Bunge, los algoritmos y su relación con la ciencia y los problemas directos e inversos

Por: Faustino V. Cárdenas P.

Situación

En los últimos años Mario Bunge (PhD. en Física y filósofo de la ciencia, autor de numerosísimas publicaciones al respecto, incluyendo las ciencias sociales y médicas) ha venido expresando reiteradamente su preocupación por la escasa dedicación que prestan los filósofos de la ciencia, los lógicos y los metodólogos al tema del "problema inverso" que surge dentro de los planteamientos de trabajo o estudio de lo que es la ciencia, la filosofía de la ciencia, y la metodología de investigación. Al respecto, Bunge plantea que en el caso de los "problemas directos" las ciencias utilizan ampliamente los "algoritmos" para los trabajos profesionales e investigaciones científicas que se efectúan en ellas, uso que facilita en mucho esas labores.

Objetivo del Ensayo

Tratar de responder a las preguntas: ¿Qué son los algoritmos? ¿Cómo se trabaja con ellos en relación con los problemas directos e inversos de las ciencias duras y las blandas? Por consiguiente, se averiguará de manera breve (principalmente en el sistema Internet) en qué consisten los algoritmos y su uso en las ciencias duras (ciencias físicas y ciencias naturales), para luego construir en este Ensayo una breve aplicación del algoritmo, como por ejemplo, en la materia de matemáticas y específicamente en las operaciones de la división aritmética. Esto con el propósito de tratar de entender de la mejor manera posible el mensaje de Bunge y su preocupación respecto a los "problemas inversos" y al descuido actual de su estudio y utilización en todas las ciencias.

Contenido

1. Introducción 2
PARTE I. 3
2. Breve descripción de la aplicación de un algoritmo 3
   2.1 Concepto de algoritmo 3
   2.2. El algoritmo de la división aritmética 4
   2.3. Representación gráfica de la división 4
3. Ejemplos del uso de algunos algoritmos en la división aritmética 4
   3.1 Teorema 1. 4
   3.2 Teorema 2. 6
   3.3 Teorema 3. 6

PARTE II. 7
4. Los algoritmos y los problemas directos e inversos 7
4.1 Los algoritmos 7
4.2 El uso de los algoritmos y los problemas directos e inversos 8
4.3 El uso de los razonamientos y los problemas directos e inversos 12
4.3.1 El razonamiento categórico y los problemas directos e inversos 12
4.3.2 El razonamiento condicional y los problemas directos e inversos 14
5. Algunos algoritmos utilizados en los libros y Ensayos de FVCP 16
6. Bibliografía específica para el Ensayo 17
7. Bibliografía general 18

-------- 0 -------- 0 -------- 0 --------

1. Introducción

El presente Ensayo sobre el uso de los "algoritmos" surge como consecuencia de haber leído en el periódico virtual "elpais.com" de Madrid-España, 20 septiembre 2019, una serie de observaciones emitidas por Mario Bunge (PhD. en Física y filósofo de la ciencia, que vive en Montreal-Canadá) en ocasión de la entrevista telefónica que le hizo ese periódico por los 100 años que Bunge acaba de cumplir. Esas observaciones versan sobre el descuido con el que tratan los filósofos de la ciencia un tema que le parece primordial y actual a Bunge, que textualmente dijo[1]:

> La filosofía está pasando por un mal trance, porque no hay pensamiento original, casi todos los profesores de filosofía lo que hacen es comentar a los filósofos del pasado, no abordan problemas nuevos, como ….. **los problemas inversos**, ….. Todo el mundo está de acuerdo en que vivir es intentar resolver problemas. Pero una tarea del filósofo debía ser analizar el concepto mismo de problema, y no lo hacen.

En ese sentido, Bunge añade que el "problema inverso":

> Es un tipo de problema muy descuidado por los filósofos. Porque no hay reglas, no hay algoritmos para resolver un **problema inverso**. Cuando no hay algoritmos se necesita inteligencia, se necesita imaginación y proceder por tanteo, ensayo y error". …. "No parece muy científico, pero esa es la manera en la que se trabaja habitualmente".
>
> Por ejemplo, si usted le pide a alguien que le diseñe una nueva trampa para ratones, le está proponiendo un **problema inverso** que no es ni deductivo ni inductivo, porque va del efecto a la causa.

[1] El orden de los párrafos con las citas no responde al orden original de la entrevista. Además, la letra negrita utilizada para destacar el concepto del problema inverso tampoco está en el original.

Del contenido de estas observaciones, en este Ensayo se describirá principalmente el concepto y los procedimientos que utilizan algunos algoritmos, para luego efectuar una breve referencia al uso que hacen de ellos los profesionales e investigadores en las ciencias duras (matemáticas, física, astronomía, química, biología, medicina, etc.) en el tratamiento de los problemas directos e inversos.

Pero, ¿qué tiene que ver la temática algorítmica con esta página web de metodología de investigación científica en ciencias sociales? Tiene que ver mucho, dado que la mayoría de los ensayos y libros de FVCP en la investigación científica –lógico empírica- están pensados y elaborados dentro del enfoque del **problema inverso y los algoritmos lógicos**. Esto es lo que se percibe claramente después de haber leído la entrevista mencionada y otras que le hicieron a Bunge en años anteriores.

PARTE I.

2. Breve descripción de la aplicación de un algoritmo

Esta descripción sobre la aplicación de los algoritmos fue elaborada con la ayuda de los contenidos existentes en el sistema Internet, del cual se tomaron la mayoría de los conceptos importantes así como algunos ejemplos. El propósito de este resumen es que se constituya en una ayuda inicial para los lectores interesados en el tema de los problemas directos e inversos (indirectos). Esta descripción consta de las siguientes partes:

- Descripción conceptual del tema a tratar.
- Representación en términos matemáticos.
- Representación en modo gráfico.
- Ejemplos o ejercicios.

2.1 Concepto de algoritmo

El algoritmo en el campo de las matemáticas, lógica, programación computacional, administración, economía y otras disciplinas es un método o un procedimiento que permite realizar cómputos, procesar datos, solucionar problemas, etc. Los algoritmos pueden ser expresados en lenguaje natural, números, símbolos secuenciales, códigos especiales, gráficos, tablas, diagramas de flujo, etc.

El algoritmo en matemáticas es el conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite efectuar cálculos y encontrar la solución a un problema numérico. O lo que es lo mismo, dado un estado inicial o entrada (los datos del problema aritmético), y procediendo por pasos sucesivos, se puede llegar empleando un algoritmo (fórmula) a un estado final o salida (la solución del cálculo o del problema).

2.2. El algoritmo de la división aritmética

La división aritmética es una de las variadas operaciones en el conjunto de los números naturales. Se eligió la operación de la división, debido a que ella utiliza las cuatro operaciones elementales de la aritmética. La división consiste en averiguar cuántas veces un número (divisor) está contenido en otro número (dividendo), por lo que el resultado de la división de números enteros es único y consta de un cociente principal y un residuo (si hubiere).

Por consiguiente, el algoritmo de la división de dos números enteros (D y d) consiste en cualquier método numérico que permita encontrar o producir un cociente (c) y un residuo (r). Por ejemplo, uno de los más sencillos y conocidos es el siguiente.

- $D = d \cdot c + r$
- Condicionante: $0 \leq r < d$

Donde:

D: Dividendo. Número entero que será dividido, distribuido o repartido.
d: Divisor. Número entero entre los que se dividirá o distribuirá el dividendo.
c: Cociente. Número entero principal que resulta de la división.
r: Residuo. Número entero que resta o sobra al no poder ser distribuido entre los divisores, o cuando el resto es menor que el divisor.

(•) o (x) Símbolo de la operación de multiplicación.

2.3. Representación gráfica de la división

Los conceptos numéricos del algoritmo de la división de dos números enteros pueden ser ubicados en el siguiente diagrama gráfico:

Gráfico 1.
Proceso de la división aritmética

Dividendo	**divisor**
residuo	cociente

D	**d**
r	**c**

3. Ejemplos del uso de algunos algoritmos en la división aritmética

3.1 Teorema 1.

Sea el siguiente planteamiento:

> Dados los números enteros positivos D y d, y considerando que D > d, y $0 \leq r < d$. Encontrar el número de veces que el dividendo contiene al divisor, obteniendo el cociente (c) y el residuo (r) (si hubiere).
>
> O también, ¿cuál es el resultado de la división?: D = d x c? + r?

Ejemplo 1. Planteamiento numérico de la operación

> Si D = d x c + r, y $0 \leq r < d$, y si se tiene que D = 17 y d = 4, entonces búsquese c y r. O también: 17 = 4 x c? + r?
>
> Resultado de la ejecución con los datos que se tienen y el algoritmo indicado. 17 = 4 x 4 + 1.

Los valores c = 4 y r = 1, son resultado de la serie de números secuenciales trabajados con los datos iniciales y la utilización del siguiente procedimiento algorítmico:

> Si c = 1, r = 13, entonces r > d. Es un resultado inaceptable.
>
> Si c = 2, r = 9, entonces r > d. Es un resultado inaceptable.
>
> Si c = 3, r = 5, entonces r > d. Tampoco es un resultado aceptable.
>
> Si c = 4, r = 1, entonces r < d. Este es el resultado aceptable y único.

El cálculo de este último resultado (c = 4 y r = 1) es válido y único, dado que se observa que el residuo 1 es mayor que 0 y menor que el divisor 4.

En términos del diagrama gráfico se tiene el siguiente resultado:

$$\begin{array}{r|l} D & \underline{\;d\;} \\ r & \;c \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{r|l} 17 & \underline{\;4\;} \\ 1 & \;4 \end{array}$$

Ejemplo 2. Sea el algoritmo: D = d x c + r

> Planteamiento: 2020 = 34 x $\boxed{?}$ + $\boxed{?}$
>
> Resultado: 2020 = 34 x 59 + 14

Este resultado (c=59 y r=14) es válido y único, porque el divisor 34 es mayor que el residuo 14, y el residuo 14 es mayor que 0. En términos del respectivo diagrama:

D	d		2020	34
r	c		320	59
			14	

3.2 Teorema 2.

Sea la siguiente proposición:

> Si un entero D es divisible por un entero d, y r es cero, entonces d es divisor exacto de D.

En otros términos, cuando el residuo es cero, se dice que la división es exacta, por lo que se cumple que el dividendo es igual al divisor por el cociente.

Sean: D = 45, d = 5, Búsquese el divisor exacto con el algoritmo: D = d x c + r

- El número d es divisor exacto de D, siempre que D = d x c
- De donde, si: 45 = 5 x 9.
- Entonces, se concluye que 9 es divisor exacto de 45.

D	d		45	9
r	c		0	5

3.3 Teorema 3.

Sea la siguiente proposición:

> Si un número es divisor exacto de otros números, entonces es divisor exacto de la suma de ellos**.**

Resultado de la ejecución:

- Dado que 3 puede dividir exactamente a 12, 27 y 45.
- O sea: 12 = 4 x 3; 27 = 9 x 3; 45 = 15 x 3.
- Por tanto, si la suma total es: 84 = (4 + 9 + 15) x 3.
- Entonces: 84 = 28 x 3.
- De donde, se concluye que 3 es divisor exacto de 84.

PARTE II.

4. Los algoritmos y los problemas directos e inversos

4.1 Los algoritmos

Existen innumerables tipos de algoritmos que pueden ser expresados tanto en palabras, números, códigos especiales, gráficos, tablas, diagramas de flujo, etc. Para verificar esta situación basta ver los contenidos del sistema Internet en las páginas web relacionadas con los algoritmos y asimismo el contenido impreso en los libros y manuales de las distintas ciencias que los utilizan masivamente. En otras palabras, en la práctica real se ve que existen cientos de miles de ellos y cada día van creándose aún más debido a que la construcción de esos algoritmos responde a la rapidez y seguridad con que debe efectuarse el planteamiento y la solución del problema y/o al logro de metas que enfrentan en su desarrollo cada una de las distintas ciencias.

Por consiguiente, podría decirse que mientras más avanzada es una ciencia ésta utiliza un mayor número de algoritmos de todo tipo, lo que le permite un mejor trabajo científico en el sentido de que esa ciencia tiende a ser más lógica, cuantificable, empírica, y por ende más explicativa y predictiva. Las ciencias sociales deberían tender a ese estado en lo que fuera posible.

Así, en nuestros anteriores ejemplos, en donde se ilustró el concepto y el planteamiento numérico del algoritmo de la división, tal como se puede ver en la sección 3, cuando se trata de resolver rápida y eficazmente un asunto o problema aritmético, se apela al uso de un procedimiento o algoritmo ya conocido por el profesional o el investigador interesado, introduciendo en la entrada los datos del problema, para luego, como producto de la operativa del algoritmo y por pasos sucesivos, llegar a obtener la salida o la solución del problema,

En el caso específico de la división, esta operación aritmética consiste en la idea o acción de distribuir una cierta cantidad inicial en varias otras cantidades menores iguales, para lo que se averigua cuántas veces la cantidad inicial (dividendo) contiene a otro número dado (divisor), resultando de ello un número final (cociente) y -si hubiere- una cantidad mínima no distribuida (residuo)

Ejemplos.

a) Si se desea distribuir o asignar 18 trabajadores en 3 talleres de trabajo, se utiliza un algoritmo de la división, como por ejemplo: $D = d \times c + r$. Encontrar c y r.

   - De acuerdo con el logaritmo utilizado, la salida o resultado del problema es igual a $c = 6$ y $r = 0$, o sea: $18 = 3 \times 6 + 0$.

b) Si se va a distribuir 21 tractores en 5 áreas de cultivo, se utiliza el algoritmo de la división. D = d x c + r. Encontrar el número de tractores a asignar de modo igualitario a cada área de cultivo.

- La salida o el resultado del problema indica que el número igualitario es 4 y el resto es 1, o sea es igual a: 21 = 5 x 4 + 1.

c) Si en un campo de cultivo se viene utilizando lotes de 50 kilos de abono por hectárea, y si se tienen 4 campos de diferente tamaño (2, 3, 5 y 7 ha), y si la composición del suelo es homogénea así como el uso anual de esas tierras, entonces se utilizará el algoritmo de la división que trabaja con los múltiplos de un número. Encontrar el número de lotes de abono o kilos a comprar.

- Dado que 2 x 50 =100; 3 x 50 = 150; 5 x 50 = 250; 7 x 50 =350. .
- La suma total resultante es igual a: (2 +3 + 5 + 7) x 50 = 850.
- Por tanto: 17 x 50 = 850.
- Luego, se concluye que se debe comprar 17 lotes u 850 kilos de abono.

4.2 El uso de los algoritmos y los problemas directos e inversos

Como puede observarse con los 3 ejemplos anteriores, dado el problema o la necesidad de solucionar un problema sobre algo, lo que tiene que hacerse es escoger el algoritmo adecuado e introducir en él los datos iniciales, para luego con ellos obtener la solución única para el problema.

En otros términos, si se equipara la información (datos a procesar), el procedimiento (algoritmo) que se elige para lo que se tiene que procesar, y el resultado que se busca encontrar (incógnitas del problema), con el contenido de un razonamiento (premisas y conclusión), se tendría el siguiente procedimiento general de operación:

Cuadro 1.
Elementos del proceso de razonamiento

Premisas menores	Datos, hechos o informaciones específicas del problema.	D = 18 d = 3 Encontrar c y r
Premisas mayores o procedimiento	Algoritmo aconsejado para la división. Condiciones para el resultado.	D = d x c + r $0 \leq r < d$
------------------------	--	---------------------
Conclusión	Entonces, la solución del problema. (Válida y única)	c = 6 y r = 0

Como puede observarse, para la solución de este problema, considerando que ya se conocen los datos del problema, y se sabe lo que se quiere obtener, el trabajo principal del investigador consiste en escoger adecuadamente el algoritmo y sus condiciones de uso. En este caso, el algoritmo utilizado constituye una generalización del procedimiento de la división, que no requiere ser probado previamente cada vez que se lo utiliza, hecho que ciertamente ayuda mucho a resolver con rapidez y seguridad los problemas que interesan.

Por otra parte, para tratar de entender un poco mejor sobre la temática de los problemas directos e inversos, se apela a la generalización que hizo Martínez Luaces[2] (2017), principalmente en el campo de las matemáticas, cuando dice que:

> …. en principio se puede hablar de problemas directos e inversos. Los problemas directos, …. pueden ser vistos como aquellos en los que se provee la información necesaria para llevar a cabo un proceso bien definido y estable, que lleva a una única solución. Los problemas inversos, en cambio, suelen ser más difíciles e interesantes y esto se debe en gran parte a que, o bien tienen múltiples soluciones o bien son insolubles….

Ejemplos de Martínez Luaces, sobre los problemas directos e inversos

i) …. dada una cierta enfermedad, enumerar los síntomas es un problema directo y sencillo, que ya está resuelto y se puede ver en cualquier texto especializado. En cambio, diagnosticar la enfermedad del paciente a partir de sus síntomas no siempre es sencillo y requiere de un médico experimentado.

ii) En las películas o libros de detectives, el personaje central debe identificar a los autores de un crimen conociendo cómo eran sus víctimas, los testimonios de los testigos y las pistas que surgen de la escena del crimen. Nuevamente, no es más, ni menos, que un problema inverso.

iii) …. un problema directo de Matemática Financiera consiste en calcular cuánto cobrará a su retiro un trabajador que desarrolló su actividad durante N años, realizando aportes mensuales $a1$,$a2$,…,ak (si fueran N años completos, sería k=12N). Esto puede ser un poco engorroso, pero no es difícil y de hecho, en la vida real hay programas informáticos que se encargan de hacer automáticamente dicho cálculo. Mucho más interesante y complicado es el problema inverso: ¿cuántos años se debe trabajar y cuánto se debería aportar para tener derecho a un retiro razonable? La solución no es sencilla ni es única y tampoco está claro cuál puede ser la mejor opción de las varias disponibles. De hecho, esto es lo que motiva a las diversas opciones que compiten en el mundo real: seguros, jubilaciones privadas, administradoras de fondos de retiro y otras variantes.

[2] Martínez Luaces, Victor (2017). *Estrategias de los profesores en formación para la invención de problemas inversos* ….pág. 9.

Adicionalmente, Martínez Luaces, en la temática que se trata ahora explica que existen un problema directo y dos inversos. Al respecto, dice que un problema directo responde al siguiente esquema gráfico[3]:

Gráfico 2.
Esquema del problema directo

En este gráfico 2, el investigador tiene la información (datos específicos), así como el procedimiento determinado (algoritmo) a utilizar, por lo que propone averiguar el resultado del problema (solución o respuesta a encontrar). En resumen, en este esquema se pregunta: ¿cuál es la solución o el efecto del problema?

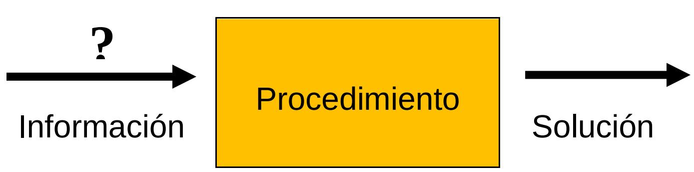
Pero, a ese esquema gráfico, se puede añadir a cada uno de sus tres conceptos otros relacionados que podrían ayudar a entender mejor aquello que se trata de estudiar, analizar, solucionar o resolver.

Cuadro 2.
Conceptos relacionados al cuadro anterior

Información	Procedimiento	Solución
Datos, entrada	**Modelo**	**Respuesta, salida**
Causa	**Relación**	**Efecto**
Acción	**Conexión**	**Reacción**
Hecho antecedente	**Razonamiento**	**Hecho consecuente**
Hecho predictor	**Ley, principio**	**Hecho a predecir**

Luego, si interesase conocer cuál es la causa (información/datos) del problema y se conoce el procedimiento utilizado (algoritmo) y el efecto o consecuencia del problema, entonces se está frente a un problema inverso de causalidad. En este esquema se pregunta: ¿cuál es la información o antecedente del problema? El esquema gráfico sería el siguiente:

Gráfico 3.
Esquema del problema inverso de causalidad



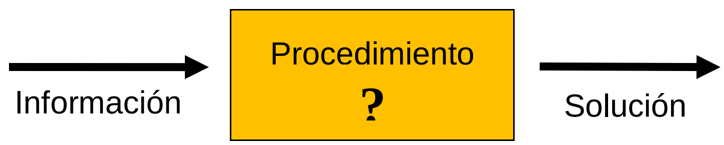
---

[3] Ídem

En este gráfico 3, el investigador conociendo el procedimiento aplicado y la solución del problema, pregunta o averigua por la información (datos específicos) que dio lugar al problema. O sea, en este esquema se pregunta: ¿cuál es la causa o el antecedente del problema?

Por último, se puede encontrar en estos gráficos un segundo tipo de problema inverso como es el problema de especificación, esquema de análisis en el que la causa y el efecto del problema ya son conocidos, por lo que se busca el procedimiento (algoritmo, ley u otro) que produce el puente o la conexión estrecha entre la causa y el efecto. El gráfico sería el siguiente:

Gráfico 4.
Esquema del problema inverso de especificación



En este gráfico 4, el investigador tiene la información (datos específicos), así como la solución o la respuesta encontrada, por lo que se interesa en conocer el procedimiento, la ley o cálculo utilizado para la resolución del problema. Este esquema pregunta: ¿cuál es el algoritmo o el razonamiento que produce el resultado para el problema que interesa?

Un resumen de lo visto hasta este momento dice que:

El problema directo trabaja:

- Del problema a la solución.
- De causas a efectos.
- De premisas a conclusiones. Aplicando un razonamiento progresivo.
- De insumo a producto.
- De síntoma a enfermedad.
- De las funciones deseadas de un aparato a los mecanismos y las entradas que las realizan.
- Otros.

En tanto que un problema inverso trabaja:

- De la solución al problema.
- De efectos a causas.
- De conclusiones a premisas. Aplicando un razonamiento regresivo.
- De producto a insumo.
- De enfermedad a síntoma.
- De mecanismos y entradas a las funciones de un aparato.
- Otros.

Cabe anotar que una caracterización general de los problemas directos e inversos que se tratan ahora, consiste en que, en el caso del problema directo, usualmente éste puede ser solucionado obteniendo el resultado que se desconocía, además este resultado es único o exacto. En el caso del problema inverso, considerando que se parte de la solución para recuperar el problema inicial, esta operación es casi insoluble o no proporciona resultados exactos. Esta última situación es más preocupante en el campo de las ciencias sociales, debido a entran en las operaciones otros conceptos como los valores, la ideología, la política, etc., temáticas en los que no hay un acuerdo cerrado, mismos que no permiten apreciar homogéneamente en las personas y grupos la bondad de un resultado social.

4.3 El uso de los razonamientos y los problemas directos e inversos

De igual manera, se puede trabajar de causa a efecto, o a la inversa en los razonamientos lógicos, tales como el razonamiento categórico y el razonamiento condicional.

4.3.1 El razonamiento categórico y los problemas directos e inversos

Partiendo de un esquema general del razonamiento categórico, puede analizarse los problemas directos e inversos.

Cuadro 3.
Razonamiento general categórico

Razonamiento categórico	**Significado de la relación**	**Caracterización de las premisas y de la conclusión**
Premisa mayor	Toda A es B	• Ley, generalización empírica, principio o regla, hipótesis general.
Premisa menor	Algún B es P	• Hecho específico o ejemplo.
-------------------	-----------------	--
Conclusión	Algún A es C	• Hecho específico o ejemplo.

- El problema directo.

Cuando se trata de buscar u obtener el "resultado o efecto" de un problema, se trabaja en el estudio de un problema directo. En este caso, se quiere saber: ¿Cuál es el efecto o el resultado del problema? Para contestar aquello se deben conocer los hechos iniciales o datos que participan en el problema y asimismo una o más leyes y/o generalizaciones empíricas que también participan. En otros términos, ejecutando la lógica del razonamiento, con toda esa información se trata de ir directamente a encontrar la solución o respuesta al problema que interesa.

Empero, cabe una aclaración ahora que se trabaja con conceptos sociales, en estos casos el resultado no siempre será exacto o inequívoco para muchos investigadores o personas interesadas, porque su aceptación depende de la calidad y disponibilidad así como del número de informaciones adecuadas con que se ilustren los hechos iniciales y además porque se necesitan identificar adecuadamente las leyes o regularidades pertinentes para que sirvan como conocimientos probados o puentes lógicos, de manera que logren conectar correctamente los hechos iniciales con el fenómeno o hecho final observado.

Cuadro 4.
Razonamiento del problema directo

Premisa menor	Hechos específicos, circunstancias iniciales, datos o antecedentes que dieron origen al problema.	Conocido
Premisa mayor	Leyes, hipótesis, condiciones y supuestos que podrían conectar los hechos específicos con las soluciones del problema o fenómeno.	Conocido
---------------------	--	
Conclusión	**¿Cuál es el hecho específico, fenómeno a observar, o la solución del problema?**	**A conocer, o investigar**

- Problema inverso de causalidad

Por otra parte, cuando se habla de buscar las "causas" se empieza a tratar un problema inverso de causalidad. En este caso, se quiere saber: ¿Cuál es la causa o el hecho originador del problema? Esto es, se busca conocer los hechos iniciales o circunstancias específicas que dieron lugar a la respuesta del problema, y luego, conociendo las leyes o regularidades participantes que sirven de puente lógico, se conectan los hechos causales iniciales con la respuesta del problema o fenómeno observado.

Cuadro 5.
Razonamiento del problema inverso de causalidad

Premisa menor	**¿Cuáles son los hechos específicos, circunstancias iniciales, datos o antecedentes que dieron origen al problema?**	**A conocer, o investigar**
Premisa mayor	Leyes, hipótesis, condiciones y supuestos que podrían conectar los hechos específicos con las soluciones del problema o fenómeno.	Conocido
---------------------	--	
Conclusión	Hecho específico, fenómeno a observar, o la solución del problema.	Conocido

- El problema inverso de especificación

Cuando se habla de buscar las leyes, reglas o los principios que actúan como puentes lógicos y cuyo cumplimiento contribuye a originar el problema, se está trabajando el problema inverso de especificación. En este caso, se quiere saber: ¿Cuáles son las leyes que regulan u ocasionan el resultado o la solución del problema?. Para ello se supone que se conocen los hechos específicos que dieron lugar al problema así como la respuesta o solución del problema, pero se desconocen las relaciones invariantes o leyes participantes en el problema.

Cuadro 6.
Esquema del problema inverso de especificación

Premisa menor	Hechos específicos, circunstancias iniciales, datos o antecedentes que dieron origen al problema.	Conocido
Premisa mayor	**¿Cuáles son las leyes, hipótesis, condiciones y supuestos que podrían conectar los hechos específicos con las soluciones del problema o fenómeno?**	**A conocer, o investigar**
---------------------	--	
Conclusión	Hecho específico, fenómeno a observar, o la solución del problema.	Conocido

4.3.2 El razonamiento condicional y los problemas directos e inversos

De igual manera que en los análisis anteriores, se puede identificar en los razonamiento condicionales la idea del tratamiento del problema directo e inverso. Con objeto de facilitar la lectura y evitar equívocos se introduce el siguiente cuadro general que explica los símbolos y los significados textuales de los componentes del razonamiento condicional del modelo inferencial Modus Ponendo Ponens (MPP).

Cuadro 7.
Razonamiento condicional MPP y los problemas directos e inversos

Razona-miento MPP	Significado de la relación condicional	Contenido de las premisas y de la conclusión
A → C	Si ocurre A, entonces ocurre C.	• Leyes, generalizaciones empíricas, principios, hipótesis generales.
A	Ocurre A.	• Hechos antecedentes específicos o ejemplos.
---------	-------------------------------------	--
C	Entonces ocurre C	• Hecho consecuente específico o ejemplo.

Empero, para efectuar el análisis que sigue y por la necesidad de efectuar una explicación fluida al utilizar solamente símbolos lógicos, se establecen dos esquemas para el razonamiento a tratar, aunque en el fondo contienen los mismos significados. Esto es, el esquema 1 contiene lo usual de la utilización de símbolos en la inferencia condicional MPP, porque se supone que las explicaciones textuales que oportunamente se ofrecen son suficientes. En tanto que en el esquema 2, si bien la afirmación condicional general (A→C) se mantiene sin modificaciones, en el factor antecedente específico (A) se introdujo una estrella (*) como superíndice en el símbolo para señalar que se trata de un factor antecedente específico o ejemplo, ocurriendo lo mismo con la conclusión (C) o factor consecuente específico. Esta diferenciación de la especificidad tiene el propósito de identificar nítidamente los símbolos utilizados.

Cuadro 8.
Esquemas de razonamiento condicional
Modus Ponendo Ponens

Esquema 1	**Esquema 2**
A→C A -------- C	A→C A* -------- C*

Además, para aligerar el análisis de los problemas directos e inversos, se construyó un cuadro resumen de las tres situaciones posibles, en los que pueden diferenciarse las combinaciones de factores sobre lo que se conoce y desconoce de los razonamientos en función de lo que representa el tratamiento de los problemas directos e inversos.

Cuadro 9.
Razonamientos sobre los problemas directo e inverso

A* A→ C -------- C* **¿…?**	A* **¿…?** A→ C -------- C*	A* A→ C **¿…?** --------- C*
Problema Directo	Problema inverso de causalidad	Problema inverso de especificación

De acuerdo con estos tres cuadros, las siguientes situaciones investigativas pueden presentarse y leerse de la siguiente manera:

i) Problema directo: Dado que se conoce A* y A→C, encontrar C*
ii) Problema inverso causal: Dados C* y A→C, encontrar A*
iii) Problema inverso específico: Dados A* y C*, encontrar A→C.

Es más, puede ser que en ciertas ocasiones o hechos nuevos no se conozcan dos de los tres factores participantes en el análisis, por lo que su estudio tiende a ser más complejo y difícil pero no imposible.

iv) Problema directo: Dado A*, encontrar C* y A→C
v) Problema inverso causal: Dado C*, encontrar A* y A→C
vi) Problema inverso específico: Dado A* y C*, encontrar A→C.

Por otra parte, adoptando la idea del tratamiento del problema inverso, se puede resumir de la siguiente manera un trabajo de investigación. Supóngase que interesa conocer la causa o el factor que ocasionó el surgimiento del problema específico C.

1) Tema o asunto: El comportamiento del hecho o fenómeno C.
2) Problema de investigación: ¿Por qué ocurre C? ¿Cuál es el factor causante?
3) Conjetura: R o T o A, son posiblemente las causas.
4) Hipótesis propuesta: Si ocurre A, entonces ocurre C. (A→C)
5) Ley o regularidad a utilizar: Cada vez que ocurre A ocurre C.
6) Verificación empírica: Cuando ocurrió A también ocurrió C.
7) Conclusión lógica: Dado que ocurrió C y es verdad A→C, tiene que ocurrir A.

5. Algunos algoritmos utilizados en los libros y Ensayos de FVCP

Como se había mencionado anteriormente, existen diferentes tipos de algoritmos, ya sea de tipo matemático, lógico, gráfico, en cuadros, diagramas, etc., ya sea en los campos de la física, química, ingenierías, programación computacional, administración, economía, etc. A continuación solamente se titularan y describirán resumidamente los algoritmos utilizados mayoritariamente en los libros y Ensayos de FVCP.

Cuadro 10.
Los principales algoritmos utilizados por FVCP

N°	Nombre o descripción	Tipo de algoritmo	Algoritmo	Origen o fuente
i.	Hipótesis categórica	Simbólico	A es C	Lógica formal
ii.	Hipótesis condicional.	Simbólico y gráfico	A→C	Lógica formal
iii.	Hipótesis multicondicional.	Simbólico y gráfico	A1, A2, A3,…An → C	
iv.	Hipótesis multifactorial o disyuntiva.	Simbólico y gráfico	A, R, T ... N → C	
v.	Afirmaciones controlables. (Hipótesis)	Simbólico y gráfico	A, Ac, Cp → C	

vi	Diferenciación entre solución y resolución del problema.	Simbólico	Hipótesis de solución: A→C Hipótesis de resolución: A*→C*	
vii.	Determinación del problema C	Gráfico	M – N = C	
viii.	Resumen del proceso de investigación. (Lógico-empírico)	Simbólico	Si C, y A→C, entonces A	Lógica matemá-tica
ix.	Ciclo del proceso de investigación. (Lógico empírico)	Gráfico	M, N, C R, T, A A→C A1, A2, A3 A2→C	
x.	Corazón “e” de la investigación.	Gráfico	Si a, b, c, d, entonces e.	
xi	Determinación de las subcondiciones suficientes y necesarias de A.	Cuadro	Verificación de si A es suficiente y/o necesario en su relación con C.	
xii	La representación de la hipótesis condicional con una bicicleta..	Gráfico	A → C.	
xiii	La hipótesis afinada y la explicación de la relación encontrada.	Gráfico	A, r, T, c, E	
xiv	Cuadro matriz de contrastación empírica de la hipótesis multicondicional.	Cuadro y gráfico	Hipótesis A1, A2, A3, …, An →C y verificación de su ocurrencia.	
xv.	Modelos de razonamientos categóricos.	Simbólico	**1° FIGURA** M C A M ------ A C **2° FIGURA** C M A M ------- A C **3° FIGURA** M C M A ------ A C **4° FIGURA** C M M A ----- A C	Lógica formal
xvi	Modelos de razonamientos condicionales.	Simbólico	**MPP** **A→C** **A** ——— **C** **MTT** **A→C** **no A** ——— **no C** **MTP** **A→C** **no A** ——— **C** **MPT** **A→C** **A** ——— **no C**	Lógica formal y matemá-tica
xvi	Las afirmaciones condicionales lógicamente interrelacionadas. (ACLI)	Simbólico y gráfico	Positiva A→C Conversa C→C Inversa no A→ no C Contrapositiva no C → no A Bicondicional A ↔ C	Lógica

6. Bibliografía específica para el Ensayo

Bunge, Mario (2019) *La filosofía está pasando por un mal trance, porque no hay pensamiento original.* Entrevista telefónica efectuada a Mario Bunge por el periódico español “elpais.com”. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2019/09/18/ciencia/1568798978_957994.html

Bunge, Mario. Lista de publicaciones. Disponible en: https://www.mcgill.ca/philosophy/people/emeritus-faculty/bunge
Martínez Luaces, Victor (2017). *Estrategias de los profesores en formación para la invención de problemas inversos y enriquecimiento de tareas matemáticas destinadas a alumnos de enseñanza secundaria.* Trabajo Fin de Master. Granada: Facultad de Ciencias de la Educación. Disponible en: https://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/TFM_MARTINEZLUACES.pdf

7. Bibliografía general

Cárdenas P., Faustino V. (1991). *Proyecto de tesis. Apuntes para la preparación del Proyecto de Tesis y de trabajos de investigación en economía y en ciencias sociales.* Rev. Publicación electrónica 2015. La Paz: Hepta. Libro 1

-------- (1999). *Orientaciones para la contratación de bienes y servicios en las entidades públicas.* La Paz: Autor. Libro 2

-------- (2004). *La inferencia lógica y la hipótesis en la investigación científica*. La Paz: Artes Gráficas Rocco. Libro 3

-------- (2004). *El razonamiento lógico en los instrumentos científicos y en su aplicación.* La Paz: Artes Gráficas Rocco. Libro 4

-------- (2015). *Afirmaciones científicas y sus condiciones suficientes y necesarias. Ejemplos y ejercicios en las ciencias sociales.* La Paz: Élite Impresiones. Libro 5

-------- (2015*). Deducción, inducción, analogía y reducción. Ejemplificación y aplicación introductoria en la investigación científica en las ciencias sociales.* La Paz: Élite Impresiones. Libro 6

-------- (2015). *La proposición lógica en la afirmación científica. Una introducción en 21 artículos a las ciencias sociales.* La Paz: Élite Impresiones. Libro 7

-------- (2015). *Procesos de investigación en las empresas. Una introducción a la resolución de problemas y al mejoramiento e innovación de productos.* La Paz: Élite Impresiones. Libro 8

-------- (2015). *Tesis argumental. Generación, formulación y ejemplos en las ciencias sociales.* La Paz: Autor. Libro 9

-------- (2017). *Resolución de problemas y logro de metas. Una introducción en 19 ensayos*. La Paz. Autor. Libro 10

-------- (2017). *Afirmaciones científicas controlables y razonamientos. Una introducción en 17 ensayos.* La Paz. Autor. Libro 11

Nota técnica.- Los libros de 1 a 9 tienen una versión impresa. Los libros de 3 a 11 tienen una versión PDF o de lectura electrónica E-Pub. Ver detalles en la Página Web: www.investigacionmetodologicacardenas.net

<u>Referencias a recientes Ensayos</u>. Publicados en las fechas que se indican, en la Página Web: www.investigacionmetodologicacardenas.net

Serie de EnsayosSIETE

1527-55 *La tesis, vista como afirmación y como gráfico. El corazón "e" de la tesis.* Págs. 23. Febrero 2018.
4253-6 *Introducción a los tipos de relación que vinculan estrechamente a A y C.* Págs. 21. Marzo 2018.
4523-4 *El papel del término medio en un razonamiento categórico, como explicación de su conclusión.* Págs. 15. Marzo 2018.
1528-41 *El mecanismo de la verdad en la afirmación*. Págs, 14. Julio de 2018.
1528-45 *La afirmación condicional y el traspaso de la verdad desde una variable a otra.* Págs. 17. Julio 2018.
1528-67 *La afirmación y los mecanismos que posibilitan el traspaso de la verdad de A hacia C*. Págs. 15. Junio 2018.

Serie de EnsayosOCHO

7050-22 *El conocimiento, su evolución y profundización. Una introducción a las proposiciones dialécticas de conocimiento.* Págs. 23. Agosto 2018.
7050-44 *El avance del conocimiento científico: una recapitulación de sus conceptos, y los mecanismos de relación en las proposiciones y razonamientos*. Págs. 19. Septiembre 2018.
7050-66 *Algunos modelos de los mecanismos de la relación de A con C, y/o de su interacción mutua.* Págs. 13. Septiembre 2018.
7057-34 *Ejemplos prácticos de 12 proposiciones dialécticas, sobre su singularidad, particularidad y generalidad.* Págs. 18. Octubre 2018.
7057-35 *Ejemplos prácticos del desarrollo del conocimiento científico, utilizando 8 proposiciones dialécticas*. Págs. 18. Noviembre 2018.

7057-36	*Ejemplos gráficos de las 20 proposiciones dialécticas, sobre la generalización y el avance gradual del conocimiento*. Págs. 20. Febrero 2019.	Ensayo no publicado
7057-37	*Ejemplos adicionales del desarrollo del conocimiento con las 20 proposiciones dialécticas, y dos anexos.* Págs. 12. Marzo 2019	No publicado

Serie de EnsayosNUEVE

4122-11	*¿Cómo se puede saber el valor de verdad de una afirmación condicional que relaciona dos hechos específicos? Una mención a las ACLI.* Pág. 12. Marzo 2019.	No publicado
4123-13	*¿Cómo se puede saber el valor de verdad de una afirmación condicional que relaciona dos clases de hechos? Una introducción a las ACLI.* Págs. 10 Abril 2019.	No publicado

4124-17	*Ejemplos de las Afirmaciones Condicionales Lógicamente Interrelacionadas (ACLI) y la presentación de algunas variaciones en la suficiencia de A.* Págs. 19. Mayo 2019.	Publicado
4124-19	*Explicación conceptual y ejemplos de las Afirmaciones Condicionales Lógicamente Interrelacionadas.* Págs. 14 Junio 2019,	No publicado
4125-15	*Explicación gráfica del desarrollo de las ACLI, y el análisis de la capacidad de predicción de la hipótesis estudiada. Primer Caso: La suficiencia de A.* Págs. 24. Julio 2019.	Publicado
4125-16	*Explicación gráfica del desarrollo de las ACLI, y el análisis de la capacidad de predicción de la hipótesis estudiada. Segundo Caso: La necesidad de A.* Págs. 16. Julio 2019,	Publicado
4125-17	*Explicación gráfica del desarrollo de las ACLI, y el análisis de la capacidad de predicción de la hipótesis estudiada. Tercer y cuarto Casos: La suficiencia y necesidad de A.* Págs. 16. Agosto 2019.	Publicado
4125-44	*Las ACLI puestas al servicio de la investigación. Tres miradas progresivas a su proceso y resultado: 1) La inferencia. 2) La confirmación. 3) La ampliación.* Págs. 15 Agosto 2019.	No publicado

Serie de EnsayosDIEZ

4322-8	*Bunge, los algoritmos y su relación con la ciencia y los problemas directos e inversos.* Pág. 20. Oct. 2019.	Publicado

Nota técnica. Estos Ensayos sobre Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales, están dentro de la Serie de Ensayos metodológicos, del Programa de Investigación que lleva adelante FVCP para el contenido de esta página web, y que posteriormente serán agrupados por temáticas y publicados en libros impresos o electrónicos.