

Logica:

La **logica** è lo studio del ragionamento e dell'argomentazione e, in particolare, dei procedimenti inferenziali, rivolto a chiarire quali procedimenti di pensiero siano validi e quali non validi.

(dal greco λόγος, logos, ovvero "parola", "pensiero", "idea", "argomento", "ragione", da cui poi λογική, logiké)

Discipline di studio

La logica è tradizionalmente una delle discipline filosofiche, ma essa riguarda anche numerose attività intellettuali, tra cui matematica, semantica e informatica.

La logica è stata studiata in molte antiche civiltà tra cui rientrano quelle del Subcontinente indiano, la Cina e la Grecia. *Fu posta per la prima volta come disciplina filosofica da Aristotele*, che le assegnò un ruolo fondamentale in filosofia. Lo studio della logica faceva parte del *trivium*, che includeva anche *grammatica* e *retorica*. All'interno della logica si distinguono diverse metodologie di ragionamento: la *deduzione*, ritenuta l'unica valida sin dall'età classica, *l'induzione*, tuttora oggetto di critiche, e *l'abduzione*, recentemente rivalutata dal filosofo Charles Sanders Peirce.

Origine del termine

Il termine λογικός (loghikòs) compare in tutta la storia della filosofia antica precedente (da Eraclito a Zenone, dai sofisti a Platone) e seguente la dottrina aristotelica con il significato generico di "*ciò che concerne il λόγος*" (logos), nel senso molteplice di "ragione", "discorso", "legge" ecc. che ha questa parola in greco.

Dopo Aristotele nella scuola stoica i termini ἡ λογική (τέχνη) (e loghiké tékne), τὰ λογικά (tà loghikà) assumono il significato tecnico di «*teoria del giudizio e della conoscenza*» intendendo non solo la *gnoseologia* ma anche la *struttura formale del pensiero*. Ed è con questo ultimo valore di organizzazione scientifica delle leggi che assicurano non la verità ma la correttezza del pensiero che Aristotele si dedicò alla elaborazione della logica, termine che non è stato mai da lui utilizzato. ("analisi" dal greco ἀνάλυσις - analysis- che vuol dire "scomporre, risolvere nei suoi elementi")

Aristotele

Aristotele diede alla logica un' *impostazione sistematica*. Per Aristotele essa coincide col *metodo deduttivo*, l'unico per lui dotato di cosequenzialità necessaria e stringente, come appare evidente nel *sillogismo*. Il **sillogismo** è un ragionamento concatenato che, partendo da due premesse di carattere generale, una "maggiore" e una "minore", giunge ad una conclusione coerente su un piano particolare. Sia le premesse che la conclusione sono proposizioni espresse nella forma *soggetto-predicato*. Un esempio di sillogismo è il seguente:

1. Tutti gli uomini sono mortali;
2. Socrate è uomo;
3. dunque Socrate è mortale.

Negli **Analitici primi** Aristotele espone invece *le leggi che guidano la logica: non dimostrabili neanch'esse, ma intuibili solo in forma immediata*, sono il principio di identità, per il quale $A = A$, e quello di non-contraddizione, per cui $A \neq \text{non-A}$ (tertium non datur). Da queste leggi egli concluderà come sia «*impossibile che il medesimo attributo, nel medesimo tempo, appartenga e non appartenga al medesimo oggetto e sotto il medesimo aspetto*».

A differenza della **deduzione**, che ha carattere necessario, **l'induzione** muove viceversa dal

particolare all'universale, e non può avere quindi alcuna pretesa di consequenzialità logica: partendo infatti da singoli casi particolari, non potrà mai approdare a una legge universale logicamente stringente. La logica aristotelica pertanto è solo deduttiva, una "logica induttiva" sarebbe per lui una contraddizione in termini.

Stoicismo

Un ulteriore contributo venne successivamente dallo **stoicismo**, per il quale la logica non è solo uno strumento al servizio della metafisica, ma si pone come disciplina autonoma rispetto agli altri campi di indagine; essa comprendeva, oltre alla gnoseologia e alla dialettica, anche la retorica. Per "logica" infatti gli stoici intendevano non solo le regole formali del pensiero che si conformano correttamente al Lògos, ma anche quei costrutti del linguaggio con cui i pensieri vengono espressi. Non a caso Lògos può significare sia ragione che discorso; oggetto della logica quindi sono proprio i **lògoi**, ossia i ragionamenti espressi in forma di proposizioni (lektà). Mentre quella aristotelica è stata una logica dei predicati, quella stoica può essere pertanto considerata una *logica proposizionale*, in quanto incentrata sullo studio della coerenza tra proposizioni (ad esempio piove o non piove), e dei rapporti tra i significati. Il sillogismo aristotelico fu ampliato, venendo inteso in un senso non solo deduttivo, ma anche ipotetico. In maniera simile alla gnoseologia aristotelica, per gli stoici il criterio supremo della verità è l'evidenza, che le assegna quel carattere di scienza necessario per poter distinguere correttamente il vero dal falso.

Dal Medioevo all'età moderna

Il contenuto dei significati e la loro origine sono stati approfonditi dalla logica medievale, specie dalla **scolastica** che distinse tra logica minor e logica maior. Con il Novum Organum, **Francesco Bacone** cercò di costruire una *nuova metodologia basata sull'induzione impostando la logica come strumento di indagine scientifica*. Riprendendo questi temi **René Descartes** cercò di stabilire se il rigore tipico di un discorso matematico potesse essere alla base di qualsiasi sapere, compreso quello filosofico.

Sempre sul calcolo matematico **Thomas Hobbes** pensò la *logica come una combinazione di segni e regole*. **Gottfried Leibniz** e i suoi seguaci cercarono poi di unificare il complesso delle strutture logico/linguistiche in un linguaggio scientifico universale, ossia la "logica simbolica e combinatoria".

Kant

Ancora nel Settecento il contributo delle correnti filosofiche non portò a sostanziali innovazioni nello sviluppo della logica moderna. Immanuel Kant nella sua *Critica della ragion pura* definì la *logica trascendentale* come quella parte della logica generale che tratta del modo in cui la conoscenza umana può riferirsi ai concetti empirici. Il problema di Kant era ricercare una giustificazione al modo in cui la scienza moderna sembrava potesse ampliare le nostre conoscenze sul mondo.

Kant distinse in proposito le **proposizioni logiche**, altrimenti dette *analitiche*, da quelle *empiriche*. Le prime non possono essere contraddette, pur essendo tautologiche in quanto esprimono un concetto già implicito necessariamente nelle premesse, mentre quelle **empiriche sono delle constatazioni di fatto in cui il predicato non è compreso nel soggetto**: quest'ultime sono pertanto *sintetiche*, in quanto collegano, o uniscono, un contenuto ad un altro diverso.

Gottlob Frege tuttavia dimostrerà in seguito che l'aritmetica è da ricondurre alla sola logica, in quanto *costituita da proposizioni puramente analitiche*.

Hegel rigettò quelle filosofie che ponevano a fondamento della deduzione logica un atto intuitivo di natura sovra-razionale, e trasformò il *metodo deduttivo* in un procedimento a spirale che giungesse infine a giustificarsi da solo. *Veniva così abbandonata la logica classica aristotelica*: mentre quest'ultima *procedeva in maniera lineare, da A verso B*, la dialettica hegeliana procede in maniera circolare: da B fa scaturire C (sintesi), che è a sua volta la validazione di A.

Logica contemporanea

Nella seconda metà del XIX secolo la logica tornerà a studiare gli aspetti formali del linguaggio, ovvero la *logica formale*.

Con la fisica moderna, avviata dalla *meccanica quantistica*, si è però passati da una logica aristotelica o del terzo escluso, ad una **eraclitea** (antidialettica) che invece lo include sostituendo il principio di non contraddizione con quello di complementare contraddittorietà; in quanto risulta infatti essere e non essere contemporaneamente due rappresentazioni opposte di una stessa realtà: particella ed onda. Concetto che rappresenterebbe il vero *paradosso del divenire* della realtà enunciato in generale da Eraclito quando diceva «*nello stesso fiume scendiamo e non scendiamo; siamo e non siamo*».

Kurt Gödel

Un ulteriore contributo nell'ambito della logica formale matematica è venuto infine da Kurt Gödel, in relazione alle ricerche volte a realizzare il **programma di Hilbert**, che chiedeva di trovare un linguaggio matematico che potesse provare da solo la propria consistenza o coerenza. Con due suoi famosi teoremi, Gödel dimostrò che se un sistema formale è logicamente coerente, la sua non contraddittorietà non può essere dimostrata stando all'interno del sistema logico stesso. Il senso della scoperta di Gödel è ancora oggi oggetto di discussione: da un lato si ritiene che il suo teorema abbia definitivamente distrutto la possibilità di accedere a verità matematiche di cui avere assoluta certezza; dall'altro che egli abbia invece positivamente risolto il proposito di Hilbert, anche se per una via opposta a quella da costui immaginata, avendo paradossalmente dimostrato che la completezza di un sistema è tale proprio perché non può essere dimostrata: *mentre se, viceversa, un sistema può dimostrare la propria coerenza, allora non è coerente*. Lo stesso Gödel era convinto di non avere affatto dissolto la consistenza dei sistemi logici, da lui sempre considerati platonicamente come funzioni reali dotati di pieno *valore ontologico*, e che anzi il suo stesso *teorema di incompletezza* aveva una valenza di oggettività e rigore logico.

Gödel interpretò i suoi teoremi come una conferma del *platonismo*, corrente filosofica che affermava l'esistenza di formule vere ma non dimostrabili, e cioè l'irriducibilità della nozione di verità a quella di dimostrabilità.

Logica classica

La **logica classica** è la branca della *logica formale* che è stata più studiata e usata. È caratterizzata da certe proprietà; le logiche non-classiche sono quelle che non soddisfino ad una (o più) di queste proprietà, ovvero:

1. *Principio del terzo escluso*;
2. *Principio di non-contraddizione*;
3. *Monotonia dell'implicazione e idempotenza dell'implicazione*;
4. *Commutatività dei connettivi*;
5. *Leggi di De Morgan*: ogni operatore logico è duale ad un altro.

Esempi di logica classica

L'**Organon** di *Aristotele* presenta la *teoria dei sillogismi*, che è una logica con una ristretta schiera di proposizioni: le **asserzioni** prendono una delle quattro forme, *Tutte le P sono Q*, *Qualche P è una Q*, *Nessuna P è Q*, e *Qualche P non è Q*. Queste proposizioni sono composte da *coppie di operatori duali*, e *ogni operatore è la negazione di un altro*, relazioni che Aristotele ha classificato con la sua *tabula*. Per giustificare il suo sistema Aristotele ha enunciato esplicitamente il *principio del terzo escluso* e la *legge di non contraddizione*, nonostante queste leggi non possano essere espresse all'interno del formalismo sillogistico.

Secondo il **principio del terzo escluso** per ogni cosa A può essere o B o non B, nessun altro stato di verità è possibile. Più formalmente si dice che per ogni proposizione avremo che è un'affermazione sempre vera (è una tautologia).

La *formulazione algebrica della logica* di **George Boole** ed il suo sistema di **logica booleana**; in essa si *assegna ad ogni proposizione un valore numerico*, 1 per codificare la *verità*, 0 per codificare la *falsità*.

Logiche non classiche

La **logica intuizionista** *nega la legge del terzo escluso e una delle leggi di De Morgan*;

La **logica quantistica** *nega il principio di non-contraddizione e sostiene il principio di complementare contraddittorietà*.

La **logica paraconsistente** *nega il principio di non-contraddizione*;

La **logica sfumata** (o fuzzy logic), e la **logica polivalente** in genere, *negano il principio del terzo escluso*. La logica sfumata, inoltre nega una forma debole del principio di non-contraddizione, pur rimanendo consistente;

La **logica costruttivista** *identifica strettamente la verità con la dimostrabilità*: è il fondamento del Costruttivismo matematico.

La **logica lineare** *nega la monotonia dell'implicazione e l'idempotenza dell'implicazione*;

La **logica non-monotona** *nega la monotonia dell'implicazione*;

La **logica della computabilità** è una teoria formale della computabilità costruita semanticamente, che *si oppone alla logica classica*, che è una teoria formale sulla verità; integra, ed estende, la logica classica, intuizionista e lineare;

La **logica modale** *estende la logica classica con operatori modali*.