LIC. GUSTAVO LEAL I.

Ma Cecilia
Aceves Hz

LOGICA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

ESCUELA PREPARATORIA No. 2 - 2

LOGICA

LIC. GUSTAVO LEAL ISLA SANCHE
LIC. JOSE RAFAEL MORENO LOP
LIC. JUAN RODRIGUEZ RAMIREZ.

P R O L O G O

La presente obra tiene por finalidad la de servir como libro de texto a los alumnos que cursan la asignatura de Lógica en el primer semestre de esta Preparatoria. Por lo tanto, se encuentra limitada por los objetivos señalados en el programa elaborado por la Comisión Académica del H. Consejo Universitario.

Nuestra labor se ha constreñido a la búsqueda del material que cumpla con los requerimientos del programa. Esperando haber cumplido satisfactoriamente la labor que nos fue encomendada por nuestro Director Lic. Jesús E. Vázquez Gallegos.

LIC. GUSTAVO LEAL ISLA SANCHEZ

LIC. JOSE RAFAEL MORENO LOPEZ

LIC. JUAN RODRIGUEZ RAMIREZ

I N D I C E

PRIMERA UNIDAD

O B J E T I V O   P A R T I C U L A R

Al término de la unidad, el alumno: conocerá qué es la Lógica.

L O G I C A

Al término de la Unidad el alumno:

Conocerá qué es la Lógica.

1.1.- **Definirá qué es la Lógica.**

1.1.1.- La palabra lógico o lógica es frecuentemente empleada por personas ajenas al conocimiento de la ciencia llamada lógica. Cuando decimos que es lógico hacer ésto o aquello, o que de dos contendientes uno es el lógico vencedor, usamos el término en el sentido de razonable, esto es, que hay evidencias o pruebas de las cuales "razonablemente" esperamos que un determinado evento se derive de ellas. Desde luego que si pensamos que uno de los adversarios resultará victorioso en la contienda, es porque tenemos antecedentes que racionalmente nos sirven de pruebas evidentes del resultado de aquel evento. Al afirmar que un hecho se deriva de otro u otros, estamos hablando de razonamientos en los que de ciertos datos conocidos (antecedentes o premisas) inferimos un consecuente (conclusión). Hasta aquí hemos visto que "lógico", "lógica", o sus contrarias "ilógico" o "ilógica", son términos que se emplean por el común de las personas en el sentido que ya hemos expresado. Sin embargo el significado del término lógica, referido a un estudio científico como el de la física, química o biología, lo intentaremos definir más adelante.

Desde luego que para comprender lo que es la lógica, es necesario que estudiemos esta ciencia. Para que pueda ayudarse a quien pretenda su estudio, daremos una definición de lo que es la lógica, a guisa de explicación previa de lo que encontrará en el curso correspondiente.

A la lógica, como ciencia formal, le interesa primordialmente el estudio de los principios y métodos usados para distinguir el razonamiento correcto (válido) del incorrecto (inválido).

1.2.- Ubicará la lógica como ciencia formal.

1.2.1.- No somos partidarios de las definiciones, porque estas deben ser el coronamiento del estudio sobre una situación objetiva determinada, sin embargo, por razones didáticas intentaremos la siguiente: Ciencia, es el conjunto de conocimientos ordenados, jerarquizados y sistematizados sobre una área determinada del saber humano, que persigue la explicación objetiva y racional del universo con la pretensión de descubrir las leyes que rigen el comportamiento de sus objetos de estudio empleando un riguroso método para lograrlo. Para Eli de Gortari, "la explicación científica distingue las fases observadas en el desarrollo de los procesos; determina su sucesión y su

coexistencia, desentraña los enlaces internos y sus conexiones con otros procesos, pone al descubierto las acciones recíprocas que se ejercen entre ellos, y encuentra cuales son las condiciones y los medios necesarios para hacer eficaz la intervención humana en la aceleración, el retardo, la intensificación, atenuación o la modificación de los propios procesos. También forma parte de la actividad científica la elaboración racional de las conexiones que resultan posibles entre todos y cada uno de los conocimientos adquiridos".

En los últimos siglos se han hecho diversas clasificaciones de las ciencias. Mario Bunge en su libro <u>La Investigación Científica</u>, las clasifica, como <u>ciencias formales</u> y <u>ciencias factuales</u>, o sea, las que estudian ideas y las que estudian hechos. La lógica y la matemática son ciencias formales, mientras que la física, la química y la psicología, etc., son ciencias factuales.
Desde luego que hay que distinguir las ciencias puras de las ciencias aplicadas.

La palabra formal nos dice claramente que se refiere a la forma y no al contenido de los objetos. Tenemos pues dos conceptos que se complementan: materia y forma. Por lo tanto habrá dos clases de verdades, la verdad formal, a la que hemos llamado validez en el primer punto, y la verdad material, a la que designamos simplemente como verdad. Morris R. Cohen, afirma que la naturaleza del objeto de la lógica es idéntico al objeto de la matemática pura. Esta afirmación es una paradoja y un obstáculo para muchos filósofos y a algunos matemáticos. Podemos decir que la lógica formal es el corazón de la filosofía, justamente porque su objeto es el aspecto formal de todo lo existente; aspecto que no sólo tienen los objetos y los acontecimientos en el tiempo y en el espacio, sino también las relaciones inespaciales e intemporales de los objetos. La relación de incompatibilidad es un hecho tan riguroso y objetivo como las relaciones de sustracción, intersección, gravitación, asimilación, contradicción u otra cualquiera de las relaciones que constituyen el objeto de la ciencia.

Para comprender mejor la naturaleza formal de la lógica y su estrecho vínculo con la Matemática, nos permitimos citar al gran lógico y matemático inglés Bertrand Russell: "... En esta materia, no nos ocupamos de cosas particulares o de propiedades particulares: nos ocupamos formalmente, de lo que puede decirse acerca de cualquier cosa o de cualquier propiedad. Estamos dispuestos a decir que uno y uno son dos, pero no que Sócrates y Platón son dos, ya que, en nuestra calidad de lógicos, o de matemáticos puros, nunca hemos oído hablar de Sócrates y de

Platón. Un mundo donde no hubiese tales individuos seguiría siendo un mundo en el que uno y uno son dos. Como matemáticos puros, o como lógicos, no nos está permitido mencionar nada, pues, si lo hiciésemos, introduciríamos algo que no viene al caso y que no es formal. Se puede aclarar ésto aplicándolo al ejemplo del silogismo. La lógica tradicional dice: "Todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre, por lo tanto Sócrates es mortal". Ahora bien, está claro que lo que queremos aseverar, para empezar, es solamente que las premisas implican a la conclusión, y no que las premisas y la conclusión sean realmente verdaderas; inclusive la lógica más tradicional señala que la verdad real de las premisas no viene al caso en la Lógica. Así, el primer cambio que hay que hacer en el anterior Silogismo tradicional consiste en enunciarlo de la siguiente forma: "si todos los hombres son mortales y Sócrates es hombre, entonces, Sócrates es mortal", podemos observar, ahora, qué es válido en virtud de su forma, y no en virtud de los términos particulares que aparecen en él... Así, podemos substituir hombres por A, mortales por B, y Sócrates por X, donde llegaremos al siguiente enunciado: "independientemente de cuáles puedan ser los valores posibles de X, A y B, si todas las A son B y si X es un A entonces X es una B..." Aquí, por fin, tenemos una proposición lógica, la cual solamente su giere el enunciado tradicional acerca de Sócrates, los hombres y los mortales.

Está claro que, si a lo que estamos apuntando es el razonamiento formal, llegaremos siempre, finalmente, a enunciados como el anterior en el que no se mencionan cosas o propiedades reales... [Esto último] es un resultado necesario del hecho de que este estudio es, como decimos, "puramente formal".

1.3.- Establecerá la importancia y la relación de la lógica con otras ciencias.

La importancia de la lógica y su relación con otras ciencias deriva, como ya lo hemos apuntado anteriormente, del objeto propio de la misma que es la consecución de la verdad formal, esto es, del razonamiento válido. Las "verdades" lógicas o formales se refieren a la implicación, consistencia o conexión necesaria que existe entre los objetos mencionados en las proposiciones, por lo que puede decirse que el objeto específico de la lógica se determina por la relaciones que se expresan generalmente en la fórmula:

Si [ ]
entonces necesariamente [ ]

si llenáramos los espacios con los términos del ejemplo citado en el punto anterior, tendríamos:

Si [Todos los hombres son mortales y Sócrates es hombre] entonces necesariamente [Sócrates es mortal],

Si sustituimos el término hombres por A, mortales por B; y Sócrates por X, entonces llegaríamos al enunciado:

Si A es B
y X es A
Entonces necesariamente ∴ X es B

Términos y relaciones, materia y forma, verdad inmediata y verdad mediata (validez) son estrictamente correlativas, claramente distinguibles e inseparables, como el polo norte y el polo sur: la existencia de uno de ellos es necesaria para que el otro tenga significado. Debemos reconocer que la materia y la forma son rigurosamente correlativas en toda situación concreta, y que cuando consideramos el mundo de la ciencia en su conjunto encontramos que contiene, además de las relaciones lógicas, un elemento alógico que ningún esfuerzo del panlogismo ha logrado eliminar. De cualquier manera, no puede hacerse ninguna objeción insuperable a la afirmación de que la verdad o consistencia lógica es una parte auténtica del mundo real que la ciencia estudia.

La lógica se relaciona pues con todas las ciencias: con las naturales, con las sociales y, desde luego, con las matemáticas de la que es su hermana menor, al decir de Bertrand Russell. Aún podríamos agregar que no sólo con las ciencias se relaciona, sino que de manera análoga también con el arte, pues la consistencia formal es parte de la verdad artística o dramática.

La lógica es la más general de todas las ciencias, pues se ocupa de los elementos u operaciones que son comunes a todas ellas. es decir, que las reglas de la lógica son reglas de operación o de transformación, conforme a las cuales pueden combinarse todos los objetos posibles, cualquiera que sea la naturaleza de éstos. Así la lógica se convierte en una exploración del campo de la posibilidad abstracta más general. No solamente hace que se deseche lo que es imposible, sino que pone al descubierto otras posibilidades de ls hipótesis, distintas de las que generalmente se dan por sentadas (aceptadas), y en este respecto, libera al entendimiento y contribuye no únicamente a las formas fijas de la ciencia, sino a su desarrollo vivo. La historia de la ciencia demuestra, fuera de toda duda, que el factor vital para el desarrollo de cualquier ciencia no lo constituye la observación pasiva baconiana (Francis Bacon: Un Novum Organum Scientiarum), que nos proporciona métodos para proceder ordenadamente en la investigación científica, sino el activo interrogarse sobre la naturaleza, el cual es promovido por la multiplicación ininterrumpida de las hipótesis.

La lógica moderna es un instrumento mucho más flexible que el silogismo Aristotélico y es enteramente idónea para habérselas con el mundo de las posibilidades y de las incertidumbres, que constituyen el verdadero objeto de la ciencia y el material de la vida cotidiana. Concebida en estos términos, la lógica no se convierte en una limitación del mundo descubierto por la ciencia, sino en un instrumento indispensable para la exploración de sus posibilidades y, en este sentido, en un elemento imprescindible de la civilización liberal y de la libertad de pensamiento.

SEGUNDA

UNIDAD

O B J E T I V O   P A R T I C U L A R

Al término de la unidad, el alumno:

Comprenderá la estructura básica del pensamiento.

2.1 Definirá el concepto.

Aristóteles, fundador de la lógica como estudio específico, la considera como un instrumento (organum), en la búsqueda de la verdad (ahora la podríamos llamar cálculo); sin embargo la incluía como parte de la metafísica o de la ontología. Por ello formuló sus leyes fundamentales, el principio de identidad, el de contradicción y el tercero excluído, como leyes relativas al ser: lo que es, es; nada puede ser al mismo tiempo; todo tiene que ser o no ser.

Todo pensamiento tiene que ser referido a un objeto. Los objetos, cualquiera que sea su naturaleza, los aprehendemos mediante una operación conceptuadora y a su producto lo llamamos concepto o idea. Pero estos conceptos ideales los representamos a su vez mediante términos (palabra) que nos sirven para agilizar nuestro proceso de razonamiento y para comunicar nuestras ideas a los demás. Por lo tanto, las palabras o términos con que expresamos nuestros pensamientos deben tener un común significado social. Resumiendo, los objetos son representados en el plano intelectual por los conceptos y éstos a su vez por los términos orales o escritos.

Podemos entonces definir el concepto como aquella forma de pensamiento que al referirse al objeto lo representa en el plano intelectual. Desde otro punto de vista podemos decir que el concepto o idea es el contenido de significación de un término oral o escrito, esto es, lo que para mi significa cada palabra.

¿Qué idea te sugiere cada una de las siguientes palabras?

Casa	Cantidad
Arbol	Número
Libro	Triángulo

Observa la distinta naturaleza de los objetos a que se refieren las ideas representadas por las anteriores palabras.

El lenguaje es un instrumento sutil y complicado del que echamos mano tanto para agilizar nuestro proceso de razonamiento, como para comunicarnos. Es muy importante que el significado de los términos empleados sea el mismo para las diversas personas que dialogan, pues de lo contrario surgirían muchas malas interpretaciones.

No debemos olvidar que cada grupo social posee un determinado conjunto abstracto y normativo de signos que adopta convencionalmente para intercomunicarse al que llamamos lengua o idioma. Esto significa que cada persona se refiere a los objetos designándolos por medio de pala--

bras que poseen un mismo significado para los que hablan la misma lengua o idioma. Ejemplos;

Español	Francés	Inglés	Alemán
1.- Caballo	Cheval	Horse	Pferd
2.- Perro	Chien	Dog	Hund
3.- Calle	Rue	Street	Strasse
4.- Edificio	Edifice	Building	Gebäude
5.- Amor	Amour	Love	Liebe
6.- Idea	Idée	Idea	Vorstellung
7.- Mejor	Meilleur, Mieux	Better	Besser
8.- Juego	Jeu	Game	Spiel

Observa como la misma idea sugerida por cada una de las palabras numeradas, puede representarse en diferentes idiomas de manera distinta.

Casi toda la comunicación ordinaria maneja el lenguaje en mayor o menor medida para funciones diversas:

a) Función Informativa.- El discurso informativo es usado para descubrir el mundo y para razonar acerca de él, sin importar si los presuntos hechos descritos sean o no importantes, o bien falsos o verdaderos.

b) Función Expresiva.- El lenguaje tiene una función expresiva cuando se usa para dar expansión a sentimientos y emociones, o bien para comunicarlos.

c) Función Directiva.- El lenguaje cumple esta función cuando se le usa con el propósito de originar (o impedir) una acción manifiesta, esto es, cuando queremos provocar una conducta determinada en aquel a quien nos dirigimos.

2.2.- Explicará lo que es el contenido y extensión del concepto.

Cuando hablamos de concepto o de ideas estamos hablando de formas elementales de pensamientos que solamente representan al objeto al que se refieren. Pero cada concepto o idea,para comunicarlo, lo representamos por medio de palabras. Tenemos pues: objetos en los cuales pensamos; conceptos o ideas que de ellos nos formamos; y, por último, palabras con las cuales los representamos. Por esta razón desde el punto anterior le hemos dado una gran importancia al lenguaje, que es el medio o instrumento del que nos valemos para comunicarnos racional y afectivamente. No podemos olvidar que el lenguaje tiene como vehículo primordial a las palabras habladas o escritas, pero no es el único medio de trasmisión de ideas y sentimientos. El lenguaje oral y escrito llega a constituirse en el instrumento más común y perfectible para la comunicación, sin embargo, mímica, gestos, ademanes, actitudes, etc., son también formas que por sí solas pueden servirnos para trasmitir ideas y sentimientos, y que frecuentemente, casi ineludiblemente, acompañan al lenguaje hablado.

El concepto puede ser visto con dos enfoques distintos. Desde el punto de vista idealista, el

concepto es una forma de pensamiento que al referirse a su objeto lo representa en el intelecto. Desde el punto de vista nominalista, el concepto es el contenido de significación de cada palabra.

Todo concepto tiene propiedades reales y propiedades lógicas. Se dice que las propiedades reales, que son los elementos significativos referidos al objeto, constituyen su contenido o comprensión. Por otra parte, la propiedad no significativa del concepto, que constituye la propiedad lógica llamada extensión, no es otra cosa que el total de objetos de los que tal concepto puede ser predicado.

Desde el punto de vista ideal, hemos dicho que la comprensión o contenido del concepto esta constituída por el conjunto de referencias ideales a las notas características del objeto al que se refiere, y que la extensión de un concepto, la da el mayor o menor número de seres de los cuales podemos predicarlo. Veámoslo ahora desde el punto de vista de la palabra que representa al concepto. Toda palabra, especialmente aquellos términos generales o de clase,tienen un significado que puede ser considerado desde dos ángulos distintos. En cierto sentido, el significado de un término consiste en los objetos a los cuales este término puede aplicarse. Tradicionalmente este sentido del significado de un término ha recibido el nombre de significado extensional o denotativo. Un término general o de clase denota los objetos a los cuales puede aplicarse correctamente y estos objetos constituyen la extensión del término. Todos los objetos que pertenecen a la extensión de un cierto término tienen algunas propiedades o características comunes, que es justamente lo que nos induce a usar el mismo término para denotarlos.

Llamamos intensión o connotación de un término al conjunto de propiedades poseídas por todos los objetos que caen dentro de la extensión de dicho término. Para los efectos del uso en nuestro curso, connotación o intensión forman parte de la significación informativa de un término.

Se distinguen tres sentidos diferentes de connotación: subjetiva, objetiva y convencional. La connotación subjetiva de una palabra es el conjunto de propiedades que, en la creencia de una persona determinada, poseen los objetos incluídos en la extensión de la palabra.

La connotación objetiva o intensión objetiva de un término es el conjunto total de características comunes a todos los objetos que constituyen la extensión del mismo. Este tipo de connotación no varía de persona a persona, pero tiene el inconveniente de que es muy raro que se puedan conocer todas las característi

cas compartidas por los objetos que caen dentro de su extensión, pues para que así fuera, sería necesario ser omnisciente. Por estas razones nos interesa más la connotación convencional de un término, pues es su aspecto más importante para los propósitos de la definición y de la comunicación, ya que esta connotación es la que hemos convenido darle a un término, y por lo mismo no varía de persona a persona y no se requiere ser omnisciente para conocerlo.

Ejemplos ordenados en forma decreciente, a partir de su:

Comprensión	Extensión
Tigre	Organismo vivo
Mamífero	Animal
Vertebrado	Vertebrado
Animal	Mamífero
Organismo vivo	Tigre

Existe una relación entre comprensión y extensión. La extensión se encuentra determinada por la comprensión, pero la recíproca no es válida. Así pues, a mayor comprensión, menor extensión; a menor comprensión, mayor extensión. Observa como aumenta la comprensión y disminuye la extensión:

La cópula predicativa, al afirmar o negar la conformidad del predicado al sujeto, da al contenido del pensamiento la forma de juicio. La cópula constituye el elemento formal del juicio; predicado y sujeto, la materia del juicio.

En la lógica formal se entiende por proposición o juicio el enunciado oral o escrito que afirma o niega. Por lo tanto sólo serán proposiciones o juicios los enunciados (orales o escritos) de un contenido de pensamiento que pueda ser considerado como verdadero o como falso. En las oraciones enunciativas, por razones de lenguaje, pueden no estar expresados explícitamente todos los elementos que constituyen el juicio. Es muy frecuente que el juicio se exprese mediante oraciones enunciativas formadas por un sujeto y un predicado verbal (el hombre piensa, algunos vegetales realizan la fotosíntesis, ciertas multiplicaciones no cumplen con la ley conmutativa, etc.). En estas oraciones enunciativas se establece que a un objeto representado por el sujeto, le conviene o no el contenido significativo del predicado verbal. En todas ellas está implícita la cópula.

2.5.- Enunciará las diferentes clases de Juicio.

Los juicios pueden ser simples o compuestos. Los juicios categóricos simples son aquellos que poseen un sólo sujeto y un sólo predicado. Los juicios compuestos son aquellos que contienen a dos o más juicios simples como partes constituyentes de sí mismos. No debemos olvidar la estrecha relación entre juicio o proposición como forma de pensamiento y la oración enunciativa que es su expresión verbal o escrita. Esto significa que las más de las veces manejamos oraciones enunciativas que representan a los juicios como forma de pensamiento. Cada vez que hablamos de juicio o proposición nos referiremos tanto a la forma de pensamiento como a su expresión oral o escrita.

En toda proposición categórica simple encontramos de manera explícita o implícita tres elementos: sujeto, predicado y cópula.

Desde el punto de vista de la participación del sujeto en la proposición, podemos clasificarlas en singulares o generales. Son singulares aquellas cuyo sujeto está considerado como un todo indivisible y perfectamente determinado. Son generales aquellas proposiciones categóricas que habitualmente son consideradas como aserciones acerca de clases (clase es una colección de objetos que tienen alguna caracterís tica específica en común), que afirman o niegan que una clase está incluída en otra, sea total o parcialmente.

Las proposiciones categóricas consideradas así como aserciones acerca de clases, pueden clasificarse por la participación del sujeto en ellas como universales o como particulares; y desde el punto de vista de la inclusión o exclusión de la clase sujeto en la clase predicado, como afirmativas o negativas.

La combinación de la cantidad (universales o particulares) y de la calidad (afirmativas o negativas), nos brinda cuatro formas típicas de proposiciones categóricas simples:

1.- Universal afirmativa, simbolizada por la vocal A. Ejemplo:

Todo atleta es vegetariano.

2.- Universal negativa, simbolizada por la vocal E. Ejemplo:

Ningún atleta es vegetariano.

3.- Particular afirmativa, simbolizada por la vocal i. Ejemplo:

Algún atleta es vegetariano.

4.- Particular negativa, simbolizada por la vocal o. Ejemplo:

Algún atleta es vegetariano.

Las vocales que simbolizan a cada una de las formas típicas de las proposiciones categóricas, fueron tomadas de las palabras latinas Affirmo (yo afirmo) y nEgo (yo niego). La primera vocal de cada una de las palabras representará a la universal ya sea positiva o negativa, y la segunda de las vocales de cada una de esas dos palabras representará a las particulares correspondientes.

La cantidad de una proposición es universal o particular según que se refiera a todos o a algunos de los miembros de la clase designada por el término sujeto. Así, las proposiciones "A" y "E" son universales, mientras que las proposiciones "i" y "o" son particulares.

La expresión de toda proposición categórica de forma típica, comienza con alguna de las palabras "todo", "ningún" o "algún". Estas palabras indican la cantidad de la proposición y por ello son llamadas cuantificadores. Los dos primeros indican que la proposición es universal, el tercero que es particular. En el caso del cuantificador "ningún" sirve además para indicar la calidad negativa de la proposición "E".

Entre los términos sujeto y predicado de toda proposición categórica de forma típica aparece el verbo "ser" en alguno de sus tiempos (en el caso de la proposición "o" va precedida del adverbio de negación "no"). Este elemento que conecta sujeto y predicado es llamado "cópula" del que ya hemos hablado. El esqueleto o esquema general de una proposición categórica de forma típica consta de cuatro partes:

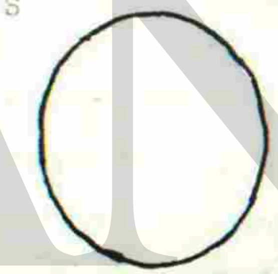
Cuantificador (término sujeto) Cópula (término predicado).

Hemos hablado de la cantidad en las proposiciones categóricas diciendo que pueden ser universales o particulares, pero lo único que hemos cuantificado es el sujeto. El predicado no tiene un cuantificador expreso, sin embargo, en las proposiciones negativas se le toma universalmente y en las afirmativas particularmente. Con el término técnico de "distribución" designamos al concepto sujeto o predicado que en una proposición se encuentra considerado universalmente. Por ejemplo, en la proposición "A", el término sujeto se encuentra distribuído en (o por) esta proposición, mientras que su término predicado no está distribuído en (o por) ella. De lo anterior concluímos que el término sujeto se encuentra distribuído (universalmente) en las proposiciones universales: "A" y "E". El término predicado se encuentra distribuído (tomado universalmente), en las proposiciones negati-

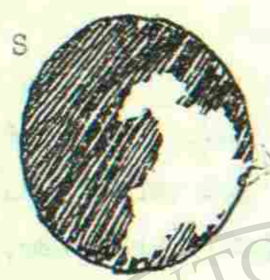
vas "E" y "o".

Para ver objetivamente tanto la inclusión o exclusión de clases ya sea total o parcialmente, como para ver con mayor claridad la cuantificación de sujeto y predicado, podemos representar diagramáticamente las proposiciones, mediante los diagramas de las clases a las cuales se refiere. Para ello utilizaremos los diagramas del lógico matemático inglés John Venn. Si representamos una clase por un círculo rotulado con el término que lo designa, la clase "S" quedaría representada de la siguiente manera:

S

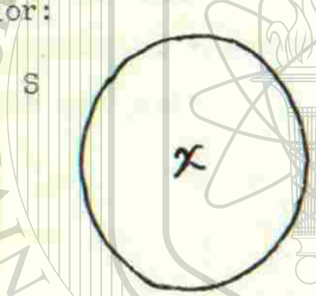


Pero este sería el diagrama de una clase, no de una proposición, puesto que no afirmamos ni negamos nada acerca de ella. Si "S" representa a la clase de los fantasmas y quisiéramos negar su existencia, entonces sombrearíamos todo el interior del círculo y escribiríamos un cero para indicar que es una clase vacía, esto es que no tiene miembros:



$S = 0$

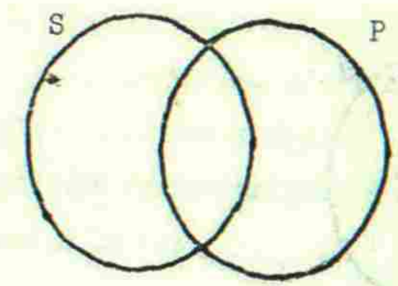
Si queremos afirmar que existe por lo menos un miembro de esa clase, entonces escribiríamos una "X" en su interior:



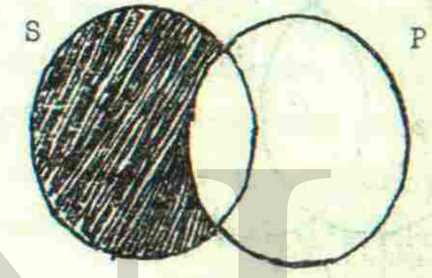
Por lo tanto $S \neq 0$

Al diagramar la clase "S" diagramamos a la vez la clase complementaria "no S" ($\bar{S}$), pues si el interior del círculo representa a todos los miembros de "S", su exterior representa a todos los miembros que no son "S" ($\bar{S}$).

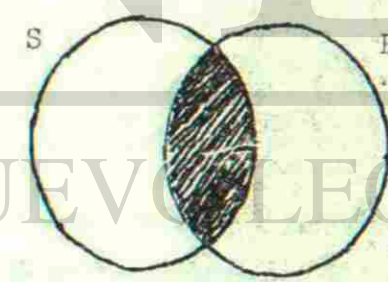
Para diagramar una proposición categórica de forma típica se requieren dos círculos: uno que representa al sujeto y otro al predicado. Estos dos círculos al intersecarse forman tres partes: las de "S" que no se superpone a "P" ($S\bar{P}$); la intersección, que es la parte que corresponde a ambos círculos (SP); y la parte "P" que queda fuera del terreno de "S" ($\bar{S}P$).



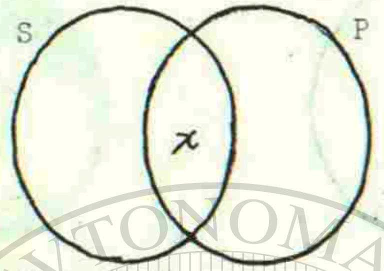
Los diagramas para cada una de las 4 formas típicas de proposiciones categóricas serían:



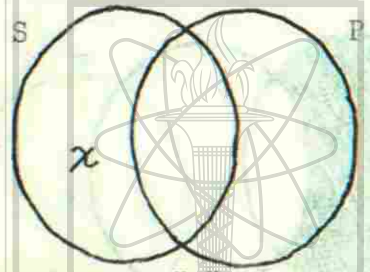
A: Todo "S" es "P" A: $S\bar{P} = 0$



E: Ningún "S" es "P" E: $SP = 0$



i : Algún "S es "P" i: $SP \neq 0$



o: Algún "S" no es "P" o: $S\bar{P} \neq 0$

Los enunciados compuestos pueden ser conjuntivos, cuando sus elementos simples se encuentran relacionados por medio de la conjunción "y"; por ejemplo, Juan es joven y estudioso, cuya expresión correcta debiera ser Juan es joven y Juan es estudioso.

El enunciado puede ser llamado disyuntivo cuando los simples que lo constituyen se encuentran relacionados por medio de la "o" en cualquiera de sus dos sentidos, inclusivo o exclusivo. En el sentido exclusivo la alternativa que propone implica el significado de "pero no ambos". Ejemplo, cuando en el menú de precio fijo se nos indica "café o té", esto significa que solamente una de las dos bebidas podemos pedir.

El sentido inclusivo de la "o" significa que puede ser cualquiera de las alternativas, o ambas a la vez, ejemplo: "A la noche iremos a cenar o a bailar", en donde podrían darse cualquiera de las dos alternativas o ambas a la vez.

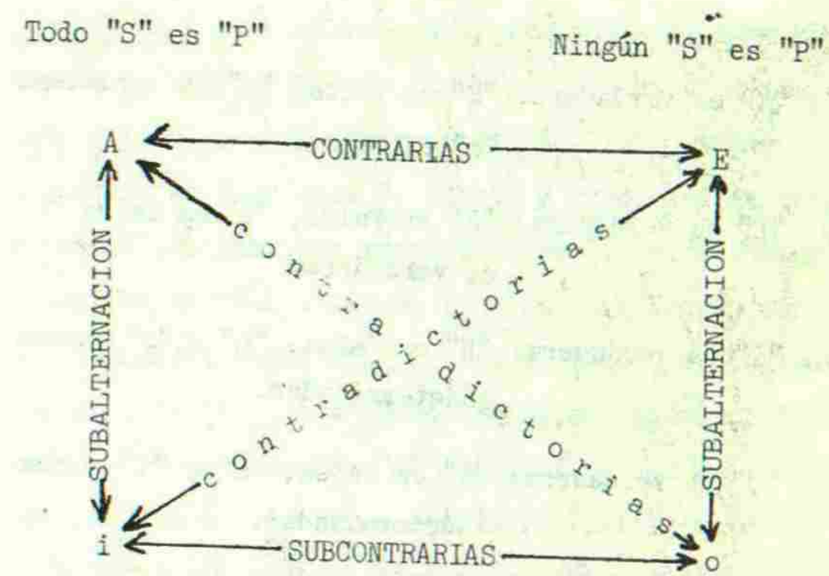
El juicio hipotético es el resultado de la combinación de dos juicios simples en los cuales establecemos una relación implicativa, de tal manera que uno de ellos se comporta como antecedente o implicante y el otro como consecuente o implicado. Lo que afirma un enunciado hipotético es que su antecedente "implica" su consecuente. No afirma que su antecedente sea verdadero, sino solamente que "si" el antecedente es verdadero, entonces su consecuente también lo es. Tampoco afirma que el consecuente sea verdadero, sino que el consecuente es verdadero si el antecedente lo es. Aunque haya distintos tipos de implicación entre antecedentes y consecuentes, debemos aceptar que todas las formas de implicación tienen algo en común, que consiste en negar que si el antecedente es verdadero el consecuente pudiera resultar falso. La forma o estructura de esta clase de proposición es la siguiente:

Si [   ] entonces [   ].

Si se coloca en un ácido papel de tornasol azúl, entonces el papel de tornasol se vuelve rojo.

2.6.- Distinguirá las relaciones de los juicios.

Las proposiciones categóricas de forma típica cuando poseen un mismo sujeto y un mismo predicado, pueden diferir entre sí en la calidad (afirmativas o negativas), en la cantidad (universales o particulares), o en ambas (universales afirmativas-particulares negativas; universales negativas-particulares afirmativas). La relación establecida en éstas últimas se llama contradicción. Dos proposiciones son contradictorias cuando una niega el contenido de la otra y por lo mismo no pueden al mismo tiempo ser ambas verdaderas ni falsas. La relación que se establece entre las universales que difieren de calidad (A —— E) se llama contrariedad. Las proposiciones contrarias no pueden al mismo tiempo ser verdaderas pero sí falsas. Las particulares que difieren de calidad, se llaman subcontrarias. Estas pueden ser al mismo tiempo verdaderas, pero no falsas. La relación entre dos proposiciones de la misma calidad y que sólo difieren de cantidad se llama subalternación. La verdad de la subalternante nos permite inferir la verdad de la subalterna. La falsedad de la particular nos permite inferir la falsedad de la subalternante. El tradicional cuadro de la relación de las proposiciones categóricas de forma típica, es la siguiente:



Conocida la verdad o falsedad de una cualquiera de las cuatro proposiciones categóricas de forma típica, puede inferirse inmediatamente la verdad o falsedad de algunas o de todas las demás. Por inferir entendemos el llegar a una conclusión partiendo de una o más premisas. Cuando es una sola la premisa decimos que la inferencia es inmediata. Cuando hay más de una premisa, decimos que la inferencia es mediata. Las inferencias inmediatas basadas en las relaciones de contradicción, contreriedad, subcontrariedad y subalternación, serían las siguientes:

Si "A" es verdadera: "E" es falsa, "i" es verdadera "o" es falsa.

Si "E" es verdadera: "A" es falsa, "i" es falsa "o" es verdadera.

Si "i" es verdadera: "E" es falsa, "A" y "o" quedan indeterminadas.

Si "o" es verdadera: "A" es falsa, "E" e "i" quedan indeterminadas.

Si "A" es falsa: "o" es verdadera, "E" e "i" quedan indeterminadas.

Si "E" es falsa: "i" es verdadera, "A" y "o" quedan indeterminadas.

Si "i" es falsa: "A" es falsa, "E" es verdadera "o" es verdadera.

Si "o" es falsa: "A" es verdadera, "E" es falsa "i" es verdadera.

Otras Inferencias Inmediatas.

Además de las inferencias inmediatas que operan en virtud de la relación establecida entre las proposiciones categóricas de forma típica, que ya vimos, existen otras entre las cuales destacan tres que expondremos a continuación:

Conversión. Esta inferencia inmediata la hacemos mediante el intercambio de funciones de los términos sujeto y predicado de una proposición. Este simple intercambio de funciones de sujeto y predicado es totalmente válido para las proposiciones "E' e "i": Ningún hombre es marciano, afirma lo mismo que Ningún marciano es hombre; Algún literato es mexicano, es lógicamente equivalente a Algún mexicano es literato. En el caso de la proposición "A" la forma válida de inferencia por conversión exige además la limitación de la cantidad, esto es, que además del intercambio de sujeto por predicado, se cambia el cuantificador "todo por "algún". A esta forma de conversión se le llama por limitación o per accidens. Así, la proposición A "Toda madre es mujer", se convierte en "Alguna mujer es madre". De la proposición "o" no hay inferencia por conversión.

Convertiente	Conversa
A: Todo S es P	i: Algunas S son P (por limitación)
E: Ningún S es P	E: Ningún P es S
i: Algunos S son P	i: Algunos P son S
o: Algunos S no son P	(no hay conversa)

Obversión. Al obvertir una proposición categórica de forma típica, cambiamos la calidad de la misma y reemplazamos el término predicado por su complemento (clase complementaria o complemento es la colección de todas las cosas que no pertenecen a la clase original); todo árbitro es imparcial (no parcial); Ningún árbitro es parcial. El siguiente es un cuadro completo de todas las obversiones válidas:

Obvertiente	Obversa
A: Todo S es P	E: Ningún S es no P
E: Ningún S es P	A: Todo S es no P
i: Algún S es P	o: Algún S no es no P
o: Algún S no es P	i: Algún S es no P

Contraposición. Para formar la contrapositiva de una proposición dada, reemplazamos el sujeto por el complemento del sujeto. La inferencia por contraposición es válida de las proposiciones "A" y "o"; de la proposición "E" sólo podemos inferir válidamente la contrapuesta por limitación, esto es, cambiando el cuantificador "ningún" por "algún". De la proposición "i" no es válido inferir por contraposición. A continuación expresamos esquemáticamente la inferencia por contraposición para cada una de las proposiciones categóricas de forma típica:

Premisas	Contrapositivas
A: Todo S es P	A: Todo no P es no P
E: Ningún S es P	o: Algún no P es no S (por limitación)
i: Algún S es P	No es válida
o: Algún S no es P	o: Algún no P no es no S

2.7.- Definirá lo que es Razonamiento.

Podemos definir el razonamiento como aquella forma compleja de pensamiento en la cual, partiendo de ciertos conocimientos antecedentes a los que llamamos premisas, podemos llegar a un nuevo conocimiento al que llamamos conclusión. Tradicionalmente se consideran dos tipos diferentes de razonamiento: Deductivo e Inductivo.

2.8.- Definirá el conocimiento Inductivo y Deductivo.

2.8.1.- El razonamiento es deductivo cuando pretende demostrar la verdad de sus conclusiones en virtud de que han sido derivadas necesariamente de sus premisas. Los razonamientos no pueden ser considerados como verdaderos o falsos, sino como válidos o inválidos (no válidos). Sólo de las proposiciones puede predicarse la verdad o la falsedad, nunca de los razonamientos. De la misma manera las propiedades de validez o invalidez sólo corresponden a razonamientos, nunca a proposiciones. Una razonamiento deductivo es válido cuando las premisas y la conclusión están relacionadas de tal manera que es absolutamente imposible que las premisas sean verdaderas sin que la conclusión también lo sea. Sin embargo, un razonamiento podría ser válido aunque sus premisas fueran falsas, siempre y cuando, "si" sus premisas fueran verdaderas; entonces su conclusión tendría que ser verdadera. Ejemplo de lo anterior sería:

"A"- Todo demócrata respeta la libertad.
"o"- Algún gobernante no respeta la libertad.
Por lo tanto: "o"- Algún gobernante no es demócrata.

Este razonamiento es válido y las proposiciones de que se compone (premisas y conclusión) son verdaderas.

Este razonamiento es válido, y las proposiciones de que se compone (premisas y conclusión) son verdaderas.

	"A" Todo cetáceo es pez.	E
	"E" Ningún pez es animal acuático.	F
Por lo tanto:	"E" Ningún animal acuático es cetáceo.	F

El razonamiento es válido, aunque las proposiciones que lo constituyen son falsas.

2.8.2.- El razonamiento inductivo no pretende afirmar la verdad de sus conclusiones como necesaria, sino como probable, esto es, que afirma que sus conclusiones son verdaderas probablemente.

Uno de los razonamientos inductivos usados con mayor frecuencia, es el llamado razonamiento por analogía. La analogía constituye el fundamento de la mayoría de nuestros razonamientos ordinarios en los que, a partir de experiencias pasadas, tratamos de discernir lo que puede reservarnos el futuro. Por ejemplo; El nuevo par de zapatos lo compro de la misma marca de las anteriores que me dieron buen resultado; Compro el nuevo libro de un autor de quien anteriormente he leído otros libros que me han gustado. También en la ciencia se emplea el razonamiento analógico. Por ejemplo, Suponemos la existencia de vida en algún planeta, porque tiene condiciones similares a las que permiten la vida en el nuestro. Ninguno de estos razonamientos es seguro ni demostrativamente válido. Ninguna de sus conclusiones derivan por "necesidad lógica" de sus premisas. Los razonamientos analógicos no pueden clasificarse como válidos o inválidos y lo único que se pretende de ellos es que ofrezcan una cierta probabilidad. El razonamiento analógico puede describirse en términos muy generales, como un razonamiento en el que las premisas afirman la similitud de dos casos en dos o más aspectos y la conclusión afirma que son también similares en otro determinado aspecto.

En la lógica tradicional se hablaba de una generalización inductiva que no era otra cosa que una enumeración simple y como tal muy semejante al razonamiento por analogía, con la diferencia de que la conclusión es general en vez de particular. La enumeración simple se usa frecuentemente para establecer conexiones causales (causa-efecto), sin embargo, a pesar de ser muy sugerentes no son de fiar. Las críticas a la inducción por enumeración simple, condujeron a Sir Francis Bacon (1561-1626) a recomendar otros tipos de procedimientos inductivos. John Stuart Mill (1806-73), les dio su formulación clásica y los llamó los 5 cánones de la inducción:

1.- Método de la Concordancia.

2.- Método de la Diferencia.

3.- Método Conjunto de la Concordancia y la Diferencia.

4.- Método de los Residuos.

5.- Método de la Variación Concomitante.

Estos métodos son de gran valor en la investigación científica, pero no se les debe considerar ni seguros ni demostrativos, ni exhaustivos como método científico. Más adelante hablaremos en detalle de los métodos de Mill.

2.9.- Identificará los principios lógicos.

Ya habíamos comentado en el primer punto que los principios en que se basaba la lógica tradicional, fue ron expresados como principios ontológicos:

a).- De Identidad.- Todo objeto es idéntico a sí mismo.

b).- De Contradicción.- Ningún objeto puede al mismo tiempo ser y no ser.

c).- De Tercero Excluído.- Todo objeto tiene necesariamente que ser o no ser.

Basados en estos principios ontológicos se han formulado los lógicos correspondientes:

a).- De Identidad; Cuando en un juicio hay identidad total o parcial entre los conceptos sujeto y predicado, el juicio es necesariamente verdadero.

b).- De Contradicción; Cuando dos juicios son contrarios o contradictorios, no pueden ser verdaderos los dos al mismo tiempo.

c).- De Tercero Excluído; Cuando dos juicios son contradictorios, uno de ellos tie~e que ser necesariamente verdadero.

2.10.- Definirá el silogismo y sus formas.

El silogismo es una argumentación en la cual, de un antecedente que une dos términos a un tercero, se infiere un consecuente que une a esos dos términos entre sí. Ejemplo:

E Ningún $\underset{M}{\underline{\text{héroe}}}$ es cobarde

i Algún soldado es $\underset{M}{\underline{\text{héroe}}}$

O Por lo tanto; Algún soldado no es cobarde

Como podemos ver en el ejemplo anterior, un término se repite en ambas premisas (héroe). Este término es llamado "medio" y los restantes, extremos. En las premisas, que son el antecedente del cual partimos, aparecen tres términos; en la primera, el medio y el mayor, en la segunda, el menor y el medio. En la conclusión deben aparecer solamente el menor como sujeto y el mayor como predicado. Si sustituimos el término medio por una "M", el mayor por una "T" y el menor por una "t", el ejemplo anterior quedaría de la manera siguiente:

E Ninguna "M" es "T"

i Alguna t es M

Por lo tanto o Alguna t no es T

Esta es la formulación del silogismo categórico, constituído por tres proposiciones categóricas de forma típica. Las primeras proposiciones, que nos brindan el antecedente, se encuentran vinculadas a un término común al que hemos llamado "medio", que al suprimirlo nos deja el sujeto y predicado de la tercera proposición a la que llamamos conclusión.

El término medio, que es el que aparece en ambas premisas, puede ocupar cuatro distintas posiciones. Estas diferentes posiciones posibles del término medio constituyen las figuras la., 2a., 3a. y ea., respectivamente.

I		II		III		IV	
S	P	S	P	S	P	S	P
M	T	T	M	M	T	T	M
t	M	t	M	M	t	M	t
∴ t	T	∴ t	T	∴ t	T	∴ t	T

Se llama "modo silogístico" a las diferentes combinaciones de proposiciones de las cuales podemos inferir una conclusión:

1a. Premisa	A A A A	E E E E (x x)	i i i i (x x)	o o o o (x x x)
2a. Premisa	A E i o	A E i o	A E i o	A E i o
Conclusión				

Estas 16 combinaciones de proposiciones (premisas) son posibles para cada figura silogística, por lo tanto, hay 64 modos posibles. Pero no es válido concluir

ni de dos negativas, ni de dos particulares y ello nos obliga a suprimir 7 combinaciones y nos quedan tan sólo 9 para cada figura silogística: 36 en total. Sin embargo al aplicar las reglas relativas a la extensión de los términos; sólo nos quedan 19 modos para las 4 figuras.

Reglas para la extensión para los términos.-

Primera.- El término medio deberá distribuirse en toda su extensión por lo menos una vez en las premisas.

Segunda.- Ningún término aparecerá en la conclusión con más extensión que en las premisas.

Si recordamos que la extensión del sujeto es total en las proposiciones universales (A y E) y que la del predicado es total sólo en las negativas (E y o), podemos formar el cuadro siguiente:

	S	P		
Univ.	Si		+	
	Si	Si	-	
			+	Negativas
		Si	-	

Las combinaciones posibles (modos) para la la. figura serían:

I

				S	P
A A A A	E E	i i	o	m	t
A E i o	A i	A E	A	t	M
A x i x	E o	x x	x	∴ t	T

Aplicando las dos reglas relativas a la extensión de los términos, tomando en cuenta la posición que los mismos guardan en la la. figura, nos quedan sólo 4 modos válidos A A, A i, E A y E i. Pues si la mayor fuera particular el término medio no se encontraría distribuído, esto es no estaría tomado en toda su extensión. Si la menor fuera negativa el término medio si se tomaría en toda su extensión, pero como la conclusión tendría que ser negativa, el término mayor, que en la premisa era predicado de afirmativa, recibiría en la conclusión más extensión que en la premisa.

Esta la. figura silogística es considerada perfecta en virtud de que los términos mayor y menor cumplen en la conclusión la misma función que en las premisas.

Si aplicamos las mismas dos reglas de la extensión de los términos a las 9 combinaciones posibles de la 2a. figura quedaría de la siguiente manera:

II

				S	P
A A A A	E E	i i	o	T	M
A E i o	A i	A E	A	t	M
x E x o	E o	x x	x	∴ t	T

Para que el término medio sea tomado en toda su extensión en esta figura, una de las premisas deberá ser negativa, por lo tanto eliminamos las combinaciones (modos silogísticos); A A, A i e i A. Al aplicar la regla que nos dice que ningún término aparecerá en la conclusión con más extensión que la que tuvo en las premisas, excluímos los modos iE, oA, porque el término mayor aparecía tomado particularmente y en la conclusión sería predicado de negativa y se le consideraría en toda su extensión. Los modos válidos de la 2a. figura, serían: A E, A o, E A, E i.

En la 3a. figura el término aparece en ambas premisas como sujeto, por lo tanto tiene que haber una universal para que lo tomen en toda su extensión. Sin embargo si la menor fuera negativa, el término mayor aparecería en la conclusión con más extensión que la que tuvo en la premisa. Los modos válidos de esta figura serían: A A, A i, E A, E i, i A y o A.

III

A A A A	E E	i i	o	S P
				M T
A E i o	A i	A E	A	M t
i x i x	o o	i x	o	∴ t T

En la 4a. figura se requiere que la mayor sea negativa o la menor universal, a fin de que el término medio aparezca distribuído por lo menos en una premisa. Pero si una de las premisas es negativa, la conclusión tendrá que serlo y por lo mismo distribuirá al término mayor (predicado), por lo que, si una es negativa, la mayor tendrá que ser universal para evitar violar la regla que establece que ningún término en la conclusión tendrá más extensión que en la premisa. Aplicando esta misma regla al término menor, si es afirmativa, pues no sería válido si fuera negativa, entonces la conclusión tendrá que ser particular. Los modos de esta figura serían: A A, A E, E A, E i, i A.

IV

A A A A	E E	i i	o	S P
				T M
A E i o	A i	A E	A	M t
i E x x	o o	i x	x	∴ t T

2.11.- Distinguirá las formas de la Inducción.

Al hablar del razonamiento inductivo, vimos que sus inferencias se emiten con el carácter de probabilidad. Nunca podremos separar en nuestra actividad cognoscitiva el razonamiento deductivo del inductivo, pero este último se nos muestra con mayor claridad en las ciencias factuales. Estas ciencias se dedican por definición a averiguar y entender hechos que pueden ser de las siguientes clases:

a).- Acaecimiento o Acontecimiento, que es cualquier cosa que tiene lugar en el espacio-tiempo y que, por alguna razón, se considera en algún respecto como unidad y cubre un lapso breve.

b).- Proceso, es una secuencia temporalmente ordenada de acaecimientos, tal que cada miembro de la secuencia toma parte en la determinación del miembro siguiente.

c).- Fenómeno, es una acaecimiento o un proceso tal como aparece a algún sujeto humano: es un hecho perceptible, una ocurrencia sencilla o una cadena de ellas. Los hechos pueden darse en el mundo externo, pero los fenómenos se dan siempre en la intersección del mundo externo con un sujeto capaz de conocer. No puede haber fenómenos o apariencias sin un sujeto que se sitúe en adecuada posición de observación.

d).- Sistema, se llaman entidades o cosas físicas a los sistemas concretos para distinguirlos de sistemas conceptuales tales como las teorías. Toda teoría factual se refiere a sistemas concretos y a sus propiedades y relaciones.

Los hechos de que hablamos no son ni científicos ni acientíficos: simplemente son. Lo que puede ser científico o acientífico es la actitud adoptada por el observador, es el pensamiento, ideas y procedimientos, no los objetos a que están referidos.

Del razonamiento analógico hemos hablado más arriba (cfr. 2.8.2.), sólo nos resta hablar en detalle de los métodos de Mill (para la observación y experimentación), llamados por éste cánones de la inducción.

2.11.1.- Método de la Concordancia: La formulación general que Mill da de este método, es la siguiente:

Si dos o más casos del fenómeno que se investiga tienen solamente una circunstancia en común, la circunstancia en la cual todos los casos concuerdan es (muy probablemente) la causa (o el efecto) del fenómeno en cuestión.

Tratemos de explicar esto por medio de un ejemplo: Suponiendo que en un hospital se reciben muchos casos de intoxicación, y al interrogar a los pacientes sobre los alimentos que ingirieron resulta que todos afirman haber asistido a una misma boda, en la cual se ofrecieron diversas viandas (diversos alimentos). Para indagar cuál de los alimento fue la probable causa de aquella intoxicación masiva, tendríamos que pedir a los pacientes que enumerasen todos los que cada uno había ingerido, para después buscar en cuál o cuáles de ellos concordaban todos y así saber cuál o cuáles serían muy probablemente la causa de la intoxicación.

Podemos representar esquemáticamente el método de la concordancia usando letras mayúsculas que representen las circunstancias antecedente y minúsculas las que designen a los fenómenos:

A B C D	aparece junto con	a b c d
A E F G	aparece junto con	a e f g

∴ A es la causa (o el efecto) de a

2.11.2.- Método de la Diferencia. Este método fue formulado por Mill, con las siguientes palabras:

Si un caso en el cual el fenómeno que se investiga se presenta y un caso en el cual no se presenta, tienen todas las circunstancias comunes excepto una, presentándose esta solamente en el primer caso, la circunstancia única en la cual difieren los dos casos es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa de dicho fenómeno. El esquema que representa a este método sería:

A B C D	aparece junto con	a b c d
B C D	aparece junto con	b c d

∴ A es la causa, o efecto, o una parte indispensable de la causa de a

2.11.3.- Método Conjunto de la Concordancia y la Diferencia. La formulación de Mill es la siguiente:

Si dos o más casos en los cuales aparece el fenómeno tiene solamente una circunstancia en común, mientras que dos o más casos en los cuales no aparece no tiene nada en común excepto la ausencia de esa circunstancia, la circunstancia única en la cual

difieren los dos grupos de ejemplos es el efecto, o la causa, o parte indispensable de la causa del fenómeno.

De la descripción que Mill hace de este método, podríamos derivar el siguiente esquema:

A B C	a b c	X Y	x y
A D E	a d e	U V	u v

∴ A es el efecto, o la causa, o parte indispensable de la causa de a

Sin embargo una interpretación más frecuente del método conjunto, y que consideramos más ilustrativo sería el siguiente:

A B C	a b c	A B C	a b c
A D E	a b e	B C	b c

∴ A es el efecto, o la causa, o parte indispensable de la causa de a

2.11.4.- Método de los Residuos. Al expresar la formulación de este método, Mill utilizó la palabra antecedente en lugar de la que antes había empleado, circunstancias. Así formuló Mill al método de los residuos: Restad de un fenómeno la parte de la cual se sabe, por indicaciones anteriores, que es el efecto de ciertos antecedentes y el residuo del fenómeno es el efecto de antecedentes restantes.

Un sencillo ejemplo puede ilustrar la aplicación de este método y consiste en la manera de pesar distintos tipos de carga, especialmente de camiones. Se pesa el camión cuando está vacío y se le vuelve a pesar ya cargado. El fenómeno total es el paso del indicador de la escala por los diversos números del disco. Los antecedentes son dos; el camión y su carga. Se sabe que la parte del fenómeno consistente en el movimiento del indicador hasta el número que corresponde al peso del camión vacío, se debe exclusivamente al camión. Por lo tanto, se concluye que el residuo del fenómeno, o sea la medida en que el indicador de la escala se mueve más allá del número correspondiente al peso del camión vacío, es efecto de la carga y por lo mismo, una medida de peso.

Esquematicamente representamos este método de la siguiente manera:

A B C ——————————— a b c

se sabe que B es la causa de b

se sabe que C es la causa de c

∴ A es la causa de a

2.11.5.- Método de la Variación Concomitante.- En los primeros cuatro métodos que hemos descrito encontramos un elemento común, que consiste en proceder por medio de la eliminación para determinar la probable causa o efecto de los fenómenos estudiados. Sin embargo hay casos en las que no es posible eliminar ciertas

circunstancias y por lo mismo son inaplicables los primeros cuatro métodos. Uno de los ejemplos de ésto nos lo ofrece Mill al analizar el fenómeno de las mareas. Sabemos que es la atracción gravitacional de la luna lo que causa el ascenso y descenso de las mareas, pero para llegar a esta conclusión no podríamos haber empleado ninguno de los primeros cuatro métodos. La proximidad de la luna durante la marea alta no es la única circunstancia-antecedente que se encuentra presente en todos los casos de marea alta, pues también se hallan presentes las estrellas fijas y no pueden ser eliminadas. Tampoco podemos suprimir la luna del cielo para aplicar el método de la diferencia, y resulta igualmente inaplicable el método conjunto y el método de los residuos. Con relación a este caso Mill escribe "pero tenemos aún un recurso. Aunque no podemos excluír totalmente un antecedente, podemos producir, o la naturaleza puede producir para nosotros alguna modificación en él. Lo que queremos significar por una modificación es un cambio en el mismo que no explique su total eliminación... no podemos intentar un experimento con la luna ausente, de manera de poder observar cuáles son los fenómenos terrestres a los que su aniquilación pone fin; pero cuando todas las variaciones en la posición de la luna van seguidas de variaciones correspondientes en tiempo y lugar de la marea alta, siendo siempre el lugar, la parte de la tierra más próxima o más alejada de la luna, tenemos suficientes pruebas de que la luna es, total o parcialmente, la causa que determina las mareas.

Mill procede en este razonamiento de acuerdo al método que él llamó de la variación concomitante y cuyo enunciado es el siguiente:

Un fenómeno que varía de cualquier manera, siempre que otro fenómeno varía de la misma (u opuesta) manera, es, o una causa o un efecto de este fenómeno o está conectado con él por algún hecho de causalidad.

El esquema de este método es el siguiente:

A B C ———— a b c

A+B D ———— a+b d

A-B C ———— a-b c

A y a están conectadas casualmente

T E R C E R A U N I D A D

tiempo y lugar de la marea alta, siendo siempre el lugar, la parte de la tierra más próxima o más alejada de la luna, tenemos suficientes pruebas de que la luna es, total o parcialmente, la causa que determina las mareas.

Mill procede en este razonamiento de acuerdo al método que él llamó de la variación concomitante y cuyo enunciado es el siguiente:

Un fenómeno que varía de cualquier manera, siempre que otro fenómeno varía de la misma (u opuesta) manera, es, o una causa o un efecto de este fenómeno o está conectado con él por algún hecho de causalidad.

El esquema de este método es el siguiente:

A B C ———————— a b c

A+B D ———————— a+b d

A-B C ———————— a-b c

A y a están conectadas casualmente

T E R C E R A

U N I D A D

OBJETIVO PARTICULAR

Al término de la unidad, el alumno:

Conocerá el desarrollo de la lógica.

3.1.- Diferenciará la lógica proposicional, cuantificacional y de clase.

3.1.1.- La Lógica Moderna. Desde su nacimiento como ciencia, la lógica aristotélica desarrolló preferentemente el razonamiento deductivo y muy especialmente el silogístico. Dado el carácter infalible que le fue asignado a Aristóteles, la lógica no cambió en mil ochocientos años, sin embargo, los cambios sufridos por el pensamiento científico desde el renacimiento, condujeron entonces a algunos filósofos como Sir Francis Bacon (1561-1626) a otorgarle una desmedida importancia a las ciencias factuales y por ello al orden seguido en la observación y experimentación imprescindibles a su desarrollo. En años recientes los lógicos han considerado que a pesar de la importancia del razonamiento inductivo, es el deductivo el de mayor trascendencia. La limitación de la lógica aristotélica tradicional movió a pensadores como De Morgan, Boole, Pierce, Peano, Frege, Russell, Whitehead, al desarrollo del razonamiento deductivo formal que permitió la creación de lo que ahora conocemos como lógica moderna o simbólica. En las siguientes páginas intentaremos explicar algunos de los temas de la lógica formal, a la manera en que son tratados por la lógica simbólica.

Los razonamientos cuya validez o invalidez estudia la lógica, se expresan las más de las veces en alguna lengua o idioma, como ya hemos visto más arriba. Para evitar las dificultades a que nos puede conducir la naturaleza vaga y equívoca de las palabras usadas, la anfibología en la construcción, los modismos engañosos que pudieran contener, el estilo metafórico que pueda llevarnos a la confusión, y las cargas emotivas que a las palabras se les pueda atribuir, los lógicos modernos han preferido crear un lenguaje simbólico libre de estos defectos y al que puedan traducirse las proposiciones y razonamientos del lenguaje natural. Esta notación simbólica creada por los lógicos modernos, nos brinda la utilidad adicional de la ayuda que prestan en el uso y manejo real de proposiciones y razonamientos. Por ello la adopción de ese lenguaje lógico especial, nos facilita grandemente la derivación de inferencias y la evolución de razonamientos para determinar su validez o invalidez.

En esta unidad nos referiremos a razonamientos constituídos por proposiciones compuestas, o combinados con proposiciones simples.

Empezaremos pues, por la representación simbólica de aquellas proposiciones de las que ya hemos hablado (cfr. 2.5). Debemos entender por "variable de enunciado", aquella letra en cuyo lugar (reemplazándola), puede colocarse un enunciado (expresión de una proposición). Las variables de enunciado pueden reemplazarse tanto por enunciados compuestos como simples. Usaremos letras minúsculas tomadas de la parte media del abecedario, "p", "q", "r", "s"... como variables de enunciados.

Si sustituimos el enunciado "Juan es joven", por la letra "p"; el enunciado "Juan es estudioso", por la letra "q" y utilizáramos un punto para representar la conjunción "y" (conectivo extensional), tendríamos: "p.q" que puede ser sustituido por el enunciado compuesto "Juan es joven y Juan es estudioso". Esta proposición compuesta es llamada conjuntiva y sólo puede ser verdadera cuando sus dos miembros constitutivos lo son:

Si p es verdadero y q es verdadero, p.q es verdadero;

Si p es verdadero y q es falso, p.q es falso;

Si p es falso y q es verdadero, p.q. es falso;

Si p es falso y q es falso, p.q es falso;

Si representamos los valores de "verdad" y "falsedad, mediante las letras mayúsculas "V" y "F", la determinación del valor de verdad de una conjunción, que depende de la verdad de sus miembros constitutivos (conjuntivos), puede representarse por medio de una tabla de verdad de la manera siguiente:

p	q	p.q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Podemos considerar que mediante esta tabla de verdad hemos definido el símbolo del punto (.) que representa a cualquier forma de expresión de enunciados con un sentido conjuntivo.

Para expresar la negación de una proposición cualquiera, usamos en nuestro idioma el adverbio de negación "no", o bien, alguna expresión que nos indique el sentido de "es falso que" o "no se da el caso que". Esta negación del contenido de un enunciado lo convierte en su contradictorio y, por lo mismo, si el original era verdadero, la negación del original será falso; si el original era falso su negación será verdadero. El símbolo que usamos

mos para la negación de un enunciado cualquiera es la tilde: "$\sim$".

Ejemplo:

p	$\sim$p
V	F
F	V

Debemos considerar a esta tabla de verdad como la definición del símbolo de negación: "$\sim$".

La proposición disyuntiva se forma con dos proposiciones simples que se combinan mediante la "o" que las relaciona. El símbolo de la disyunción es la "$\vee$" al que se puede llamar "cuña". Aunque la "o" puede relacionar a los miembros constituyentes de la proposición compuesta, que llamamos disyuntiva, con un sentido débil o inclusivo, o con un sentido fuerte o exclusivo, consideraremos a cualquier proposición de la clase "p$\vee$q" con su sentido de disyunción débil, proposición que sólo es falsa en el caso de que ambos disyuntos sean falsos. Esto se define con la siguiente tabla de verdad:

p	q	p$\vee$q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

La puntuación tiene una importancia muy grande en el lenguaje de la lógica simbólica, pues nos sirve para evitar confusión o vaguedad cuando combinamos varios enunciados compuestos que resultan por lo mismo más complicados.

Mediante paréntesis curvos o rectangulares podemos agrupar los enunciados de tal suerte que no se presten a confusión; por ejemplo: "p∨q.r" la podemos agrupar de las siguientes dos maneras: la disyunción de "p" con la conjunción de "q" y "r": p∨(q.r); o bien la disyunción de "p" o "q" que se constituye en el primer miembro de la proposición conjuntiva cuyo segundo miembro es "r": (p∨q).r.

Observen que la puntuación en lógica es tan importante como en matemáticas, en donde por ejemplo: la expresión "3x4+5" designará un número diferente según se agrupen sus elementos constitutivos: 3x(4+5)= 27 o bien (3x4)+5= 17. Así podemos ver la importancia de la puntuación, no sólo en nuestro idioma, sino en la notación aritmética y lógica. Los paréntesis, corchetes (paréntesis rectangulares) y llaves, se emplean para ir agrupando combinaciones de enunciados compuestos cada vez más complicados.

La proposición hipotética, llamada también condicional o implicativa, relaciona dos proposiciones simples mediante el empleo del "si" condicional antepuesto al primero de los miembros, al que llamaremos antecedente o implicante y la palabra "entonces" antecediendo al segundo miembro, al que designaremos con el nombre de consecuente o implicado. El elemento formal y constante es: "si ________ entonces ________", la representaremos simbólicamente por medio de una herradura "⊃". La proposición hipotética, "Si Juan estudia, entonces aprobará el curso", la representaríamos simbólicamente: "p ⊃ q".

Cuando habíamos hablado antes de estos enunciados hipotéticos (cfr. 2.5.2) dijimos que estos enunciados no afirman ni la verdad del antecedente ni la del consecuente, sino tan sólo, que si es verdadero el antecedente tiene que serlo el consecuente. Por lo tanto, esta clase de enunciados sólo son falsos cuando siendo verdadero el antecedente, resulta falso el consecuente. Esto queda claramente definido en la siguiente tabla de verdad:

p	q	p ⊃ q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

La expresión "$p \supset q$" es una forma abreviada de "$\sim(p.\sim q)$", cuyo significado incluye a los diversos tipos de implicación a los que puede estar referida una proposición hipotética.

El valor de verdad de las proposiciones compuestas que se construyen a partir de la combinación de las simples, mediante el uso repetido de conectivos extensionales tales como el punto, la tilde, la cuña o la herradura, queda completamente determinado por la verdad o falsedad de los enunciados simples que la componen. Si conocemos los valores de verdad de los enunciados simples que constituyen, el compuesto, podemos discernir fácilmente el valor de verdad de cualquiera de éstos. siempre que sea una función de verdad de los primeros. Para realizar este procedimiento, comenzamos siempre con los constituyentes interiores y procedemos hacia afuera. Por ejemplo: Si A y B son enunciados verdaderos y X e Y son enunciados falsos, el valor de verdad del enunciado compuesto $\sim[\sim(A.X).(Y \vee \sim B)]$ lo encontramos de la manera siguiente:

Puesto que X es falsa, la conjunción (A.X) es falsa, y por lo mismo su negación $\sim(A.X)$ verdadera. Como B es verdadero, su negación $\sim B$ es falsa, y dado que Y también es falso, la disyunción $(Y \vee \sim B)$ es

falso. La expresión entre corchetes $[\sim(A.X).(Y \vee \sim B)]$ es la conjunción de un enunciado verdadero con uno falso y, por lo tanto, es falso. Como la expresión original de la que partimos en este ejemplo, es la negación de un enunciado falso, por lo tanto, la expresión original es verdadera.

3.1.2.- El Razonamiento.

Debemos distinguir entre los razonamientos y las formas de razonamiento con el fin de precisar el concepto de validez del que hemos hablado. Recordemos que sólo las proposiciones pueden ser consideradas desde el punto de vista de la verdad o falsedad, pues los razonamientos sólo pueden ser contemplados desde el punto de vista de su validez o su invalidez. Por ejemplo, de la proposición: "El presidente electo Alvaro Obregón fue asesinado", podemos decir que es verdadera, pero nunca que es válida. Tomemos como ejemplo el razonamiento:

Si Obregón fue asesinado, entonces Obregón está muerto.

Obregón está muerto.

Por lo tanto: Obregón fue asesinado.

De este razonamiento podríamos cuestionarnos si es válido o inválido, pero nunca decir del razonamiento que sea verdadero o falso, pues esto último sólo podríamos predicarlo de las proposiciones que constituyen el razonamiento.

Para dilucidar la validez o invalidez de un razonamiento podemos valernos del método de refutación por analogía lógica. Para probar mediante este método que un razonamiento no es válido, basta con formular otro razonamiento que tenga la misma forma que el primero, pero que sus premisas sean verdaderas y la conclusión falsa. Este método se fundamenta en el hecho de que la validez o invalidez son características puramente formales de los razonamientos. Esto equivale a decir que la validez de un razonamiento depende de su forma, no del contenido al que se refiere. Por esta razón, si dos razonamientos tienen la misma forma, o bien ambos son válidos, o bien ambos carecen de validez.

Observemos el siguiente ejemplo:

Si Juárez fue presidente de México, entonces el Río Nilo es el más largo del mundo.

El Río Nilo es el más largo del mundo

Por lo tanto: Juárez fue presidente de México.

Tanto este razonamiento, como el que concluía con la proposición "Obregón fue asesinado", tienen la misma forma y, por lo mismo, o ambos son válidos, o ambos inválidos, sin importar la verdad o falsedad

ni de las premisas ni de la conclusión. Cada uno de los ejemplos citados constituyen un razonamiento, sin embargo, estos ejemplos y otros muchs pueden tener una misma forma. Para que se vea con mayor claridad la forma común de los razonamientos antes expresados, simbolicemos mediante mayúsculas los enunciados simples que en ellos aparecen. Si representamos por la letra "A" el enunciado "Obregón fue asesinado" y usamos la "B" para presentar "Obregón está muerto"; si la letra "C" simboliza el enunciado "Juárez fue presidente de México", y la letra "D" el enunciado "El río Nilo es el más largo del mundo", entonces tendríamos la formulación simbólica de dichos razonamientos de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ll} A \supset B & \qquad C \supset D \\ B & \qquad D \\ \hline \therefore A & \qquad \therefore C \end{array}$$

Estas mismas formas de razonamientos siguen representando a razonamientos particulares que a su vez pueden ser simbolizados por una común forma para ambos mediante el empleo de variables tales como, "p", "q" "r", "s"... Recordemos que variable de un enunciado es simplemente una letra en cuyo lugar puede colocarse un enunciado ya sea simple o compuesto. Al hacerlo así llegaremos a definir la "forma de razonamiento" como una secuencia de símbolos, que contiene variables de enunciados, pero no enunciados, de tal manera que cuando se reemplacen las variables por los enunciados, el resultado será un razonamiento. La forma de razonamiento que corresponde a los ejemplos es la siguiente:

$$\begin{array}{l} p \supset q \\ \underline{q} \\ \therefore p \end{array}$$

Todo razonamiento que resulta de la sustitución de variables por enunciados, es llamado ejemplo de sustitución de aquella forma de razonamiento.

Veamos ahora la técnica de refutación por analogía lógica. Si la forma de un razonamiento tiene algún ejemplo de sustitución cuyas premisas sean verdaderas y su conclusión sea falsa, entonces el razonamiento en cuestión no es válido. Por lo tanto, una forma de razonamiento es inválida si, y solamente si, tiene un ejemplo de sustitución con premisas verdaderas y conclusión falsa. La refutación por analogía lógica se basa en el hecho de que todo razonamiento cuya forma es inválida, no es un razonamiento válido. Toda forma de razonamiento que no sea inválida, debe ser válida, entendiendo por ésta, aquella forma de razonamiento que no tenga ningún ejemplo de sustitución con premisas verdaderas y conclusión falsa.

3.1.3.- Verdad real y verdad formal.

Es conveniente insistir entre la verdad formal y la verdad real de los enunciados. Una forma de enunciado, es toda sucesión de símbolos en la que figuran variables de enunciados, pero no enunciados, de tal manera, que si se reemplazan las variables por enunciados siempre y cuando el reemplazo de una variable sea por un mismo enunciado se obtendrá un enunciado. Las formas de enunciado que hemos visto son 4;

Enunciado conjuntivo, cuya forma es $p.q$
Enunciado disyuntivo, cuya forma es $p \vee q$
Enunciado hipotético, cuya forma es $p \supset q$
La negación de cualquier enunciado, cuya forma es $\sim p$

Así como afirmábamos del razonamiento diciendo que constituye un ejemplo de sustitución de alguna forma de razonamiento, así también cada enunciado es un ejemplo de sustitución de alguna forma de enunciado. Cuando tenemos un ejemplo de enunciado "Obregón murió asesinado" decimos que es un enunciado verdadero desde el punto de vista de la verdad real. Sin embargo, el enunciado disyuntivo "Obregón murió asesinado, o bien Obregón no murió asesinado" ($p \vee \sim q$), es también verdadero, pero desde el punto de vista de la verdad formal, pues no depende de la verdad histórica su verdad, sino de la necesidad lógica de constituir una tautología como lo veremos en la siguiente tabla de verdad;

p	$\sim p$	$p \vee \sim p$
V	F	V
F	V	V

Esto nos lleva a la explicación de lo que es una tautología. Cuando una forma de enunciado tiene sólo ejemplos de sustitución verdaderos, entonces es llamada forma de enunciado tautológico o simplemente - tautología.

De la misma manera podemos hablar de la falsedad en el sentido real o formal. Cuando una forma de enunciado tiene solamente ejemplos de sustitución falsos, se dice que es una forma contradictoria o que es una contradicción; ejemplo:

p	$\sim p$	$p . \sim p$
V	F	F
F	V	F

Hay formas de enunciado que poseen ejemplos de sustitución tanto verdaderos como falsos y en este caso hablamos de formas de enunciados contingentes. Por ejemplo p, $\sim p$, $p.q$, $p \vee q$, $p \supset q$, son formas de enunciados contingentes, porque todas ellas nos muestran en sus enunciados correspondientes, valores de verdad que dependen de sus contenidos y no de sus formas.

Dos enunciados son materialmente equivalentes, o equivalentes en valor de verdad, cuando ambos son verdaderos o ambos falsos. El símbolo que expresa la noción de equivalencia es "$\equiv$" que puede interpretarse con la expresión "si y solo si". Ejemplos:

p	q	$p \equiv q$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Dos enunciados son lógicamente equivalentes cuando el enunciado de su equivalencia es una tautología. Así, se demuestra que el principio de la doble negación p p, es tautológico, mediante la siguiente tabla de verdad:

p	$\sim p$	$\sim\sim p$	$p \equiv \sim\sim p$
V	F	V	V
F	V	F	V

Hay dos equivalencias lógicas de gran importancia, pues formulan las relaciones entre la conjunción. la disyunción y la negación. En el caso de la conjunción, puesto que requieren que ambos miembros sean verdaderos, para formar su contradicción basta con que afirmemos que uno de ellos es falso: $\sim(p.q) \equiv (\sim p \vee \sim q)$. En el caso de la disyunción para cuya verdad se requiere que por lo menos uno de los dos disyuntivos sea verdadero, su contradictorio se forma afirmando la negación de la conjunción: $\sim(p \vee q) \equiv (\sim p . \sim q)$, y su verdad lógica queda establecida en la siguiente tabla de verdad:

p	q	$p \vee q$	$\sim(p \vee q)$	$\sim p$	$\sim q$	$\sim p . \sim q$	$\sim(p \vee q) \equiv (\sim p . \sim q)$
V	V	V	F	F	F	F	V
V	F	V	F	F	V	F	V
F	V	V	F	V	F	F	V
F	F	F	V	V	V	V	V

Estas dos equivalencias se conocen como los teoremas de De Morgan (Augustus De Morgan 1806-1871).

Existe una relación muy importante entre las tautologías y los razonamientos válidos, pues a todo razonamiento corresponde un enunciado hipotético cuyo antecedente es la conjunción de las premisas del razonamiento

y cuyo consecuente es la conclusión. Por ejemplo a todo razonemiento de la forma $p \supset q$; p, $\therefore$ q, le corresponde un enunciado hipotético de la forma $[(p \supset q).p] \supset q$ Una tabla de verdad mediante la cual probamos la validez de un razonamiento, mostrará también que su forma de enunciado hipotético correspondiente constituye una tautología. Una forma de razonamiento es válido si, sólo si su tabla de verdad presenta una "V" bajo la conclusión en todas las filas en las cuales aparece una "V" bajo todas las premisas. Solamente puede aparecer una "F" en la columna que pertenece a la correspondiente forma de enunciado hipotético, cuando aparece una "V" bajo todas las premisas y una "F" bajo la conclusión. Por consiguiente, bajo un enunciado hipotético que corresponde un razonamiento válido, solo aparecerán "V". Para todo razonamiento válido el enunciado de que sus premisas implican a la conclusión será siempre una tautología. Recordemos que una forma de razonamiento válida, solamente cuando aparece una "V" bajo la conclusión siempre que aparece una "V" bajo las premisas.

p	q	$p \supset q$	$[(p \supset q).p]$	$\supset q$
V	V	V	V	V
V	F	F	F	V
F	V	V	F	V
F	F	V	F	V

3.1.4.- Los silogismos hipotético y disyuntivo.

El silogismo hipotético puede ser puro e impuro;

a) Puro: es aquel en el que sus premisas y conclusión son proposiciones hipotéticas:

Si el aire se rarifica, entonces disminuye la presión;
Si disminuye la presión, baja el punto de ebullición;
Si el aire se rarifica, entonces baja el punto de ebullición.

Forma particular	Forma general
$A \supset B$	$p \supset q$
$\underline{B \supset C}$	$\underline{q \supset r}$
$\therefore\ A \supset C$	$\therefore\ p \supset r$

b) Impuro: Es aquel cuya premisa mayor es hipotética, pero la menor y la conclusión son categóricas. Sólo existen dos modos válidos de este silogismo:

Modus ponendo ponens:

Si el aire se calienta, entonces se dilata;
<u>El aire se calienta</u>
El aire se dilata

Forma particular	Forma general
$A \supset B$	$p \supset q$
$\underline{A}$	$\underline{p}$
$\therefore\ B$	$\therefore\ q$

Regla: Afirmar el antecedente, implica afirmar el consecuente.

Modus tollendo tollens:

Si la inflación aumenta, entonces subirán los precios
No subirán los precios
La inflación no aumenta

Forma particular	Forma general
$A \supset B$	$p \supset q$
$\underline{\sim B}$	$\underline{\sim q}$
$\therefore\ \sim A$	$\therefore\ \sim p$

Regla: Negar el consecuente, implica negar el antecedente.

Del silogismo disyuntivo y del conjuntivo solamente hay una forma válida para cada uno de ellos.

La regla para el disyuntivo la podemos expresar de la siguiente manera: la negación de cuando mucho n-1 de los miembros (disyuntos) de una premisa de n disyuntos, requiere que los restante miembros se afirmen disyuntivamente en la conclusión. Ejemplo:

El asesino huyó por la azotea o se disfrazó de policía
El asesino no huyó por la azotea
El asesino se disfrazó de policía

La forma de este razonamiento es la siguiente:

$p \vee q$	$p \vee q \vee r$
$\underline{\sim p}$	$\underline{\sim p}$
$\therefore\ q$	$\therefore\ q \vee r$

Para el silogismo conjuntivo la regla nos dice: Si cuando mucho n-1 de los n conyuntos de una conjunción negada son afirmados, el restante conyunto debe negarse en la conclusión.

Ejemplo:

Es falso que González y Pérez son mentirosos

González es mentiroso

∴ Pérez no es mentiroso

La forma de este razonamiento es la que sigue

$\sim(p.q)$	$\sim(p.q.r.s)$
p	$p.q$
$\therefore \sim q$	$\therefore \sim(r.s)$

3.1.5.- Las 19 formas de razonamiento válidas (Elementales)

1.- Modus ponens (M.P.):	$p \supset q,\ p \therefore q$
c.- Modus tollens (M.T):	$p \supset q,\ \sim q \therefore \sim p$
3.- Silogismo hipotético (S.H.):	$p \supset q,\ q \supset r \therefore p \supset r$
4.- Silogismo disyuntivo (S.D.):	$p \vee q,\ \sim p \therefore q$
5.- Dilema Constructivo (D.C.):	$(p \supset q).(r \supset s),\ p \vee r \therefore q \vee s$
6.- Dilema Destructivo (D.D.):	$(p \supset q).(r \supset s),\ \sim q \vee \sim s \therefore \sim p \vee \sim r$
7.- Simplificación (Simp.):	$p.q \therefore p$
8.- Conjunción (Conj.):	$p,\ q \therefore p.q$
9.- Adición (Ad.):	$p \therefore p \vee q$

10.- Teoremas de De Morgan (De M.):	$\sim(p.q) \equiv (\sim p \vee \sim q)$
	$\sim(p \vee q) \equiv (\sim p.\sim q)$
11.- Conmutación (Conm.):	$(p \vee q) \equiv (q \vee p)$
	$(p.q) \equiv (q.p)$
12.- Asociación (Asoc.):	$[p \vee (q \vee r)] \equiv [(p \vee q) \vee r]$
	$[p.(q.r)] \equiv [(p.q).r]$
13.- Distribución (Dist.):	$[p.(q \vee r)] \equiv [(p.q) \vee (p.r)]$
	$[p \vee (q\ r)] \equiv [(p \vee q).(p \vee r)]$
14.- Doble negación (D.N):	$p \equiv \sim\sim p$
15.- Transposión (trans.):	$(p \supset q) \equiv (\sim q \supset \sim p)$
16.- Definición de implicación Material (Impl.):	$(p \supset q) \equiv (\sim p \vee q)$
17.- Definición de equivalencia Material (Equiv.):	$(p \equiv q) \equiv [(p \supset q).(q \supset p)]$
	$(p \equiv q) \equiv [(p.q) \vee (\sim p.\sim q)]$
18.- Exportación (Exp.):	$[(p.q) \supset r] \equiv [p \supset (q \supset r)]$
19.- Tautología (Taut.):	$p \equiv (p \vee p)$

En todas las formas de razonamiento antes señaladas, las expresiones lógicamente equivalentes pueden substituirse unas por otras en todos los lugares que aparezca.

La validez de las primeras nueve formas de razonamiento pueden demostrarse con tablas de verdad, y como aparecen con frecuencia en el discurso ordinario, nos valdremos de ellas para analizar los razonamientos extensos. Las restantes 10 formas de razonamiento son ejemplos de lo que podríamos llamar principio de sustitución. Las equivalencias enlistadas son todas tautológicas comprobables fácilmente por el método tablas de verdad. Esta lista muestra por una parte redundancia y por la otra un cierto género de deficiencia. Si tratáramos de eliminar esta última tendríamos una lista demasiado larga y por lo mismo poco manejable.

3.1.6.- Prueba formal de Validez.

Hemos visto que la validez de una forma de razonamiento la podemos verificar mediante tablas de verdad, pero se nos presenta la dificultad cuando un razonamiento es extenso porque la tabla de verdad se inicia con todas las variables que intervienen en el mismo. Esto significa, que para "n" variables de enunciados distintos se requiere una tabla de verdad con "n" columnas iniciales y con "2 n filas". En un razonamiento donde aparecen cinco enunciados diferentes necesitaríamos una tabla de verdad con 5 columnas iniciales y 32 filas. Un método más eficiente para someter a una prueba de validez a un razonamiento extenso es deducir su conclusión de sus premisas mediante una sucesión de razonamientos elementales, de

cada uno de los cuales se sabe que es válido. Por ejemplo:

Si Jorge fue electo candidato, entonces fue a Parás
Si fue a Parás, entonces hizo campaña ahí
Si hizo campaña en Parás se encontró con Alfonso
Jorge no se encontró con Alfonso
O Jorge fue electo candidato, o se eligió a alguien con mayores posibilidades
Se eligió a alguien con mayores posibilidades

Si este razonamiento en particular lo representamos de la manera simbólica que ya hemos hecho, resultaría:

$A \supset B$
$B \supset C$
$C \supset D$
$\sim D$
$A \vee E$
$\therefore E$

Para probar este razonamiento particular lo hemos representado simbólicamente, utilizando las letras mayúsculas A,B,C,D,E., si quisieramos demostrar la validez de esa forma de razonamiento entonces utilizaríamos aquellas letras mayúsculas que representan a cada una de las variables p,q,r,s,t., y requeriríamos de 32 filas para poderlo relizar. Emplearíamos pues la prueba formal para este razonamiento determinado, valiéndonos de los razonamientos elementales:

1.- $A \supset B$
2.- $B \supset C$
3.- $C \supset D$
4.- $\sim D$
5.- $A \vee E \; / \therefore E$
6.- $A \supset C$ de 1 y 2 por silogismo hipotético
7.- $A \supset D$ de 6 y 3 por silogismo hipotético
8.- $\sim A$ de 7 y 4 por modo tallens
9.- E de 5 y 8 por silogismo disyuntivo

3.1.7.- Funciones proposicionales

3.1.7.1.- Proposiciones Singulares.

En los puntos inmediatamente anteriores hemos expuesto las técnicas lógicas que nos permiten discriminar entre razonamientos válidos y no válidos, pero solamente de aquellas clases de razonamientos cuya validez depende de la manera en que se combinan los enunciados simples por medio de conectivos extensionales para formar enunciados compuestos. Pero cuando tratamos de razonamientos constituidos solo de enunciados simples no podemos aplicar los criterios de validez que acabamos de examinar. Si elaboramos una forma particular para el siguiente ejemplo de razonamiento, quedaría:

	Todo humano es mortal,	M
	<u>Sócrates es humano,</u>	<u>S</u>
Luego,	Sócrates es mortal	$\therefore$ H

Nos damos cuenta que mediante esta notación no podemos mostrar la validez de este razonamiento, en virtud de que las proposiciones que lo constituyen son simples. Esto nos conduce a la búsqueda de otros métodos que nos permitan establecer la validez de los razonamientos de esta nueva clase y para ello a la creación de técnicas para describir y simbolizar los enunciados simples, de manera que quede manifiesta su estructura lógica interna.

Si examinamos el ejemplo anterior nos daremos cuenta que la 2a. premisa y la conclusión son proposiciones singulares, mientras que la premisa mayor es una proposición general. La proposición singular es aquella en la que el término sujeto denota a un individuo determinado y el término predicado designa la propiedad atribuída a aquel individuo.

El término sujeto puede ser el mismo al que se le atribuyan diversos predicados, por ejemplo, "Sócrates fue filósofo" "Sócrates era feo" "Sócrates crates era sabio", etc. De la misma manera el término predicado "filósofo" puede ser atribuido a distintos sujetos: "Platón fue filósofo" "Séneca fue filósofo" "Sartre fue filósofo".

Observemos que la palabra "individuo" la podemos usar no solamente con referencia a personas, sino a cualquier ente determinado del cual tenga sentido predicar una propiedad: "París es una ciudad fea".

Si utilizamos las letras minúsculas de la "a" a la "w" para simbolizar a los individuos y las mayúsculas para simbolizar a las propiedades, escribiendo estas últimas inmediatamente a la izquierda de la minúscula, el ejemplo "Sócrates es humano", lo representaríamos "Hs". Podríamos conservar la propiedad "humano" y variar el sujeto a quien se lo atribuimos y tendríamos entonces: Hp; Hc; Hm. Para evitar el cambio de la literal que representa al individuo podríamos emplear la letra "x" para cualquier individuo. Esta letra "x" la llamaríamos variable de individuo y la podríamos escribir sola como hemos hecho, o bien encerrada en un paréntesis. Mientras que la expresión "Hs" representaría a una proposición singular determinada y por lo mismo podría ser considerada como verdadera o falsa, la expresión "Hx" no representaría a ninguna determinada proposición, no podríamos predicar de ella la verdad o la falsedad. A esta última expresión le llamamos función proposicional y la podemos definir como una expresión que contiene una variable de individuo y que se convierte en una proposición singular cuando se reemplace esta variable por una constante de individuo: en Hx reemplazamos la "x" por "s" constante de individuo y tenemos ya una proposición singular. A toda proposición singular la consideramos como ejemplo de sustitución de función proposicional, como resultado de reemplazar la va riable de individuo. Una función proposicional tiene ejemplos de sustitución verdaderos y ejemplos de sustitución falsos.

3.1.7.2.- La Cuantificación.

De las funciones proposicionales podemos obtener tanto proposiciones singulares como generales. Las primeras las conseguíamos reemplazando las variables de individuo por constantes de individuo. Las segundas las logramos mediante un proceso llamado de "generalización o cuantificación". En los enunciados "Todo es mortal" y "Algo es bello", no aparecen nombres de seres individuales determinados de quienes se prodiguen los atributos "mortal" y "bello".

Intentaremos la expresión simbólica de cada uno de los ejemplos empleados, buscando antes que nada, su formulación, entre otros términos y sustituyéndolos luego por símbolos, la mayoría ya conocidos:

Todas las cosas son mortales
Dada cualquier cosa en el universo, ésta es mortal
Dado cualquier x en el universo, x es mortal
Dado cualquier x en el universo Mx
(x) Mx

Hemos utilizado el símbolo "(x)" llamado cuantificador universal para representar el significado de" "Dado cualquier x en el universo".

Veamos el mismo proceso con la proposición particular:

Existe al menos un objeto tal que él es bello
Existe al menos un x tal que x es bello
Existe al menos un x tal que Bx
(∃x) Bx

El símbolo del cuantificador existencial "(∃x)" si presenta el sentido de la frase: "Existe al menos un x tal que".

En resumen, se pueden formar proposiciones a partir de las funciones proposicionales por medio de "ejemplificación" (sustituyendo variables de individuo por constantes de individuo), o por "generalización", es decir colocando adelante de la función proposicional un cuantificador universal o existencial.

La cuantificación universal de una función proposicional sólo es verdadera, si, y sólo si, todos sus ejemplos de sustitución son verdaderos. La cuantificación existencial de una función proposicional, será verdadera si, y sólo si, tiene al menos un ejemplo de sustitución verdadero.

El símbolo de la negación "$\sim$" lo seguiremos usando con ese sentido. Así, la proposición singular afirmativa "Sócrates es mortal" simbolizada por "Ms" la negaremos utilizando la tilde: "$\sim$Ms". Por la misma razón, la negación de la función proposicional "Mx", será "$\sim$Mx". Gracias al empleo de este símbolo, nos será fácil explicar la relación entre la cuantificación universal y la existencial. Así pues, la proposición general universal "Todo mortal" es negado por la proposición general existencial "Algo no es mortal". Su representación simbólica quedaría:

Todo es mortal: $(x)\ Mx$; Algo no es mortal: $(\exists x) \sim Mx$. Y sus equivalentes lógicamente verdaderas se muestran de la siguiente manera:

$$[\sim(x)\ Mx] \equiv [(\exists x) \sim Mx] \text{ y } [(x)\ Mx] \equiv [\sim(\exists x) \sim Mx]$$

Para el caso de la universal negativa: "Nada es mortal": $(x) \sim Mx$; su contradictoria será la existencial afirmativa "Algo es mortal": $(\exists x)\ Mx$. Sus equivalencias lógicamente verdaderas serán:

$$[\sim(x) \sim Mx] \equiv [(\exists x)\ Mx] \cdot [(x) \sim Mx] \equiv [\sim(\exists x)\ Mx]$$

Usaremos el signo minúsculo de la letra griega llamada phi (ϕ) para representar a un predicado cualquiera. Las relaciones entre la cuantificación universal y existencial, serían expresadas simbólicamente como

sigue;

Universal + $[(x)\ \phi x] \equiv [\sim(\exists x) \sim \phi x]$

Existencial + $[(\exists x)\ \phi x] \equiv [\sim(x) \sim \phi x]$

Universal - $[(x) \sim \phi x] \equiv [\sim(\exists x)\ \phi x]$

Existencial - $[(\exists x) \sim \phi x] \equiv [\sim(x)\ \phi x]$

Las proposiciones categóricas típicas.

Cuando hablamos en la lógica tradicional de las proposiciones generales, destacan cuatro formas típicas:

Universal afirmativa:	A	Todo humano es mortal
Universal negativa:	E	Ningún humano es mortal
Particular afirmativa:	i	Algún humano es mortal
Particular negativa:	o	Algún humano no es mortal

Para lograr la simbolización de estas proposiciones por medio de cuantificadores, nos vemos obligados a ampliar la noción de función proposicional. Iniciaremos el proceso con la proposición "A":

Todo humano es mortal

Dada cualquier <u>cosa</u> en el universo, si <u>ella</u> es humana, entonces ella es mortal

Dado cualquier <u>x</u> en el universo, si <u>x</u> es humano entonces <u>x</u> es mortal.

Dado cualquier x en el universo, x es humano $\supset$ x es mortal

$(x)\qquad [Hx \qquad \supset \quad Mx]$

La expresión simbólica de este ejemplo de proposición A(x[Hx ⊃ Mx], nos muestra un nuevo tipo de función proposicional pues no tiene como ejemplos de sustitución a proposicionales singulares afirmativas o negativas, sino a enunciados hipotéticos cuyos antecedentes y consecuentes son proposiciones singulares que tienen el mismo término sujeto.

Siguiendo el mismo proceso con la proposición E, tenemos:

Ningún humano es mortal

Dada cualquier cosa en el universo, si ella es humana entonces ella no es mortal

Dado cualquier x en el universo, si x es humana entonces x no es mortal

Dado cualquier x en el universo, x es humana ⊃ x no es mortal

$$(x) \quad [Hx \quad \supset \quad \sim Mx]$$

Observamos que al modificar la expresión de las proposiciones categóricas universales, con el objeto de poderlas simbolizar, hemos modificado su forma, y de categóricas pasamos a ser hipotéticas.

Hagamos lo propio con las particulares

Algún humano es mortal

Existe al menos una cosa que es humana y mortal

Existe al menos un x tal que x es humana y x mortal

Existe al menos un x tal que x es humana .x es mortal

$$(\exists x) \quad [Hx \quad . \quad Mx]$$

Algún humano no es mortal

Existe al menos una cosa que es humana pero no es mortal

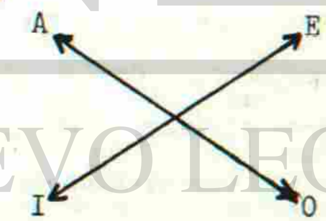
Existe al menos un s tal que x es humana y x no es mortal

Existe al menos un x tal que x es humana . ~ x es mortal

$$(\ x) \quad [Hx \quad . \sim Mx]$$

Si añadimos el empleo de la letra griega "ψ (Psi) a la "ø" (phi) que ya usamos, para representar predicados cualesquiera, las relaciones de las preposiciones generales de la lógica tradicional (con mismo sujeto y predicado) los podemos representar por medio de las formas simbólicas, siguientes:

$(x)\ [\phi x \supset \psi x]$ $\qquad$ $(x)\ [\phi x \supset \sim\psi x]$



$(\exists x)\ [\phi x .\ \psi x]$ $\qquad$ $(\exists x)\ [\phi x . \sim\psi x]$

Cuando manejamos las relaciones entre preposiciones en la lógica simbólica, en virtud de la presición de los términos empleados no podemos llegar a las mismas inferencias que en la lógica tradicional. Por ejemplo, la proposición "I" no la podemos inferir de la proposición "A"; ni la proposición "O" la podemos inferir de la verdad de la proposición "E".

Cuando expresamos en nuestro idioma las proposiciones categóricas afirmativas universal y particular, sólo difieren del cuantificador "todos o algún", mientras que las funciones proposicionales de la lógica moderna, al cuantificar de manera que de ellos se pueda obtener los enunciados "A e I", además de la diferencia en el cuantificador se nos presentan como funciones distintas, pues la universal se representa mediante una proposición hipotética y la particular con una proposición conjuntiva.

Demostración de Validez.-

Para poder construir pruebas formales de validez para razonamientos cuya validez no depende de los enunciados compuestos sino de las estructuras interiores de las proposiciones simples que constituyen aquel razonamiento, necesitamos de otras cuatro formas de razonamientos válidos elementales.

La primera de estas nuevas formas válidas de razonamientos la podemos expresar de la siguiente manera:

$$\frac{(x)\ \phi x}{\therefore\ \phi x}$$ donde "z" es cualquier símbolo de individuo.

Esta nueva forma válida de razonamiento elemental se basa en el principio de que cualquier ejemplo de sustitución de una función proposicional, puede inferirse válidamente de su cuantificador universal. A esta nueva forma válida de razonamiento la consideramos principio de la ejemplificación universal y la mencionaremos con las siglas iniciales "EU":

Todo humano es mortal	$(x)\ [Hx \supset Mx]$
Sócrates es humano;	Hs
Luego, Sócrates es mortal	$\therefore Ms$

Su validez se demuestra así:

1.- $(x)\ [Hx \supset Mx]$
2.- $Hs\ / \therefore Ms$
3.- $Hs \supset Ms$ de 1, EU
4.- Ms de 3,2, por Modus Ponens

Otra forma de razonamiento válida elemental nace del siguiente principio: del ejemplo de la sustitución de una función proposicional respecto del nombre de un individuo cualquiera arbitrariamente elegido, se puede inferir válidamente la cuantificación universal de esa función proposicional. Si representamos por "y" a un individuo cualquiera arbitrariamente elegido, entonces expresamos esta nueva forma válida elemental, de la siguiente manera;

$$\frac{\phi y}{\therefore (x)\ \phi x}$$

Designamos con las mayúsculas "GU" a este principio de generalización universal.

Veámoslo con el siguiente ejemplo:

Todo humano es mortal;	$(x)\ [Hx \supset Mx]$
Todo griego es humano;	$(x)\ [Gx \supset Hx]$
Luego, todo griego es mortal	$\therefore (x)\ [Gx \supset Mx]$

Su demostración sería:

1.-	$(x)\ [Hx \supset Mx]$	
2.-	$(x)\ [Gx \supset Hx] /\therefore (x)\ [Gx \supset Mx]$	
3.-	$Hy \supset My$	de 1, FU
4.-	$Gy \supset Hy$	de 2, EU
5.-	$Gy \supset My$	de 4,3, S.Hipotético
6.-	$(x)\ [Gx \supset Mx]$	de 5, GU

Agreguemos a nuestra lista de formas de razonamiento elementales, el principio según el cual la cuantificación existencial de una función proposicional podemos inferir la verdad de su ejemplo de sustitución, respecto de una constante de individuo que no aparezca en este contexto. La expresión de la nueva forma de razonamiento sería:

$$\frac{(\exists x)\ \phi x}{\therefore \phi z}$$ donde "z" es cualquier constante de individuo que no hubiese aparecido antes en el contexto.

A esta nueva forma válida de razonamiento elemental, la llamaremos "EE" (Ejemplificación Existencial).

La cuarta y última regla de cuantificación la expresamos en la siguiente forma:

$$\frac{\phi z}{\therefore (\exists x)\ \phi x}$$ donde "z" es cualquier símbolo de individuo.

La razón de validez de esta nueva forma a la que nos referiremos por "GE" (principios de generalización existencial de una función proposicional es verdadera si, y sólo si, tiene al menos un ejemplo de sustitución verdadera; por lo tanto de cualquier ejemplo de sustitución verdadero de una función proposicional podemos inferir válidamente su cuantificación existencial. Un ejemplo en el que requiéramos emplear estas últimas dos reglas "EE" y "GE", es el siguiente:

	Todo animal es vicioso;	$(x)\ [Cx \supset Vx)$
	Algún humano es criminal;	$(\exists x)\ [Hx.Cx]$
Luego,	Algún humano es vicioso	$\therefore (\exists x)\ [Hx.Vx]$

Su prueba formal de validez sería:

1.-	$(x)\ [Cx \supset Vx]$	
2.-	$(\exists x)\ [Hx.Cx] /\therefore (\exists x)\ [Hx.Vx]$	
3.-	$Hw.Cw$	de 2, EE

4.- $Cw \supset Vw$ — de 1, EU
5.- $Cw.Hw$ — de 3, Conmutación
6.- Cw — de 5, Simplificación
7.- Vw — de 4,6, Modus Ponens
8.- Hw — de 3, Simplificación
9.- $Hw.Vw$ — de 8,7, Conjunción
10.- $(\exists x)\ [Hx.Vx]$ — de 9, GE

Inferencia Asilogística.-

Algunas formas de expresión que no poseen la forma estricta de las proposiciones categóricas típicas, permiten también la formulación de razonamiento que en este caso reciben el nombre de asilogísticos. El intentar la demostracióнde un razonamiento de tal índole, nos obliga a cuantificar funciones proposicionales que tienen estructuras internas más complicadas que las que habíamos visto. Tomemos el razonamiento siguiente:

Los hospitales son caros y deprimentes;
Algunos hospitales son sórdidos;
Luego, Algunas cosas caras son sórdidas.

Este razonamiento podría simbolizarse así

$(x)\ [Hx \supset Bx]$
$(\exists x)\ [Hx.Sx$
$\therefore (\exists x)\ [Cx.Sx]$

Pero de esta forma su validez quedaría oscurecida pues no se vería con claridad la conexión lógica entre "Bx" y "Cx". Si a los símbolos ya expresados agregamos "Dx" como abreviatura de "x es deprimente", entonces la expresión de razonamiento original podríamos hacerla de la manera siguiente y su demostración entonces si sería posible:

1.- $(x)\ [Hx \supset (Cx.Dx)]$
2.- $(\exists x)\ [Hx.Sx]\ /\therefore\ (\exists x)\ [Cx.Sx]$
3.- $Hw.Sw$ — de 2, EE
4.- $Hw \supset Cw\ Dw$ — de 1, EU
5.- Hw — de 3, Simplificación
6.- $Cw.Dw$ — de 4,5, Modus Ponens
7.- Cw — de 6, Simplificación
8.- $Sw.Hw$ — de 3, Conmutación
9.- Sw — de 8, Simplificación
10.- $Cw.Sw$ — de 7,9 Conjunción
11.- $(\exists x)\ [Cx.Sx]$ — de 10, GE

B I B L I O G R A F I A

Ambrose, Alice y Lazerowitz, Morris. FUNDAMENTOS DE LA LOGICA SIMBOLICA, (Tr. Francisco González A.) México, U.N.A.M. 1968.

Bunge, Mario. LA INVESTIGACION CIENTIFICA. SU ESTRATEGIA Y SU FILOSOFIA. Barcelona, Ariel, 1976.

Cohen, Morris R. INTRODUCCION A LA LOGICA, (Tr. Elí de Gortari) México, Fondo de Cultura Económica (Breviarios No. - 67) 1952.

Cohen, Morris y Nogel, Ernest. INTRODUCCION A LA LOGICA Y - EL METODO CIENTIFICO, (Tr. Nestor A. Míguez) Buenos Aires,- Amorrorte, 1977.

Copi, Irving M. INTRODUCCION A LA LOGICA, (Tr. Nestor Míguez) Buenos Aires, EUDEBA, 1962.

Gortari, Elí de. LOGICA GENERAL, México, Grijalvo, 1965.

Gortari, Elí de. INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA. México, Fondo de Cultura Económica, 1959.

Larroyo, Francisco y Cevallos, Miguel A. LA LOGICA DE LA - CIENCIA. 6a. ed. México, Porrúa, 1948.

Rubio y Rubio, Alfonso. LOGICA FILOSOFICA, Monterrey, - I.T.E.S.M., 1965.

Stebbing, L. Susan. INTRODUCCION A LA LOGICA MODERNA, (Tr. José Luis González) 2a. ed. México, Fondo de Cultura Económica, (Breviarios No. 180)

Maritain, Jacques. EL ORDEN DE LOS CONCEPTOS. I LOGICA MENOR. LOGICA FORMAL, Buenos Aires, Club de Lectores, 1962.