ALICIA GIANELLA DE SALAMA

LOGICA SIMBOLICA Y ELEMENTOS DE METODOLOGÍA DE LA CIENCIA

3a. edición

Con la colaboración de MARGARITA ROULET

CAPITULO 2

EL OBJETO DE LA LÓGICA

7. La lógica

Suele hablarse de lógica como ciencia en dos sentidos distintos, uno amplio y otro restringido. A la lógica en sentido restringido se la denomina lógica *deductiva elemental,* y es la que nos ocupará en este libro; excluye, por ejemplo, la teoría superior de conjuntos y la llamada "lógica inductiva", que pertenecen a la lógica en sentido amplio. En adelante, cuando hablemos de lógica nos referiremos siempre a su sentido restringido.

¿Cuál es el objeto de la lógica? Es difícil contestar esta pregunta. Sin embargo una buena aproximación sería la siguiente: *el objeto de la lógica es el estudio de los razonamientos deductivos y el proveer de métodos para distinguir los válidos de los inválidos.*

Para que esta caracterización quede clara, tendremos que precisar qué vamos a entender por razonamiento, razonamiento deductivo y razonamiento válido e inválido.

Para definir razonamiento debemos, previamente, caracterizar la noción de proposición.

8. Las proposiciones

Dijimos en el capítulo anterior que el lenguaje era un sistema de signos muy complejo. Los signos o combinaciones de signos lingüísticos constituyen expresiones lingüísticas; por ejemplo, las palabras, las frases, y las oraciones.

Las oraciones son expresiones lingüísticas que cumplen diversas funciones. Algunas tienen una *función expresiva*, son las que manifiestan estados de ánimo, deseos, aprobación o desaprobación, como las oraciones: '¡Es magnífico!', '¡Ojalá llueva!', '¡Cómo nos divertimos!', o la mayoría de las oraciones de la poesía.

Otras cumplen una *función prescriptiva,* o *directiva*; son aquellas que están encaminadas a producir o impedir determinada acción, como las oraciones 'No debes mentir', 'Alcánzame mi libro, por favor', 'Circule con precaución'. Las órdenes, los pedidos, los ruegos, las normas son ejemplos de este tipo. Las preguntas cumplen también una función prescriptiva, si es que van encaminadas a obtener una respuesta, como, por ejemplo, la pregunta que hace un paciente a su médico: '¿Me encuentra mejor, doctor?'. También pueden tener una función expresiva, como en el caso en que una persona diga a otra: '¿No crees que me has hecho esperar demasiado?', pregunta que no va encaminada a obtener una respuesta, sino más bien a expresar un sentimiento de disgusto.

Por último, hay oraciones que tienen una *función informativa*, que se caracterizan porque afirman o niegan algo, como, por ejemplo, 'Hubo dos grandes guerras mundiales', 'Cinco es un número impar', 'En la Argentina no hay osos polares', 'Montevideo es la capital del Perú.' A este tipo de expresiones lingüísticas se las denomina *proposiciones* o *enunciados*, y se caracterizan porque de ellas tiene sentido decir que son verdaderas falsas. De los tres primeros ejemplos podemos decir que son verdaderos; del último, en cambio, que es falso. Habrá otras en las que quizá no sepamos si son verdaderas o falsas, como de la oración 'En China hay un árbol con exactamente quinientas veinticinco hojas', u oraciones acerca del futuro, como En el año 2030 habrá tres nuevas naciones en el mundo', pero son igualmente proposiciones, porque tiene sentido decir de ellas que son verdaderas o falsas.

Lo que nos guía en el reconocimiento de las funciones que cumplen distintas expresiones lingüísticas es el contexto donde aparecen. La expresión '¡Qué hermosa torta!', dicha por un niño a la dueña de casa donde está invitado, cumple una función directiva, más que expresiva, ya que está encaminada a que se le ofrezca comer un trozo de la torta. Otras oraciones, como 'Necesitaría ayuda', que a primera vista podría creerse que cumple una función informativa, afirmando algo acerca de una necesidad del que habla, tienen sin embargo una función directiva, la de lograr que la persona a quien va dirigida la oración brinde alguna ayuda. En algunos casos es un tanto sutil distinguir cuál es la función que cumplen distintas oraciones, y muchas veces, sobre todo en el uso ordinario del lenguaje, están mezcladas las distintas funciones. No hay ninguna regla que pueda servirnos para distinguir la función que cumplen las oraciones, más que el análisis de su significado en el contexto donde aparecen, que es una consideración semántica.

Definiremos proposición como *aquellas expresiones lingüísticas que poseen* una función *informativa*: *afirman* o *niegan algo, y* tiene *sentido decir de ellas que* son verdaderas o falsas.

La verdad y la falsedad son los *valores* de verdad que tienen las proposiciones. Si una proposición es verdadera, decimos que su valor de verdad es *verdad,* y si es falsa, decimos que su valor de verdad es *falsedad*. En adelante abreviaremos con 'V' y 'F' los dos valores de verdad.

I. Indicar qué funciones cumplen las siguientes expresiones lingüísticas, y señalar las que son proposiciones.

Ejemplo:

Expresión lingüística	Función	¿Es proposición?
Quisiera que me ayudaras a mover este mueble, por favor	directiva	no

A. Debes cumplir con lo prometido.
B. 5+5=10.
C. 5+ 5 = 9.
D. Los árboles nos miraban con miles de ojos.
E. No hay habitantes en Venus.
F. ¡Te felicito!
G. Entremos en el comedor.
H. Si te interesa este libro te lo regalaré.
I. ¿Qué superficie tiene la Tierra?
J. El impresionismo tuvo manifestaciones muy variadas.

II. Distinguir en los siguientes textos las distintas funciones que cumplen sus oraciones:

A. Ven aquí. ¿Cómo has podido entrar sin que te oyera? La puerta debió estar abierta.
B. Esta revista es magnífica. Tiene dos artículos dedicados a la literatura latinoamericana contemporánea, y otro a cuestiones históricas de gran actualidad. ¿Podrá la biblioteca ponerla a disposición de los alumnos?
C. Si viajo en tren me esperarás en la estación. Llegaré alrededor del mediodía. Ojalá consiga pasajes.

9. Los razonamientos

Habiendo definido proposición estamos en condiciones de definir razonamiento.

Un razonamiento es un conjunto de proposiciones (dos o más) en el que una de ellas, llamada conclusión, se pretende que esté fundada en o se infiera de la(s) otra(s), llamada(s) premisa(s).

Tomemos, por ejemplo, el siguiente conjunto de proposiciones:

> El ladrón tuvo que entrar o bien por la puerta, o bien por la ventana. Por la puerta no entró, como lo ha demostrado la investigación policial. Por lo tanto, el ladrón tuvo que entrar por la ventana.

Este conjunto de proposiciones está relacionado de modo tal, que la proposición 'El ladrón entró por la ventana' se pretende que esté fundada en los otros enunciados. Es, por lo tanto, un ejemplo de razonamiento.

Tomemos ahora este otro conjunto de proposiciones:

> Llueve mucho. Será mejor que no salgamos. Podemos postergar la excursión para mañana.

Si bien estas proposiciones están relacionadas en cuanto al contenido, no hay ninguna que se afirme sobre la base de las otras. No se trata de un razonamiento.

Nótese que al definir razonamiento como un conjunto de proposiciones, al ser éstas entidades lingüísticas, los razonamientos lo son también, es decir, son partes de un lenguaje. Tradicionalmente, en cambio, se entendía por razonamiento el proceso psicológico de encadenamiento de ideas. La lógica moderna, en cambio, prescinde de los aspectos psicológicos y se limita a tomar en consideración el modo en que se plasman en el lenguaje esos presuntos encadenamientos de ideas, sin abrir juicio acerca de la naturaleza de esos procesos.

EJERCICIOS

Indicar cuáles de los siguientes conjuntos de proposiciones son razonamientos:

A. Si falto al trabajo debo justificar la inasistencia. Pero como no puedo justificarla, no faltaré.

B. Se han estudiado cientos de ratas, y todas han manifestado la misma conducta ante determinados estímulos. Por lo tanto, todas las ratas deben manifestar la misma conducta.
C. Ya estamos en abril. Hace varios meses que debí responder a la carta de María. Espero que no se haya disgustado.
D. Si consigo pasajes viajaré de inmediato a Montevideo. Si no los consigo, tendré que mandar un telegrama
E. x es mayor que y, e y es mayor que *z*. Por lo tanto, x es mayor que *z*.

10. Los razonamientos deductivos

Hemos definido ya el concepto de razonamiento en general. Veremos ahora qué se entiende por razonamiento deductivo, pues dijimos que el objeto de la lógica eran los razonamientos deductivos, y la distinción de éstos en válidos e inválidos.

Los razonamientos pueden dividirse en dos grandes grupos: los deductivos y los no deductivos. Los deductivos pueden caracterizarse como aquellos razonamientos en los que se pretende que la conclusión se infiera en forma *necesaria* de las premisas, o, dicho en otros términos, en los que se pretende que la conclusión se *deduzca* de las premisas. En los razonamientos no deductivos, en cambio, la conclusión se infiere con cierto grado de probabilidad, no con necesidad.

Tomemos el siguiente par de razonamientos:

> Todos los pájaros vuelan. Los gorriones son pájaros. Por lo tanto, los gorriones vuelan.
>
> Hace varios meses que uso esta marca de tomates en lata, y todos han resultado de buena calidad. Por lo tanto, la próxima lata de tomates de esta marca que utilice también será buena.

Mientras en el primer razonamiento la conclusión se pretende que derive en forma necesaria de las premisas, en el segundo sólo se infiere con cierto grado de probabilidad, ya que no es absolutamente seguro que la próxima lata de tomates resulte de buena calidad.

Los razonamientos inductivos son un tipo muy importante de los razonamientos no deductivos, en los cuales se pasa de la afirmación de que un cierto número de individuos tiene una propiedad (o carece de ella) a la afirmación de que todos los individuos de la clase la tienen (o carecen de ella). En adelante dejaremos de lado los razonamientos no deductivos, y estudiaremos solamente los deductivos.

EJERCICIOS

Indicar cuáles de los siguientes razonamientos son deductivos:

A. Ya he encontrado tres muebles de la sala apolillados. Luego, es probable que también lo estén los restantes muebles de la sala.
B. Todos los niños menores de tres años tienen muy poco desarrollada la capacidad de abstracción. Por lo tanto, mi sobrina, de dos años de edad, debe de tener también su capacidad de abstracción muy poco desarrollada.
C. Siempre que llueve hace frío. Luego, siempre que hace frío llueve.
D. He oído decir a varias personas, que poseen autos de la misma marca que el mío, que han tenido problemas con el motor. Pienso, por eso, que el mío también podrá tenerlos.

11. Componentes de los razonamientos

Los componentes de los razonamientos son las *premisas*, la *conclusión* y las *expresiones derivativas*.

En cuanto a la relación entre las premisas y la conclusión podemos decir, en primer lugar, que son términos relativos: una proposición que es conclusión en un razonamiento puede ser premisa en otro, y viceversa. Este hecho puede ilustrarse mediante el siguiente par de razonamientos:

Todas las ciudades europeas tienen una larga historia.
Todas las ciudades europeas con larga historia poseen copiosos archivos.
Luego, todas las ciudades europeas poseen copiosos archivos.

Todas las ciudades europeas poseen copiosos archivos.
Si todas las ciudades europeas poseen copiosos archivos, tienen historiadores

ocupados en su clasificación.

Luego, todas las ciudades europeas tienen historiadores ocupados en la clasificación de sus archivos.

La proposición 'Todas las ciudades europeas tienen copiosos archivos' es conclusión del primer razonamiento y premisa del segundo.

En cuanto al número de premisas que componen un razonamiento, puede tener desde uno a un número n cualquiera. Como ejemplos de razonamientos con una única premisa están los que la lógica clásica denominaba inferencias inmediatas, como la siguiente:

Algunos compositores son intérpretes. Por lo tanto, algunos intérpretes son compositores.

Otros razonamientos tienen dos premisas; por ejemplo, los silogismos de la lógica tradicional, como el siguiente:

Ningún reptil vuela. Las serpientes son reptiles. Luego, las serpientes no vuelan.

Un ejemplo de razonamiento con tres premisas sería el siguiente:

Si consigo pasaporte viajaré al extranjero. Y si viajo al extranjero tendré que dejar mis obligaciones en el país. Pero yo no dejaré mis obligaciones en el país. Luego, no conseguiré el pasaporte.

En cuanto al orden en que aparecen las premisas y la conclusión, pueden darse todas las posibilidades: que la conclusión encabece el razonamiento, que vaya como proposición final, o que esté intercalada entre las premisas, en el caso de que hubiera dos o más. En los ejemplos anteriores siempre figuraba la conclusión en último término; daremos ahora dos ejemplos con las otras dos posibles ubicaciones:

A Pedro le gustará la música. Ya que a todos los matemáticos les gusta la música y Pedro es matemático.

En este ejemplo, la conclusión figura en primer término. En el siguiente, en cambio, se encuentra entre las premisas:

Carlos es ingeniero. Luego, Carlos ha estudiado en la Universidad. Puesto que todos los ingenieros han estudiado en la Universidad.

Las *expresiones* derivativas tienen por objeto indicar cuál es la conclusión y cuáles son las premisas. No siempre figuran en los razonamientos, algunas veces están implícitas. Son de dos tipos: las que se anteponen a la conclusión, como luego', 'por lo tanto', 'por consiguiente' y otras, y las que se colocan después de la conclusión, antepuestas a alguna de las premisas, como 'ya que', 'puesto que', 'dado que', 'como', y otras. Los siguientes ejemplos ilustran esos dos tipos:

> Los múltiplos de dos son números pares. Seis es múltiplo de dos. *Luego,* seis es un número par.
>
> "Dumbo" es un paquidermo, *dado que* "Dumbo" es un elefante y los elefantes son paquidermos.

Introduciremos ahora un signo lógico que hace las veces de las expresiones derivativas, es decir, separa las premisas de la conclusión: es una barra que se coloca después de las premisas encolumnadas, debajo de la cual se escribe la conclusión. Por ejemplo:

Ningún hombre es perfecto

<u>Los argentinos son hombres</u>

Ningún argentino es perfecto

Cuando sea conveniente escribir la Conclusión a continuación de las premisas utilizaremos otro signo lógico que cumple la misma función, que es una barra inclinada seguida de tres puntos en triángulo, '/∴', como en el siguiente ejemplo:

> Algunos niños son músicos /∴ Algunos músicos son niños.

EJERCICIOS

Distinguir premisas y conclusión en los siguientes razonamientos, e indicar las expresiones derivativas, si las hubiera. Encolumnar premisas y conclusión.

Ejemplo:

> Si voy a verte tendré buenas noticias para ti. Pero no tengo buenas noticias para ti. Por lo tanto, no iré a verte.

Premisas	Conclusión	Expresiones derivativas
Si voy a verte tendré buenas noticias para ti. No tengo buenas noticias para ti.	No iré a verte.	Por lo tanto.

Si voy a verte tendré buenas noticias para ti

<u>No tengo buenas noticias,</u>

No iré a verte

A. La cosecha se atrasará, ya que hace varios días que no llueve, y cuando no llueve se atrasa la cosecha.
B. Los cimientos o el hormigón de este edificio deben de estar mal construidos. Pero los cimientos fueron analizados con resultado positivo. Luego, es el hormigón de este edificio el que debe de estar mal construido.
C. El perro tiene el olfato más desarrollado que el gato, pues el perro tiene el olfato más desarrollado que el caballo, y éste lo tiene más desarrollado que el gato.
D. La música expresa los sentimientos de un pueblo. Todo lo que expresa los sentimientos de un pueblo es parte del arte de ese pueblo. Por eso la música es parte del arte de un pueblo.

12. Los razonamientos válidos

Dijimos que un razonamiento es deductivo cuando se pretende que la conclusión se infiera en forma necesaria de las premisas, que se deduzca de ellas. Esta caracterización abarca tanto los razonamientos correctos o válidos como los incorrectos o inválidos.

Cuando la conclusión, efectivamente, se deduce de las premisas, el razonamiento es *válido;* no ya cuando se "pretende" que se deduzca, o se infiera necesariamente, sino cuando efectivamente se deduce. Veremos ahora cuáles son las condiciones que debe reunir un razonamiento para que su conclusión se infiera necesariamente de las premisas, es decir, para que el razonamiento sea válido.

En primer lugar, la validez no depende del contenido del razonamiento, sino de su forma. Diremos que un razonamiento es válido cuando su forma es válida, y que es inválido cuando su forma es inválida.

Si no depende del contenido, no dependerá en forma directa de la verdad o falsedad de las premisas y la conclusión. No es correcto creer que los razonamientos con conclusión verdadera son válidos y los de conclusión falsa inválidos.

Tomemos el siguiente razonamiento:

Todos los porteños son argentinos
<u>Todos los argentinos son latinoamericanos</u>
Todos los porteños son latinoamericanos

Este es un razonamiento válido que tiene premisas y conclusión verdaderas. Si eliminamos la palabra 'porteños', 'argentinos' y 'latinoamericanos' que hacen al contenido del razonamiento, y colocamos en su lugar las letras *F, G*, *H,* obtendremos la siguiente forma de razonamiento:

Todo F es *G*
<u>Todo *G* es *H*</u>
Todo Fes *H*

Si ahora reemplazamos las letras *F*, *G, H* por las palabras 'músico', 'francés' y 'africano', respectivamente, obtendremos el razonamiento:

Todo músico es francés
<u>Todo francés es africano</u>
Todo músico es africano

que también es un razonamiento válido, pues tiene la misma forma del primero, que era válido, pero con premisas y conclusión falsa.

Así como hay razonamientos válidos con premisas y conclusión verdaderas, y con premisas y conclusión falsas, como los anteriores ejemplos, hay razonamientos inválidos con las mismas condiciones. Pero ¿cómo sabemos cuándo una forma de razonamiento es válida y cuándo es inválida? Para dar respuesta a esta pregunta consideremos un par de ejemplos:

Todos los gatos son felinos

<u>Ningún gato es un ave</u>

Ningún felino es un ave

La forma de este razonamiento es la siguiente:

Todo F es *G*

<u>Ningún Fes *H*</u>

Ningún G es *H*

Tomemos ahora otro razonamiento con esta misma forma:

Todos los perros son cuadrúpedos

<u>Ningún perro muge</u>

Ningún cuadrúpedo muge

Vemos claramente que este último razonamiento es inválido, mientras que del anterior podemos dudar acerca de si es válido o no. Lo que nos hace ver que se trata de un razonamiento inválido es el hecho de que, siendo sus premisas verdaderas, su conclusión es falsa! Esto último no puede ocurrir con un razonamiento válido, ya que en un razonamiento correcto si partimos de afirmaciones verdaderas tenemos que llegar a una conclusión que sea también verdadera. Esta característica nos permite definir razonamiento válido del siguiente modo *Un razonamiento es válido cuando su forma es válida. Y la forma de un razonamiento es válida cuando no hay ningún razonamiento de esa forma que tenga premisas verdaderas y* *conclusión falsa. Por otro lado, un razonamiento es inválido cuando “su forma es inválida, y una forma de razonamiento es inválida cuando hay por lo menos un razonamiento de esa forma que tiene premisas verdaderas y conclusión falsa*. Si bien no hay una relación directa entre verdad y falsedad, por un lado, y validez e invalidez, por otro, existe la relación indirecta que acabamos de enunciar.

Los razonamientos inválidos pueden tener premisas verdaderas y conclusión verdadera, premisas verdaderas y conclusión falsa, premisas falsas y conclusión verdadera, y premisas y conclusión falsas. Los razonamientos válidos pueden tener premisas verdaderas y conclusión verdadera, premisas falsas y conclusión verdadera, y premisas y conclusión falsas. Lo que no podrá ocurrir es que un razonamiento válido tenga premisas verdaderas y conclusión falsa. Cuando hablamos de premisas verdaderas nos referimos al caso en que todas ellas lo sean, pues una sola premisa falsa hace falso a todo el conjunto de premisas; cuando hablamos de premisas falsas es suficiente con que una sola de ellas lo sea.

El siguiente cuadro esquematiza las posibles combinaciones que acabamos de señalar:

Razonamientos válidos	Razonamientos inválidos
V — V	V — V
—	V — F
F — V	F — V
F — F	F — F

Tomemos la siguiente forma de razonamiento:

Todo Fes G

Algún Ges *H*

Todo F es *H*

Buscando ejemplos de razonamientos de esta forma, correspondientes a los

VV F F cuatro casos posibles: V, V, F, F, encontramos los siguientes:

V F V F

(1) Todos los perros son vertebrados

Algunos vertebrados ladran (Caso V)

Todos los perros ladran V

(2) Todos los perros son vertebrados

Algunos vertebrados maúllan (Caso V)

Todos los perros maúllan F

(3) Todos los perros son reptiles

Algunos reptiles ladran (Caso F)

Todos los perros ladran V

(4) Todos los osos son mamíferos

Algunos mamíferos son invertebrados (Caso F)

Todos los osos son invertebrados F

Todos estos razonamientos son inválidos, pues tienen una forma tal que tiene ejemplos con premisas verdaderas y conclusión falsa, como vemos en (2).

En cambio, si una forma de razonamiento es válida, podremos encontrar. ejemplos de ella con los casos $\frac{V}{V}$, $\frac{F}{V}$ y $\frac{F}{F}$, pero no encontraremos ejemplos de la forma $\frac{V}{F}$.

La siguiente es una forma válida de razonamiento, con los tres tipos de casos posibles:

Todo F es G
Ningún *G* es *H*
Ningún *H* es F

(1) Todos los planetas giran alrededor del Sol
Ningún cuerpo que gira alrededor del Sol es una estrella (Caso $\frac{V}{V}$)
Ninguna estrella es un planeta

(2) Todos los triángulos son figuras de cuatro lados
Ninguna figura de cuatro lados es un cuadrado (Caso $\frac{F}{V}$)
Ningún cuadrado es un triángulo

(3) Todos los múltiplos de dos son números pares
Ningún número par es múltiplo de cuatro (Caso $\frac{F}{V}$)
Ningún múltiplo de cuatro es múltiplo de dos

La noción de forma fue usada hasta ahora de manera vaga e intuitiva. Por razones de simplicidad nos hemos limitado a usar ejemplos de un mismo tipo de forma lógica, pero existen diversos tipos. Hay razonamientos cuya validez o invalidez puede demostrarse considerando solamente los modos en que se relacionan las proposiciones como totalidades, sin necesidad de tomar en cuenta la forma interna de ellos. Por ejemplo, el siguiente razonamiento:

Si hoy es lunes llegará Pedro

Hoy es lunes

Hoy llegará Pedro

Para demostrar la validez de este razonamiento no es necesario analizar la forma interna de cada proposición; con la sola consideración de los nexos que unen 'Hoy es lunes' y 'Hoy llegará Pedro', se puede demostrar su validez.

En otros casos, las mismas consideraciones son suficientes para demostrar la invalidez de los razonamientos, como en el siguiente ejemplo:

Llueve o hace frío

Llueve Y hace frío

Otros razonamientos, en cambio, requieren un análisis de la estructura interna para demostrar su validez o invalidez, como el siguiente (y todos los anteriores que hemos dado en este parágrafo):

Algunos abogados son políticos

Algunos políticos son abogados

En aquellos razonamientos en que su validez o invalidez puede determinar se por las relaciones de las proposiciones, sin considerar su estructura interna, tomamos en cuenta la *forma proposicional del razonamiento, y* su simbolización y los métodos para demostrar su validez son proporcionados por la *lógica proposicional,* de la que nos ocuparemos en el próximo capítulo.

Aquellos razonamientos en que es necesario tener en cuenta la forma interna de las proposiciones que lo componen son considerados por la *lógica cuantificacional* y la *lógica de* *clases*. Cada uno de estos capítulos de la lógica representa un nivel de análisis distinto, con su simbología y sus métodos propios.

Los razonamientos que requieren un análisis interno para determinar su validez o invalidez tienen también una forma proposicional, pero dicha forma es insuficiente para determinar si son correctos o no.

En los próximos capítulos presentaremos primeramente un análisis de las proposiciones, y en segundo lugar el análisis de los razonamientos correspondientes.

EJERCICIOS

Responda a las siguientes preguntas:

A. Si un razonamiento es válido, ¿su conclusión es verdadera?
B. Si un razonamiento es válido y tiene premisas verdaderas, ¿tendrá una conclusión verdadera?
C. Si un razonamiento es inválido, ¿será falsa su conclusión?
D. Si un razonamiento tiene conclusión falsa, ¿es inválido?
E. Si un razonamiento es válido, ¿podrá tener premisas verdaderas y conclusión falsa?
F. ¿Puede haber razonamientos inválidos que tengan premisas verdaderas?