

SECRETARÍA ACADÉMICA DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Secretaría Académica

M4

LIBRO No 2

Antología

ARTES Y HUMANIDADES, PRIMERA EDICION 1994

an

Artes y Humanidades



U A N

AD AUTÓNOMA DE NUEVO

ON GENERAL DE BIBLIOTECA

0
.2

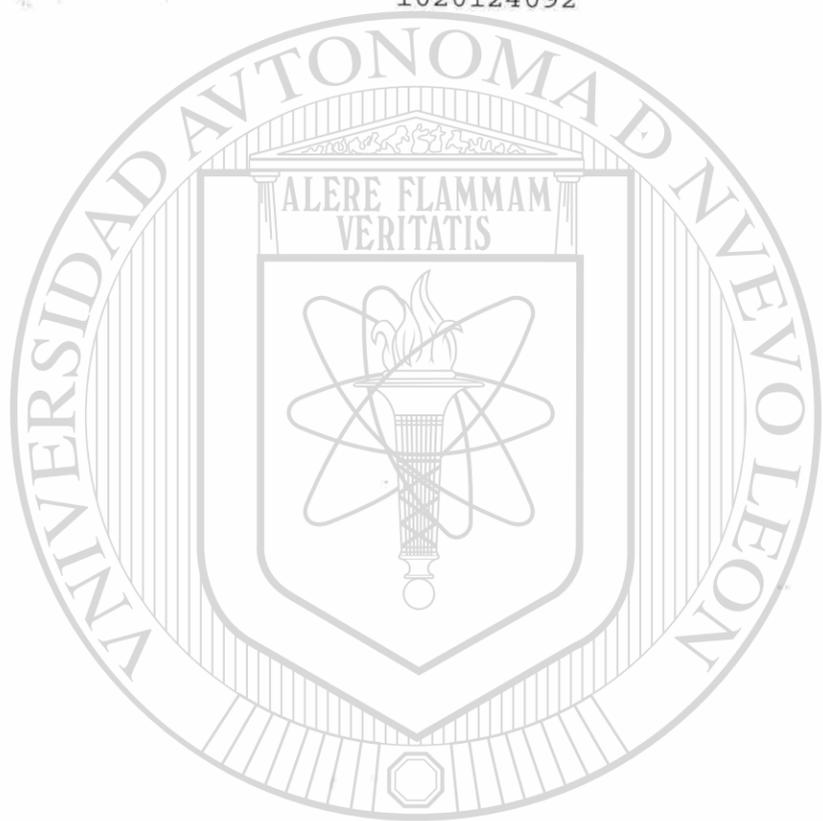
N72
.H8
U530
v.4
pte

N72
H8
U530
V.4
pte.2

0120-35060



1020124092



Artes y Humanidades

Primer Curso:

La Construcción del Conocimiento Científico

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

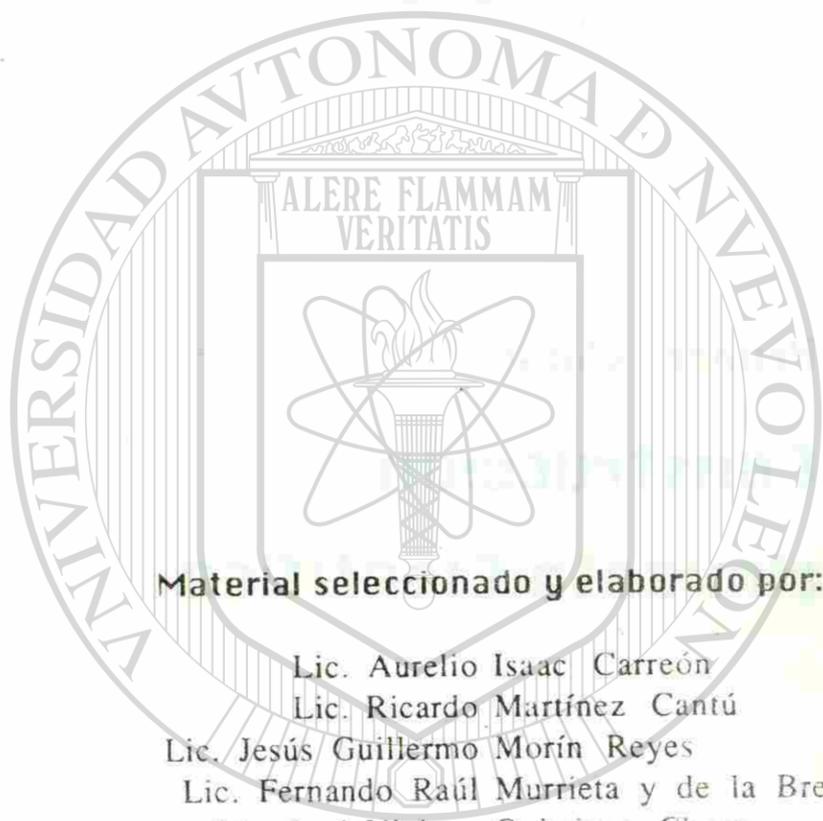
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Antología



(Segunda Parte)





Material seleccionado y elaborado por:

- Lic. Aurelio Isaac Carreón
- Lic. Ricardo Martínez Cantú
- Lic. Jesús Guillermo Morín Reyes
- Lic. Fernando Raúl Murrieta y de la Brena
- Lic. José Viviano Quistiano Chapa

Corrección y reestructuración del material
para la segunda edición:

Lic. Ricardo Martínez Cantú

1a. edición, diciembre de 1993
2a. edición, diciembre de 1994



Índice

Segunda Unidad:

Los problemas como origen del conocimiento científico

Objetivo y metas	6
Tema 4: Los problemas cotidianos y los problemas científicos	7
Actividades (24 a 31)	11
Tema 5: La fuente de la ciencia	20
Actividades (32)	25
Tema 6: Condiciones para formular problemas científicos	29
Actividades (33 a 36)	33
Tema 7: Los problemas científicos	39
Actividades (37 a 40)	46
Tema 8: Sistemas problemáticos y acertijos	56
Los sistemas problemáticos	56
Actividades (41 y 42)	58
Actividades (43 a 45)	62
Los problemas científicos y los acertijos	67
Actividades (46 y 47)	69

Tercera Unidad:

**La formulación de hipótesis
o posibles soluciones a los problemas**

Objetivo y metas	73
Tema 9: Significación de 'hipótesis'	74
Actividades (48 a 50)	80
Tema 10: Formulación de las hipótesis	86
Actividades (51 a 55)	93
Tema 11: Clasificación del razonamiento	106
Actividades (56 y 57)	118
Tema 12: Origen de las hipótesis	126
Actividades (58 y 59)	130

5a. Lectura: La técnica de la naturaleza inanimada	141
6a. Lectura: Ciencia y economía en la Inglaterra del siglo XVII	148
Bibliografía	157

Lecturas de reflexión

Objetivo y metas	134
----------------------------	-----

**LA CIENCIA Y EL CONTEXTO HISTÓRICO-SOCIAL
EN EL QUE SE PRODUCE**

4a. Lectura: La perspectiva científica	136
--	-----

Segunda Unidad

Los problemas con origen del conocimiento científico

Objetivo

Sensibilizar al alumno respecto a la importancia que tiene -para la producción y desarrollo de conocimientos científicos- la búsqueda, identificación y planteamiento de problemas; y capacitarlo en la formulación correcta de los mismos.

Metas

- Diferenciar, en las lecturas señaladas para tal efecto, un problema científico de otro que no lo es.
- Enlistar las características de los problemas científicos.
- Enlistar los requisitos en la formulación de un problema científico.
- Identificar problemas científicos, con base en su entorno social y cultural.
- Plantear correctamente un problema científico.

Tema 4

Los problemas cotidianos y los problemas científicos

(Tomado del texto de Ernestina Troncoso de Bravo:
Metodología de la ciencia, pp. 82-85)

- 1 Los varios miles de millones de habitantes del globo terráqueo se preguntan a diario muchas cosas que están en relación directa con su forma de vida, sus preocupaciones cotidianas, su trabajo. Entre las preguntas más comunes que se hace la gente de nuestro tiempo, están las siguientes:
 - 2 ¿Cómo es posible frenar la explosión demográfica en los países del Tercer Mundo? ¿Es contagioso el cáncer? ¿Cómo reemplazar el petróleo y el carbón por energía solar? ¿Existirán suficientes alimentos para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad? ¿Subirá el precio de los alimentos? ¿Qué autobús tomaré para llegar más rápido a mi trabajo?
- 3 Todas las anteriores interrogantes solicitan una respuesta, si bien en diversa medida. Así, es fácil investigar cuál es la línea de autobuses que transita cerca del sitio donde se ubica mi oficina, y más difícil encontrar sustituto del petróleo; además, lo primero sólo resuelve una situación personal, en cambio lo segundo, afecta directa o indirectamente a todos los hombres.
- 4 Los niveles de las preguntas son diferentes, lo que tienen en común es que entrañan un problema. Pero a fin de cuentas, ¿qué entendemos por problema?

Segunda Unidad

Los problemas con origen del conocimiento científico

Objetivo

Sensibilizar al alumno respecto a la importancia que tiene -para la producción y desarrollo de conocimientos científicos- la búsqueda, identificación y planteamiento de problemas; y capacitarlo en la formulación correcta de los mismos.

Metas

- Diferenciar, en las lecturas señaladas para tal efecto, un problema científico de otro que no lo es.
- Enlistar las características de los problemas científicos.
- Enlistar los requisitos en la formulación de un problema científico.
- Identificar problemas científicos, con base en su entorno social y cultural.
- Plantear correctamente un problema científico.

Tema 4

Los problemas cotidianos y los problemas científicos

(Tomado del texto de Ernestina Troncoso de Bravo:
Metodología de la ciencia, pp. 82-85)

- 1 Los varios miles de millones de habitantes del globo terráqueo se preguntan a diario muchas cosas que están en relación directa con su forma de vida, sus preocupaciones cotidianas, su trabajo. Entre las preguntas más comunes que se hace la gente de nuestro tiempo, están las siguientes:
 - 2 ¿Cómo es posible frenar la explosión demográfica en los países del Tercer Mundo? ¿Es contagioso el cáncer? ¿Cómo reemplazar el petróleo y el carbón por energía solar? ¿Existirán suficientes alimentos para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad? ¿Subirá el precio de los alimentos? ¿Qué autobús tomaré para llegar más rápido a mi trabajo?
- 3 Todas las anteriores interrogantes solicitan una respuesta, si bien en diversa medida. Así, es fácil investigar cuál es la línea de autobuses que transita cerca del sitio donde se ubica mi oficina, y más difícil encontrar sustituto del petróleo; además, lo primero sólo resuelve una situación personal, en cambio lo segundo, afecta directa o indirectamente a todos los hombres.
- 4 Los niveles de las preguntas son diferentes, lo que tienen en común es que entrañan un problema. Pero a fin de cuentas, ¿qué entendemos por problema?

5 Podemos definirlo diciendo que, **un problema es cualquier dificultad que no puede ser superada inmediatamente con los conocimientos y habilidades que poseemos, y se plantea comúnmente en forma de pregunta o interrogante.**

6 Así, pues, continuamente se suscitan en nosotros, los **múltiples problemas** cada vez que nos enfrentamos a situaciones desconocidas, ante las cuales, carecemos de conocimientos específicos suficientes. Entonces nos vemos obligados a buscar solución.

7 De lo anterior, podemos identificar dos aspectos importantes respecto a los problemas:

- Los problemas pueden ser de nivel sencillo o de nivel complejo.
- Hay problemas que afectan a un sujeto en un momento dado, y los que afectan a millones de personas de manera constante.

8 Los problemas pueden ser planteados por todo tipo de personas; desde el niño que se cuestiona por qué tiene que lavar las manos antes de comer y para qué le sirve ir a la escuela pasando por el adulto que pregunta ¿por qué hay día y noche hasta un grupo de investigadores que se interroga por la composición química de la molécula del DNA (ácido desoxirribonucleico).

9 La diferencia fundamental entre estos tres problemas radica en el conjunto de conocimientos que se tiene al respecto de lo que se pregunta. El del niño es muy limitado; el del adulto ya es más amplio, pero no puede compararse con el del círculo de investigadores que es el mayor dominado por la ciencia hasta el momento.

10 En cualquier caso, todo problema surge de **un cuerpo de conocimientos** dentro del cual se percibe una laguna, algo que requiere de una explicación.

11 Si el cuerpo de conocimientos de que se parte es limitado, y se cuestiona un tema poco profundo e intrascendente, cuya solución afecta a un caso subjetivo, se dice que se trata de un **PROBLEMA COTIDIANO.**

12 Pero en cambio: Si la pregunta se plantea sobre un trasfondo científico y se estudia con método también científico y con el objetivo primordial de aumentar el cuerpo de conocimientos, se tiene un **PROBLEMA CIENTÍFICO.**

13 Para que identifiques los rasgos que caracterizan al problema cotidiano, analiza el siguiente ejemplo: Juan se pregunta: ¿Qué debo tomar para calmar este dolor de cabeza? En este ejemplo se pueden observar los siguientes detalles:

- **Surge de un cuerpo de conocimientos limitado**, porque es del dominio común la existencia de medicamentos -como la aspirina-, que actúan por lo menos como calmantes para atenuar ese tipo de dolor.
- **Es intrascendente**, porque resolverlo beneficiará solamente a Juan; por lo tanto, no será significativo para la ciencia.
- Puesto que sólo se plantea un problema **particular** para Juan, **es individual.**

Ahora bien, en el planteamiento de los problemas individuales intervienen, por lo general, consideraciones de tipo personal, el punto de vista muy particular del sujeto afectado, etc. Y todo esto hace que los problemas cotidianos casi siempre sean **subjetivos.**

El cuestionamiento de Juan sobre la forma de aliviar su dolor de cabeza es, además, **oscuro y poco preciso**, porque no sabemos si se refiere a un dolor superficial o profundo, ni nos aclara al menos qué parte de la cabeza es la adolorida, puesto que dentro de ella hay varios órganos ubicados en determinadas zonas.

- Finalmente, en los problemas cotidianos no se elabora ningún plan o estrategia relativa a cómo abordarlos para su mejor solución, es decir: casi nunca se sigue un procedimiento sistemático al intentar resolverlos.

14 Este sencillo análisis nos ha proporcionado varias de las características del problema cotidiano. - Para identificar las particularidades del problema científico analicemos otro ejemplo ya enunciado anteriormente. ¿Cuál es la composición química de la molécula del DNA? Del análisis del anterior problema podemos hacer las siguientes consideraciones:

- Este problema surge de un cuerpo de conocimientos científicos o sea, conocimientos comprobados y actualizados.
- Es un problema trascendente, porque va más allá de un caso o hecho y, por ello, importa a todo un sistema.
- Trata de investigar la composición química de toda molécula de DNA, o sea, es general.
- Además es objetivo porque se preocupa por obtener cierta información sobre la molécula del DNA, la cual depende de dicha molécula y no del estado de ánimo del investigador que estudia el caso.

• El problema además está formulado en términos precisos y claros ya que se pregunta por un dato muy específico y concreto.

• Finalmente, al resolver el problema se siguen las etapas propias del método científico, es decir: los investigadores que abordan la cuestión e intentan resolverla siguen, en ese proceso, una serie de pasos previamente establecidos, esta actividad es ordenada, sistemática.



ACTIVIDADE

Actividad No. 24

Contesta las siguientes preguntas

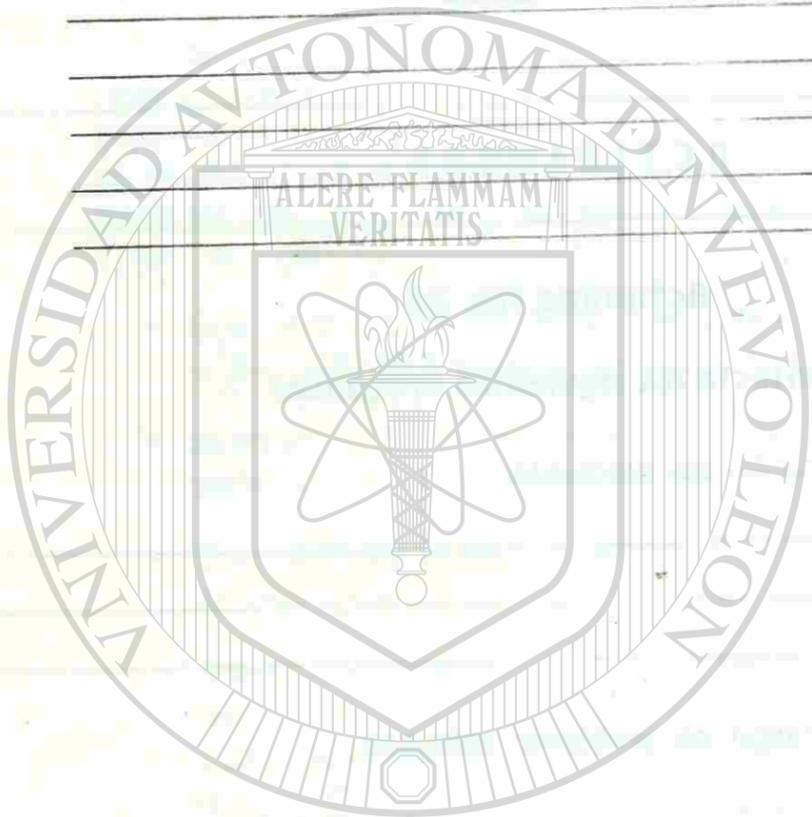
1. Escribe la definición de problema.

2. Escribe la definición de problema cotidiano.

3. Escribe la definición de problema científico.



4. ¿Puede una persona que desconoce por completo un tema plantearse problemas respecto al mismo? ¿Por qué?



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actividad No. 25

Anota en el siguiente cuadro lo que se solicita.

CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA COTIDIANO	CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA CIENTIFICO

Actividad No. 26

Lee el siguiente texto sobre la clasificación y después aplícalo en la resolución de las actividades 27 y 28.

LA CLASIFICACIÓN

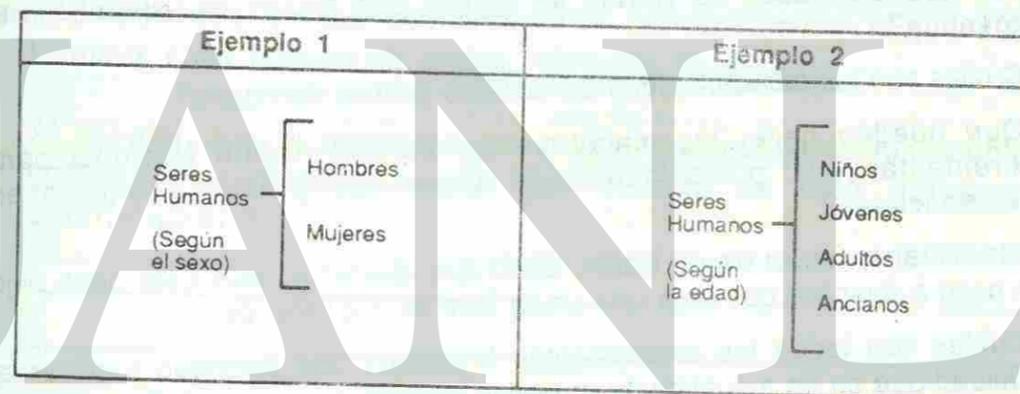
La clasificación es una operación lógica que se puede realizar en dos sentidos diferentes:

- 1) En un primer sentido, clasificar significa indicar a que clase pertenece un determinado objeto o grupo de objetos. Así, por ejemplo, clasificamos al afirmar "Esto es un lápiz", ya que estamos indicando que el objeto designado con la palabra **esto** pertenece a la clase de los lápices. También clasificamos al decir "Los lápices son instrumentos para escribir", ya que en este caso estamos incluyendo la clase (o especie) de los lápices dentro de la clase aún mayor (o género) de los instrumentos para escribir. Otros ejemplos de clasificación en este sentido son los siguientes: "Los fresnos pertenecen a la clase de los árboles" "Los árboles pertenecen a la clase de los vegetales" etcétera.
- 2) En un segundo sentido, clasificar significa indicar los individuos o subclases (especies) comprendidos dentro de una determinada clase (género). El término **clasificación** se emplea más frecuentemente en este segundo sentido, y a esta manera de entender la clasificación se le denomina también **división**. Clasificamos, en este segundo sentido, cuando afirmamos que "Los vertebrados se clasifican (o dividen) en peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos"; también clasificamos al decir que "Los triángulos pueden ser equiláteros, isósceles y escalenos".

Dentro de la clasificación, en este último sentido, pueden distinguirse tres elementos:

- A) El **concepto clasificado**, que es el concepto que hace referencia a la clase cuyas subclases se establecen en la clasificación.
- B) Las **categorías de la clasificación**, que son las subclases que integran al concepto clasificado.
- C) El **principio de clasificación**, que es el criterio que se toma como fundamento para dividir al concepto clasificado en determinadas categorías o subclases.

Para ilustrar los elementos de una clasificación, consideremos los siguientes ejemplos:

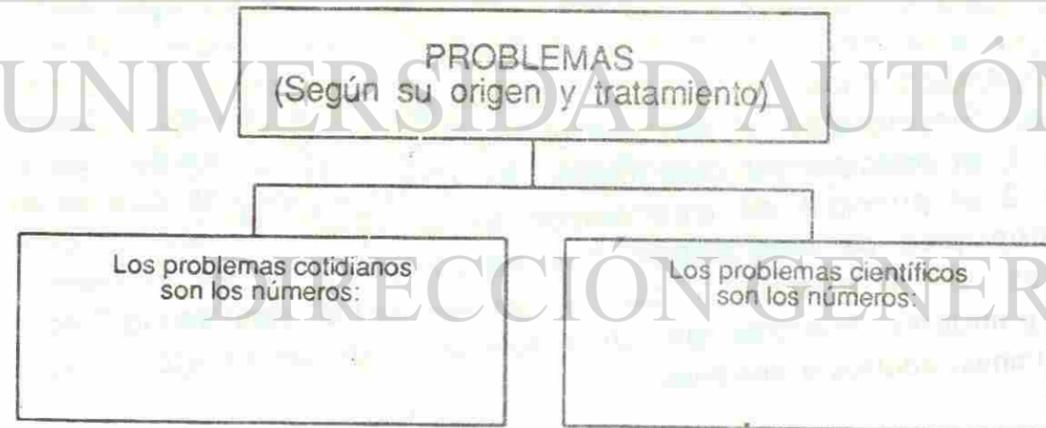


En ambos casos el concepto clasificado es el mismo: Seres humanos. Sin embargo, el principio de clasificación es diferente: en el ejemplo 1 el principio de clasificación es el **sexo**; mientras que en el ejemplo 2 el principio de clasificación es la **edad**. El utilizar diferentes principios de clasificación nos ha llevado a formar diferentes categorías: en el ejemplo 1 las categorías de la clasificación son: **hombres y mujeres**; mientras que en el ejemplo 2 dichas categorías son: **niños, jóvenes, adultos y ancianos**.

Actividad No. 27

Clasifica los diez problemas que se te proporcionan a continuación, según su origen y tratamiento, en COTIDIANOS y CIENTÍFICOS.

1. ¿Cuáles son los factores que alteran al medio ambiente, y de qué manera y en qué medida afecta cada uno de esos factores a dicho medio ambiente?
2. ¿Cómo debo disponer de la basura para afectar lo menos posible al medio ambiente?
3. ¿Qué actividades debo realizar a fin de mejorar mi ortografía?
4. ¿Qué antecedentes históricos permiten explicar el hecho de que, en el español, unas palabras se escriban con B y otras con U, siendo que ambas letras tienen la misma pronunciación?
5. ¿A qué hora de México debo llamar a Madrid, si mi intención es llamar a las 10:00 A.M., hora de España?
6. ¿Por qué los meses de verano en México son meses de invierno en la Argentina?
7. ¿Cuáles son las características del sistema político mexicano?
8. ¿Qué pueden hacer los miembros del Partido Acción Nacional para incrementar sus posibilidades de ganar las próximas elecciones presidenciales?
9. Determinar la altura de un trailer, dado que queremos que éste pase bajo un paso a desnivel que deja una altura libre de 3.20 metros.
10. ¿Cuáles son todos los antecedentes históricos que permiten explicar la rivalidad que se da actualmente entre los pueblos árabe y judío?



Actividad No. 28

Clasifica ahora esos mismos problemas, según su grado de dificultad, en SIMPLES y COMPLEJOS.

PROBLEMAS (Según su grado de dificultad)

Los problemas simples son los números:

Los problemas complejos son los números:

Nota.- Advierte que en las dos anteriores actividades se ha utilizado el término **clasificación** en ambos sentidos explicados.

- Al señalar que el grupo de los problemas incluye a los problemas cotidianos y científicos ¿en qué sentido se está aplicando la clasificación?

- Al señalar que un cierto problema de la lista pertenece, por ejemplo, al grupo de los problemas complejos ¿en qué sentido se está aplicando la clasificación?

Actividad No. 29

Agrupar ahora la información de las dos clasificaciones anteriores en el siguiente cuadro-resumen.

Problema número...	Según su origen y tratamiento	Según su grado de dificultad
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Actividad No. 30

Confronta ambas clasificaciones y contesta las siguientes preguntas:

- ¿Hay algún problema (o problemas) que hayas clasificado como cotidiano(s) y complejo(s)? _____
- ¿Cuál(es)? _____
- ¿Hay algún problema (o problemas) que hayas clasificado como científico(s) y simple(s)? _____
- ¿Cuál(es)? _____

Actividad No. 31

Proporciona ejemplos de problemas que reúnan las características que se indican en cada caso.

1. Cotidiano y simple.

2. Cotidiano y complejo.

3. Científico y simple.

4. Científico y complejo.

Tema 5

La fuente de la ciencia

(Tomado del texto de Mario Bunge:
La investigación científica, pp 189-193)

1 El conocimiento científico es, por definición, el resultado de la investigación científica, o sea, de la investigación realizada con el método y el objetivo de la ciencia. Y la investigación, científica o no, consiste en hallar, formular problemas y luchar con ellos. No se trata simplemente de que la investigación empiece por los problemas: la investigación consiste constantemente en tratar problemas. Dejar de tratar problemas es dejar de investigar, y hasta suspender el trabajo científico rutinario. La diferencia entre la investigación original y el trabajo rutinario consiste sólo en que la primera trata problemas originales, mientras que el trabajo científico rutinario se ocupa de problemas que también lo son, por ejemplo, problemas de un tipo conocido y estudiados por un procedimiento conocido.

2 Parece que todos los vertebrados tienen cierta capacidad de notar problemas de algún tipo y de investigarlos en cierta dimensión. La psicología animal estudia el reflejo investigador o impulso exploratorio, un esquema de comportamiento -en parte innato y en parte adquirido- por el cual el animal percibe y examina ciertos cambios del medio con el fin de maximizar su utilidad o minimizar su peligro para el organismo. Todos los animales buscan cosas y modifican sus estructuras de comportamiento para eludir o resolver los problemas que les plantean nuevas situaciones, esto es, estados del mundo que no son fáciles de superar con el mero depósito de reflejos ya

acumulados por ellos. Pero sólo el hombre inventa problemas nuevos: él es el único ser problematizador, el único que puede sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a las que ya le plantea el medio natural y el medio social. Aún más: la capacidad de "percibir" novedad, de "ver" nuevos problemas y de inventarlos es un indicador del talento científico y, consiguientemente, un índice del lugar ocupado por el organismo en la escala de la evolución. Cuanto más rentables son los problemas descubiertos, planteados y resueltos por un investigador, tanto mayor es la valía de éste. No hace falta que los resuelva todos: basta con que suministre -directa o indirectamente- a otros investigadores problemas cuya solución puede constituir un progreso relevante del conocimiento. Esto debe subrayarse en una época en la cual el descubrimiento de problemas se descuida en favor de la resolución de problemas. La óptica de Newton, con sus 31 profundas cuestiones -problemas abiertos-, que ocupaban casi 70 páginas y suministraron problemas a la investigación durante todo un siglo, no debe considerarse como una obra científica importante por aquéllos que no dan importancia más que a la resolución de problemas.

3 La actitud problematizadora, característica de toda actividad racional, es la más visible de la ciencia. Tomemos, por ejemplo, un objeto arcaico recién descubierto en una estación arqueológica: puede ser una mercancía para el anticuario, un estímulo de sensaciones estéticas para el conocedor de arte, y algo que sirve para llenar alguna caja del coleccionista. Pero para el arqueólogo aquel objeto puede convertirse en fuente de un ciclo de problemas. El objeto será "significativo" para él en la medida en que sea testimonio de una cultura extinguida, algunos de cuyos rasgos pueda inferir de un examen comparativo del objeto. Su forma, su constitución y su función pueden, en principio, explicarse con conjeturas (hipótesis) sobre el modo de vida y la mentalidad de la población que produjo y usó ese objeto.

4 En resolución, para el arqueólogo el objeto no será simplemente una cosa, sino que le planteará toda una serie de

problemas, igual que el descubrimiento de ese objeto puede haber sido la solución de un problema previo. La solución de cualquier problema de ese tipo puede convertirse a su vez en punto de partida de una nueva investigación.

5 Las tareas del investigador son: tomar conocimiento de problemas que otros pueden haber pasado por alto, insertarlos en un cuerpo de conocimiento e intentar resolverlos con el máximo rigor y, primariamente, para enriquecer nuestro conocimiento. Según eso, el investigador es un problematizador por excelencia, no un traficante en misterios. El progreso del conocimiento consiste en plantear, aclarar y resolver nuevos problemas, pero no problemas de cualquier clase.

6 La selección del problema coincide con la elección de la línea de investigación, puesto que investigar es investigar problemas. En la ciencia moderna, la elección de un grupo de problemas o líneas de investigación está a su vez determinada por varios factores, tales como el interés intrínseco del problema según lo determina el estadio del conocimiento en cada momento, o la tendencia profesional de los investigadores afectados, o la posibilidad de aplicaciones, o las facilidades instrumentales de financiación. Las necesidades prácticas son una fuente de problemas científicos, pero el insistir exageradamente sobre la aplicación práctica (por ejemplo, la industria o la política) a expensas del valor científico intrínseco, es a largo plazo esterilizador, y el plazo largo es lo que cuenta en una empresa colectiva como la ciencia. En primer lugar, porque los problemas científicos no son primariamente problemas de acción, sino de conocimiento; en segundo lugar, porque no puede realizarse el trabajo creador más que con entusiasmo, y el entusiasmo puede fácilmente faltar si la línea de investigación no se elige libremente, movidos por la curiosidad. Por eso la primera consideración a la hora de elegir líneas de investigación debe ser el interés del problema mismo. Y la segunda consideración debe ser la posibilidad de resolver el problema, o de mostrar que es irresoluble, contando con los medios disponibles.

7 Al igual que en la vida cotidiana, en la ciencia el planteamiento de grandes tareas acarrea grandes éxitos y grandes fracasos. Nadie puede esperar que preguntas superficiales y modestas reciban respuestas profundas y muy generales. El camino más seguro es sin duda la selección de problemas triviales. Los que buscan ante todo la seguridad deben escoger problemas pequeños; sólo los pensadores más amigos del riesgo tomarán el de gastar muchos años en luchar con problemas de grandes dimensiones que no les asegurarán ni continuidad ni ascensos en su carrera. Las grandes revoluciones se han producido siempre en la ciencia pura por obra de personas de este carácter, más que por descubrimientos casuales de investigadores prolijos y sin imaginación dedicados a problemas aislados y reducidos; e incluso los descubrimientos casuales se deben a personas que estaban dispuestas a percibir cualquier novedad y cuya personalidad era conocida en este sentido: otros investigadores habrían visto lo mismo sin interpretarlo del mismo modo.

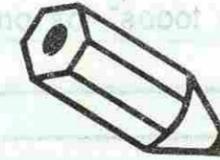
8 He aquí unos pocos ejemplos de tareas inconclusas: la investigación de la estructura de las partículas elementales; la investigación acerca del origen de la vida, y la sintetización de los grandes componentes del protoplasma, y acaso de una unidad completa de materia viva; el establecimiento de teorías neurológicas de los procesos mentales; la construcción de teorías matemáticas de los procesos sociales básicos de las grandes comunidades, las cuales permitirían previsiones sociológicas precisas. Estos problemas son ambiciosos y, al mismo tiempo, parecen al alcance de nuestro siglo, como sugiere el hecho de que tengamos ya recogidos resultados preliminares.

9 No hay técnicas para elaborar problemas que sean a la vez profundos, fecundos y resolubles con medios prescritos. Pero pueden ser útiles los siguientes consejos: 1) Criticar soluciones conocidas, esto es, buscar puntos débiles en ellas: tienen que tener alguno, aunque no se hayan descubierto hasta el momento. 2) Aplicar soluciones conocidas a situaciones nuevas y examinar si siguen valiendo para éstas: si valen se habrá ampliado el dominio de esas soluciones; si no valen, se habrá tal vez descubierto todo

un nuevo sistema de problemas. 3) Generalizar viejos problemas: probar con nuevas variables y/o nuevos dominios para las mismas. 4) Buscar relaciones con problemas pertenecientes a otros campos: así, al estudiar la inferencia deductiva como proceso psicológico, preguntarse cómo puede ser su sustrato neurofisiológico.

10 Una vez propuesto un problema a la investigación, hay que estimar su valor. Pero tampoco se conocen reglas ya listas para estimar **a priori** la importancia de los problemas. Sólo los investigadores con experiencia, amplia visión y grandes objetivos pueden estimar con éxito los problemas, pero tampoco de un modo infalible. En todo caso, además de la elección del problema adecuado, el éxito presupone la elección o el arbitrio de los medios indicados para resolverlo. O sea: la sabiduría en la elección de líneas de investigación se manifiesta en la selección de problemas que sean a la vez fecundos y de solución posible dentro del lapso de una vida humana. Y esto requiere un sano juicio u olfato que puede, sin duda, mejorarse cuando ya se tiene, pero no adquirirse sólo por experiencia. En este punto puede, por último, formularse un consejo muy general: empezar por formular cuestiones muy claras y restringidas; adoptar la penetración parcial en los problemas, en vez de empezar con cuestiones que abarquen mucho, como "¿De qué está hecho el mundo?", "¿Qué es el ente?", "¿Qué es el movimiento?", "¿Qué es el hombre?", o "¿Qué es el espíritu?" Las teorías universales se conseguirán -si se consiguen- como síntesis de teorías parciales construidas como respuestas a sistemas problemáticos modestos, aunque no triviales.

11 En resumen: los problemas son el muelle que impulsa la actividad científica, y el nivel de investigación se mide por la dimensión de los problemas que maneja.



ACTIVIDADES

Actividad No. 32

Contesta las siguientes preguntas

1. En el párrafo 1 se establece una identificación entre dos cosas ¿Cuáles son?

2. ¿Qué diferencia establece el texto entre **investigación original** e **investigación rutinaria**?

3. ¿Qué diferencia hay entre la relación que algunos animales -por una parte- y el hombre -por otra- mantienen con los problemas?

4. Por qué dice el texto que para que un investigador sea valioso "no hace falta que resuelva todos" los problemas que haya planteado?

5. ¿Cuáles son las tareas de un investigador que se mencionan en el párrafo 5?

A) _____

B) _____

C) _____

6. ¿Por qué el texto establece (en el párrafo 6) una identidad entre la elección de un problema y la elección de una línea de investigación?

7. ¿Cuáles son los factores que influyen en la elección de una línea de investigación (o problema)? (párrafo 6)

8. Considerando dos de los factores anteriores:

- el interés intrínseco del problema y
 - la aplicación práctica del problema,
- ¿a cuál de estos dos factores le otorga Bunge mayor valor y por qué?

9. Transcribe los consejos generales que da Mario Bunge a fin de plantear problemas científicos fecundos y de posible solución. (Se mencionan cuatro en el párrafo 9 y se añade otro en el párrafo 10.)

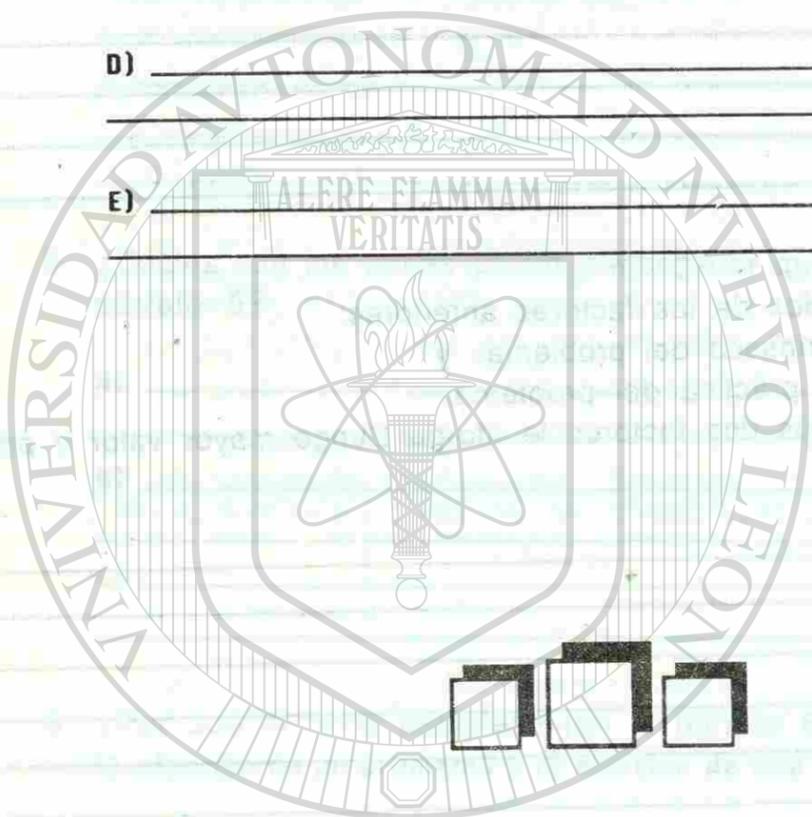
A) _____

B) _____

c) _____

d) _____

e) _____



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tema 6

Condiciones para formular problemas científicos

(Tomado del texto de Ernestina Troncoso de Bravo:
Metodología de la ciencia, pp. 89-93)

- 1 **P**lantearse problemas, detectarlos, es rasgo característico del hombre y lo ha hecho siempre: pasar de problemas cotidianos a problemas científicos ya es un adelanto.
- 2 Hasta épocas recientes, la mayoría de los problemas de la ciencia se planteaban para explicar fenómenos que ocurren en forma natural, de manera periódica o aperiódica.
- 3 Dentro de los fenómenos regulares surgían interrogantes como los siguientes: ¿Por qué algunas cosas son pesadas y otras ligeras? ¿Cuál es la causa de las mareas?
- 4 Entre los fenómenos naturales no periódicos, ha inquietado al hombre conocer la causa de los terremotos, las sequías, el arco iris y otros más.
- 5 Pero en el siglo XIX, la ciencia experimental creó todo un mundo artificial de experiencias, estudiando hechos y fenómenos que se produjeron en el curso de la investigación en condiciones artificialmente puras y estables de laboratorio. Por ejemplo, aunque lo que ahora llamamos electricidad estática y ferromagnetismo, fueron fenómenos estudiados desde la antigüedad, la electricidad y el electromagnetismo corriente, que ocurren naturalmente, no se habían detectado y eran desconocidos hasta que se produjeron por primera vez, bajo condiciones controladas en el laboratorio.

6 Pero en cualquier circunstancia, ya sea la estrictamente "natural" o la "artificial" de los laboratorios, todo problema científico surge cuando el investigador hace preguntas sobre un tema y observa que no es suficiente todo el saber acumulado en el cuerpo de conocimientos para dar respuesta a su interrogante.

7 Para plantear el problema, es importante que el investigador siga una secuencia metodológica que se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Agrupar los datos que el cuerpo de conocimientos aporte, y anotar la incógnita.
2. La incógnita debe ser formulada en forma de pregunta específica y precisa.
3. Definir si los datos disponibles en el cuerpo de conocimientos son suficientes para elaborar una estrategia de solución. Si son escasos, hay que recopilar más; si son excesivos, seleccionar los atinentes al problema a investigar.

8 Lo anterior se apreciará con mayor claridad en el siguiente ejemplo sobre la diferenciación anatómica y fisiológica de las células del cuerpo humano:

Datos:

1. La formación de un cigoto humano, producto de la fecundación del óvulo, permite que la célula formada tenga los 23 pares de cromosomas que tiene toda célula humana.
2. Los cromosomas son los transmisores de la información genética, incluyendo el cómo se van a desarrollar las células.
3. En las sucesivas divisiones, las células resultantes poseen también los 23 pares de cromosomas. Sin embargo, las células se especializan a una función específica, lo que las hace diferentes entre sí.

Problema:

¿Cuál es la causa de que las células que provienen de un mismo cigoto se desarrollen anatómicamente y fisiológicamente en formas diferentes, si tienen la misma información genética.

9 El planteamiento de un problema científico requiere que se observe un mínimo de reglas, pues de lo contrario se puede dar lugar a la formación de los llamados "pseudoproblemas", como son:

- ¿Cuántos granos de trigo se requieren para formar un montón de granos de trigo?
- ¿Qué ocurre si una fuerza irresistible se enfrenta con un cuerpo inamovible?

10 Las reglas para formular adecuadamente los problemas científicos son las siguientes:

11 EL PROBLEMA DEBE SER PLANTEADO EN RELACIÓN CON EL ACTUAL CUERPO DE CONOCIMIENTOS DISPONIBLE.- Se eliminan datos subjetivos, no científicos, como creencias en los poderes curativos de ciertas palabras "mágicas"; o datos obsoletos ya mejorados por adelantos de la propia ciencia; por ejemplo, los que se manejan actualmente respecto a la constitución del suelo de la Luna después de los viajes realizados por los astronautas.

12 EL PROBLEMA DEBE SER PLANTEADO EN TÉRMINOS PRECISOS CLAROS.- Para lograrlo se recomienda:

- a. Claridad en los conceptos empleados.
- b. Evitar términos o palabras ambiguas (que pueden tomarse en más de un sentido)
- c. Seleccionar símbolos adecuados y breves.

13 EL PROBLEMA DEBE TENER POSIBILIDAD DE SER RESUELTO.- Aunque cuando su solución tarde cierto tiempo en ser encontrada debe vislumbrarse la posibilidad de resolverse mediante una investigación adecuada. Aquellos problemas que se consideran sin posibilidad de ser resueltos son descartados de la categoría de científicos, al menos en las condiciones presentes de la ciencia.

14 DEL PROBLEMA DEBEN DESPRENDERSE TANTO EL MÉTODO COMO LAS POSIBLES TÉCNICAS PARA RESOLVERLO.

15 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEBE SER CONSECUENTE CON LA REALIDAD.- Es decir, que las condiciones teóricas que de él se deriven concuerden con los resultados obtenidos en la investigación experimental.

16 EL PROBLEMA DEBE SER ESPECÍFICO.- Esto significa que se restrinja a un campo determinado de la investigación. Observe la diferencia entre estas dos formas de plantear un problema, sobre el mismo aspecto:

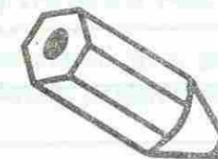
- ¿Fumar produce cáncer?
- ¿El fumar tres cajetillas diarias de cigarros, durante cinco años consecutivos, puede aumentar el índice de probabilidades de padecer cáncer pulmonar en adultos de 20 a 40 años de edad?

17 Es conveniente mencionar que estas reglas no son "recetas" únicas o infalibles para formular problemas, sino solamente guías útiles.

18 Los científicos y la lógica han proporcionado muchas reglas más con el propósito de asegurar la infalibilidad del correcto planteamiento de un problema, que garantice su solución afortunada. Sin embargo, hasta ahora no se ha encontrado la fórmula perfecta y única para conseguirlo, si bien se han logrado resultados sorprendentes desarrollando investigaciones que comienzan planteando problemas que han seguido las reglas que acabas de estudiar.

19 Puede suceder, y de hecho sucede, que en el curso de la investigación se llegue a advertir que las condiciones propuestas resultan insuficientes para encontrar la solución de un problema, y entonces es necesario proceder a modificar su planteamiento.

20 De cualquier manera, la aplicación de las reglas para lograr el buen planteamiento de un problema científico da cierta garantía de solución.



ACTIVIDADES

Actividad No. 33

Contesta las siguientes preguntas

1. ¿En qué situación surgen los problemas científicos?

2. ¿Qué secuencia metodológica debe seguir un investigador al plantear un problema científico?

A)

B)

C) _____

3. Enlista las reglas para formular adecuadamente un problema científico.

A) _____

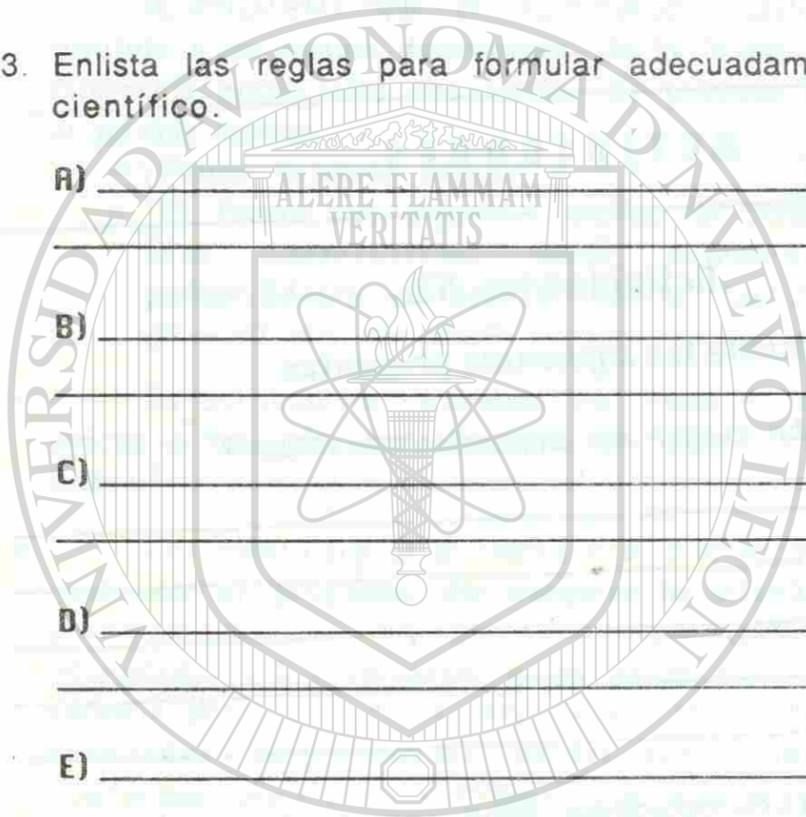
B) _____

C) _____

D) _____

E) _____

F) _____



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actividad No. 34

Lee los siguientes ejemplos con atención y advierte cómo a partir de ciertos datos surge el planteamiento de un problema.

Datos.-

1. Aristóteles propuso la teoría de la generación espontánea para explicar la aparición súbita y aparentemente sin causa de ciertos animales y plantas.
2. Redi-Spallanzani desafiaron la idea de generación espontánea y plantearon un experimento bien controlado.
3. Pasteur planteó y realizó ingeniosos experimentos que también contribuyeron a destruir los argumentos de la teoría de la generación espontánea.
4. Los experimentos de Redi-Spallanzani y de Pasteur brindaron apoyo a la teoría de la biogénesis (toda vida proviene de vida preexistente).

Problema.-

Si las plantas y animales actuales evolucionaron a partir de antepasados; y éstos, a su vez, de antecesores más primitivos ¿Cómo se originó la vida?



Datos.-

1. Los ecosistemas son unidades naturales donde se presentan interacciones de organismos con su medio ambiente.
2. El mantenimiento del equilibrio de los factores bióticos y abióticos es fundamental para el funcionamiento del mismo ecosistema.
3. La alteración de cualquiera de los factores que intervienen en el ecosistema puede ocasionar la destrucción del mismo.

Problema.-

¿Qué factores pueden alterar el equilibrio o la armonía de un ecosistema?

Actividad No. 35

A continuación se te proporcionan dos ejemplos más, semejantes a los anteriores, pero incompletos. Lee con atención los datos y formula un problema a partir de los mismos.

Datos.-

1. Las cargas eléctricas del mismo signo se repelen, y todos los protones tienen la misma carga eléctrica (positiva).
2. En el núcleo de todos los átomos se encuentran varios protones que se mantienen juntos. (Con excepción, por supuesto, del núcleo del hidrógeno que sólo tiene un protón.)

Problema.-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Datos.-

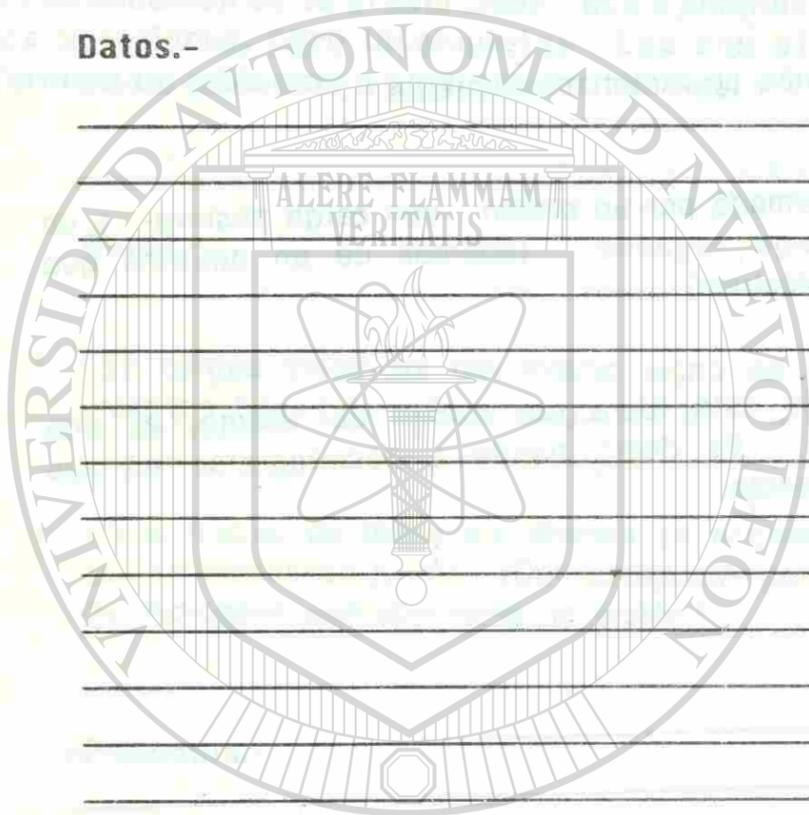
1. Las cargas contrarias se atraen mutuamente.
2. Un neutrón está formado por un protón -con carga positiva- y un electrón -con carga negativa-; (además de un neutrino que carece de carga eléctrica).
3. El neutrón, cuando está fuera del núcleo del átomo, es una partícula inestable. Es decir: tiende a desintegrarse en sus elementos componentes.

Problema.-

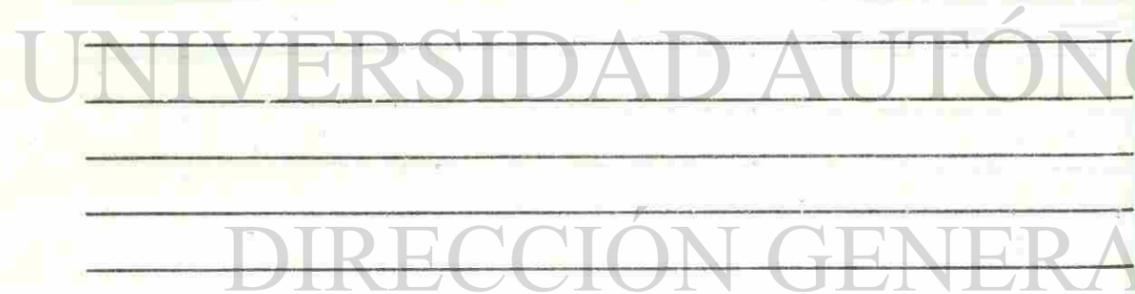
Actividad No. 36

Debes ahora formular un nuevo problema a partir de datos que tú mismo localices y que sean propios de alguna de las otras materias que estudias ahora o que has estudiado anteriormente.

Datos.-



Problema.-



Tema 7 Los problemas científicos

(Tomado del texto de Mario Bunge:
La investigación científica, pp. 208-216)

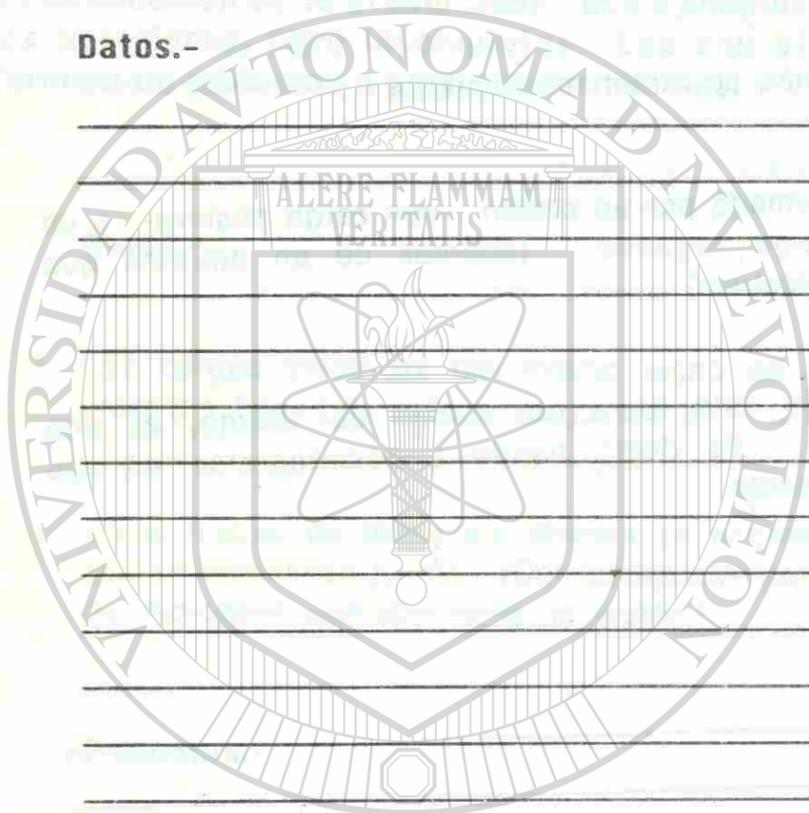
1 No todo problema, como es obvio, es un problema científico: los **problemas científicos** son exclusivamente aquéllos que se plantean sobre un trasfondo científico y se estudian con medios científicos. Si el objetivo de la investigación es práctico más que teórico, pero el trasfondo y los instrumentos son científicos, entonces el problema lo es de ciencia aplicada o tecnología; y no de ciencia pura, en la cual el objetivo es únicamente el de incrementar nuestros conocimientos. Sin embargo, no es una línea rígida la que separa los problemas científicos puros de los tecnológicos, pues puede suceder que la solución de un problema científico puro tenga aplicaciones prácticas. Y, por otro lado, la solución de un problema tecnológico incrementa nuestro conocimiento; es decir: un mismo problema, planteado y resuelto con cualesquiera fines, puede dar una solución que tenga ambos valores, el cognoscitivo y el práctico. Así, por ejemplo, los estudios de ecología y etología de los roedores pueden tener a la vez valor científico y valor práctico para la agricultura y la medicina.

2 La clase de los problemas científicos -que es ella misma una subclase de los problemas del conocimiento- puede analizarse de varios modos. Aquí se adoptará el criterio de dividir a los problemas científicos en problemas sustantivos o de objeto (p. ej., ¿Cuántos A existen?), y problemas de estrategia o procedimiento (p. ej., ¿Cómo contaremos los A?). Mientras que los problemas de objeto se refieren a las cosas, los de procedimiento se refieren a nuestros modos de conseguir noticias de las cosas. Los problemas

Actividad No. 36

Debes ahora formular un nuevo problema a partir de datos que tú mismo localices y que sean propios de alguna de las otras materias que estudias ahora o que has estudiado anteriormente.

Datos.-



Problema.-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tema 7 Los problemas científicos

(Tomado del texto de Mario Bunge:
La investigación científica, pp. 208-216)

1 No todo problema, como es obvio, es un problema científico: los **problemas científicos** son exclusivamente aquéllos que se plantean sobre un trasfondo científico y se estudian con medios científicos. Si el objetivo de la investigación es práctico más que teórico, pero el trasfondo y los instrumentos son científicos, entonces el problema lo es de ciencia aplicada o tecnología; y no de ciencia pura, en la cual el objetivo es únicamente el de incrementar nuestros conocimientos. Sin embargo, no es una línea rígida la que separa los problemas científicos puros de los tecnológicos, pues puede suceder que la solución de un problema científico puro tenga aplicaciones prácticas. Y, por otro lado, la solución de un problema tecnológico incrementa nuestro conocimiento; es decir: un mismo problema, planteado y resuelto con cualesquiera fines, puede dar una solución que tenga ambos valores, el cognoscitivo y el práctico. Así, por ejemplo, los estudios de ecología y etología de los roedores pueden tener a la vez valor científico y valor práctico para la agricultura y la medicina.

2 La clase de los problemas científicos -que es ella misma una subclase de los problemas del conocimiento- puede analizarse de varios modos. Aquí se adoptará el criterio de dividir a los problemas científicos en problemas sustantivos o de objeto (p. ej., ¿Cuántos A existen?), y problemas de estrategia o procedimiento (p. ej., ¿Cómo contaremos los A?). Mientras que los problemas de objeto se refieren a las cosas, los de procedimiento se refieren a nuestros modos de conseguir noticias de las cosas. Los problemas

sustantivos pueden subdividirse a su vez en problemas empíricos y conceptuales, y los de estrategia en problemas metodológicos y valorativos o de estimación. La resolución de los problemas empíricos exige operaciones empíricas, además del ejercicio del pensamiento, mientras que la resolución de los problemas conceptuales exige solamente de trabajo cerebral, aunque pueden requerir conceptualizaciones de operaciones empíricas y de datos. Por otra parte, los problemas metodológicos son aquéllos que se orientan hacia la búsqueda y el establecimiento de los procedimientos que deben seguirse en la obtención del conocimiento; mientras que los problemas valorativos se llaman así porque valoran dichos procedimientos y sus soluciones son, por lo tanto, juicios de valor.

3 La agrupación de problemas esbozada no es enteramente adecuada como división a causa de que la mayoría de los problemas científicos "enteros" son lo suficientemente ricos como para caer simultáneamente bajo las cuatro categorías a la vez. Por eso "empírico", "conceptual", "metodológico" y "valorativo" no deben entenderse como características que se excluyan recíprocamente, sino más bien como propiedades que pasan alternativamente a primer plano en el curso de la investigación. Así, por ejemplo, el problema que consiste en averiguar el efecto de una determinada droga sobre el sistema nervioso puede descomponerse en las siguientes tareas: 1) el problema empírico de confeccionar la droga -o el medicamento- o de purificarla, administrarla y registrar sus efectos; 2) el problema conceptual de interpretación de los datos y formulación de hipótesis acerca del modo de acción de la droga (p. ej., mecanismos de reacción activos en el organismo); 3) el problema metodológico de arbitrar los experimentos adecuados y elegir el nivel de relevancia de las correlaciones halladas con la ayuda de experimentos; y 4) el problema valorativo consistente en averiguar si la droga en cuestión es mejor o peor, respecto de ciertos fines, que las otras propuestas.

4 Nuestra clasificación no agota tampoco los problemas que se presentan en la investigación científica, varios de los cuales no son

propriadamente científicos; como es el caso de los problemas de presupuesto, de suministro, de división del trabajo, de entrenamiento e integración del equipo o colectivo de científicos, etcétera.

5 Tras haber hablado de la taxonomía de los problemas científicos podemos interesarnos ahora por su génesis. Los problemas científicos no nacen en el vacío, sino en el humus de un cuerpo de conocimiento preexistente constituido por datos, teorías y técnicas. Si se siente el deseo de averiguar, digamos, la fórmula química exacta del óxido de platino, ello se debe a que conocemos o sospechamos la existencia de ese óxido y, además, 1) algunas de las propiedades del óxido de platino (datos), 2) algo acerca de las leyes de los enlaces químicos (teoría), y 3) ciertos procedimientos empíricos como el análisis por rayos X (técnicas).

6 La mera selección de problemas está ya determinada por el estado del conocimiento -particularmente, por sus lagunas-, por los fines del investigador y por sus posibilidades metodológicas. Consideremos, en relación al estado del conocimiento, el siguiente ejemplo: la cuestión de si un caballo puede convertirse en un animal trepador es una pregunta que no puede ni siquiera plantearse fuera del contexto de una teoría de la evolución: Toda teoría delimita el conjunto de los problemas que pueden formularse.

7 Además, los problemas no "surgen", no son impersonalmente "dados" al investigador; sino que el científico individual, con su acervo de conocimiento, su curiosidad, su visión, sus estímulos y sus tendencias, registra el problema o incluso lo busca. Si todos los biólogos aprendieran teoría de conjuntos, teoría de relaciones, teoría de retículos, ecuaciones diferenciales e integrales, utilizarían todo eso simplemente porque se les ocurrirían nuevos problemas biológicos que requirieran esos instrumentos de formulación, o bien los utilizarían para formular con más precisión y resolver los problemas habituales.

8 La simple curiosidad no engendra problemas: rara vez nos planteamos problemas para cuyo tratamiento carezcamos de todo procedimiento adecuado. Y cuando carecemos de ellos pero notamos al mismo tiempo que el problema es importante, no planteamos en seguida el problema ulterior de arbitrar nuevos métodos, problema que es metodológico, no sustantivo.

9 Pero tampoco basta con tener una técnica para la resolución del problema: tenemos que poseer también un conjunto de datos. En el caso ideal se tratará del conjunto necesario y suficiente de elementos de información. En la investigación real lo más frecuente es que nos encontremos en alguno de estos otros casos: 1) **datos muy escasos**, lo cual exige complementar la información buscando una solución aproximada; 2) **demasiados datos**: un gran número de elementos de información, en parte irrelevantes, en parte en bruto o sin digerir por la teoría, y sólo en parte adecuados; esto exige entonces una previa selección y condensación de datos a la luz de nuevas hipótesis o teorías.

10 La posesión de un acervo de datos, técnicas y teorías es necesaria para plantear y atacar un problema científico. Pero no es suficiente. Tenemos que estar razonablemente seguros de que seremos capaces de reconocer la solución una vez que la hayamos encontrado. Además, tenemos que estipular por anticipado: 1) qué clase de solución va a considerarse adecuada y 2) qué clase de comprobación de la solución propuesta se considerará satisfactoria. De no ser así podremos perdernos en una investigación o una discusión sin fin. Por ejemplo: si uno se plantea un problema consistente en aclarar el mecanismo por el cual se produce la materia viva, y con ello la intención de refutar el vitalismo, los dos contendientes tendrán que ponerse antes de acuerdo: 1) acerca de si lo que se considerará necesario y suficiente será la síntesis de un virus o la de un organismo de orden de magnitud de la ballena; y 2) acerca de la clase de propiedades que tiene que poseer un organismo para ser considerado como ser vivo.

11 Podemos ahora resumir las condiciones, necesarias y suficientes, para que un problema pueda considerarse como un **problema científico bien formulado**: 1) tiene que ser accesible un cuerpo de conocimiento científico (datos, teorías, técnicas) en el cual pueda insertarse el problema, de tal modo que sea posible tratarlo; los problemas enteramente sueltos no son científicos; 2) el problema tiene que estar bien formulado en el sentido de las exigencias formales; 3) el problema tiene que estar bien concebido en el sentido de que su trasfondo y, en particular, sus presupuestos, no sean ni falsos ni por decidir; 4) el problema tiene que estar delimitado: un planteamiento que no sea progresivo, paso a paso, no es científico; 5) hay que formular anticipadamente estipulaciones acerca del tipo de solución y el tipo de comprobación de la misma que resultarían aceptables. El respeto a estas condiciones no garantiza el éxito, pero sí ahorra pérdidas de tiempo.

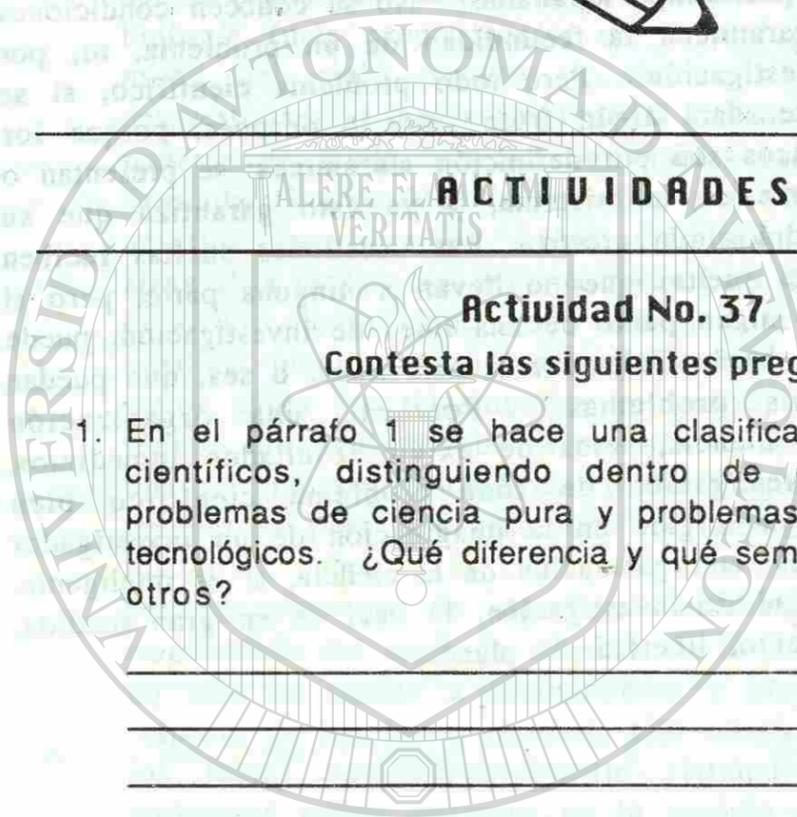
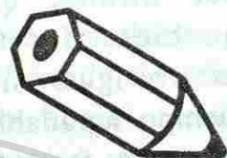
12 Estas condiciones son necesarias y suficientes para que un problema sea un problema científico bien formulado. Pero hay problemas de ese tipo que resultan vacíos o irrelevantes, mientras que problemas mal formulados pueden ser de mucho interés.

13 Para que la investigación científica sea fecunda, hay que añadir una condición muy importante de orden psicológico, a saber, que el problema sea interesante para alguien que esté bien equipado para estudiarlo. La investigación científica, al igual que el arte o que la política, exige pasión para que sea fecunda. Es claro que no hay recetas para enamorarse de problemas, aparte de la de ocuparse de ellos. Y eso requiere una familiaridad previa con las motivaciones científicas (cognoscitivas, no personales) del problema, las cuales se hallan examinando el planteamiento. Ahora bien: la familiaridad con el planteamiento de problemas y el desarrollo de una sensibilidad al respecto dependen tanto de las tendencias del individuo cuanto del estado de la ciencia por la cual se interesa. Y este estado se caracteriza no sólo por los logros ya conseguidos, sino también por las tendencias, características y modas del momento. Porque efectivamente hay modas en la ciencia, igual que en cualquier otra rama de la cultura.

14 El comportamiento instintivo, como la nidación o la migración de las aves, el tejido de telas por las arañas y las formas de comunicación de las abejas, han sido temas favoritos de la biología (más precisamente: de la etología) durante la segunda mitad del siglo pasado, y, en cambio, llegaron a ser casi desprestigiados hacia fines de la década de 1930. Volvieron a ponerse de moda o a ser respetables esos temas después de la Segunda Guerra Mundial, y ello por sus buenas razones. La anterior investigación había sido exclusivamente descriptiva ajena a la teoría: esa era una razón para despreciarla. Pero con el desarrollo de la ciencia del control y la comunicación resultaron posibles planteamientos más profundos; también podían seguirse mejor ahora las relaciones entre genotipo y comportamiento; por último, era evidente que la etología tenía un gran interés para las nuevas ciencias psicológica y sociológica. Había pues motivos razonables para que resucitara el interés por el comportamiento instintivo. Pese a lo cual puede de todos modos registrarse un pequeño elemento de superficialidad dictada por la moda en esa resurrección del tema: la mayoría de la gente gusta de estar al día no sólo en cuanto a conocimiento y planteamiento, sino también respecto de los temas mismos; esto no es ya nada razonable, pues los temas son esencialmente sistemas problemáticos, y los problemas deben apagarse en la medida en que se resuelven, no porque se dejen a un lado.

15 El darse cuenta de que la selección de problemas está parcialmente determinada por el clima intelectual del momento, y que ese clima incluye un elemento de mera moda, es importante para evitar la subestimación y, consiguientemente, la falta de apoyo de que puede sufrir una investigación seria pero que no esté de moda; sólo investigadores ya muy reputados pueden permitirse el trabajo en una investigación así. El valor de los problemas no depende de los muchos o pocos que los cuiden en un momento dado, sino de los cambios que su estudio podría imponer a nuestro cuerpo de conocimientos.

16 Supongamos, por último, que hemos tropezado con un problema científico bien formulado que resulta además interesarnos: ¿podemos averiguar si será un problema **fecundo** en vez de un mero pasatiempo agradable? No se conocen condiciones necesarias que garanticen la fecundidad de un problema, ni, por tanto, de su investigación. Pero todo problema científico, si se estudia seriamente, dará algún fruto antes o después, porque los problemas científicos son por definición **sistémicos**: se presentan o pueden introducirse en un sistema, y ya esto garantiza que su investigación tendrá algún efecto. Las cuestiones sueltas reciben soluciones también sueltas que no llevan a ninguna parte; pero si se da un paso en algún punto de una línea de investigación, puede ser que se mueva hacia adelante toda esta línea, o sea, que puedan plantearse nuevos problemas. Por eso una organización inteligente de la ciencia, lejos de exigir resultados inmediatos, impulsará la investigación de **todo** problema científico bien formulado que haya surgido en la imaginación de un investigador competente. O sea, la organización de la ciencia, si es inteligente, asegurará la libertad de investigación, la cual es en gran medida, como veremos pronto, libertad de planear.



ACTIVIDADES

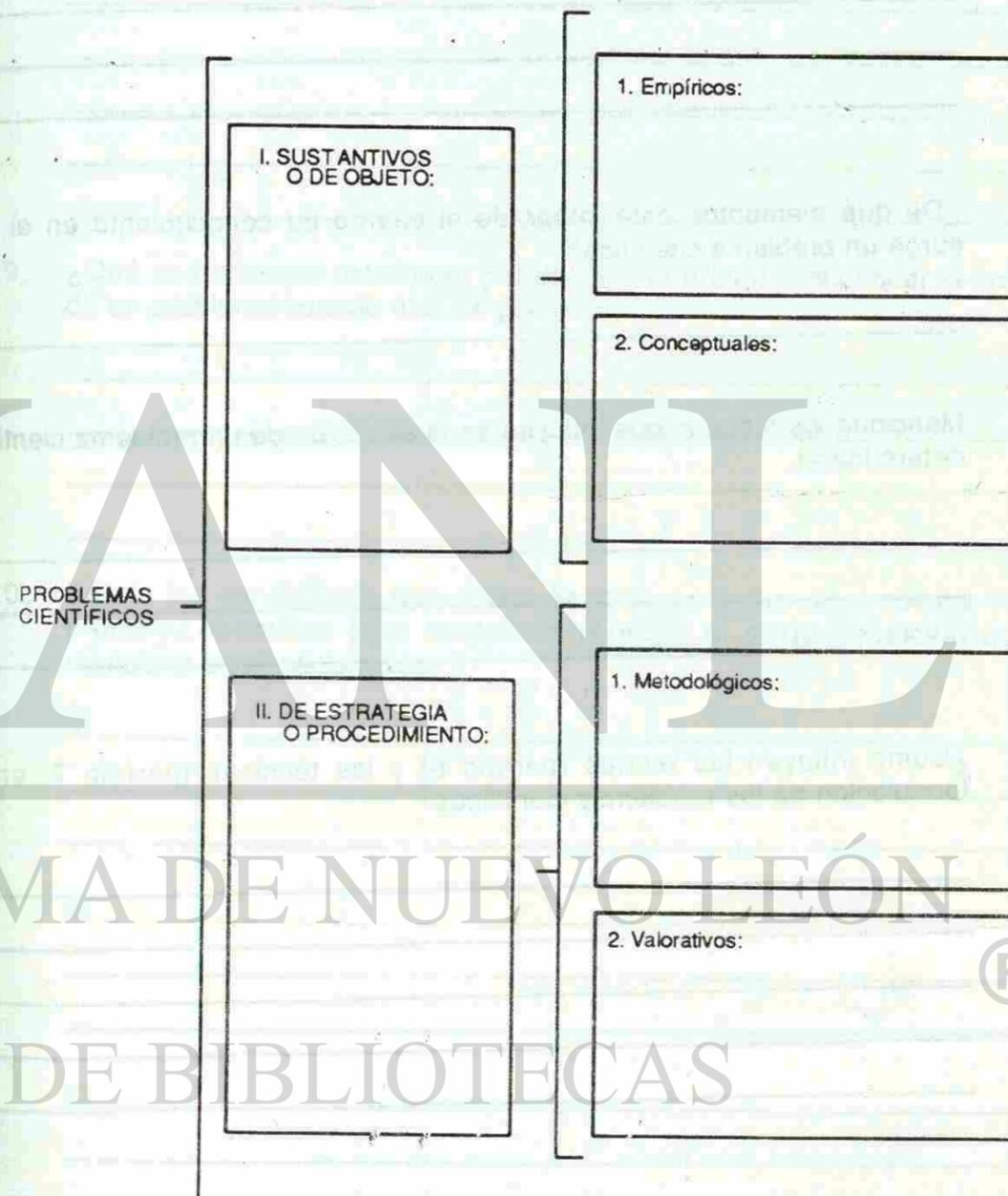
Actividad No. 37

Contesta las siguientes preguntas

1. En el párrafo 1 se hace una clasificación de los problemas científicos, distinguiendo dentro de éstos dos categorías: problemas de ciencia pura y problemas de ciencia aplicada o tecnológicos. ¿Qué diferencia y qué semejanza hay entre unos y otros?

2. ¿Qué interrelación se da entre los problemas tecnológicos y los de ciencia pura?

3. En el párrafo 2 aparece una nueva clasificación de los problemas científicos. A ella corresponde el siguiente esquema. Define cada una de las categorías de dicha clasificación.



4. Menciona problemas no científicos y que, sin embargo, afectan a la investigación científica.

5. ¿De qué elementos está integrado el cuerpo de conocimiento en el que surge un problema científico?

6. Menciona los factores que influyen en la selección de un problema científico determinado.

7. ¿Cómo influyen las teorías (párrafo 6) y las técnicas (párrafo 7) en la formulación de los problemas científicos?

8. ¿Cuáles son las tres situaciones que pueden presentarse en relación a los datos disponibles para resolver un problema científico? y ¿qué recomienda Bunge que se haga en esas situaciones?

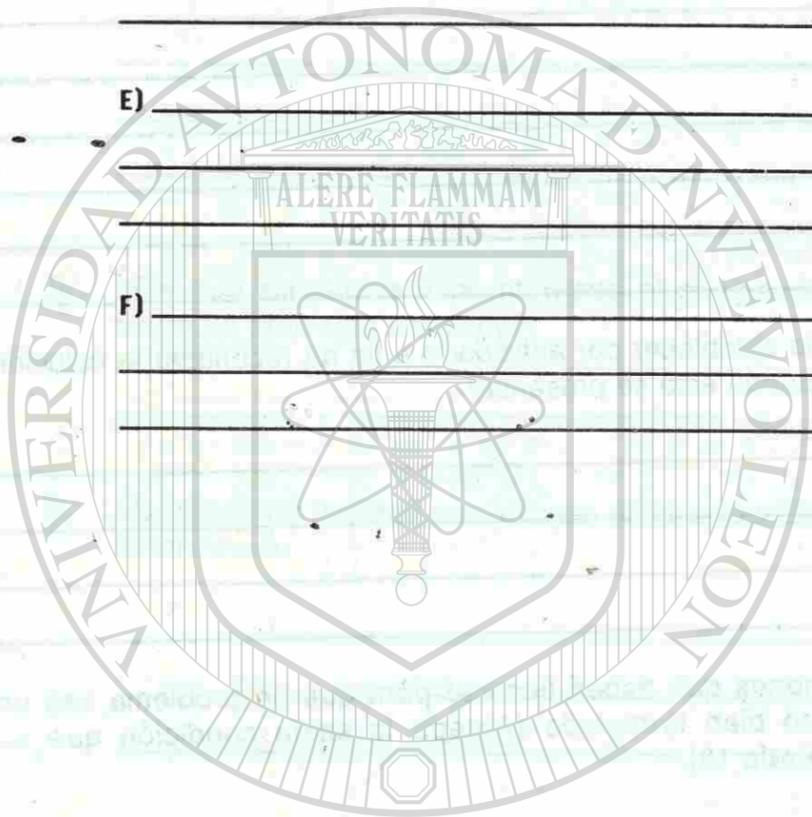
9. ¿Qué es necesario establecer por anticipado a fin de reconocer la solución de un problema cuando ésta se presente?

10. Enlista las condiciones que deben llenarse para que un problema sea un problema científico bien formulado (Agrega la sexta condición que se menciona en el párrafo 13).

A)

B)

C)



D)

E)

F)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actividad No. 38

Clasifica los siguientes problemas en la categoría que preponderantemente les corresponde: "empíricos", "conceptuales", "metodológicos" o "valorativos". Para ello se te proporciona un esquema en la siguiente página.

1. ¿Cómo se definen los "números imaginarios"?
2. ¿A qué temperatura se encuentran las estrellas?
3. ¿Qué procedimientos se utilizan para calcular la temperatura de las estrellas?
4. ¿Cómo se detecta el viento solar?
5. ¿Cómo se describe el fenómeno físico llamado viento solar?
6. ¿Qué tanto alteran al fenómeno observado los instrumentos que se emplean para observarlo?
7. ¿Cuál es la definición de "número primo"?
8. ¿Cómo se define el concepto "tiempo"?
9. ¿Cuál es la composición y la estructura del anillo de Saturno?
10. ¿Qué tanto corresponden entre sí la imagen sensible que tenemos de un objeto y el objeto mismo?
11. ¿A qué se refiere el concepto de "antigravedad"?
12. ¿Con qué medios podría detectarse la antigravedad?
13. ¿Por qué la velocidad de la luz en el vacío es insuperable?
14. ¿Qué pruebas tenemos de que la velocidad de la luz en el vacío es insuperable?
15. ¿Qué tan representativo es "el fenómeno provocado en el laboratorio" del "fenómeno natural" correspondiente?
16. ¿Por qué se llama "nobles" a los gases nobles?
17. ¿Qué se quiere decir cuando se afirma que "el espacio está curvado"?
18. ¿Cuáles son los elementos químicos más activos?
19. ¿Cómo funciona un microscopio electrónico?
20. ¿Qué procedimientos racionales son más recomendables?
21. ¿Por qué se dilata el agua al congelarse?
22. ¿A qué se le llama "Hiperespacio"?

23. ¿Qué ventajas tiene el método inductivo sobre el método deductivo?
24. ¿Cómo se prueba que el universo está expandiéndose?
25. ¿Qué significa el concepto de "cuarta dimensión"?

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ALERE FLAMMAM
VERITATIS

PROBLEMAS CIENTÍFICOS

Los problemas empíricos son los números:
Los problemas conceptuales son los números:
Los problemas metodológicos son los números:
Los problemas valorativos son los números:

Actividad No. 39

Esclarecer de qué manera la pavimentación afecta al medio ambiente, nos impone la necesidad de establecer las distintas características y tareas que le son propias a este problema, y nos permite su descomposición bajo las categorías de "empírico", "conceptual", "metodológico" y "valorativo". A continuación se ofrece un listado de las tareas o categorías en las que se descompone el problema indicado para que las clasifique según corresponda.

1. Seleccionar un lugar pavimentado.
2. Elegir lugares de medición dentro y fuera del área.
3. Establecer una clasificación del pavimento.
4. Elaborar una explicación de las variaciones de temperatura.
5. Establecer si la pavimentación afecta negativamente al medio ambiente.
6. Adoptar una escala en cuanto a la temperatura.
7. Describir los antecedentes del lugar seleccionado (clima, vegetación, fauna).
8. Determinar los materiales de que está fabricado el pavimento.
9. Dictaminar si la pavimentación favorece la calidad de vida de los seres humanos.
10. Registrar el comportamiento de la flora y fauna existentes y contrastar los datos con los antecedentes.
11. Definir el concepto de "medio ambiente".
12. Determinar si la escala de temperatura elegida es la más adecuada.
13. Establecer el impacto sufrido por el medio ambiente original tomando en cuenta la ecología, la biología, etc.
14. Delimitar el área que ocupa el lugar seleccionado para la investigación.
15. Caracterizar el área elegida.

Problema: ¿Afecta la pavimentación al medio ambiente?			
Aspectos empíricos	Aspectos conceptuales	Aspectos metodológicos	Aspectos valorativos
números:	números:	números:	números:

Actividad No. 40

Menciona dos problemas científicos que consideres de actualidad, y después responde las preguntas que sobre esos problemas se te formulan.

Problema No. 1:

Problema No. 2:

Preguntas:

1. ¿Qué tanto consideras que ha influido la moda para que los problemas mencionados se consideren de importancia?

2. ¿En qué beneficia o en qué perjudica a un problema científico el estar de moda?

Tema 8

Sistemas problemáticos y acertijos

(Tomado del texto de Mario Bunge:
La investigación científica, pp. 217-223)

Los sistemas problemáticos.

1 A diferencia de los no científicos, los problemas científicos son miembros de **sistemas problemáticos**, o sea, constituyen conjuntos de problemas lógicamente interrelacionados. Un sistema problemático es un conjunto **parcialmente ordenado** de problemas, esto es, una secuencia ramificada de problemas dispuestos en orden de prioridad lógica. El descubrimiento y la modificación de esa ordenación parcial de los problemas es una parte de la **estrategia de la investigación**, y hay que esbozarla, aunque sea esquemáticamente, para que la investigación no sea casual, lo que la haría estéril o casi estéril.

2 La ordenación (parcial) de los problemas puede tener que alterarse en el curso de la investigación más de una vez, a medida que los resultados arrojan nueva luz sobre los problemas iniciales, y a medida que se presentan nuevos problemas que no habían sido previstos cuando se planeó la estrategia inicial.

3 La necesidad de cambiar de plan corrobora, en vez de refutar, la teoría de que la investigación científica consiste en manejar conjuntos (sistemas) parcialmente ordenados de problemas. La libertad de la investigación científica no consiste en una ausencia de orientación o programa, sino en la libertad de

elegir sistemas problemáticos, planteamientos, métodos y soluciones sin más objetivo que la consecución de la verdad. La investigación no es libre cuando carece de plan, sino cuando son los mismos investigadores los que programan su trabajo y cambian el programa en respuesta a necesidades internas.



JANIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ACTIVIDADES

Actividad No. 41

A continuación se te proporcionan 12 preguntas desordenadas. Tienes que clasificarlas en dos grupos:

A) Las preguntas que expresan problemas particulares que están subordinados al problema general ¿Cómo se calcula el área de una figura plana?

B) Las preguntas que expresan problemas particulares que están subordinados al problema general ¿Cómo se calcula el volumen de una figura tridimensional?

1. ¿Cómo se calcula el área de un triángulo?
2. ¿Cómo se calcula el volumen de un dodecaedro?
3. ¿Cómo se calcula el volumen de un cubo?
4. ¿Cómo se calcula el área de un pentágono?
5. ¿Cómo se calcula el área de un rombo?
6. ¿Cómo se calcula el volumen de un octaedro?
7. ¿Cómo se calcula el área de un cuadrado?
8. ¿Cómo se calcula el área de un círculo?
9. ¿Cómo se calcula el volumen de una pirámide?
10. ¿Cómo se calcula el área de un hexágono?
11. ¿Cómo se calcula el volumen de un cono?
12. ¿Cómo se calcula el volumen de una esfera?

A) Las preguntas subordinadas al problema general ¿Cómo se calcula el área de una figura plana son las preguntas

No. _____

B) Las preguntas subordinadas al problema general ¿Cómo se calcula el volumen de una figura tridimensional? son las preguntas

No. _____

Actividad No. 42

Anota ahora las preguntas en la columna correspondiente del siguiente cuadro; empezando, en cada columna, con la pregunta que consideres más sencilla y terminando con la que consideres más compleja.

¿Cómo se calculan las dimensiones de una figura geométrica?	
¿Cómo se calcula el área de una figura plana?	¿Cómo se calcula el volumen de una figura tridimensional?
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.

Nota. Lo que tenemos en este cuadro es un SISTEMA PROBLEMÁTICO. Cuando enfrentamos un problema que nos parece muy amplio o general, podemos analizarlo y descomponerlo en problemas particulares más sencillos. Estos problemas particulares deben además, disponerse en un determinado orden. Ese orden es variable, según la naturaleza del problema y según el criterio del investigador; pero, en general, se buscará colocar los problemas en el orden en que, a nuestro criterio, deben ser abordados para su más ágil resolución. Ahora bien, un sistema problemático puede llegar a incluir múltiples subgrupos y ramificaciones y ser mucho más complejo que el ejemplo que tenemos en el anterior cuadro. Este es el caso del ejemplo que proporciona Mario Bunge en el párrafo 4 que aparece a continuación.



4 Ilustraremos la sistematicidad de los problemas científicos con un caso de interés en la ciencia social: la cuestión del poder, la cual, desde luego, no es un problema suelto, sino un complejo sistema problemático. Ese sistema puede analizarse, aunque no de modo único, para obtener los siguientes pasos ordenados.

1. ¿Cómo se describe el poder?

- 1.1 ¿Cuáles son los ejemplos típicos de situaciones de poder? O sea, ¿qué casos, intuitivamente (pre-sistemáticamente) reconocidos como implicantes de una relación de poder, debemos considerar como típicos?
- 1.2 ¿Qué factores son relevantes para el poder? ¿Cuáles son las variables de las que depende el poder? ¿Recursos naturales? ¿Fuerza de trabajo? ¿Nivel técnico? ¿Fuerza represiva? ¿Ideas? Y ¿qué factores son concomitantes con el poder? ¿La organización jerárquica? ¿El privilegio? ¿El derecho? ¿La violencia? ¿El adoctrinamiento? ¿La corrupción?
- 1.3 ¿Dónde rige la relación de poder? ¿En la naturaleza, o sólo en la sociedad? Si lo último es el caso, ¿al nivel individual, al molecular, o en ambos? O sea: ¿cuáles son los relatos de la relación de poder, individuos, grupos o unos y otros?
- 1.4 ¿Cuál es la taxonomía del poder? ¿Cuáles son las clases de poder y de situaciones de poder, y cómo se relacionan esas clases?

2. ¿Cómo se analiza el poder?

- 2.1 ¿Cómo debe plantearse el problema del poder? ¿Qué punto de vista debe adoptarse? ¿Debe seleccionarse una clase especial de poder (económico, político, ideológico) o debe estudiarse el poder en general? ¿Debe estudiarse el aspecto psicológico o el aspecto social del poder, o ambos? ¿Debemos adoptar un punto de vista externo (fenomenológico) o estudiar los mecanismos del poder?
- 2.2 ¿Cómo se define el poder? ¿Qué propiedades son necesarias y suficientes para caracterizar la relación de poder? Es sin duda una relación de orden, pero ¿qué más es? Si la definición tiene que servir como criterio operativo para reconocer el ejercicio del poder, si debe contestar a la pregunta '¿cómo se reconoce el poder?', entonces los conceptos definientes tienen que ser accesibles a la observación, directa o indirectamente; en otro caso no es necesaria tal restricción. Podemos, por ejemplo, intentar la definición siguiente: "x ejerce poder sobre y en el respecto z si y sólo si el comportamiento de y en el respecto z en presencia de x difiere

sensiblemente del comportamiento de y en el respecto z cuando x no está presente". Toda definición planteará a su vez ulteriores problemas: ¿es formalmente correcta y cubre los casos típicos de poder en que estamos pensando?

- 2.3 ¿Cómo se mide el poder? ¿Debemos contentarnos con un concepto comparativo del poder, o podemos analizarlo para obtener rasgos objetivos cuantitativos? En el caso de que emprendamos ese segundo camino, ¿qué unidad de poder adoptaremos?

3. ¿Cómo se interpreta el poder?

- 3.1 ¿Cuál es la estática del poder? ¿Cuáles son las relaciones de poder entre los miembros de un conjunto cuando éste se encuentra en equilibrio? (Búsqueda de las leyes del equilibrio de poder.)
- 3.2 ¿Cuál es la cinemática del poder? ¿Cómo surgen las relaciones de poder y cómo cambian en el curso del tiempo? ¿Qué configuraciones son inestables y cuáles son las direcciones más probables del cambio: hacia el equilibrio o apartándose de él (Búsqueda de las leyes de la evolución del poder.)
- 3.3 ¿Cuál es la dinámica del poder? ¿Qué fuerzas pueden alterar la balanza del poder y qué fuerzas pueden establecer el equilibrio? (Búsqueda de las leyes del mecanismo del poder.)

5 El anterior ejemplo ilustra las tesis siguientes. 1) Los problemas científicos se presentan en grupos o sistemas. 2) Esos sistemas tienen que analizarse hasta llegar a problemas-unidad. 3) Esos problemas-unidad tienen que ordenarse, provisionalmente al menos. 4) Esa ordenación, o sea, la estrategia de la resolución de problemas, tiene que establecerse de acuerdo con la naturaleza de los problemas mismos, y no en respuesta a presiones extracientíficas. 5) Toda estrategia de la investigación, por modesta que sea, tiene que evitar su restricción a la mera recogida de datos, y tiene que ocuparse también de problemas conceptuales y metodológicos, y a veces de estimación.

ACTIVIDADES

Actividad No. 43

A continuación debes llenar un nuevo cuadro. En este caso el sistema problemático está encabezado por el problema general de DETERMINAR LAS DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (CUÁNTAS Y CUÁLES DIMENSIONES GEOMÉTRICAS EXISTEN?).

De las 15 preguntas que se te proporcionan, solamente 9 forman parte de este sistema problemático.

A) Marca con una X las 6 preguntas que NO pertenecen al sistema problemático. (Las 6 preguntas que NO están subordinadas a la pregunta general (CUÁNTAS Y CUÁLES DIMENSIONES GEOMÉTRICAS EXISTEN?).

B) Las preguntas restantes, numéralas de la que consideras más sencilla a la que consideras más compleja, y cópialas en ese orden en el cuadro que aparece en la siguiente página.

1. () ¿Cuántas dimensiones tiene un punto?
2. () ¿Qué significa cuadrar un círculo?
3. () ¿Cuáles son las dimensiones de un volumen?
4. () ¿Cuántas dimensiones tiene un volumen?
5. () ¿Hay figuras planas con menos de tres lados?
6. () ¿Cuántas dimensiones tiene una línea?
7. () ¿Cuáles son las dimensiones de un punto?
8. () ¿Puede un triángulo tener tres ángulos rectos?
9. () ¿Qué diferencia hay entre un círculo y un ciclo?
10. () ¿Cuántas dimensiones tiene una superficie?
11. () ¿Cuántas clases de líneas existen?
12. () ¿Cuáles son las dimensiones de una superficie?
13. () ¿Cómo se llama el círculo al que le falta un punto?

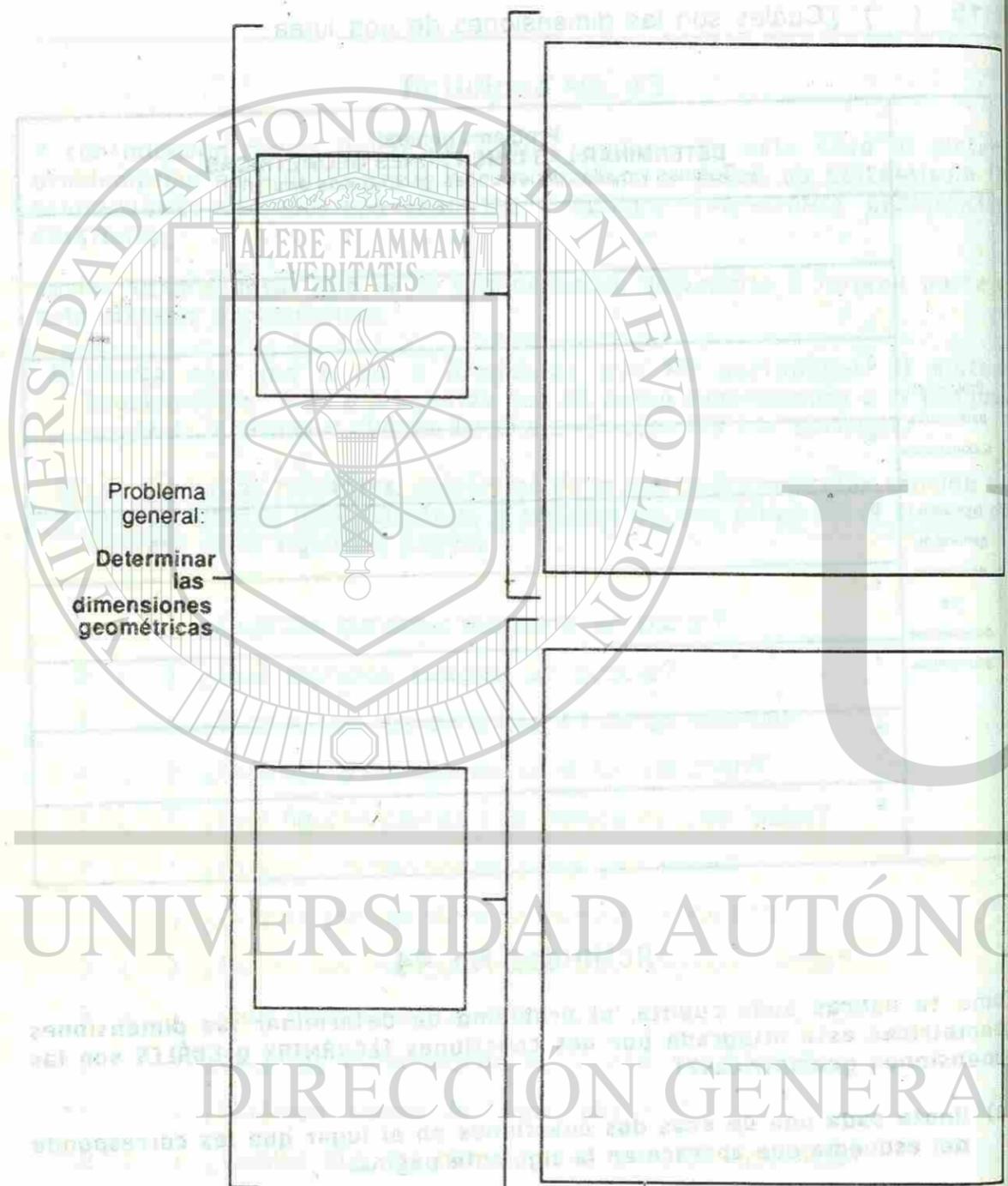
14. () ¿Existen figuras de cuatro dimensiones?
15. () ¿Cuáles son las dimensiones de una línea?

Problema general: DETERMINAR LAS DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (¿Cuántas y cuáles dimensiones geométricas existen?)	
Problemas particulares subordinados al problema general de determinar las dimensiones geométricas	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
	6.
	7.
	8.
	9.

Actividad No. 44

Como te habrás dado cuenta, el problema de determinar las dimensiones geométricas está integrado por dos cuestiones (¿CUÁNTAS y CUÁLES son las dimensiones geométricas?).

- A) Anota cada una de esas dos cuestiones en el lugar que les corresponde del esquema que aparece en la siguiente página.
- B) Divide entonces los problemas particulares en dos grupos, según si están subordinados a una u otra de esas dos cuestiones.



Actividad No. 45

Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Qué deben tener en común dos o más problemas para pertenecer a un mismo sistema problemático?

2. ¿Por qué llama Mario Bunge a la ordenación de los problemas "estrategia de resolución"? (párrafo 5)

3. ¿Qué se quiere decir en el texto cuando se señala (en los párrafos 1, 2 y 3) que la ordenación de los problemas es **parcial**?

4. ¿Qué se gana ordenando problemas científicos para integrarlos en un sistema problemático?

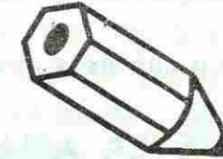
5. ¿Se puede "seguir un orden" y "ser libre" al mismo tiempo?

Los problemas científicos y los acertijos.

67. Examinemos por último las analogías y las diferencias entre los problemas científicos y los acertijos como las palabras cruzadas. Esto iluminará más nuestro problema. Pueden registrarse los siguientes rasgos comunes a unos y otros.
68. 1) En ambos casos se presupone un acervo de conocimiento. Del mismo modo que una persona analfabeta no puede enfrentarse a un acertijo de palabras cruzadas, así también es muy poco frecuente que un aficionado sin preparación pueda enfrentarse con un problema científico.
69. 2) En ambos casos se trata de problemas suficientemente bien formulados. En el caso del juego la incógnita es un conjunto de palabras interrelacionadas; en el caso de la ciencia la incógnita puede ser un objeto (p.e., una fuente de ondas de radio), una propiedad (p.e., una longitud de onda), una proposición (p.e., una ley), o cualquier otra entidad valiosa cognoscitivamente. En los dos casos se conocen los constituyentes del problema, y también los medios en la mayoría de los problemas científicos.
70. 3) El sujeto operador avanza mediante conjeturas en ambos casos. En el de las palabras cruzadas, las conjeturas consisten en suponer que determinadas palabras que cumplen la descripción dada en las instrucciones se combinan adecuadamente con las palabras restantes. En el caso del problema científico también las hipótesis tienen que satisfacer condiciones de compatibilidad: tienen que recoger los datos y tienen que ser consistentes entre ellas y con el acervo del conocimiento. En ambos casos se requiere pues una coherencia doble.
71. 4) En ambos casos se someten las conjeturas a contrastación: el sujeto operador comprueba si corresponden a los datos y a las condiciones del problema, así como si concuerdan con las demás hipótesis.

72 5) En ambos casos se controla la solución. En el de las palabras cruzadas, la solución se compara con la publicada por el periódico. En el caso científico, se repiten las mediciones o se toman con los instrumentos, y las ideas se estiman con la ayuda de otras ideas. Por lo demás, en ambos casos el control es accesible al público.

73 Estas semejanzas no deben escondernos las diferencias entre juegos como las palabras cruzadas y problemas científicos. En primer lugar, en la ciencia factual nunca es definitiva la contrastación de los supuestos componentes y de la solución final; siempre es posible que aparezca evidencia falsadora, argumentaciones desfavorables, incluso en el caso de las ideas mejor establecidas. Consiguientemente, no hay soluciones finales para problemas científicos relativos a hechos: a diferencia de la resolución de juegos y acertijos, la resolución de problemas científicos no tiene fin. En segundo lugar, la finalidad primaria de la investigación no es el entretenimiento, sino el incremento del conocimiento. A diferencia de los juegos, que son obstáculos artificiales levantados a plazo corto y con finalidad personal, los problemas científicos son obstáculos "naturales" en el sentido de que arraigan en la evolución de la cultura moderna, y de que su solución puede ser socialmente valiosa. El valor que tiene la investigación como entretenimiento se da por añadidura.



ACTIVIDADES

Actividad No. 46

Llena el siguiente cuadro con las semejanzas y diferencias que señala el texto entre problemas científicos y acertijos.

Problemas científicos y acertijos	
Semejanzas	Diferencias

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actividad No. 47

Lee el siguiente texto y contesta lo que sobre él se te pregunta.

PROBLEMA DE LA ARAÑA Y LA MOSCA

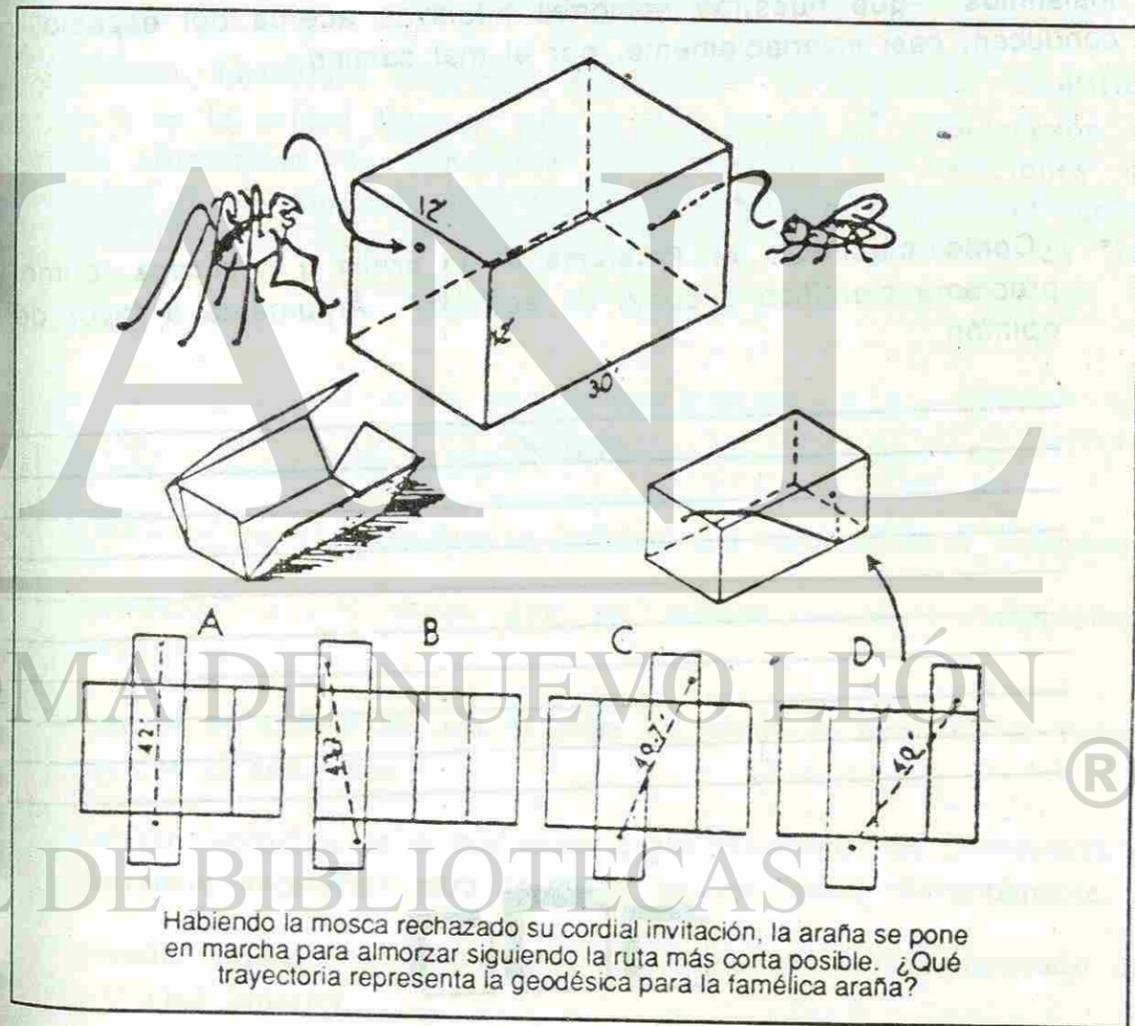
(Tomado del texto de E. Kasner y J. Newman:
Matemáticas e imaginación, tomo I, pp. 187-190)

La mayoría de nosotros hemos aprendido que una línea recta es la distancia más corta entre dos puntos. Al aplicar esta proposición a la Tierra sobre la cual vivimos, vemos que es, al mismo tiempo, inútil y falsa. Los matemáticos del siglo XIX, Riemann y Lobachevski discernieron que esa proposición, si acaso es cierta, sólo puede aplicarse a superficies especiales. No tiene aplicación para una superficie esférica en la cual la distancia mínima entre dos puntos es el arco de un círculo máximo. Ya que la forma de la Tierra es aproximadamente la de una esfera, la menor distancia entre dos puntos en cualquier lugar de la superficie terrestre, nunca es una línea recta sino una porción del arco de un círculo máximo.

Sin embargo, para todos los fines prácticos, aun en la superficie de la tierra, la distancia más corta entre dos puntos está dada por una línea recta. Es decir, al medir distancias corrientes con una cinta métrica o una regla graduada, el principio enunciado es sustancialmente correcto. Sin embargo, para distancias que superan unos pocos centenares de metros, debe tenerse en cuenta la curvatura de la Tierra. Cuando se construyó recientemente en una gran fábrica de automóviles de Detroit una barra de acero de más de 600 pies de longitud (más de 180 metros) se vio que era imposible la medición exacta de su longitud sin tener en cuenta la curvatura de la tierra. La determinación de una geodésica es muy difícil para superficies complicadas. Pero podemos plantear un rompecabezas que nos demostrará cuán engañoso puede ser este problema, aun tratándose del caso más sencillo: la superficie plana.

En un cuarto de 30 pies de longitud, 12 de ancho y 12 de altura hay una araña en el centro de una de las paredes menores, a un pie del cielo raso y también hay una mosca en el medio de la pared opuesta, a un

del piso. La araña tiene intenciones fáciles de concebir con respecto de la mosca. ¿Cuál es la ruta más corta posible según la cual la araña puede arrastrarse para alcanzar su presa? Si se pone en marcha en línea recta descendiendo por la pared, luego en línea recta a lo largo del piso y ascendiendo luego, también en línea recta, por la otra pared, o bien siguiendo una ruta análoga pasando por el cielo raso, la distancia a recorrer es de 42 pies. ¡Con toda seguridad que es imposible imaginar un recorrido menor! Sin embargo, recortando una hoja de papel que, cuando está doblada convenientemente, forma un modelo del cuarto (véase la figura) y uniendo con una línea recta los puntos que represen-



tan a la araña y a la mosca, se obtiene una geodésica. La longitud de esta geodésica es sólo de 40 pies, en otras palabras, dos pies más corta que la ruta "evidente" al seguir líneas rectas.

Hay varias maneras de recortar la hoja de papel y, de acuerdo con ellas, hay varias rutas posibles, pero la de 40 pies es la más corta y, que es más extraordinario, como puede verse en el corte D de la figura, este recorrido obliga a la araña a pasar por 5 de las 6 caras que forman el cuarto.

Este problema revela gráficamente el punto sobre el cual siempre insistimos -que nuestras nociones intuitivas acerca del espacio, no conducen, casi invariablemente, por el mal camino.

• ¿Cómo clasificas al Problema de la araña y la mosca, como un problema científico o como un acertijo? Argumenta a favor de tu opinión.



Tercera Unidad

La formulación de hipótesis o posibles soluciones a los problemas

Objetivo

El alumno formulará hipótesis pertinentes al problema científico planteado en la unidad anterior, para lo cual tomará en consideración: el manejo combinado de inducción y deducción; las relaciones de coherencia que la hipótesis debe tener con el problema y con el cuerpo de conocimientos dentro del cual surgió ese problema; y las posibilidades de comprobación o disprobación y eliminación de la hipótesis.

Metas

- Identificar, en el texto que se indique, los razonamientos inductivos.
- Identificar, en el texto que se indique, los razonamientos deductivos.
- Redactar un escrito de una cuartilla en donde se contraste la inducción con la deducción.
- Explicar, verbalmente o por escrito, las relaciones de pertinencia y coherencia necesarias para formular una hipótesis correctamente.
- Formular hipótesis pertinentes al problema científico planteado en la Unidad anterior.

Tema 9

Significación de 'hipótesis'

(Tomado del libro de Mario Bunge:
La investigación científica, pp. 248-253)

Una vez planteado y examinado un problema o un sistema problemático se busca su solución. El procedimiento para el hallazgo de la solución dependerá de la naturaleza del problema. Los problemas de la ciencia factual se resuelven organizando experiencias científicas (observaciones, mediciones, experimentos). Pero las experiencias científicas no tienen lugar en el vacío: se proyectan con ideas determinadas y se interpretan con la ayuda de teorías. En resolución: no hay problema científico que se resuelva precipitándose sin más hacia el laboratorio. Por tanto vale la pena examinar las ideas científicas contrastadas por la experiencia: se trata de las conjeturas llamadas hipótesis y de los sistemas de hipótesis llamados teorías.

- 2 Que la tierra es redonda es un hecho, pero no un hecho observable: nadie ha visto la totalidad del planeta, y ni siquiera los astronautas pueden ver más que una parte del mismo en cada momento. La proposición "La tierra es redonda" empezó por ser una hipótesis destinada a explicar ciertos hechos observados, como el modo de desaparecer el casco de una nave lejana; luego la hipótesis fue corroborada por descubrimientos independientes tales como la circunnavegación de la Tierra y la medición de sus dimensiones. "La Tierra es redonda" es, dicho brevemente, una suposición o conjetura acerca de determinados hechos, o sea, una hipótesis factual. Esta nomenclatura se basa en la siguiente

definición: Un enunciado o proposición es una hipótesis factual si y sólo si: 1) se refiere, inmediata o mediatamente, a hechos no sujetos hasta ahora a experiencia o, en general, no sometibles a la misma, y 2) es corregible a la vista de nuevo conocimiento.

- 3 No debe identificarse la noción de hipótesis con la de ficción, salvo en la medida en que las hipótesis y las ficciones son creaciones mentales. Tampoco debe contraponerse la noción de hipótesis a la de hecho, puesto que los hechos no mentales son externos o puede conseguirse que ocurran en el mundo externo. Las hipótesis factuales, puesto que son enunciados, pueden contraponerse a enunciados de otra clase, a saber, enunciados empíricos particulares llamados datos. Un dato no es una hipótesis: cualquier hipótesis va más allá de la evidencia (datos) que intenta explicar. Esto es: la hipótesis tiene un contenido más amplio que el de los enunciados empíricos cubiertos por ella. La información de que la aguja de un determinado aparato de medición está coincidiendo con la señal 110 volt es un dato empírico singular: esa afirmación puede contrastarse por mera inspección visual. Pero no es ya un dato, sino una hipótesis, la afirmación de que hay una corriente eléctrica en el aparato. Pues, a) las corrientes eléctricas son inferibles, pero no observables, y b) la hipótesis puede resultar falsa, por ejemplo, si el aparato está estropeado, de tal modo que su indicación sea falsa.
- 4 Nótese que los datos singulares son en principio tan corregibles como las hipótesis: no difieren de las hipótesis por lo que hace a la condición 2, corregibilidad o rectificabilidad, sino respecto a la condición 1: efectivamente, los datos se refieren a experiencias efectuadas, los datos son enunciados que expresan hechos que pueden experimentarse directamente.
- 5 Nótese también que las hipótesis no expresan experiencias simples, pero esto no les impide resumir en algunos casos dichas experiencias; esto ocurre cuando las hipótesis son simples generalizaciones de experiencias singulares, o sea, generalizaciones empíricas. Si "A tiene la propiedad P", "B tiene la propiedad P", ...,

"N tiene la propiedad P" son datos o proposiciones singulares que expresan cada una una experiencia de un cierto tipo, su conjunción -o sea la proposición general "Todo X tiene la propiedad P" (siendo X el grupo al que pertenecen A, B, ..., N)- es una total condensación de experiencias singulares (datos). Pero ella misma no es un dato, sino una construcción lógica a partir de datos.

6 Otra característica que vale la pena mencionar es que, por no referir directamente a experiencias singulares, las hipótesis no pueden quedar establecidas por una sola experiencia: los datos sueltos no pueden establecer, sino sólo refutar hipótesis.

El centro de la actividad cognoscitiva de los seres humanos son las hipótesis, y no los datos. Los datos se acumulan para utilizarlos como evidencia a favor o en contra de hipótesis; y hasta la mera recolección de datos presupone un núcleo de hipótesis (por ejemplo, que hay algo observable, que los medios de observación son adecuados o pueden corregirse, etcétera). Considérese el procedimiento de un médico práctico cuando se enfrenta a un caso. No empieza por observar a su paciente de un modo cualquiera y sin prejuicios, sin más finalidad que la de obtener datos en bruto y de cualquier clase interpretable. La misma recolección de datos va, por el contrario, guiada y justificada por ciertas hipótesis que subyacen a su procedimiento empírico. Así, por ejemplo, la auscultación, la exploración por tacto, el uso de instrumentos, cada una de esas maneras de proceder a la búsqueda de datos presupone un cuerpo de hipótesis anatómicas, fisiológicas y hasta físicas. Los datos que obtiene con la ayuda de tales procedimientos y sobre la base de tales hipótesis le son luego útiles para formular hipótesis diagnósticas que acaso desee someter finalmente a contraste mediante procedimientos más finos, como son los análisis bioquímicos, por ejemplo. En resolución, cuando se encuentra ante un problema de diagnóstico el médico no parte de un borrón y cuenta nueva respecto de su anterior trabajo, sino, por el contrario, de un cuerpo de presupuestos, algunos de los cuales funcionan como hipótesis rectoras, y otros como líneas de interpretación de sus datos

Contando con este trasfondo podrá conseguir datos; y los interpretará y usará para producir y contrastar ulteriores hipótesis (diagnósticas).

8 Frecuentemente se ignora el papel central de la hipótesis en la ciencia, a causa de que, en el lenguaje común, 'hipótesis' sigue usándose en un sentido peyorativo, a saber, como suposición sin fundamento ni contrastación, como conjetura dudosa y probablemente falsa que no tiene lugar alguno en la ciencia. Pero el hecho es que muchas afirmaciones que pasan por informes más o menos directos de los hechos de experiencia son en realidad construcciones elaboradas mentalmente, y, por lo tanto, hipótesis, aun en el caso de que sean verdaderas. Un historiador puede acaso sentirse ofendido si se le dice que sus versiones históricas son reconstrucciones hipotéticas, y no nudas secuencias de hechos; pero aquello es lo que son, aunque verdaderas, puesto que lo que narra un historiador es su interpretación de ciertos documentos que se suponen referentes a hechos que él no ha contemplado y que, aunque los hubiera visto, necesitarían interpretación a la luz de un cuerpo de ideas sobre el comportamiento humano y las instituciones sociales. Análogamente, cuando un físico anuncia que aumenta o disminuye la cantidad de productos radiactivos que caen sobre la superficie terrestre, está interpretando ciertas lecturas de ciertos aparatos con la ayuda de leyes científicas, y, por consiguiente, está adoptando una hipótesis sobre algo que no es menos real por el hecho de ser intangible.

9 En la vida ordinaria estamos construyendo hipótesis durante todo el día: incluso cuando obramos automáticamente lo hacemos con base en ciertas hipótesis tácitamente aceptadas, o sea, en base a presuposiciones. Así, por ejemplo, cuando tomamos el metro para ir a la Universidad suponemos que ese medio de transporte está en buenas condiciones (lo cual puede resultar falso); suponemos también que está abierta la Universidad (y una huelga podrá falsar este supuesto), que los estudiantes están interesados por nuestras lecciones (lo cual puede ser una pura ilusión), etcétera. Toda actividad implica supuestos que van más allá de

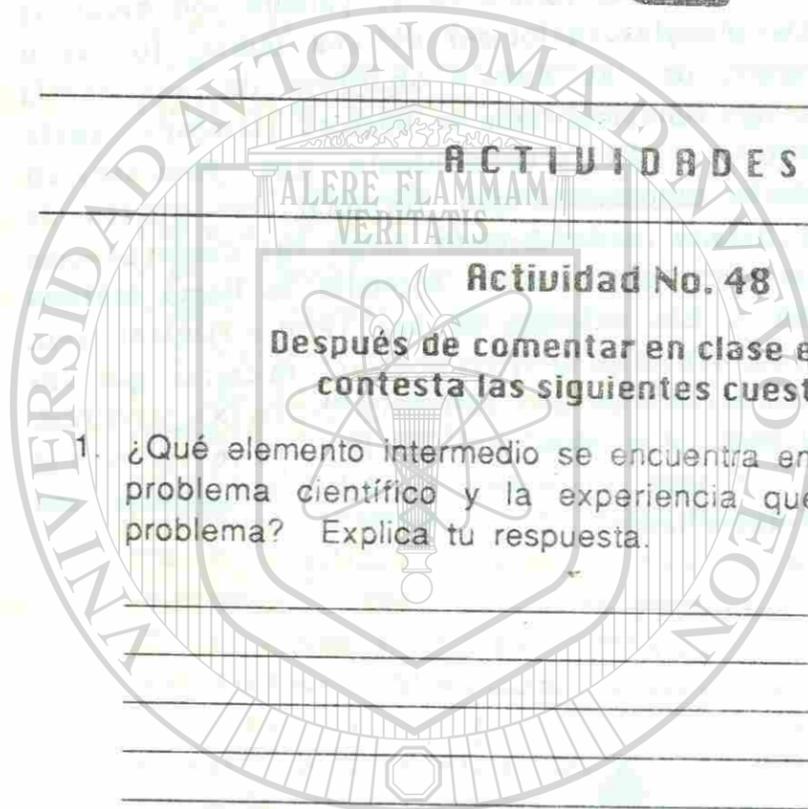
nuestra información sensible en la medida en que son producto de una actividad racional. En ningún momento percibimos más que una reducida porción del campo en el que se desarrollan nuestras actividades: la mayor parte de ese campo, aunque existente en sí, tiene que reconstruirse hipotéticamente, aunque sea en esbozo, en la medida en la cual tenemos que entenderlo o dominarlo. En resolución: puesto que el mundo no está nunca dado para nosotros enteramente, tenemos que formular hipótesis en alguna medida.

10 Las hipótesis, imprescindibles ya en la acción racional, son aún más centrales en la concepción racional del mundo (la ciencia) y en su modificación racional (la tecnología). La sensibilidad es el requisito animal y precientífico del pensamiento sobre el mundo, y concebir el mundo no es más que formular hipótesis acerca de él. El hecho de que la mayoría de las hipótesis científicas se formulen de un modo categórico no debe confundirnos. Cuando el biólogo dice que la vida surgió hace dos billones de años, que los primeros organismos terrestres fueron los líquenes, que las plantas sintetizan hidratos de carbono partiendo del dióxido de carbono y el agua, que el oxígeno es indispensable para la vida animal o que todos los mamíferos son homeotérmicos, no está comunicando información acerca de la experiencia, sino formulando hipótesis con cuya ayuda pueden interpretarse ciertos acúmulos de experiencia: sus supuestos, por ser hipótesis, no son acerca de experiencia, sino acerca de hechos no experienciables; y las usará para explicar su experiencia biológica.

11 Hasta el momento hemos aludido al sentido factual (epistemológico y metodológico) de 'hipótesis'. El sentido formal (lógico) de la palabra es supuesto, premisa o punto de partida de una argumentación (por ejemplo, de una demostración). Ésta es una de las significaciones originarias de 'hipótesis', y precisamente la conservada en la ciencia formal. En este contexto una premisa es un enunciado previamente aceptado (un axioma, un teorema o una convención como "T es un triángulo euclidiano"), o bien un enunciado introducido a título de ensayo porque posibilita alguna deducción, y conservado o rechazado luego en atención a sus

consecuencias. En cualquier caso, una hipótesis en este sentido es una premisa usada en el razonamiento, y consiste por tanto en un supuesto.

12 En este sentido lógico o formal de la palabra son hipótesis todos los supuestos iniciales (axiomas) de una teoría, formal o factual; se distinguen de las demás hipótesis de una teoría llamándolas hipótesis fundamentales o básicas (también suele llamárseles supuestos). El procedimiento que consiste en desarrollar una teoría empezando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas y deduciendo luego sus consecuencias con la ayuda de las subyacentes teorías formales se llama **método hipotético-deductivo**. Los axiomas de una TEORÍA FORMAL son, consiguientemente, HIPÓTESIS EN SENTIDO FORMAL, mientras que los axiomas de una TEORÍA FACTUAL son HIPÓTESIS EN LOS DOS SENTIDOS: EL FORMAL Y EL FACTUAL: van más allá de la experiencia y son además rectificables. Y todas las teorías, formales o factuales, son **sistemas hipotético-deductivos**.



ACTIVIDADES

Actividad No. 48

Después de comentar en clase el tema 9, contesta las siguientes cuestiones.

1. ¿Qué elemento intermedio se encuentra entre la formulación de un problema científico y la experiencia que da resolución a ese problema? Explica tu respuesta.

2. Completa la siguiente definición de hipótesis factual.

Una hipótesis factual es un enunciado o proposición que cumple dos condiciones:

A)

B)

3. ¿Qué relación hay entre hechos y datos?

4. ¿Qué diferencia hay entre un dato y una hipótesis?

5. ¿Qué relación hay entre datos e hipótesis?

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Actividad No. 49

A continuación se proporcionan varios pares de enunciados.
Cada par está formado por un dato y una hipótesis.
Indica en cada caso cuál es el dato y cuál la hipótesis.

1. • Las hojas del fresno que está en el jardín son verdes:

• La clorofila produce la coloración verde de las hojas de los fresnos:

2. • En el cuadro de Leonardo, Mona Lisa sonríe:

• Mona Lisa estaba contenta mientras Leonardo la pintaba.

3. • Es mediodía:

• Las manecillas del reloj apuntan ambas hacia el número 12:

4. • El perro está enfermo:

• El perro ha estado acostado en el rincón todo el día:

5. • Se escucha una sirena:

• Ha debido producirse un accidente:

6. • El agua de este vaso está helada:

• El agua fue sacada hace poco del refrigerador:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actividad No. 50

Resuelve las siguientes cuestiones.

1. Completa el siguiente esquema.

The diagram features the seal of the Universidad Autónoma de Nuevo León, which includes a central shield with a lamp and the motto "ALERE FLAMMAM VERITATIS". The seal is surrounded by the text "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN".

El término "hipótesis" tiene dos sentidos:

En su sentido **FACTUAL**, una hipótesis es:

En su sentido **FORMAL**, una hipótesis es:

2. Contesta las siguientes preguntas.

A) ¿En qué sentido son hipótesis los axiomas de las ciencias formales?

B) ¿En qué sentido son hipótesis los axiomas de las ciencias factuales?

3. Completa el siguiente párrafo.

Todas las teorías son sistemas hipotético-deductivos porque se construyen utilizando el método _____ el cual consiste en: _____

Tema 10

Formulación de las hipótesis

(Tomado del libro de Mario Bunge:
La investigación científica, pp. 255-259)

1 Las hipótesis factuales son conjeturas formuladas para dar razón de hechos. Ahora bien: es posible concebir muchas hipótesis distintas para cubrir cualquier conjunto de datos referentes a un haz de hechos; los datos, no determinan unívocamente la hipótesis que pueden dar razón de ellos. Para poder elegir la más verosímil de entre todas esas conjeturas de origen empírico hay que imponerle e imponerles ciertas restricciones. En la ciencia se imponen tres requisitos principales a la formulación de la hipótesis: 1) la hipótesis tiene que ser formalmente correcta y significativa; 2) la hipótesis tiene que estar fundada en alguna medida en conocimiento previo; y si es completamente nueva desde ese punto de vista, tiene que ser compatible con el cuerpo de conocimiento científico; y 3) la hipótesis tiene que ser empíricamente contrastable mediante los procedimientos objetivos de la ciencia, o sea, mediante su comparación con los datos empíricos controlados a su vez por técnicas y teorías científicas.

2 Estos requisitos son necesarios y suficientes para considerar que una hipótesis es científica, independientemente de que la conjetura sea realmente verdadera o no lo sea. Procedamos ahora a un ejercicio de formulación de hipótesis que hará plausibles los tres requisitos antes dados y permitirá un ulterior examen de los mismos.

3 Si introducimos un bastón en una piscina o un estanque llenos de agua limpia podemos observar que el bastón parece quebrado por el lugar en el cual limitan el aire y el agua. Si no nos interesa el conocimiento, podemos contentarnos con admirar el fenómeno. Si somos pseudocientíficos podemos aventurar alguna conjetura más o menos fantástica sin preocuparnos de si cumple o no los tres requisitos anteriores. Si somos meros recolectores y coleccionistas de datos observaremos el fenómeno cuidadosamente, trazaremos algún dibujo o croquis, llegaremos tal vez a tomar algunas fotografías y mediciones y concluiremos incluyendo esos datos en una descripción cuidadosa, pero superficial, del fenómeno. En cambio, si somos científicos, intentaremos explicar esa mera descripción arriesgando hipótesis que sean lógicamente consistentes, científicamente fundadas y empíricamente contrastables. Tales hipótesis nos ayudarán a su vez a contemplar ese mismo fenómeno bajo una luz nueva: posibilitarán una descripción más profunda, formulada con términos teóricos, y no simplemente con los del lenguaje ordinario.

4 Ahora bien, en el caso de cualquier hecho observable (fenómeno) son posibles hipótesis científicas de dos clases. Tipo I: hipótesis físicas: el fenómeno es un hecho objetivo, o sea, independiente del observador. Tipo II: hipótesis psicológicas: el fenómeno es subjetivo, o sea, depende del observador. En nuestro caso, el primer conjunto de conjeturas (las hipótesis físicas) tiene por lo menos dos subclases: unas hipótesis atribuirán la apariencia al bastón mismo, otras al complejo aire-agua. Tenemos, en particular, las siguientes posibilidades, que no son todas y que pueden haberseles ocurrido a decenas de miles de personas:

h_1 = La apariencia del bastón quebrado es una ilusión. ®

h_2 = La apariencia del bastón quebrado se debe a que éste se ha quebrado efectivamente.

h_3 = La apariencia del bastón quebrado se debe a la quebradura (refracción) de los haces de luz en la superficie de contacto del aire y el agua.

5 Las tres afirmaciones son hipótesis en sentido propio: describen apariencias, sino que intentan explicarlas con términos que no son de observación; las tres son susceptibles de corrección o rectificación. Además, satisfacen los tres requisitos de hipótesis científicas. En efecto: son todas lógicamente (formalmente y semánticamente) consistentes; están fundadas: sabemos que existen ilusiones, y sabemos o sospechamos que tanto los bastones como los haces de luz pueden quebrarse; y las tres son contrastables: pueden frecuentemente eliminarse las ilusiones cambiando de sujeto observador; la quebradura de un bastón puede comprobarse tocándolo; y la quebradura de la luz puede someterse a contrastación con otro procedimiento, sin usar bastones. Por tanto, las tres conjeturas deben considerarse como hipótesis científicas. Para saber cuál de ellas es la verdadera tenemos que someterlas a contrastación. Y no podemos hacerlo sino empezando por inferir de ellas algunas consecuencias utilizando para ello también nuestro conocimiento básico, y confrontando esas consecuencias lógicas con información empírica ya poseída o nueva. Procedamos a esta contrastación.

Contrastación empírica de h_1 .

6 1) Derivación de una consecuencia: Por lo que sabemos acerca de las ilusiones, si el efecto es subjetivo desaparecerá al añadir otro observador o al cambiar las condiciones de observación. La consecuencia contrastable t_1 ("la apariencia del bastón quebrado desaparecerá al cambiar de sujeto observador o al cambiar las condiciones de la observación"), se infiere de la hipótesis h_1 ("la apariencia del bastón quebrado es una ilusión") y de un cierto conocimiento previo, A_1 , ("las ilusiones desaparecen al utilizar otro observador o al cambiar las condiciones de la observación") que forma parte de nuestro cuerpo de conocimientos acerca de las ilusiones. Esquematisando este razonamiento tenemos:

La apariencia del bastón quebrado es una ilusión.
Las ilusiones desaparecen al utilizar otro observador o al cambiar las condiciones de la observación.

La apariencia del bastón quebrado desaparecerá al cambiar de sujeto observador o al cambiar las condiciones de la observación.

2) Confrontación con la experiencia: No intentaremos reforzar la hipótesis eligiendo las condiciones más favorables, sino que pretendemos más bien destruir la hipótesis cambiando a la vez las dos variables, el sujeto y las condiciones de la observación. Resultado: diferentes sujetos y en circunstancias ampliamente variadas observan el mismo fenómeno del bastón quebrado.

3) Inferencia: La conjetura h_1 es falsa. La lógica de esta inferencia es como sigue: La hipótesis h_1 y el conocimiento A_1 acarrear la consecuencia contrastable t_1 . La experiencia ha mostrado que t_1 es falsa. Lo cual nos lleva a que la conjunción " h_1 y A_1 " es falsa. Pero en la experiencia en cuestión no se ponía en tela de juicio el conocimiento A_1 , el cual, por el contrario, estaba presupuesto, o sea, previamente afirmado. Por tanto, la falsedad de la consecuencia lógica t_1 afecta sólo a la conjetura h_1 . En resolución: la lógica, con ayuda de un dato empírico ("la consecuencia t_1 es falsa"), nos capacita para refutar h_1 .

Contrastación empírica de h_2 .

7 1) Derivación de una consecuencia: De la hipótesis h_2 ("la apariencia del bastón quebrado se debe a que este se ha quebrado efectivamente") y de un conocimiento previo A_2 ("la quebradura de un bastón no sólo puede apreciarse con la vista, sino también con el tacto"), conocimiento que pertenece a nuestro cuerpo de conocimientos sobre bastones rotos o

quebrados, podemos inferir la consecuencia contrastable t_2 ("quebradura del bastón debe poder percibirse con la mano"). Esquematisando este razonamiento tenemos:

La apariencia del bastón quebrado se debe a que este se ha quebrado efectivamente.

La quebradura de un bastón no sólo puede apreciarse con la vista, sino también con el tacto.

La quebradura del bastón debe poder percibirse con la mano.

2) **Confrontación con la experiencia:** Tampoco ahora intentaremos proteger la hipótesis absteniéndonos de tocar el bastón sino que lo tocaremos; no notaremos, naturalmente, diferencia respecto del estado anterior del bastón. Por tanto, podemos afirmar que t_2 es falsa.

3) **Inferencia:** Dado que la consecuencia t_2 es falsa, la conjunción " h_2 y A_2 " es falsa, y puesto que no estamos cuestionando A_2 , sino h_2 , concluimos que h_2 es la única culpable de esa falsedad, es decir: concluimos que " h_2 es falsa".

Contrastación empírica de h_3 .

8 1) **Derivación de una consecuencia:** Si "la apariencia del bastón quebrado se debe a la quebradura o refracción de los haces de luz en la superficie de contacto aire-agua" (hipótesis h_3) entonces el bastón mismo es irrelevante. Consiguientemente será mejor que sometamos a contrastación la hipótesis lógicamente previa, a saber h'_3 = "Si un rayo de luz incide en la superficie de contacto aire-agua, es refractado". Con esto arrebataremos al fenómeno uno de sus ingredientes y someteremos la hipótesis h_3 a una contrastación especialmente dura: pues la presencia del bastón puede confundirnos las cosas. La hipótesis lógicamente previa, h'_3 , es universal: cubre todos los ángulos posibles. Consiguientemente implica

afirmación de que si un haz de luz cae en la superficie de contacto del agua y el aire con un ángulo dado, por ejemplo de 45° , se refracta.

2) **Confrontación con la experiencia:** Para controlar mejor las variables utilizaremos el expediente esquematizado en la siguiente figura:

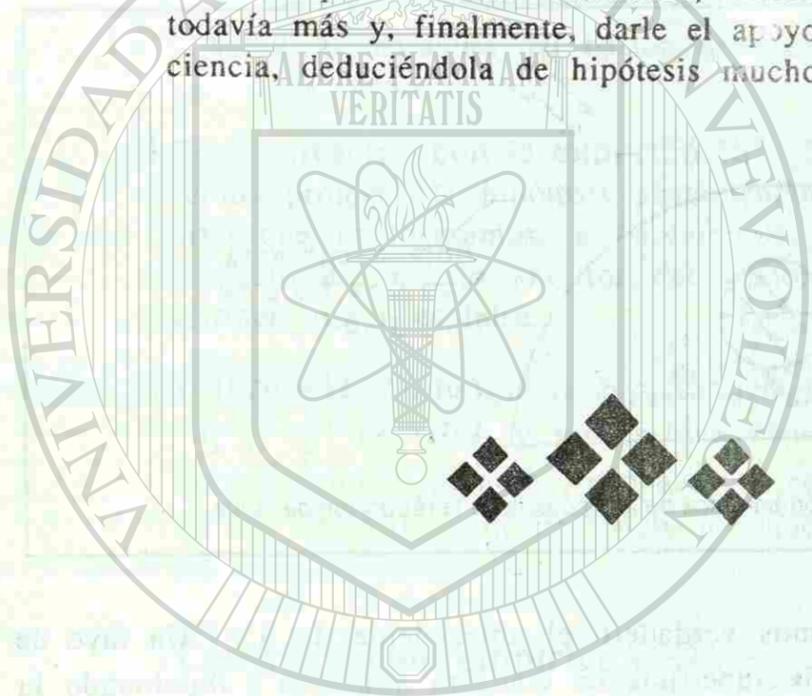


Entonces hacemos verdadero el antecedente de h'_3 ("Un rayo de luz incide en la superficie de contacto aire-agua") iluminando la superficie de contacto del agua y el aire con haces de luz que caigan con varios ángulos, y efectuamos la contrastación del consecuente de la hipótesis ("El rayo de luz es refractado") observando la quebradura de la luz en el agua. El resultado es que ese consecuente es verdadero excepto para la luz que cae sobre la superficie de contacto según ángulos rectos.

3) Inferencias:

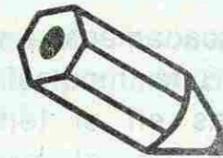
A) Hay que modificar h'_3 para recoger la excepción dicha dándole la formulación "Si un haz de luz atraviesa la superficie de contacto aire-agua con un ángulo distinto del recto, se refracta". Llamemos a este enunciado h''_3 .

B) Puesto que dicha hipótesis h''_3 puede considerarse suficientemente corroborada para una gran variedad de ángulos, se considera que ha sido confirmada, aunque no se habrá investigado más que en un número finito de casos. (Una investigación más profunda nos mostrará que la hipótesis h''_3 es sólo parcialmente verdadera; habría, pues, que refinarla todavía más y, finalmente, darle el apoyo de otros campos de la ciencia, deduciéndola de hipótesis mucho más fuertes.)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ACTIVIDADE

Actividad No. 51

Después de comentar en clase el tema 10, contesta las siguientes cuestiones.

1. Para que una hipótesis factual sea científica NO es necesario que sea verdadera, pero sí que cumpla con tres requisitos:

A) _____

B) _____

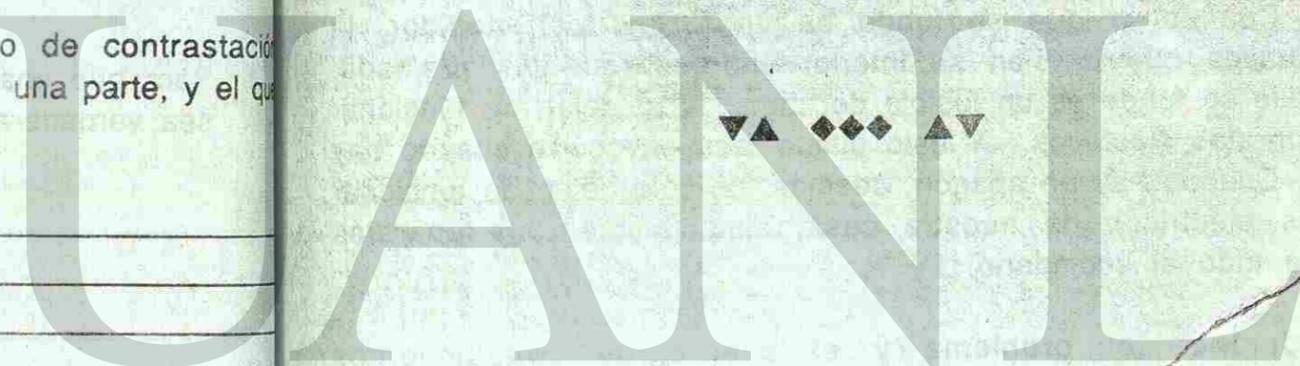
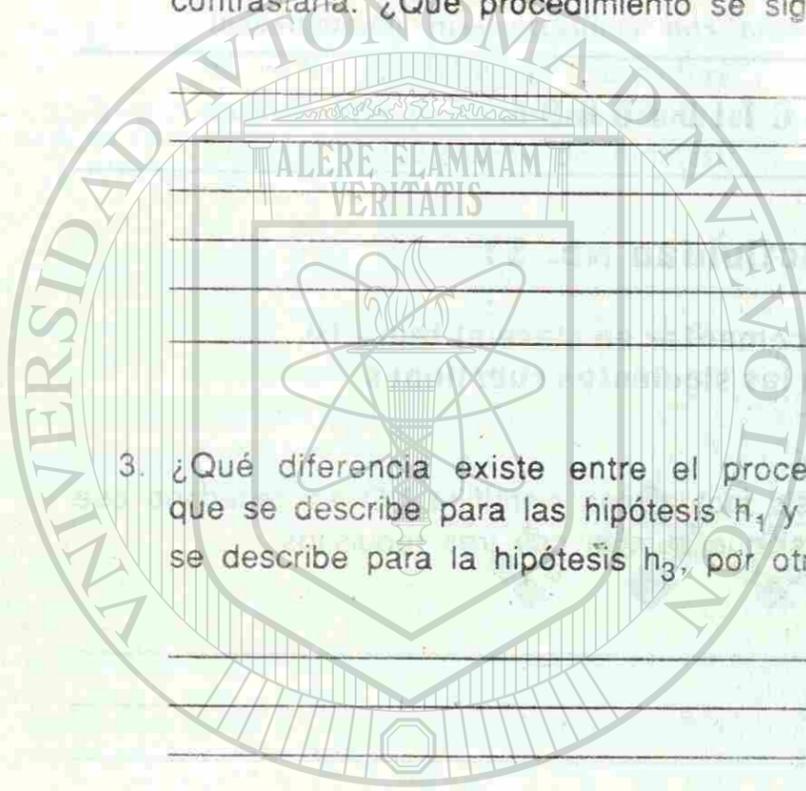
C) _____



2. Una vez formulada adecuadamente una hipótesis factual (es decir, una vez que se tiene una hipótesis que cumple con las condiciones mencionadas en el tema anterior y con los tres requisitos mencionados en el presente tema) se pasa a contrastarla. ¿Qué procedimiento se sigue en esa contrastación?

3. ¿Qué diferencia existe entre el procedimiento de contrastación que se describe para las hipótesis h_1 y h_2 , por una parte, y el que se describe para la hipótesis h_3 , por otra?

4. ¿Qué diferencia existe entre los pasos de contrastación marcados con los incisos 1) y 3), por una parte, y el paso marcado como inciso 2), por la otra?



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Actividad No. 52

Considera la siguiente situación: Al accionar el interruptor de la luz de tu cuarto, el foco no enciende. La verdad es que la corriente eléctrica ha sido cortada en tu vecindario, pero eso tú aún no lo sabes, y te planteas el problema de ¿por qué el foco no enciende?

Se trata, de acuerdo con lo que se dijo en el tema 4, de un problema particular y, por lo tanto, de un problema cotidiano. Sin embargo, vamos a trabajarlo como si fuera un problema científico, siguiendo el modelo que da Mario Bunge con el problema del bastón.

Tenemos, en este caso, un cuerpo de conocimientos relativos a focos que no encienden y que comprende afirmaciones como: Cuando un foco se funde, se rompe el filamento que hay en su interior. Cuando un foco se funde, el resto de los aparatos eléctricos de la casa no deja de funcionar. Cuando lo que se funde es un fusible del medidor, la lamilla metálica que hay en su interior aparece rota y/o quemada. Cuando lo que se funde es un fusible del medidor, sí dejan de funcionar todos los aparatos eléctricos. Y esto último también ocurre cuando hay un apagón. Cuando hay un apagón, además, no sólo dejan de funcionar los aparatos eléctricos de nuestra casa, sino también los aparatos eléctricos de todo el vecindario.

Considerando el problema y el cuerpo de conocimientos mencionado, formulas tres hipótesis que son las siguientes:

h_1 = El foco no enciende porque se ha fundido.

h_2 = El foco no enciende porque se ha fundido un fusible del medidor.

h_3 = El foco no enciende porque han cortado la energía eléctrica en el vecindario.

Elabora la contrastación empírica de cada una de estas tres hipótesis; considerando -como ya se dijo- que la tercera es la verdadera, tomando los datos necesarios del cuerpo de conocimientos mencionado anteriormente, y siguiendo el modelo que plantea Mario Bunge en los párrafos 6, 7 y 8.

Contrastación empírica de h_1

1) Derivación de una consecuencia:

2) Confrontación con la experiencia:

3) Inferencia:

Contrastación empírica de h_2 .

1) Derivación de una consecuencia:



2) Confrontación con la experiencia:

3) Inferencia:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Contrastación empírica de h_3 .

1) Derivación de una consecuencia:

2) Confrontación con la experiencia:

3) Inferencia:

Actividad No. 53

Problema para organizar una discusión grupal en clase.¹

Es un "hecho" -o sea, una hipótesis bien confirmada- que la frecuencia del cáncer ha aumentado constantemente durante nuestro siglo. Discutir las siguientes hipótesis -y otras más, si es posible- destinadas a dar razón de ese hecho.

h_1 = El aumento de la frecuencia del cáncer no es real: lo que pasa es que ha aumentado el número de correctos diagnósticos de cáncer a causa del afinamiento de las técnicas histológicas.

h_2 = El aumento de la frecuencia del cáncer se debe a la mejoría de las expectativas de vida, porque el cáncer es una degeneración senil.

h_3 = El aumento de la frecuencia del cáncer se debe al aumento de humos en la atmósfera respirada (se sabe que el hollín es cancerígeno), y este último aumento se debe a su vez a la industrialización.

- ◆ ¿Se trata en todos los casos de hipótesis contrastables?
- ◆ ¿Son recíprocamente incompatibles?

¹ Tomado del texto de Mario Bunge: *La investigación científica*, p. 262.

Actividad No. 54

Resuelve las siguientes cuestiones.

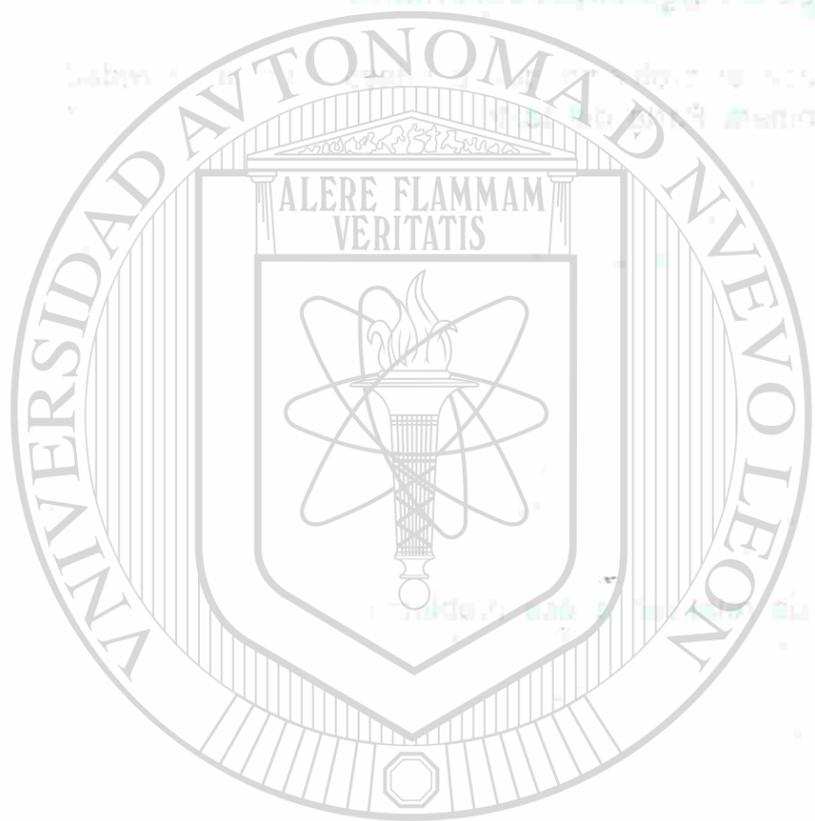
1. Transcribe en seguida el problema que planteaste en la actividad 36 (p. 165 de la Primera Parte del texto):

2. Formula dos hipótesis relativas a ese problema:

h_1 =

h_2 =

3. Elabora la contrastación empírica de UNA de esas dos hipótesis:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DIRECCIÓN GENERAL

Actividad No. 55

Lee el siguiente texto y contesta lo que se te pregunta.

EL DESCUBRIMIENTO DEL NEUTRÓN

(Texto tomado del libro de James S. Trefil:
De los átomos a los quarks, pp. 20-21)

A principios de este siglo, ya era aceptada la existencia del núcleo atómico. Se sabía, además, que dicho núcleo contiene protones, puesto que tiene carga eléctrica positiva. Ahora bien, observando los diferentes elementos químicos y comparando la masa de un átomo con el número de protones que debe tener, se encontró un hecho inesperado.

El hidrógeno -el átomo más sencillo- no presenta ningún misterio. Su núcleo está formado por un solo protón, alrededor del cual gira un solo electrón. La única carga positiva del protón compensa la única carga negativa del electrón de manera que el balance neto de carga para el átomo de hidrógeno es nulo, tal como sabemos. El átomo que sigue al hidrógeno en complejidad, el helio, tiene dos electrones girando alrededor del núcleo. Dado que el helio es eléctricamente neutro, su núcleo debe contener dos cargas positivas. Cabría, pues, esperar que el núcleo de helio contuviera dos protones y -dado que la masa de un átomo está virtualmente concentrada en el núcleo- cabía esperar que el átomo de helio pesase el doble que el átomo de hidrógeno. Pero no es así. El átomo de helio pesa cuatro veces más que el de hidrógeno, de manera que su núcleo tiene un peso equivalente al de cuatro protones, pero una carga eléctrica que corresponde sólo a dos.

Una de las varias hipótesis que se barajaron fue que debía existir otra partícula, hasta entonces desconocida, que tuviera aproximadamente la misma masa del protón y que no estuviera cargada eléctricamente. A esa partícula se la denominó **neutrón**. Descubrir e identificar el neutrón se convirtió en la tarea de los físicos experimentales.

En 1932, el físico británico James Chadwick se encontraba en Cambridge, Inglaterra, estudiando la llamada radiación de berilio. Se había descubierto que cuando partículas provenientes de fuentes radiactivas neutrales chocaban contra un blanco hecho de una fina lámina metálica de berilio, el metal emitía una especie de radiación. Esta radiación no tenía carga eléctrica.

La radiación de berilio debía ser, por tanto, la pieza que faltaba en el núcleo, a saber, el neutrón. Por este descubrimiento, Chadwick recibió el premio Nobel en 1935.

En el caso que se expone, pueden distinguirse cuatro de las etapas del método científico: 1) datos (cuerpo de conocimientos), 2) problema, 3) hipótesis y 4) comprobación.

1. ¿De qué datos se disponía en este caso?

2. ¿Qué problema se planteó a partir de esos datos?

3. ¿Qué hipótesis se formuló como respuesta a ese problema?

4. ¿Cómo se comprobó dicha hipótesis?

Tema 11

Clasificación del razonamiento

(Los párrafos 3, 6-8 y 11 de este tema fueron tomados del libro de Telma Barreiro: *Lógica dinámica*, pp. 43, 47 y 55.

Los ejemplos de razonamiento analógico, que aparecen en este tema y en la Actividad No. 57, fueron tomados del libro de Eli de Gortari: *Ejercicios y problemas de lógica*, pp. 259-260)

- 1 En el tema 2 (primera parte del texto, pp. 71-73) se distinguieron dos grandes clases de razonamientos: los **razonamientos deductivos** que se caracterizan porque en ellos la derivación de la conclusión a partir de las premisas es *forzosa*; y los **razonamientos no deductivos**, en los cuales la derivación de la conclusión a partir de las premisas es más o menos probable, pero no tiene carácter forzoso. En el presente tema se hará una subdivisión de cada una de esas dos clases de razonamientos.

Subdivisión de los razonamientos no deductivos

- 2 Dentro de la clase de los razonamientos no deductivos distinguiremos dos subclases: A) los **razonamientos inductivos** (que ya fueron también mencionados en el tema 2) y B) los **razonamientos analógicos**.

A) Los razonamientos inductivos.

- 3 Los **razonamientos inductivos** son aquéllos en los que a partir de cierto número de casos particulares se pasa a la correspondiente generalización: extendiendo la propiedad que

predica, en las premisas, de ciertos objetos de una clase a todos los objetos de esa misma clase.

- 4 La estructura de los razonamientos inductivos es más o menos la siguiente:

a, b, c, ...n, son objetos de la clase X.

a tiene la propiedad 1.

b tiene la propiedad 1.

c tiene la propiedad 1.

Todo X tiene la propiedad 1.

Ejemplos:

El oro, la plata, el cobre, el plomo, etc. son metales

El oro es maleable.

La plata es maleable.

El cobre es maleable.

El plomo es maleable.

Todos los metales son maleables.

El atún, el salmón, el bagre, la sardina, etc. son peces.

El atún respira por branquias.

El salmón respira por branquias.

El bagre respira por branquias.

La sardina respira por branquias.

Todos los peces respiran por branquias.

- 5 Los **razonamientos inductivos** se subdividen, a su vez, en dos clases: 1. inducciones completas (o perfectas) y 2. Inducciones incompletas (o imperfectas).

◆ Inducciones completas e inducciones incompletas.

- 6 Las **inducciones completas** son razonamientos inductivos en cuyas premisas se incluyen **todos** los casos particulares de la generalización correspondiente.

Ejemplo:

María y Pedro tienen cuatro hijos: Marta, Pablo, Jorge y Raúl.
Marta es morena.
Pablo es moreno.
Jorge es moreno.
Raúl es moreno.

Todos los hijos de María y Pedro son morenos.

7 Las inducciones incompletas son razonamientos inductivos en cuyas premisas se incluyen sólo algunos de los casos particulares de la generalización correspondiente.

Ejemplo:

Este cisne es blanco.
Ese cisne es blanco.
Aquel cisne es blanco.

Todos los cisnes son blancos.

8 Si analizamos los dos tipos de inducción considerados observamos que ambos presentan aspectos positivos y negativos. La inducción completa es raramente practicable; en efecto ella resulta inaplicable si la generalización inductiva tiene un número infinito o indeterminado de casos particulares, como es la situación, por ejemplo, de "Todos los cisnes son blancos". Por otra parte, aunque la inducción completa puede ofrecer garantías de que, si las premisas son verdaderas, la conclusión también lo será -y en este aspecto se aproxima más a los razonamientos deductivos que a los no deductivos-, esa seguridad en la inferencia se debe a que la conclusión no proporciona, en realidad, un conocimiento nuevo o más amplio del que brindan las premisas. La inducción incompleta, en cambio, enriquece o amplía el conocimiento, pues la conclusión afirma más de lo que se afirma en las premisas; pero, precisamente por eso, este tipo de razonamiento no puede garantizar que, siendo verdaderas las premisas, la conclusión también será verdadera. Sólo puede establecer la verdad de la conclusión con mayor o menor probabilidad.

B) Los razonamientos analógicos.

9 Los razonamientos analógicos son aquéllos en los que sabiendo que dos (o más) objetos tienen en común varias propiedades, y sabiendo que uno (o varios) de ellos tiene(n) además otra propiedad, se concluye que el resto de esos objetos debe tener también esa otra propiedad.

10 Los razonamientos analógicos se apegan más o menos a la siguiente estructura:

- a, b, c y d tienen las propiedades 1, 2 y 3.
- a tiene la propiedad 4.
- b tiene la propiedad 4.
- c tiene la propiedad 4.
- d tiene la propiedad 4.

Ejemplos de razonamientos analógicos:

El neón y el helio tienen una estructura atómica semejante.

El helio es inerte.

El neón es inerte.

La suma y la multiplicación son operaciones aritméticas análogas.

El resultado de una suma no se altera cuando se altera el orden de los sumandos.

El producto de una multiplicación no se altera cuando se altera el orden de los factores. ®

11 Formalmente, el razonamiento por analogía no es nunca válido, pues no hay ninguna regla lógica que permita hacer ese tipo de inferencia. Sin embargo, un razonamiento por analogía puede ser más o menos aceptable, más o menos plausible, según el tipo de propiedades comunes sobre los que se sustenta la conclusión. Una condición que debe llenar el razonamiento

analógico para ser aceptable es la significatividad o pertinencia de las propiedades en común que se alegan para afirmar la analogía. A veces el poseer ciertas propiedades o caracteres en común permite sospechar que otras propiedades también serán compartidas; otras veces, no.

Ejemplo de propiedad significativa para establecer analogía:

Juan, Pedro y Pablo tienen especial capacidad para el estudio de las matemáticas.

Juan y Pedro obtuvieron cargos docentes en la Facultad de Ciencias Exactas.

Pablo obtendrá un cargo docente en la Facultad de Ciencias Exactas.

Ejemplo de propiedad no significativa para establecer analogía:

Enrique, José y Martín son pelirrojos.

Enrique y José son excelentes jugadores de ajedrez.

Martín es un excelente jugador de ajedrez.

Subdivisión de los razonamientos deductivos

12 El grupo de los razonamientos deductivos se subdivide en A) razonamientos cuya corrección depende de las relaciones entre sus proposiciones, y B) razonamientos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones.

A) Razonamientos cuya corrección depende de las relaciones entre sus proposiciones.

13 En este tipo de razonamiento es posible decidir si el mismo es correcto o incorrecto considerando solamente la manera como unas proposiciones se relacionan con otras y sin tener que prestar atención a la estructura interna de dichas proposiciones.

14 Pertenecen a esta clase de razonamiento dos subclases: 1) los razonamientos condicionales y 2) los razonamientos disyuntivos.

◆ Los razonamientos condicionales.

15 Los razonamientos condicionales son aquellos cuya primera premisa es una proposición condicional. Y una proposición condicional es una proposición **compuesta**, que está formada por dos proposiciones simples enlazadas por "si... entonces...". Son ejemplos de proposiciones condicionales las siguientes:

Si llueve, entonces me quedo en casa.

Si una figura es un triángulo, entonces los ángulos de esa figura suman 90° .

Si los cetáceos respiran por pulmones, entonces no son peces.

En todos estos casos tenemos dos proposiciones ("Llueve" y "Me quedo en casa", en el primer ejemplo; "Una figura es un triángulo" y "Los ángulos de esa figura suman 90° ", en el segundo ejemplo; "Los cetáceos respiran por pulmones" y "Los cetáceos no son peces", en el tercer ejemplo). Y esas dos proposiciones están conectadas por "si... entonces..." de manera que la primera de ellas se presenta como condición para que se dé la segunda. A la proposición precedida de "si" y que expresa la condición, se le llama **antecedente**; mientras que la proposición precedida de "entonces" y que expresa una consecuencia del antecedente, se le llama **consecuente**.

16 En un razonamiento condicional la segunda premisa afirma o niega el antecedente o el consecuente; y la conclusión afirma o niega la otra proposición.

Son ejemplos de razonamientos condicionales los siguientes:

Si llueve, entonces me quedo en casa.

Llueve.

Me quedo en casa.

Si una figura es un triángulo, entonces los ángulos de esa figura suman 90° .

Los ángulos de esta figura no suman 90° .

Esta figura no es un triángulo.

Si los cetáceos respiran por pulmones, entonces no son peces.

Los cetáceos respiran por pulmones.

Los cetáceos no son peces.

En este tipo de razonamiento, como ya se dijo, la corrección o incorrección del mismo depende de cómo una proposición se relaciona con otra y no de los elementos presentes en el interior de las proposiciones. Por eso es que pueden esquematizarse utilizando símbolos (por lo general: "p", "q", "r", "s") que representan proposiciones completas. Así, las siguientes estructuras representan razonamientos condicionales:

Si p, entonces q.

p.

q.

Si p, entonces q.

No es cierto que q.

No es cierto que p.

Nótese que el primero y el tercero de los ejemplos dados anteriormente corresponden a la primera de estas dos estructuras, mientras que el segundo ejemplo corresponde a la segunda estructura.

◆ Los razonamientos disyuntivos.

18 Los razonamientos disyuntivos son aquéllos cuya primera premisa es una proposición disyuntiva. Y una proposición disyuntiva es una proposición **compuesta**, que está formada por dos proposiciones simples enlazadas por "o". Son ejemplos de proposiciones disyuntivas las siguientes:

Íbamos al parque o nos quedábamos a ver televisión.

Los reptiles son ovíparos o son vivíparos.

Cristóbal Colón era portugués o italiano.

En todos estos casos tenemos dos proposiciones ("Íbamos al parque" y "Nos quedábamos a ver televisión", en el primer ejemplo; "Los reptiles son ovíparos" y "Los reptiles son vivíparos", en el segundo ejemplo; "Cristóbal Colón era portugués" y "Cristóbal Colón era italiano", en el tercer ejemplo). Y esas dos proposiciones están conectadas por "o" de manera que se presentan como dos posibles opciones. A cada una de estas proposiciones se les da el nombre de **alternativas**.

19 En un razonamiento disyuntivo la segunda premisa afirma o niega una de las alternativas; y la conclusión afirma o niega la otra alternativa.

Son ejemplos de razonamientos disyuntivos los siguientes:

Íbamos al parque o nos quedábamos a ver televisión.

Fuimos al parque.

No nos quedamos a ver televisión.

Los reptiles son ovíparos o son vivíparos.

Los reptiles no son vivíparos.

Los reptiles son ovíparos.

Cristóbal Colón era portugués o italiano.

Cristóbal Colón era italiano.

Cristóbal Colón no era portugués.

20 En el razonamiento disyuntivo, al igual que en el condicional, la corrección o incorrección del mismo depende de las relaciones entre sus proposiciones, y no de la estructura interna de dichas proposiciones. Por eso es que los razonamientos disyuntivos también pueden esquematizarse utilizando símbolos ("p", "q", "r", "s") que representan proposiciones completas. Las siguientes estructuras representan razonamientos disyuntivos.

Primera estructura:

$p \vee q$	o bien	$p \vee q$
$\neg p$		$\neg q$
No es cierto que q.		No es cierto que p.

Segunda estructura:

$p \vee q$	o bien	$p \vee q$
<u>No es cierto que p.</u>		<u>No es cierto que q.</u>
q.		p.

Nótese que el primero y el tercero de los ejemplos dados anteriormente corresponden a una de las variantes de la primera de estas dos estructuras: mientras que el segundo ejemplo corresponde a una de las variantes de la segunda estructura. (La primera de estas dos estructuras sólo resulta válida cuando la disyunción es excluyente, es decir: cuando no se da el caso de que puedan ser verdaderas ambas alternativas).

B) Razonamientos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones.

21 En este tipo de razonamiento no es posible decidir si el mismo es correcto o incorrecto considerando solamente la manera como unas proposiciones se relacionan con otras, sino que es

necesario tomar en cuenta también la estructura interna de dichas proposiciones, es decir: los conceptos y cuantificadores que las integran.

22 Para comprender lo anterior, consideremos los siguientes ejemplos:

- a) Todos los pingüinos son aves.
Todas las aves son animales con alas.
Todos los pingüinos son animales con alas.
- b) Todas las aves son animales con alas.
Algunos animales con alas son aves.

Si en estos casos representáramos cada proposición con un símbolo, como hicimos con los razonamientos de la categoría anterior, tendríamos lo siguiente:

Para el ejemplo a):

p.
<u>q.</u>
r.

Para el ejemplo b):

<u>p.</u>
q.

Y con esos esquemas es imposible decidir si los razonamientos representados en ellos son correctos o incorrectos.

23 Tenemos, pues, que utilizar otra simbolización que nos permita "ver" el interior de cada proposición (es decir: que nos permita apreciar la estructura interna de las proposiciones que forman el razonamiento). Esto vamos a conseguirlo, por ahora, sustituyendo los conceptos (el sujeto y el predicado de cada proposición) con letras mayúsculas. Así, en el primer ejemplo tenemos tres conceptos: "pingüinos", "aves" y "animales con alas", que vamos a sustituir, respectivamente por "A", "B" y "C"; en el

segundo ejemplo tenemos dos conceptos: "aves" y "animales con alas", que sustituiremos, respectivamente, por "A" y "B". Tenemos entonces los siguientes esquemas de razonamiento:

Para el ejemplo a): Todo A es B.

Todo B es C.

Todo A es C.

Para el ejemplo b): Todo A es B.

Algún B es A.

24 Con esta nueva forma de esquematización -que nos permite captar el interior de las proposiciones- si podemos decidir si las estructuras de razonamiento correspondientes son o no correctas (aplicando, por ejemplo, el procedimiento de representar los conceptos -A, B, C- con círculos, como hicimos en el tema 2), y esto se debe a que la corrección del razonamiento depende, en estos casos, precisamente de dicha estructura interna de las proposiciones componentes.

25 Dentro de esta clase de razonamiento vamos a distinguir dos subclases: 1) las inferencias inmediatas (o razonamientos inmediatos y 2) las inferencias mediatas (o razonamientos mediatos).

◆ Inferencias inmediatas.

26 Se llama inferencias inmediatas a aquellos razonamientos en los que la conclusión se deriva de una sola premisa. A ellas pertenece el ejemplo b) dado anteriormente. Son también ejemplos de inferencias inmediatas los siguientes razonamientos:

Ningún pintor es ciego.

Ningún ciego es pintor.

No es cierto que todos los cisnes sean blancos.

Algunos cisnes no son blancos.

Ningún héroe es cobarde.

Todos los héroes son valientes.

27 Se llama inferencias mediatas a aquellos razonamientos en los que la conclusión se deriva de dos o más premisas. (En realidad no sólo hay inferencias mediatas dentro del grupo de razonamientos deductivos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones, sino que todas las formas de razonamiento mencionadas anteriormente -razonamientos inductivos, analógicos, condicionales y disyuntivos- pueden considerarse como inferencias mediatas porque en ellos la conclusión se deriva de varias premisas).

28 Al grupo de inferencias mediatas (que además son razonamientos deductivos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones) pertenece el ejemplo: a) dado anteriormente. Son también ejemplos de inferencias mediatas los siguientes razonamientos:

Todos los roedores carecen de colmillos.

Ningún murciélago carece de colmillos.

Ningún murciélago es roedor.

Ningún mamífero es pez.

Algunos peces son vivíparos.

Algunos vivíparos no son mamíferos.

Todos los regiomontanos son nuevoleonés.

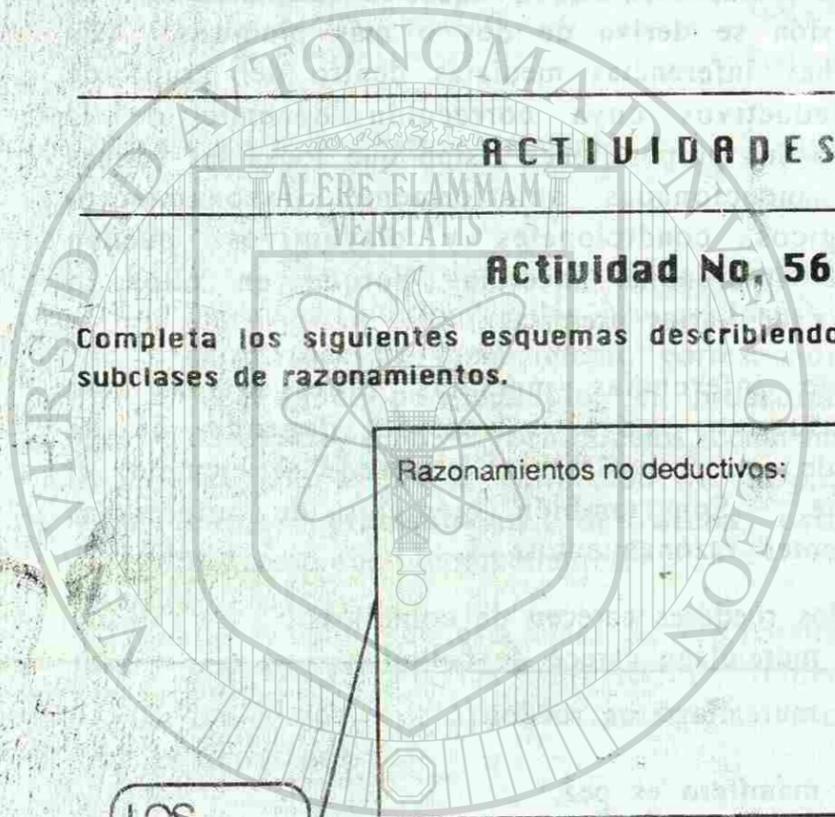
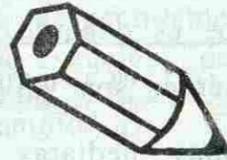
Todos los nuevoleonés son mexicanos.

«Todos los mexicanos son norteamericanos.

Todos los norteamericanos son americanos. ®

Todos los regiomontanos son americanos.





ACTIVIDADES

Actividad No. 56

Completa los siguientes esquemas describiendo las diferentes clases y subclases de razonamientos.

Razonamientos no deductivos:

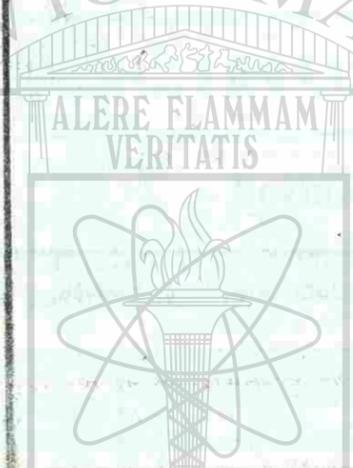
Razonamientos deductivos:

LOS RAZONAMIENTOS

RAZONAMIENTOS NO DEDUCTIVOS	Razonamientos inductivos:	Inducciones completas:
		Inducciones incompletas:
	Razonamientos analógicos:	

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



<p>Razonamientos cuya corrección depende de las relaciones entre sus proposiciones:</p> 	<p>Razonamientos condicionales:</p>
<p>Razonamientos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones:</p>	<p>Razonamientos disyuntivos:</p>
	<p>Inferencias inmediatas:</p>
	<p>Inferencias mediatas:</p>

Actividad No. 57

Clasifica y subclasifica los siguientes razonamientos, escribiendo el número de cada uno en las casillas que le corresponden del esquema que aparece en la página 125. (Aduerte que los ejemplos 1 y 2 ya fueron clasificados.)

- Perro que ladra no muerde.
Perro que muerde no ladra.
- El hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno, etc. son gases.
El hidrógeno aumenta de volumen al elevarse su temperatura.
El nitrógeno aumenta de volumen al elevarse su temperatura.
El oxígeno aumenta de volumen al elevarse su temperatura.
Todos los gases aumentan de volumen al elevarse su temperatura.
- Si Darwin escribió "La ciudad de Dios", entonces fue un filósofo cristiano.
Darwin no fue un filósofo cristiano.
Darwin no escribió "La ciudad de Dios".
- Toda ciencia es conocimiento racional y sistemático.
La biología es una ciencia.
La biología es conocimiento racional y sistemático.
- El sodio y el potasio tienen una estructura atómica semejante.
El sodio es un metal alcalino.
El potasio es un metal alcalino.
- Ninguna figura plana es tridimensional.
Todos los triángulos son figuras planas.
Ningún triángulo es tridimensional.
- Aristóteles vivió en el siglo IV a.C. o en el siglo IV d.C.
Aristóteles vivió en el siglo IV a.C.
Aristóteles no vivió en el siglo IV d.C.

8. Mercurio, Venus, Marte y Plutón son los planetas telúricos del sistema solar.

Mercurio tiene un volumen inferior al de la tierra.

Venus tiene un volumen inferior al de la tierra.

Marte tiene un volumen inferior al de la tierra.

Plutón tiene un volumen inferior al de la tierra.

Todos los planetas telúricos del sistema solar tienen un volumen inferior al de la tierra.

9. El águila, el cuervo, la golondrina, el gorrión, etc. son aves.

Las águilas son animales homeotermos.

Los cuervos son animales homeotermos.

Las golondrinas son animales homeotermos.

Los corriónes son animales homeotermos.

Todas las aves son animales homeotermos.

10. Cervantes escribió "El Quijote" o "Las soledades".

Cervantes no escribió "Las soledades".

Cervantes escribió "El Quijote".

11. Todos los perros son vertebrados.

Ningún invertebrado es perro.

12. La fuerza entre dos cargas eléctricas diferentes y la fuerza de gravedad entre dos masas son, ambas, fuerzas de atracción.

La fuerza de gravedad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a las dos masas.

La fuerza entre dos cargas eléctricas diferentes es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a las dos cargas.

13. Si Europa es un satélite de Júpiter, entonces gira a su alrededor.

Europa es uno de los satélites de Júpiter.

Europa gira alrededor de Júpiter.

14. Ningún vertebrado es molusco.

Todos los caracoles son moluscos.

Ningún caracol es vertebrado.

15. La hormiga, la abeja, el grillo, etc. son insectos.

Las hormigas tienen tres pares de patas.

Las abejas tienen tres pares de patas.

Los grillos tienen tres pares de patas.

Todos los insectos tienen tres pares de patas.

16. Algunos filósofos son alemanes.

Algunos alemanes son filósofos.

17. Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son los planetas jovianos del sistema solar.

Júpiter es un planeta de gran tamaño y poca densidad.

Saturno es un planeta de gran tamaño y poca densidad.

Urano es un planeta de gran tamaño y poca densidad.

Neptuno es un planeta de gran tamaño y poca densidad.

Todos los planetas jovianos del sistema solar son de gran tamaño y poca densidad.

18. Los musulmanes reconocen o niegan la trinidad.

Los musulmanes niegan la trinidad.

Los musulmanes no reconocen la trinidad.

19. La función del cero en la adición es semejante a la función del uno en la multiplicación.

La suma de cualquier número con cero es igual al propio número.

La multiplicación de cualquier número por uno es igual al propio número.

20. Todos los actores son personas sensibles.

Algunas personas sensibles son actores.

21. Si un número es primo, entonces sólo es divisible por sí mismo y por la unidad.

423 es divisible por 3 y por 9.

423 no es un número primo.

22. Mercurio y Venus son los únicos planetas que están más próximos al Sol que la Tierra.

Mercurio sólo puede ser observado durante el amanecer o durante el ocaso.

Venus sólo puede ser observado durante el amanecer o durante el ocaso.

Todos los planetas que están más próximos al Sol que la Tierra sólo pueden ser observados durante el amanecer o durante el ocaso.

23. El promedio de vida de los reptiles es mayor o menor que el de los mamíferos.

El promedio de vida de los reptiles no es menor que el de los mamíferos.

El promedio de vida de los reptiles es mayor que el de los mamíferos.

24. París, Roma, Praga, Copenhague, etc. son ciudades europeas.

París es una ciudad populosa.

Roma es una ciudad populosa.

Praga es una ciudad populosa.

Copenhague es una ciudad populosa.

Todas las ciudades europeas son ciudades populosas.

25. $10 + 6 = 20 - 4$.

$20 - 4 = 8 \times 2$.

$8 \times 2 = 48/3$.

$10 + 6 = 48/3$.

RAZONAMIENTOS	No deductivos: 2	Inductivos: 2	Inducciones completas:
			Inducciones incompletas: 2
		Análogos:	
	Deductivos: 1	Razonamientos cuya corrección depende de las relaciones entre sus proposiciones:	Condicionales:
			Disyuntivos:
		Razonamientos cuya corrección depende de la estructura interna de sus proposiciones: 1	Inferencias inmediatas: 1
			Inferencias mediatas:



Tema 12

Origen de las hipótesis

(Tomado del libro de Mario Bunge:
La investigación científica. pp. 271-274)

- 1 Por lo que hace a su origen, las hipótesis científicas pueden producirse por analogía, inducción, deducción, intuición y construcción. En realidad esas palabras representan sólo tipos ideales: toda hipótesis propiamente dicha es una construcción levantada con la ayuda de razonamientos de toda clase. Por eso hablamos más bien de hipótesis halladas **predominantemente** -no exclusivamente- por analogía, inducción, deducción, intuición o construcción.
- 2 Las hipótesis **analogicamente** halladas son las inferidas mediante argumentos de analogía o por la captación intuitiva de parecidos. Podemos distinguir dos tipos de salto analógico: 1) **analogía sustantiva**, como cuando la respuesta de un organismo a un estímulo sugiere la hipótesis de que en un organismo diferente tendrá también lugar la misma relación estímulo respuesta; y 2) **analogía estructural**, como cuando se sospecha que la ley de crecimiento de una población tiene la misma forma que la ley de crecimiento de un individuo. La analogía sustantiva (semejanza específica) se refiere a propiedades específicas y va de un individuo a otro individuo; la analogía estructural, en cambio, afecta a semejanzas formales entre sistemas, físicos o conceptuales.
- 3 Las hipótesis **inductivamente** halladas son las compuestas sobre la base del examen caso por caso. Podemos distinguir entre

dos tipos de generalización inductiva: 1) **inducción de primer grado**, o inferencia que va de enunciados particulares a enunciados generales, como cuando del examen de cierto número de casos individuales se infiere que "El estudio del francés interfiere con el aprendizaje simultáneo del italiano"; y 2) **inducción de segundo grado**, o generalización de generalizaciones de primer grado, como cuando se enuncia la conjetura general "El aprendizaje de cualquier tema interfiere con el de cualquier otro tema contiguo" sobre la base de generalizaciones de primer grado referentes al aprendizaje de pares de temas concretos.

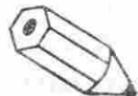
- 4 Las hipótesis **deductivamente** obtenidas son las que se derivan de proposiciones más fuertes. Pueden distinguirse entre ellas dos subclases: 1) **teoremas**, o consecuencias lógicas de algunos de los supuestos anteriores de una teoría, como, por ejemplo, las hipótesis relativas a la distribución geográfica de una determinada especie, cuando se derivan de postulados biogeográficos generales; y 2) hipótesis que se derivan de teorías de más amplio alcance, como ocurre cuando una relación termodinámica se deduce de principios de mecánica estadística.
- 5 Las hipótesis **intuitivamente** halladas son aquellas cuya introducción no ha sido planeada, y que tienen un aspecto natural y obvio: para una visión primaria y superficial, parecen nacidas por generación espontánea, sin investigación previa ni elaboración lógica. Pero esta impresión es falsa pues toda hipótesis tiene que ir por lo menos acompañada por el "sentimiento" de que es lógicamente consistente, compatible con el cuerpo de conocimientos previo y contrastable, si es que tiene que considerarse científica, y ese "sentir" no significa sino un sospechar oscuramente. Muchas hipótesis que hoy parecen "naturales", "obvias" e "intuitivas" son construcciones bastante elaboradas que no habrían podido concebirse en épocas anteriores ni en distintos climas intelectuales. Por ejemplo, la hipótesis según la cual existe una relación fija entre la cantidad de calor que emite una estufa eléctrica y la cantidad de energía eléctrica que consume parece ahora obvia porque pagamos el consumo de energía; pero ni

siquiera se imaginó —por no hablar ya de comprobar— antes de que se sospechara que la electricidad podría convertirse en calor, sospecha confirmada por J.P. Joule en 1841. La hipótesis, no menos "natural", de que el efecto biológico de una droga relacionado con su constitución química no se formuló hasta la misma época aproximadamente (J. Blake, 1841). Esas dos hipótesis eran tan poco intuitivas en el momento en que se formularon que tuvieron que luchar seriamente hasta ser reconocidas. Sin embargo, también es cierto que la invención de hipótesis no se consigue mediante la mera acumulación de datos, sino que exige alguna intuición y se produce frecuentemente como una iluminación —pero jamás sin algún conocimiento previo y su ponderación.

Finalmente, las hipótesis halladas por construcción son aquellas hipótesis más o menos elaboradas y que no se infieren visiblemente de nada, sino que se imaginan con la ayuda explícita de algunos instrumentos conceptuales. De este modo, por ejemplo, Newton probó con varias funciones para expresar la distancia entre los cuerpos, hasta tropezar con la ley de la razón inversa del cuadrado, única que llevaba a las leyes de Kepler a través de sus propias leyes del movimiento (todas las cuales son a la vez construcciones típicas). Pero el hecho de que las construcciones no se infieran ni deduzcan de otras proposiciones no debe movernos a creer que sean agudezas libremente inventadas: las hipótesis científicas nacen como respuestas a problemas determinados que se formulan en un cuerpo dado de conocimientos, y se espera que superen la contrastación con nueva experiencia. Y aunque cualquier conjunto de datos puede recogerse por varias hipótesis, éstas no se presentan más que en inteligencias entrenadas y tienen que satisfacer ciertos requisitos, en vez de ser arbitrarias: ésta es, precisamente, la diferencia entre una conjetura sin fundamento y una hipótesis científica.

7 En todo caso, el hecho es que las hipótesis científicas nacen de diversos modos y tienen frecuentemente un origen espurio, en el sentido de que las argumentaciones que llevan a ellas son

inconsecuentes, o bien proceden de procedimientos equivocados. Las vías que llevan a la formulación de hipótesis científicas son intrincadas y a menudo enrevesadas; por esta razón, al exponerlas por escrito, los científicos suelen reconstruirlas enteramente, para desesperación del historiador y del psicólogo de la ciencia. La presentación sistemática de un tema no coincide casi nunca con su presentación histórica; muy frecuentemente, la una es la inversa de la otra. Así, por ejemplo, una **presentación histórica** de la genética mostraría la cadena siguiente: variaciones individuales — herencia mendeliana — base cromosomática — genes — moléculas de DNA. En el momento de escribir estas páginas una **presentación sistemática** podría partir de la molécula de DNA (hipótesis de nivel alto) y terminar con las consecuencias observables en cuanto a caracteres fenotípicos (hipótesis de nivel bajo). Las hipótesis científicas no quedan legitimadas o refutadas por su **origen**, sino por el poder de las **contrastaciones** teóricas y empíricas a que se someten: una hipótesis aspira a obtener certificados de contrastación, no certificados de nacimiento.



ACTIVIDADES

Actividad No. 58

Completa el siguiente esquema sobre la clasificación de las hipótesis, según su origen.

Las hipótesis, según su origen

1. Hipótesis obtenidas por analogía:
Descripción:

Subclases:

A)

B)

2. Hipótesis obtenidas por inducción:
Descripción:

Subclases:

A)

B)

Continúa en la siguiente página...

Las hipótesis, según su origen (Continuación)

2. Hipótesis obtenidas por deducción:
Descripción:

Subclases:

A)

B)

4. Hipótesis obtenidas por intuición:
Descripción:

5. Hipótesis obtenidas por construcción:
Descripción:

Actividad No. 59

Contesta las siguientes cuestiones.

1. ¿Qué aclaración hace Mario Bunge, en el párrafo 1, respecto a la clasificación de las hipótesis, según su origen?

2. En los párrafos 5, 6 y 7 se hace alusión a tres factores que influyen en el origen de las hipótesis:

- 1) El contexto social (o clima intelectual).
- 2) El trabajo paciente y continuado.
- 3) La imaginación y creatividad.

Después de comentar en clase estas cuestiones, escribe un párrafo en el que expliques la manera como influyen esos factores en la generación de las hipótesis.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

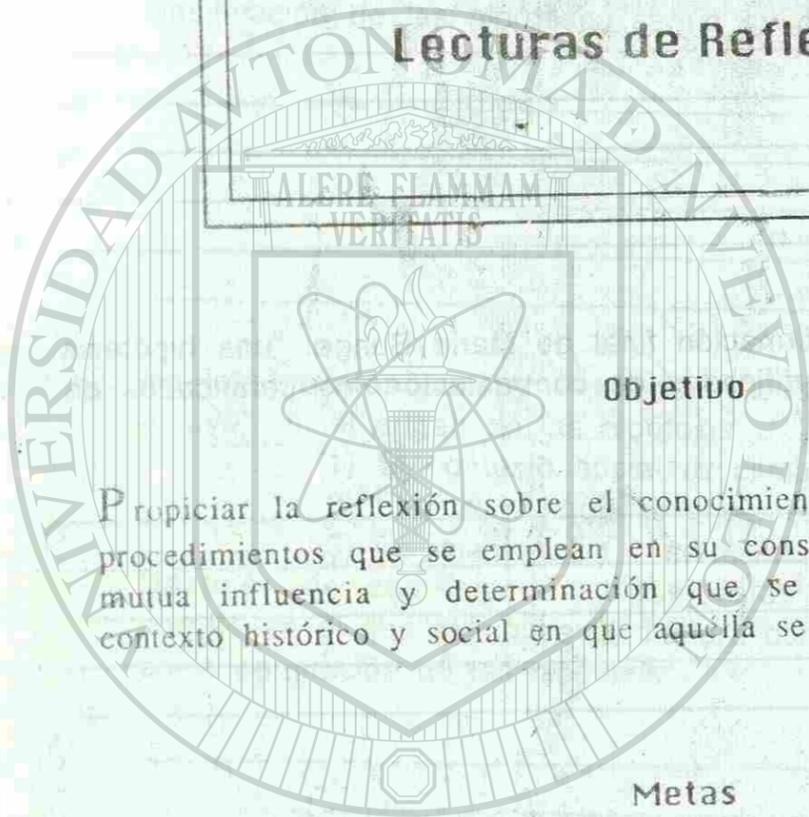
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3. ¿Qué diferencia se da entre "la presentación histórica" y "la presentación sistemática" de un tema?

4. ¿Qué significa la afirmación final de Mario Bunge: "una hipótesis aspira a obtener certificados de contrastación, no certificados de nacimiento"?



Lecturas de Reflexión



Objetivo

Propiciar la reflexión sobre el conocimiento científico, los medios y procedimientos que se emplean en su construcción y validación, y la mutua influencia y determinación que se da entre la ciencia y el contexto histórico y social en que aquella se construye.

Metas

- Exponer ejemplos que muestren que el conocimiento científico es una construcción humana perfectible e inacabada.
- Escribir un ensayo en donde se explique y ejemplifique que el contexto histórico-social subyace e incide en la construcción científica y, dado esto, uno y otra se determinan dialécticamente.

Segunda Parte:

La ciencia y el contexto histórico-social en el que se produce

La ciencia puede, si quiere, facilitar que nuestros nietos vivan una vida buena, dándoles conocimiento, dominio de sí mismos y caracteres que produzcan armonía en lugar de luchas. En la actualidad enseña a nuestro hijos a matarse entre sí porque muchos hombres de ciencia están dispuestos a sacrificar el futuro de la humanidad a su momentánea prosperidad. Pero esta fase pasará cuando los hombres hayan adquirido el mismo dominio sobre sus pasiones que tienen ya sobre las fuerzas físicas del mundo exterior. Entonces, por fin, habremos conquistado nuestra libertad.

Bertrand Russell

(Citado por Fernanda Navarro, *Antología*, p. 357)

Cuarta Lectura

La perspectiva científica

(Tomado del libro de Fernanda Navarro:
Antología de Bertrand Russell, pp. 4-5
y del libro de Bertrand Russell:
La perspectiva científica, pp. 7-9)

Un encuentro con Bertrand Russell

por Fernanda Navarro

1967 fue el año. Conocía yo al fin al apasionado escéptico que tantas veces dejara el diálogo académico y las austeras aulas de Cambridge por la protesta activa contra la guerra en las ruidosas calles de Londres; el que tantas veces pasara de los agudos escritos filosóficos (que le ganaran el Premio Nobel y un lugar en el panteón de los grandes de la historia) a los efervescentes artículos que le costaron no pocas "visitas" a la cárcel.

2 A los 95 años constituyó el Tribunal de Crímenes de Guerra (un antecedente del Tribunal Internacional de la Conciencia de la Humanidad que fuera su ideal), en el cual tuve la oportunidad de participar como traductora. Su lucidez y sentido del humor y como su sencillez me impresionaron hondamente. De nuestro diálogo conservo lo siguiente: su opinión de que la educación represiva es clave para la constitución del hombre libre ciudadano del universo; combatir el dogma y la ignorancia como los reales enemigos del hombre; destruir el divorcio existente entre educación y la vida misma; no perder de vista que antes de formar especialistas o sabios se están formando seres humanos.

3 Afirmaba con gran convicción que con los adelantos de la ciencia y de la técnica de nuestro siglo las necesidades elementales del hombre podrían ser satisfechas. Lo que impide que esto se haga realidad es la ambición del poder y la enajenación del hombre a valores materiales ignorando los valores humanos.

4 Una constante en sus mensajes desde la primera guerra mundial hasta el fin de sus días puede resumirse en una frase: "¡Recuerden su humanidad y olviden el resto!" ¿Cuál es el objeto de pelear con credos y razas si al fin de cuentas lo que está en juego es la supervivencia del hombre? Si hay una tercera guerra mundial no habrá vencedores y la cuarta volverá a ser de arco y flecha."

5 Deseo terminar estas líneas recordando sus últimas palabras al despedirme de él en su cabaña de Gales: "...y recuerde que es a las posibilidades del hombre a lo que debemos nuestra lealtad entera".

La perspectiva científica. Introducción.

por Bertrand Russell

6 Decir que vivimos en la edad de la ciencia es un lugar común. Pero como la mayoría de los lugares comunes, sólo es verdad en parte. A nuestros predecesores, si pudieran ver nuestra sociedad, les apareceríamos, sin duda, como seres muy científicos; pero a nuestros sucesores es probable que suceda justamente lo contrario.

7 La ciencia como factor en la vida humana es muy reciente. El arte estaba ya bien desarrollado antes de la última época glacial, como sabemos por las admirables pinturas rupestres. No podemos hablar con igual seguridad de la antigüedad de la religión; pero es muy probable que sea contemporánea del arte.

Aproximadamente se puede suponer que ambos existen desde hace ochenta mil años. La ciencia, como fuerza importante, comienza con Galileo y, por consiguiente, existe desde unos trescientos años. En la primera mitad de este corto período, fue como un anhelo de los eruditos, sin afectar a los pensamientos o costumbres de los hombres corrientes. Sólo en los últimos ciento cincuenta años la ciencia se ha convertido en un factor importante, que determina la vida cotidiana de todo el mundo. En ese breve tiempo ha causado mayores cambios que los ocurridos desde los días de los antiguos egipcios. Ciento cincuenta años de ciencia han resultado más explosivos que cinco mil años de cultura precientífica. Sería absurdo suponer que el poder explosivo de la ciencia está agotado o que ha alcanzado ya su máximo. Es mucho más probable que la ciencia continúe durante los siglos venideros produciendo cambios aún más rápidos. Cabe suponer que al final se logrará un nuevo equilibrio, bien cuando ya se sepa tanto que el término de una vida no sea suficiente para alcanzar las fronteras del conocimiento y, por consiguiente, los descubrimientos ulteriores deban aguardar algún incremento considerable de longevidad; o bien cuando los hombres se aburran del nuevo juguete y se cansen de emplear la energía necesaria para el logro de los progresos científicos y se contenten con gozar de los frutos de los investigadores anteriores, como los romanos tardíos disfrutaban de los acueductos construidos por sus antecesores. O también pudiera suceder que toda sociedad científica fuese incapaz de estabilidad y que un retorno a la barbarie sea condición necesaria para la persistencia de la vida humana.

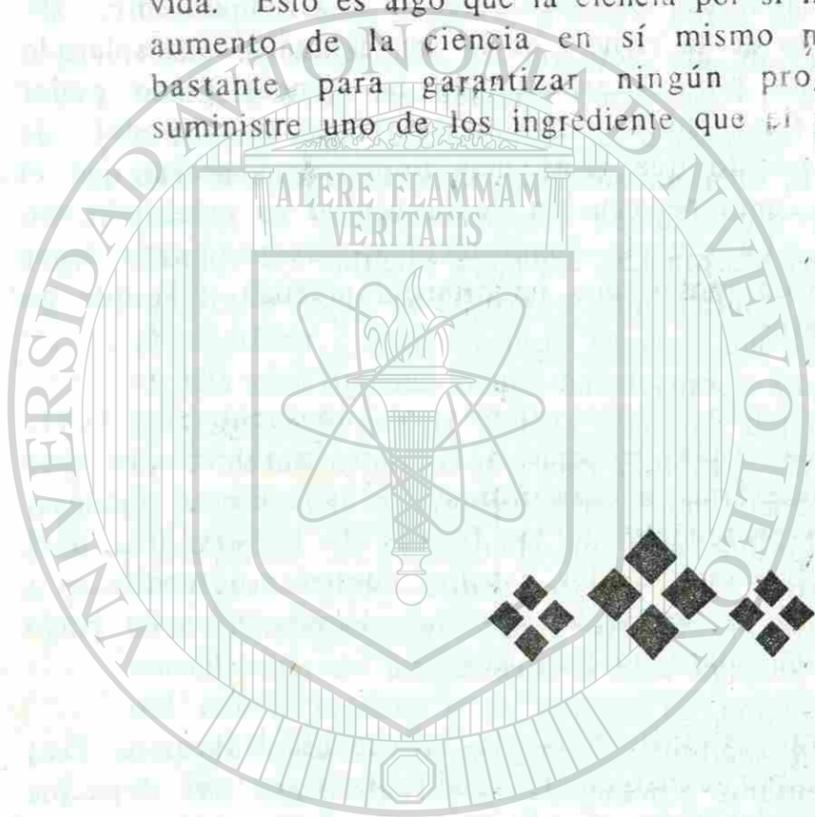
8 Tales especulaciones, sin embargo, aunque pueden entretener un momento de ocio, son demasiado nebulosas para tener importancia práctica. Lo que es importante en el momento presente es que la influencia de la ciencia sobre nuestros pensamientos, nuestras esperanzas y nuestras costumbres aumenta continuamente y es probable que aumente por lo menos durante varios siglos.

9 La ciencia, como su nombre indica, es, en primer lugar, conocimiento. Convenimos en que es conocimiento de un determinado género, un conocimiento que busca leyes generales relacionando ciertos hechos particulares. Gradualmente, sin embargo, el aspecto de la ciencia como conocimiento es desplazado a segundo término por el aspecto de la ciencia como poder manipulador. Por conferirnos la ciencia este poder de manipulación es por lo que tiene más importancia social que el arte. La ciencia como persecución de la verdad es igual pero no superior al arte. La ciencia como técnica, aunque puede tener poco valor intrínseco, posee una importancia práctica a la que no puede aspirar el arte.

10 La ciencia como técnica tiene una consecuencia, cuyas derivaciones aún no están del todo a la vista, a saber: que hace posibles y aun necesarias nuevas formas de la sociedad humana. Ya ha modificado profundamente las formas de las organizaciones económicas y las funciones de los Estados; comienza a modificar la vida de la familia, y es casi seguro que haga lo mismo en un grado mucho mayor en un futuro no muy distante.

11 Al considerar la influencia de la ciencia sobre la vida humana, tenemos, por consiguiente, que considerar tres aspectos más o menos enlazados entre sí. El primero es la naturaleza y el objeto del conocimiento científico; el segundo es el mayor poder de manipulación que se deriva de la técnica científica; el tercero son los cambios en la vida social y en las instituciones tradicionales que resultan de las nuevas formas de organización exigidas por la técnica científica. La ciencia como conocimiento es la razón fundamental de los otros dos aspectos, puesto que todos los efectos que la ciencia produce son el resultado del conocimiento por ella conseguido. El hombre hasta ahora se ha visto impedido de realizar sus esperanzas, por ignorancia de los medios. A medida que esta ignorancia desaparece, se capacita cada vez mejor para moldear su medio ambiente, su medio social y su propio ser según las formas que juzga mejores. Mientras sea sensato, este nuevo poder le será beneficioso. Pero si el hombre es necio, le

será contraproducente. Por consiguiente, para que una civilización científica sea una buena civilización, es necesario que el aumento de conocimiento vaya acompañado de un aumento de sabiduría. Entiendo por sabiduría una concepción justa de los fines de la vida. Esto es algo que la ciencia por sí misma no proporciona. El aumento de la ciencia en sí mismo no es, por consiguiente, bastante para garantizar ningún progreso genuino, aunque suministre uno de los ingredientes que el progreso exige.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Quinta Lectura

La técnica de la naturaleza inanimada

(Tomado del libro de Bertrand Russell:
La perspectiva científica, pp. 120-126)

- 1 Los mayores triunfos de la ciencia aplicada han sido realizados en la física y la química. Cuando la gente piensa en la técnica científica, piensa primeramente en las máquinas. Parece probable que en un futuro próximo la ciencia conseguirá iguales triunfos en las ramas biológicas y fisiológicas, y adquirirá poder suficiente para cambiar las mentes de los hombres del mismo modo que tiene poder para conocer nuestro medio ambiente inanimado. En este capítulo, sin embargo, no nos ocuparemos de las aplicaciones biológicas de la ciencia, sino del tema más familiar y trillado de sus aplicaciones en el reino de la maquinaria.
- 2 La mayoría de las máquinas, en el sentido más limitado de la palabra, no presuponen nada que merezca ser llamado ciencia. Las máquinas fueron, en su origen, un medio de conseguir que la materia prima inanimada pasase a través de una serie de movimientos regulares que hasta entonces habían sido ejecutados por los cuerpos, y especialmente por los dedos, de los seres humanos. Este es el caso manifiesto en los hilados y tejidos. No implicó tampoco mucha ciencia la invención del ferrocarril o los primeros pasos de la navegación de vapor. Los hombres utilizaron en estos casos fuerzas que no estaban recónditas en modo alguno, y que, aunque asombraron, no debieron haber sorprendido tanto. El asunto varía cuando se pasa a la electricidad. Un electricista práctico tiene que desarrollar un nuevo tipo de sentido común, del

que está del todo desprovisto un hombre ignorante de la electricidad.

3 Este nuevo tipo de sentido común consiste solamente en el conocimiento descubierto por medio de la ciencia. Un hombre cuyos días hayan transcurrido en una existencia rural sencilla conoce lo que un toro salvaje es capaz de hacer; pero, por muy viejo y sagaz que sea, no sabrá lo que es capaz de hacer una corriente eléctrica.

4 Uno de los fines de la técnica industrial ha sido siempre el sustituir la potencia de los músculos humanos por otras formas de potencia. Los animales dependen exclusivamente de sus propios músculos para lograr la satisfacción de sus necesidades, y es de suponer que el hombre primitivo compartía esta sujeción. Gradualmente, a medida que los hombres adquirían más conocimiento, se capacitaban para dominar fuentes de energía que les permitían hacer lo necesario sin fatigar sus propios músculos. Algún genio, en fecha remota olvidada, inventó la rueda, y otro genio indujo al buey y al caballo a dar vueltas a la rueda. Debe haber sido una tarea mucho más difícil domesticar al buey y al caballo que domar la electricidad; pero la dificultad fue entonces de paciencia, y no de inteligencia. La electricidad, como un geniecillo de las mil y una noches, es un servidor siempre dispuesto para cualquiera que conozca la fórmula apropiada. El descubrimiento de la fórmula es difícil, pero lo restante es fácil. En el caso del caballo no se necesitaba ser muy listo para comprender que sus músculos podían rendir un trabajo superior al que los músculos humanos habían rendido hasta entonces. Pero debió de transcurrir mucho tiempo antes de que el buey y el caballo se sometiesen a la voluntad de los hombres que los adiestraban. Hay quienes afirman que fueron domesticados por ser objetos de adoración, y que la utilización práctica de estos animales tuvo lugar posteriormente, después que los sacerdotes los hubieron dominado completamente.

5 Esta teoría puede tener un fondo de verdad, ya que casi todos los grandes avances han partido en un principio de motivos desinteresados. Los descubrimientos científicos han sido hechos por sí y no para su utilización, y una raza de hombres sin amor desinteresado al saber nunca hubiera realizado nuestra actual técnica científica. Tomemos como ejemplo la teoría de las ondas electromagnéticas, de la cual depende el empleo de la telegrafía sin hilos. El conocimiento científico en esta materia comienza con Faraday, que fue el primero que investigó experimentalmente la conexión de los fenómenos eléctricos con el medio en que se producen. Faraday no era matemático; pero sus resultados fueron reducidos a forma matemática por Clerck-Maxwell, quien descubrió por medios de índole puramente teórica, que la luz consiste en ondas electromagnéticas. El siguiente avance fue debido a Hertz, que fue el primero que logró producir artificialmente las ondas electromagnéticas.

6 Lo que faltaba por hacer era sencillamente el invento de un aparato con el cual se lograra producir dichas ondas con un fin comercial. Este paso, como todo el mundo sabe, fue dado por Marconi. Faraday, Maxwell y Hertz, por lo que hasta ahora se ha podido colegir, no pensaron ni por un momento en la posibilidad de una aplicación práctica de sus investigaciones. En realidad, hasta que sus investigaciones estuvieron casi ultimadas fue imposible prever los usos prácticos que iban a derivarse de ellas.

7 Aún en los casos en que la finalidad fue práctica desde un principio, la solución de un problema ha sido a menudo el resultado de la solución de otro, con el que no tenía conexión aparente. Tomemos, por ejemplo, el problema del vuelo. Este ha ejercido en toda época una atracción notable sobre la imaginación de los hombres. Leonardo da Vinci le dedicó mucho más tiempo del que le dedicó a la pintura. Pero los hombres erraron el camino hasta nuestros días, por la idea de que debían encontrar un mecanismo análogo al de las alas de los pájaros. Fue únicamente el descubrimiento del motor de explosión y su desarrollo en los

automóviles lo que condujo a la solución del problema del vuelo; y en los primeros tiempos del motor de explosión no se le ocurrió a nadie que fuese capaz de esta aplicación.

8 Uno de los problemas más difíciles de la técnica moderna es el de las materias primas. La industria utiliza, en proporción constantemente creciente, sustancias que han sido almacenadas a través de las edades geológicas en la corteza terrestre, y que no son reemplazadas hasta ahora por otras sustancias similares. Uno de los ejemplos más sobresalientes es el del petróleo. La cantidad de petróleo en el mundo es limitada, y su consumo crece sin cesar. No tardará mucho en llegar el momento en que la cantidad mundial esté prácticamente agotada; a no ser que las guerras que estallen por su posesión sean lo suficientemente destructivas para reducir el nivel de la civilización a un punto en que el petróleo no sea necesario por más tiempo.

Debemos suponer que si nuestra civilización no sufre un cataclismo, se descubrirá algún sustituto del petróleo, cuando este resulte cada vez más caro por su escasez. Pero como enseña este ejemplo, la técnica industrial nunca puede hacerse estática y tradicional, como en tiempos antiguos lo fue la agricultura. Será perpetuamente necesario inventar nuevos procesos y encontrar nuevas fuentes de energía, a causa de la extraordinaria rapidez con que consumimos nuestro capital terrestre. Existen, en realidad, algunos manantiales de energía prácticamente inagotables, especialmente el viento y el agua; la última, sin embargo, aun cuando se aprovechase íntegramente, sería muy poco adecuada para las necesidades del mundo. La utilización del viento, debido a su irregularidad, requeriría grandes acumuladores más libres de escapes que ninguno de los hasta ahora fabricados.

10 La dependencia de los productos naturales que hemos heredado de una edad más sencilla, es probable que vaya a menos con el progreso de la química. Es probable que en un futuro muy próximo el caucho sintético reemplace al caucho natural, como la seda artificial está ya reemplazando a la seda natural;

11 Las maderas artificiales pueden ya fabricarse, aunque todavía no son una realidad comercial. Pero el agotamiento de los bosques del mundo, que es inminente debido al aumento de periódicos, hará pronto necesario el empleo de materiales que no sean la pulpa de madera para la producción de papel, a no ser que la costumbre de escuchar las noticias por la radio, conduzca a los hombres a abandonar la palabra escrita como vehículo de sus sensaciones diarias.

12 Una de las posibilidades científicas del futuro, que puede tener una gran importancia, es el dominio del clima por medios artificiales. Hay personas que aseveran que si se construyese una escollera de unas veinte millas de largo en un punto adecuado de la costa oriental del Canadá, se transformaría completamente el clima del Canadá en la parte del Sudeste y de Nueva Inglaterra, ya que dicha escollera sería causa de que la corriente fría que ahora corre a lo largo de esas costas se hundiese en el fondo del mar, quedando la superficie en condiciones de ser invadida por el agua caliente procedente del Sur. No defiendo la verdad de esta idea; pero la indico para ilustrar posibilidades que pueden ser realizadas en lo futuro. Tomemos otro ejemplo: la mayor parte de la superficie terrestre entre las latitudes 30° y 40° se ha ido gradualmente secando y sostiene al presente, en muchas regiones, una población mucho menor que hace dos mil años. En California del Sur, los riegos han transformado el desierto en una de las regiones más fértiles del globo.

13 No se conocen medio para regar el Sahara y el desierto de Gobi; pero quizás el problema de hacer fértiles estas regiones estará algún día dentro de los recursos de la ciencia. La técnica moderna ha dado al hombre un sentido de poder que está modificando rápidamente toda su mentalidad. Hasta tiempos recientes, el medio ambiente físico era algo que tenía que ser aceptado para sacar de él el mayor partido posible. Si las lluvias eran insuficientes para sostener la vida, la única alternativa era la

muerte o la emigración. Los que eran fuertes adoptaban este último partido, y los que eran débiles, el primero. Para el hombre moderno su medio ambiente es simplemente una primera materia, una oportunidad para manipular. Puede ser que Dios haya hecho el mundo; pero esto no es una razón para que nosotros no tomemos posesión de él. Esta actitud, más que ningún argumento intelectual, resulta ser enemiga de la tradición religiosa. La tradición religiosa sostenía la idea de la dependencia del hombre respecto de Dios. Esta idea, aunque se le reconozca nominalmente, no ocupa el mismo lugar predominante en la imaginación del industrial científico moderno que tenía en el primitivo labrador o pescador, para quienes las inundaciones o las tempestades significaban la muerte. A la mente típica moderna nada le interesa por sí, sino por lo que puede hacerse con el objeto considerado. Las características más importantes de las cosas, desde este punto de vista, no son sus cualidades intrínsecas, sino sus usos. Todo es un instrumento. Si se pregunta lo que es un instrumento, la respuesta será que es un instrumento para la fabricación de instrumentos, que a su vez harán instrumentos aún más poderosos, y así sucesivamente hasta el infinito. Dicho psicológicamente, significa esto que el amor del poder ha desplazado a todos los demás impulsos que completaban la vida humana. El amor, el placer y la belleza tienen menos importancia para el industrial moderno que para los príncipes magnates de tiempos pasados. La manipulación y la explotación son las pasiones dominantes del industrial científico típico.

14 El hombre corriente puede no compartir esta rigurosa concentración; pero por esa misma razón fracasa para conseguir arraigo en las fuentes del poder y deja el gobierno práctico del mundo a los fanáticos del mecanismo. El poder de producir cambios en el mundo, que es inherente a los directores de grandes negocios en los tiempos actuales, excede con mucho al poder que poseyeron nunca individuos de otras épocas. No podrán ordenar cortes de cabezas como Nerón o Gengis Khan; pero pueden decretar quién debe morir o quién debe hacerse rico; pueden alterar el curso de los ríos y disponer la caída de los Gobiernos. Toda la

historia demuestra que el gran poder embriaga. Afortunadamente, los modernos poseedores del poder no se han percatado bien de lo mucho que podrían hacer si se decidiesen. Pero cuando este conocimiento comience a iluminarles, cabe esperar una nueva era de la tiranía humana.

Sexta Lectura

Ciencia y economía en la Inglaterra del siglo XVII

(Tomado del libro de Robert K. Merton:
Teoría y estructura sociales, pp. 596-615)

- 1 La materia de la sociología de la ciencia es la **interdependencia dinámica** entre la ciencia y la estructura social que la envuelve, las relaciones **recíprocas** entre la ciencia y la sociedad. Hasta muy recientemente la reciprocidad de esas relaciones recibió atención muy desigual, pues se dedicó mucha atención a la influencia de la ciencia sobre la sociedad y poca a la influencia de la sociedad sobre la ciencia.
- 2 Es fácil ver que la ciencia es una fuerza dinámica de cambio social, aunque no siempre de cambios previstos y deseados.
- 3 Pero si las consecuencias de la ciencia para la sociedad se han percibido hace mucho tiempo, las consecuencias de diferentes estructuras sociales para la ciencia no lo fueron. El curso de la historia reciente ha hecho cada vez más difícil olvidar el hecho de que la ciencia depende de maneras diversas de la estructura social. Para señalar sólo dos de esos acontecimientos: la Alemania nazi y la Rusia soviética.
- 4 Como los acontecimientos se sucedieron rápidamente pisándose los talones hasta parecer casi un solo acontecimiento continuado, han venido a reconocer las conexiones entre la ciencia y la estructura social muchos que anteriormente concebían esas conexiones, en todo caso, como invenciones de la sociología marxista. Ahora bien, Marx y Engels en realidad expusieron una concepción general de esas interconexiones, y deploraban la

práctica de escribir "la historia de las ciencias como si hubieran caído del cielo".

Al sociólogo de la ciencia le interesan de manera específica los tipos de influencia que intervienen (facilitadora y obstructiva), la medida en que esos tipos resultan eficaces en diferentes estructuras sociales, y los procesos mediante los cuales operan.

La relación entre la ciencia y las necesidades sociales es doble: directa, en el sentido de que algunas investigaciones se realizan premeditada y deliberadamente para fines utilitarios, e indirecta, la medida en que ciertos problemas y materiales para su solución se imponen a la atención de los científicos, aunque estos no necesitan conocer las exigencias prácticas de las cuales nacen.

Los científicos ingleses del siglo XVII confiaban en que su constante laboriosidad produciría frutos prácticos. Era esta convicción la que influía en parte en su elección de problemas.

Transportes y ciencia.

La germinación de la empresa capitalista en la Inglaterra del siglo XVII intensificó el interés por medios de transporte y de comunicación más adecuados. La gran expansión colonial de Inglaterra, el rápido desarrollo de la marina mercante, el comercio interior, intensificaron la necesidad de mejores servicios de transporte.

Aunque Sombart tiende a exagerar el papel de la exigencias militares en el fomento de métodos más eficaces en la construcción de barcos, es evidente que este factor se combinó con la necesidad intensificada de una marina mercante mayor para acelerar esos adelantos.

"El comercio y la navegación de Inglaterra hicieron grandes progresos a fines del siglo XVI y durante la primera mitad del

siglo XVII. La navegación inglesa se cuadruplicó, si no quintuplicó, de 1580 a 1640."

11 Esos progresos fueron acompañados de una importancia cada vez mayor concedida a numerosos problemas técnicos. El aumento de viajes comerciales a puntos lejanos acentuó la necesidad de medios exactos y expeditivos para determinar la posición en el mar, de hallar la latitud y la longitud. Los hombres de ciencia se interesaron profundamente en las soluciones posibles de esos problemas. Tanto las matemáticas como la astronomía hicieron señalados progresos mediante las investigaciones orientadas en esa dirección.

12 La invención de logaritmos fue de utilidad para los astrónomos y también para los marinos. Los "logaritmos son de gran utilidad especial para los navegantes en el mar, en el cálculo de su rumbo, distancia, latitud, longitud, etcétera".

13 Las exigencias de necesidades originadas económicamente planteaban cuestiones nuevas y acentuaban las antiguas, abriendo caminos nuevos de investigación y acompañando a esto una presión persistente para la solución de problemas. Esto resultaba muy eficaz, ya que el sentido del éxito de los científicos no se ajustaba exclusivamente a criterios científicos.

Un caso: el problema de la longitud geográfica.

14 Este absorbente problema de encontrar la longitud quizás es el mejor ejemplo del modo como consideraciones prácticas enfocaban el interés científico sobre ciertos campos.

15 Los diferentes métodos propuestos para hallar la longitud condujeron a las siguientes investigaciones:

A. Cálculo de distancias lunares desde el sol o desde una estrella fija. Muy usado en la primera mitad del siglo XVI y también a fines del siglo XVII.

B. Observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter. Propuestas por primera vez por Galileo en 1610; adoptados por Rooke, Halley, G.D. Cassini, Flamsteed y otros.

C. Observaciones del paso de la luna por el meridiano. En general, corrientes en el siglo XVII.

D. Uso de relojes de péndulo y otros cronómetros en el mar, apoyado por Huyghens, Hooke, Halley, Messy, Sully y otros.

Newton esbozó claramente estos procedimientos, así como los problemas científicos que implicaban.

Además, por recomendación de Newton se promulgó la ley de 1714 para premiar a las personas que inventasen un método eficaz para determinar la longitud en el mar: La importancia atribuida a la solución de este problema puede medirse por las recompensas ofrecidas también por otros gobiernos.

La teoría lunar de Newton fue el resultado culminante de la concentración científica sobre este asunto.

Una teoría lunar perfecta prometía proporcionar un método para encontrar la longitud de cualquier lugar de la superficie de la Tierra; y así la verificación de una teoría que aparentaba estar completa en sus fundamentos, se identificaba con un objeto de utilidad práctica inmediata para los navegantes, y de un gran valor reconocido.

La determinación de la longitud era un problema que, embargando la atención de muchos científicos, fomentó profundos progresos en astronomía, geografía, matemáticas, mecánica, y la invención de relojes de péndulo y de bolsillo.

Otro problema de grave interés para los asuntos marítimos era el agotamiento de las reservas forestales.

El agotamiento de la madera amenazaba de tal suerte la construcción de barcos, que los comisarios de la Marina real:

acudieron a la Sociedad en busca de sugerencias concernientes a la "mejora y producción de madera".

23 Los individuos de la Sociedad "emplearon mucho tiempo en examinar la construcción de barcos, las formas de sus velas, las formas de su quillas, las clases de madera, la plantación de abetos, el mejoramiento del alquitrán, la brea y el aparejo". Esto llevó no sólo al estudio de la silvicultura y estudios botánicos afines, sino también a investigaciones de mecánica hidrostática e hidrodinámica.

24 Raleigh enumera seis cualidades deseables de un buque de guerra: construcción fuerte, rapidez, maderamen sólido, capacidad de disparar los cañones con cualquier tiempo, capacidad para aguantar fácilmente un ventarrón, y capacidad para quedarse quieto. Los científicos de la época intentaron encontrar medios para satisfacer todos aquellos requisitos. En muchos casos se vieron llevados a resolver problemas derivados en "ciencia pura" con la expectativa de emplear su saber para esos propósitos.

25 Wren investigó las leyes de la hidrodinámica precisamente en la causa de su posible utilidad para mejorar las cualidades náuticas de los barcos. Y Newton, después de enunciar su teorema sobre la manera como la resistencia de un medio fluido depende de la forma del cuerpo que se mueve en él, añade: "Proposición que cree que puede ser útil en la construcción de barcos".

26 En general, pues, puede decirse que los hombres de ciencia del siglo XVII enfocaron su atención sobre tareas técnicas que hacían urgentes los problemas de la navegación y sobre investigaciones científicas derivadas.

27 Es indudable que los problemas prácticos ejercieron una apreciable influencia directiva. Aún "la más pura" de las disciplinas, las matemáticas, era de primordial interés para Newton cuando se la destinaba a aplicarla a problemas físicos.

28 Estos esfuerzos indican los intentos de los científicos para aportar apoyos tecnológicos a las empresas de negocios; en estos casos particulares, lo hacen con el fin de facilitar la posibilidad

ampliación de los mercados, uno de los requisitos primordiales de un capitalismo naciente.

MEDIDA DE LA INFLUENCIA ECONÓMICA

Tenemos aún que determinar el grado en que fueron operantes las influencias socioeconómicas. Las actas de la Real Sociedad proporcionan una base para su estudio. Un procedimiento factible consiste en la clasificación y tabulación de las investigaciones discutidas en las reuniones, juntamente con el examen del ambiente en que salieron a la luz los diferentes problemas.

Examinaremos las reuniones celebradas en los cuatro años de 1661, 1662, 1686 y 1687. No hay razón para suponer que esos años no vieron reuniones típicas del periodo general. Los conceptos se clasificaron como "directamente relacionados" con demandas socioeconómicas cuando el individuo que hizo la investigación indicó de modo explícito una conexión de este tipo. Los conceptos clasificados como "indirectamente relacionados" comprenden las investigaciones que tenían una decidida conexión con necesidades prácticas corrientes, insinuadas en el ambiente, pero que no fueron definitivamente relacionadas así por los investigadores. Las investigaciones que no evidenciaron relaciones de este tipo fueron clasificadas como "ciencia pura". En esta categoría se clasificaron muchos conceptos que tienen (para el observador actual) una relación concebible con exigencias prácticas pero que no fueron considerados así explícitamente en el siglo XVII.

Es probable, en consecuencia, que si hay alguna tendencia en esta clasificación, sea en la dirección de sobrestimar el campo de la "ciencia pura".

Los resultados, resumidos en la siguiente tabulación, pueden sugerir sólo la medida relativa de las influencias que hemos rastreado en un gran número de casos concretos.

Medida aproximada de las influencias socioeconómicas sobre la selección de problemas científicos por individuos de la Real Sociedad de Londres, 1661-62 1686-87

	Total en los cuatro años	
	Número	Porcentaje
Ciencia pura	333	41.3
Ciencia relacionada con necesidades socioeconómicas	473	58.7
Transportes marítimos	129	16.0
Directamente relacionadas	69	8.6
Indirectamente relacionadas	60	7.4
Minería	166	20.6
Directamente relacionadas	25	3.1
Indirectamente relacionadas	141	17.5
Tecnología militar	87	10.8
Directamente relacionadas	58	7.2
Indirectamente relacionadas	29	3.6
Industria textil	26	3.2
Tecnología general y granjería	65	8.1
Total	806	100.0

33 Parece, por esta tabulación, que son clasificables como "ciencia pura" menos de la mitad (41.3%) de las investigaciones hechas en los cuatro años en cuestión. Si a esto añadimos los conceptos que sólo indirectamente fueron relacionados con necesidades prácticas, el 70% aproximadamente de esas investigaciones no tuvieron asociaciones prácticas explícitas.

34 Como estas cifras no son sino más o menos aproximadas, pueden resumirse los resultados diciendo que del 40 al 70% correspondieron a la categoría de ciencia pura, y, correlativamente, del 30 al 60% estuvieron influidas por necesidades prácticas.

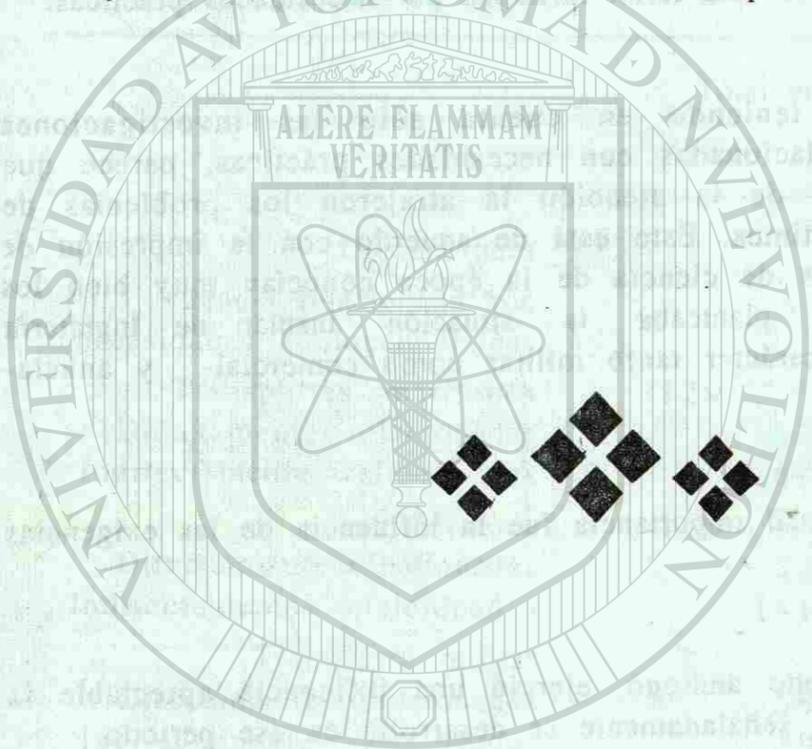
35 Además, teniendo en cuenta sólo las investigaciones directamente relacionadas con necesidades prácticas, parece que la mayor parte de la atención la atrajeron los problemas de transportes marítimos. Esto está de acuerdo con la impresión de que los hombres de ciencia de la época conocían muy bien los problemas que planteaba la situación insular de Inglaterra -problemas de carácter tanto militar como comercial- y anhelaban resolverlos.

36 Casi de igual importancia fue la influencia de las exigencias militares.

37 De un modo análogo, ejerció una influencia apreciable la minería, que tan señaladamente se desarrolló en ese periodo.

38 Es oportuno advertir que, en los últimos años tenidos en cuenta en este resumen, hubo una proporción creciente de investigaciones en el campo de la ciencia pura. No es difícil encontrar una explicación conjetural. Es probable que al principio los individuos de la Sociedad estuvieran ansiosos de justificar sus actividades obteniendo resultados prácticos lo antes posible. Además, muchos de los problemas que al principio fueron deliberadamente investigados a causa de su importancia utilitaria, pueden haber sido estudiados después sin tener en cuenta sus implicaciones prácticas.

39 Sobre la base que proporciona este estudio parece justificable decir que el campo de problemas investigados por los científicos ingleses del siglo XVII estaba apreciablemente influido por la estructura socioeconómica de la época.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFÍA

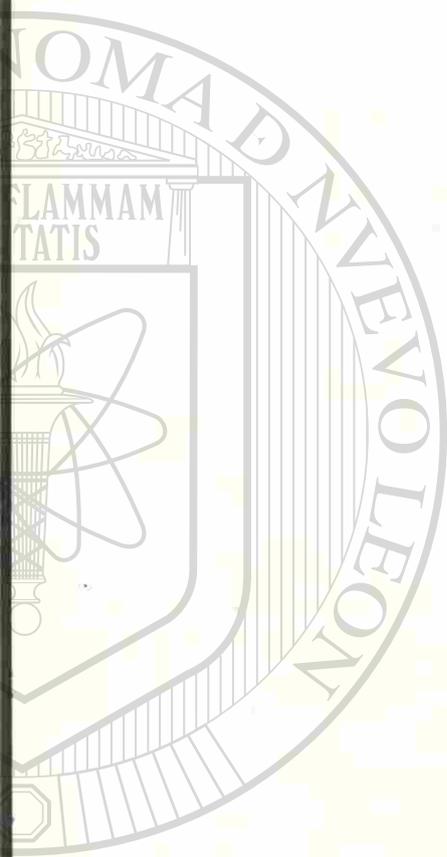
Aclaración

El presente manual ha sido elaborado con la selección de textos cuyos autores son ampliamente reconocidos en los campos profesional, docente y de investigación.

La bibliografía ha sido manejada bajo el criterio de obtener textos que permitan al alumno del bachillerato el logro de los objetivos señalados en el Programa del Área de Artes y Humanidades y, por ello, se ha exigido que esos textos cumplan dos requisitos: 1. Que guarden relación con lo solicitado por alguno de los objetivos, y 2. Que su grado de dificultad esté acorde con el nivel de los alumnos a quienes están dirigidos.

El trabajar bajo estos criterios nos ha llevado a eliminar algunas partes de los textos seleccionados, en otras ocasiones se ha cambiado una palabra por otra, o se ha adecuado la sintaxis de algunas frases. Hemos intercalado, en un texto, frases nuestras o frases tomadas de otro texto, y se han alternado párrafos de dos textos distintos; con la finalidad de darle congruencia y claridad a los diversos temas. Si no se han hecho las indicaciones adecuadas en los lugares pertinentes fue para no sobrecargar el texto con notas y aclaraciones bibliográficas. Lo cual, a nuestro parecer, iría en contra del segundo requisito mencionado en el párrafo anterior.

Reconocemos, pues, que la bibliografía ha sido manejada con cierta libertad, y esperamos que la finalidad didáctica de este material justifique esa situación.



UAN

SIDAD AUTÓNOMA DE NUE
ECCIÓN GENERAL DE BIBLIOT