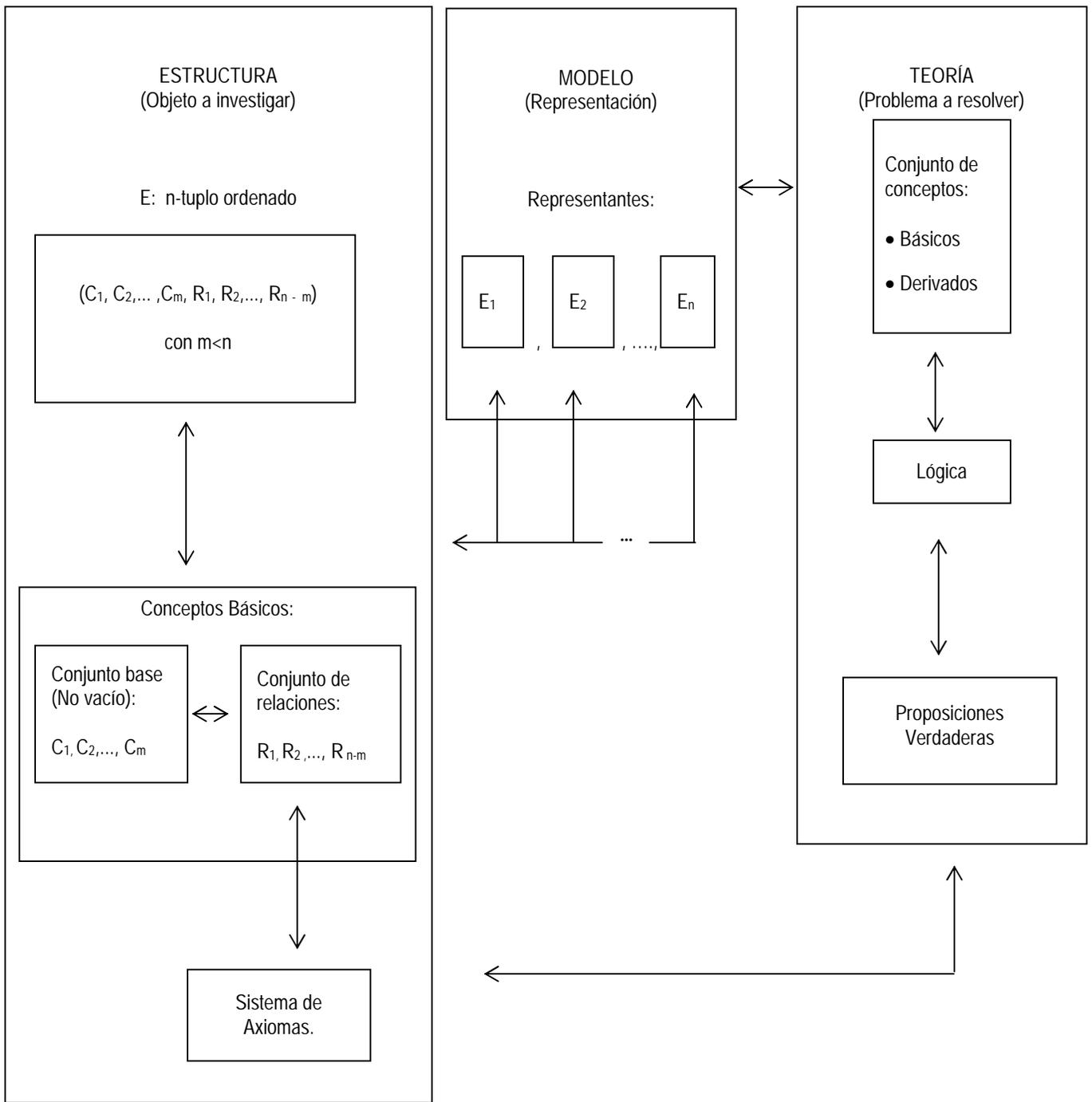


Figura 1. Modelo teórico que representa el proceso de investigación científico de la realidad.

Se propone a continuación el siguiente grafo dirigido como modelo más simplificado de las relaciones entre ellos:



A partir de la relación anterior, dos grafos dirigidos serían plenamente planteables:

1ro. $E \longrightarrow M \longrightarrow T$ y

2do. $E \longleftarrow M \longleftarrow T$

Ambos pueden considerarse dos modelos -o paradigmas- posibles de los procesos de la investigación científica. El primer modelo sirve para caracterizar todo proceso investigativo de carácter empírico-experimental y el segundo, todo proceso investigativo de carácter teórico. No obstante, el proceso de investigación científica se caracteriza precisamente por ser una trama compleja de los procesos antes señalados.

Aspectos fundamentales que diferencian a los procesos investigativos de carácter empírico-experimental de los de carácter teórico:

1ro. En el proceso de investigación que se establece en el primer modelo prevalece el método inductivo de investigación y en el segundo modelo, el método deductivo.

2do. Las teorías de las ciencias naturales y de las ciencias sociales, en su proceso investigativo siguen el paradigma empírico-experimental. Las teorías matemáticas formalizadas son las únicas que en su proceso investigativo toman el paradigma teórico.

3ro. Una hipótesis puede declararse falsa en las teorías matemáticas por la presentación de un único ejemplo que la viole; no así en las teorías con un carácter empírico-experimental. Los resultados científicos obtenidos según las teorías matemáticas formalizadas no podrán ser refutados, puesto que una nueva teoría en la Matemática, creciendo sobre el fundamento de una establecida, como su generalización o su perfeccionamiento, no elimina a esta como falsa, sino que aparece simplemente como un modelo más amplio.

4to. Siempre hay que declarar, en las teorías empírico-experimentales, la naturaleza de los elementos de los conjuntos base de la estructura, no así en las teorías matemáticas, puesto que en el análisis de las construcciones lógicas de las mismas no es imprescindible referirse a los objetos reales.

5to. En una teoría matemática, a diferencia de una empírico-experimental, como se establece deductivamente, no podemos variar ninguna proposición verdadera particular sin cambiar, al menos, algunos de los axiomas. En una teoría empírico-experimental se forma en la consideración de proposiciones particulares, las cuales pueden cambiarse en un momento dado, sin tocar las premisas fundamentales de la teoría.

6to. El modelo que establece los procesos investigativos de carácter empírico-experimental, está representado por los paradigmas cuantitativo y cualitativo.

CONCLUSIONES

- 1- Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y las relaciones que se establecen en el proceso de investigación científica de la realidad a partir de los conceptos de estructura, modelo y teoría, se infiere que ninguna abstracción es absoluta; el problema de la validez de uno u otro tipo de abstracción o idealización debe resolverse concretamente a través de la elevación de lo abstracto a lo concreto.
- 2- Los investigadores que siguen el proceso investigativo de carácter empírico-experimental intentan descubrir una teoría que explique sus datos y los que siguen el proceso investigativo de carácter teórico pretenden encontrar datos que corroboren su teoría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuba. Academia de Ciencias. Metodología del conocimiento científico / Academia de Ciencias de Cuba; Academia de Ciencias de la URSS. -- La Habana: Ed. de Ciencias Sociales, 1978. -- 445 p.
2. BLAGUIER, MARTHA. Sistemas formales y sus modelos. -- 29-41. -- En Revista Pensamiento Crítico (La Habana). -- No. 47, 1970.
3. ROSENTAL, M. Diccionario Filosófico / M. Rosental, P. Iudin. -- La Habana: Ed. Política, 1973. -- 498p.
4. GARCÍA GARRIDO, LUCIANO. Sistemas, modelos y teorías. -- 17-28. En Revista Pensamiento Crítico (La Habana). -- No. 47, 1970.
5. GUETMANOVA, ALEXANDRA. Lógica. -- Moscú: Ed. Progreso, 2010. -- 363 p.
6. _____, _____. Lógica: en forma simple sobre lo complejo / A. Guétmanova, M. Panov, V. Petrov. -- Moscú: Ed. Progreso, 2010. -- 304 p.
7. HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. Metodología de la Investigación / Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. -- Colombia: Ed. Panamericana Formas e Impresos S.A., 2008. -- 505 p.
8. KEDROV, B. M. Clasificación de las ciencias. -- Moscú: Ed. Progreso, 1996. -- t. 2.

9. SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, CARLOS. Conferencias sobre problemas filosóficos y metodológicos de la Matemática. -- La Habana: Ed. Universidad de La Habana, 2011. -- 207 p.
10. _____, _____. Problemas filosóficos y metodológicos relacionados con la matematización de las ciencias. En Filosofía y Ciencia. -- La Habana: Ed. de Ciencias Sociales, 2011. -- p. 188-214.