

## Indice

---

... da dove la Logica? . . . . .	9
... ma quale strano animale è la Logica? . . . . .	12
... in Grecia antica ... . . . . .	14
... Logica aristotelica ... . . . . .	17
... dopo Aristotele, in Grecia antica ... . . . . .	25
... Logica scolastica ... . . . . .	32
Avicenna . . . . .	45
Averroè . . . . .	46
... <i>characteristica universalis</i> e <i>calculus ratiocinator</i> ... . . . . .	47
George Boole . . . . .	50
Logica proposizionale: le tavole di verità . . . . .	52
Gottlob Frege . . . . .	57
Giuseppe Peano . . . . .	62
Bertrand Russell . . . . .	64
Alfred Tarski . . . . .	69
... il dio della Logica ... . . . . .	73
Un sistema formale semplice: il gioco LUV . . . . .	80
Un sistema formale semplice: il gioco MISS . . . . .	83
Un sistema formale semplice con semantica: il gioco SU . . . . .	86
Il calcolatore delle caverne ed una ramificazione evolutiva . . . . .	88
Logica modale proposizionale . . . . .	99
Logica in diritto . . . . .	105
... niente Logica ... implica ... niente Informatica! . . . . .	109
Logiche per l'intelligenza artificiale . . . . .	112
... I, robot ... . . . . .	127
Appendice . . . . .	133



## ... da dove la Logica?

---

Il pensiero occidentale nasce in Grecia antica nel VII sec. a.C., con il passaggio da una visione fantasiosa, mitologica, onirica del mondo ad una visione analitica e razionale. I greci iniziarono ad osservare; dalla semplice associazione di eventi (ad esempio nuvole/pioggia) si soffermarono ad indagare, a voler capire. Essi compresero i nessi di causalità tra gli eventi, la concatenazione causa/effetto, ed iniziarono a formulare teorie. Svilupparono così il pensiero razionale. Era un modo di pensare diverso e nuovo, era il passaggio dalla mitologia alla ragione, dal *mithos* (μῦθος) al *logos* (λόγος). L'uomo aveva già inventato e scoperto molto, era passato dall'attività di raccoglitore e cacciatore, in un contesto caratterizzato da nomadismo, all'attività di agricoltore e cacciatore in un mondo stanziale, un mondo che permetteva di avere scorte di cibo, a vantaggio della riproduzione della specie. Usava utensili, decorava vasetti e decorava il corpo, aveva conoscenze tecniche, costruttive, aveva sensibilità estetica e capacità artistiche. Ma fu solo con il metodo osservazione – analisi – teoria che si sviluppò il pensiero deduttivo. Ed in tale sequenza è nell'analisi che l'uomo iniziò a pensare in modo razionale. L'approccio occidentale alla conoscenza è analitico e successivamente teorico. Il mondo occidentale ha recuperato l'importanza della sintesi recentemente, quando l'analisi si è spinta fino al punto di non poter spiegare, fino ad incontrare incongruenze, forse anche antinomie. Allora l'uomo occidentale ha recuperato la sintesi, che è l'elemento conoscitivo che ha sempre caratterizzato il pensiero orientale. Il pensiero analitico ha sentito il bisogno di una visione olistica, una visione di tutto l'insieme contemporaneamente, pensiamo alla curvatura dello spazio o alla fisica quantistica. L'Oriente ha avuto da sempre un approccio conoscitivo diverso, potremmo descriverlo con la sequenza contemplazione – medita-

zione – concezione. L'esempio della sfera ci aiuta a capire. Consideriamo un punto interno alla sfera. Il punto occidentale, per conoscere la sfera, continua a muoversi venendo ripetutamente a contatto, dall'interno, con punti della superficie della sfera. I punti della superficie (interna) della sfera sono infiniti (per definizione stessa di punto, in quanto il punto è "ciò che non ha parti") e tale modalità conoscitiva comporterebbe un tempo infinito. Quindi il concetto di sfera viene sviluppato astrattamente, senza avere cognizione fisica, tattile, concreta della totalità della sfera. Il punto orientale rimane immobile all'interno della sfera, cerca di staccare la mente dalla materia (una specie di atarassia stoica) e vuole arrivare a concepire la sfericità; neanche il punto orientale ne ha una percezione fisica, ma ne ha una completa consapevolezza mentale, interiorizza il concetto di sfericità, il concetto diventa parte di sé. Ma qui in Occidente la sovrana è l'analisi.

Per esattezza, il pensiero greco nacque in Asia minore nella città greca di Mileto. Le città greche dell'Asia minore erano giovani, non avevano stratificazioni sociali (o ne avevano molte meno della madre patria), erano mentalmente più libere, più aperte, anche per il confronto vicino con popolazioni mediorientali, soprattutto i persiani. Gli storici ritengono che in Asia minore ci fossero condizioni economiche e sociali più libere, più atte ad evolversi. La filosofia nacque a Mileto, città greca dell'Asia Minore, dove visse Talete (640/625 a.C. – 548/545 a.C.), che era considerato già dai tempi di Aristotele il primo filosofo. Si narra che nacque nell'anno della 35ª Olimpiade e morì anziano assistendo ad una gara atletica durante la 58ª Olimpiade. Egli fu un astronomo, matematico e filosofo, fu sempre presente nella lista (variabile secondo i diversi autori) dei sette sapienti, cercò il principio primo, l'*archè* (ἀρχή), che identificò nell'acqua, predisse eclissi, ma la sua visione del mondo e della cosmogonia, anche se logico-deduttiva, era in generale naturalistica. Talete è



*breve storia della logica matematica  
... ed un pallido raggio di luna su che cosa sia*

famoso per l'aneddoto che narra la misurazione dell'altezza della piramide. Sdraiatosi a terra, segnò sul terreno la propria altezza; quando la sua ombra avesse raggiunto la sua altezza segnata sul terreno, l'ombra della piramide sarebbe stata lunga quanto l'altezza della piramide stessa.



## **... ma quale strano animale è la Logica?**

---

**P**ossiamo abbozzare una semplice spiegazione di che cosa sia la Logica dicendo che essa consiste nella produzione di frasi vere, partendo da frasi ritenute vere. Miglioriamo la spiegazione. Se tutti noi siamo convinti che alcune affermazioni siano corrette, o decidessimo per ipotesi di supporle corrette, possiamo giungere ad altre affermazioni corrette quanto lo sono quelle di partenza e solo se quelle di partenza lo sono. Ad esempio potremmo tutti condividere le seguenti due affermazioni:

1. tutti i mammiferi sono vivipari;
2. tutti i leoni sono mammiferi.

Per deduzione potremmo (o dovremmo) essere convinti che la seguente affermazione è corretta:

3. tutti i leoni sono vivipari.

Quindi partendo da due o più affermazioni corrette, o ritenute corrette, la Logica permette di fare ulteriori affermazioni la cui correttezza è garantita dalla correttezza delle affermazioni premesse. Con una prospettiva insiemistica potremmo dire che l'insieme degli animali vivipari contiene (o coincide con) l'insieme dei mammiferi; poiché l'insieme dei leoni è compreso nell'insieme dei mammiferi, esso è compreso, rientra anche, nell'insieme degli animali vivipari (mi scuso con gli zoologi per un'eventuale errata classificazione dell'ornitorinco).

Allora la Logica è un metodo per produrre delle dichiarazioni, delle frasi, delle proposizioni, delle statuizioni, delle affermazioni coerenti con le dichiarazioni di partenza. Queste ultime devono essere chiare ed espresse in maniera formalizzata in un linguaggio specifico scelto. È ora possibile una prima semplice definizione di Logica: è la scienza del ragionamento. Essa ci dice come giungere a conclusioni coerenti con i convincimenti di partenza; le conclusioni sono vere se e solo se le pre-

messe sono vere.

La Logica nacque in campo filosofico qualche secolo avanti Cristo, successivamente, dalla metà del 1800, si spostò in ambito matematico: divenne la spiegazione di quale fosse la modalità corretta dei ragionamenti matematici per la dimostrazione dei teoremi. In concreto essa rese i matematici consapevoli di come stessero ragionando. Fu compito della Logica esplicitare il ragionamento matematico. L'inserimento della Logica in Matematica, o meglio la maternità della Logica nei confronti della Matematica, ci porta a migliorare la nostra definizione: la Logica è la scienza del ragionamento matematico. La Logica esplicita le modalità corrette di dimostrazione dei teoremi matematici. Al contempo la Logica comporta un ragionamento rigoroso, definizioni precise e rigorose, un linguaggio formale ben definito prima della costruzione delle frasi, regole chiare ed assolute nelle deduzioni. La Logica è imbevuta di matematica quanto la matematica è imbevuta di logica; infatti in Logica quelle che abbiamo chiamato premesse sono spesso quelle dichiarazioni iniziali, vere per fede o per ipotesi, che in matematica chiamiamo assiomi (dal greco *axíōs* = degno) o postulati (vocaboli usati come sinonimi, anche se in Logica assiomi e postulati non sono esattamente la stessa cosa). Adesso possiamo affermare anche che la Logica è la scienza matematica del ragionamento. Siamo partiti scrivendo che la Logica è la scienza del ragionamento, abbiamo aggiunto che essa è la scienza del ragionamento matematico, abbiamo argomentato che essa è anche la scienza matematica del ragionamento; possiamo quindi affinare la definizione ed affermare (per *modus ponens*) che la Logica è la scienza matematica del ragionamento matematico. Per completezza si deve aggiungere un'affermazione in gergo tecnico, forse un po' astrusa per i non addetti ai lavori, ma assolutamente coerente con tutto quanto abbiamo scritto: la Logica è un linguaggio formale applicato ad una semantica.

## ... in Grecia antica ...

---

Quando parliamo di Logica greca, parliamo sostanzialmente di Logica aristotelica. Fu infatti Aristotele (384/383 – 322 a.C.) a formalizzare per primo il ragionamento, dopo di lui la Logica divenne una disciplina autonoma del pensiero umano; potremmo dire che dopo Aristotele la Logica camminasse da sola. Prima di Aristotele la filosofia in Grecia antica aveva già raggiunto livelli massimi; i filosofi contemporanei continuano a cercare risposte ed a confrontarsi con la filosofia antica e ci sono aspetti universalmente condivisi sia in filosofia che in fisica (mi riferisco specificamente al concetto di verità) che furono elaborati, trattati ed approfonditi dagli antichi. Nel mondo antico non esisteva la distinzione moderna tra fisica (*φυσικά*), le cose della natura, e metafisica (*μεταφυσικά*), la filosofia, le cose oltre la natura, al di là della natura. Gli studiosi erano assolutamente eclettici, anche perché le scienze esatte, teoriche o sperimentali che fossero, erano lontane dai livelli attuali. Tale ecletticità caratterizzò sia il Medioevo che il Rinascimento; possiamo vedere una tendenziale demarcazione, comunque debole, tra discipline logico-scientifiche da una parte ed arti e letteratura dall'altra, ma non la si riscontra all'interno delle discipline scientifiche. È doveroso ricordare l'eccezione costituita da Leonardo da Vinci (1452 – 1519), scienziato e artista del Rinascimento. Leonardo di ser Piero da Vinci nacque primogenito da una relazione extraconiugale, dal padre Piero notaio, ventiquattrenne alla nascita di Leonardo, e da Catharina. Fu scienziato, filosofo, architetto, disegnatore, pittore, scultore, anatomista, botanico, musicista, ingegnere, inventore. Non fu un logico né un giurista. Fu una mente eclettica e geniale come Aristotele. Fu bene accolto in casa dal nonno paterno Antonio, anch'egli notaio, e dagli ultimi due dei quattro matrimoni del padre ebbe dodici tra fratellastri e sorellastre, tutti più giovani,

con cui ci furono liti ereditarie, ma nessuno gli sopravvisse. Visse a Firenze, a Milano alla corte di Ludovico il Moro, a Mantova, a Venezia.

Torniamo alla Logica. Prima di Aristotele i filosofi greci diedero dei principi logici, una specie di assiomi, degli archetipi del ragionamento, delle regole molto generali ed assolute, ritenute vere e condivisibili perché sembrava naturale che potesse essere solo così e che dovesse essere sempre così. Le scienze allora non erano abbastanza mature per poter ipotizzare concetti come la curvatura del tempo o l'inesistenza di un "prima", in quanto se non esiste il tempo non esiste prima né dopo. Un principio ancora valido in Logica Matematica, ma non in tutte le Logiche matematiche moderne, è il principio di non contraddizione o principio del terzo escluso (*tertium non datur*): esso afferma semplicemente che non è possibile sia "A" che "non A", ovvero "A" e "non A" sono alternative, si escludono a vicenda, se si ha l'uno non si ha l'altro e viceversa. Tale principio è molto importante perché è la base dimostrativa delle dimostrazioni per assurdo, diffuse sia in Logica che in Matematica. In concreto, se si dimostra che un'affermazione conduce ad un'assurdità, ad una contraddizione, si conclude che la negazione (il contrario) di quell'affermazione è corretta. Tale principio non è universalmente accettato, la Logica intuizionista (chiamata anche Logica costruttivista) non lo accetta. Non si deve confondere il principio del terzo escluso con il problema del "non essere" sollevato da Parmenide (515/510 a.C. – 450 a.C.), fondatore della Scuola Eleatica. Senza addentrarci nel problema ontologico di Parmenide, ne comunichiamo direttamente la soluzione: il non essere non è assoluto ma relativo, il non essere riguarda una qualità, una caratteristica, il non essere è quindi limitato. Il superamento del problema di Parmenide porta la firma di Platone.

Platone (428/427 – 348/347 a.C.), aristocratico ateniese del demo di Collito, fu allievo di Socrate e maestro di Aristotele. I genitori gli avevano

dato il nome di Aristocle, che nessuno conosce, mentre è noto al mondo con il soprannome di Platone, che deriva dal greco *platys* (πλατυς) che significa ampio. Non è chiaro se il soprannome gli fosse stato dato dal maestro di ginnastica perché Platone era ampio di spalle, o se fosse derivato dalla fronte ampia, segno di grande intelletto presso i greci antichi. Viaggiò molto e la scuola che fondò in Atene si chiamava Accademia. Egli pose le fondamenta di tutto il pensiero occidentale, fu anche il primo teologo della storia occidentale, con la formalizzazione dell'idea suprema, l'idea del Bene. Germoglia curiosità nel notare che la maggior parte dei filosofi e pensatori agnostici, o almeno non cristiani, di tutta la storia del pensiero occidentale si riconoscano platonici, mentre pensatori e filosofi cristiani si riconoscano in Aristotele, ma non si può approfondire la questione perché ci sposteremmo dal nostro racconto. Aggiungiamo solo che fu Platone ad esplicitare il principio di non contraddizione.

## ... Logica aristotelica ...

---

**F**inalmente la Logica prende forma in tutta la sua bellezza. Aristotele (384/383 – 322 a.C.) è una delle menti più universali e prolifiche dell'umanità, nacque a Stagira in Macedonia, figlio del medico reale. Rimasto orfano molto presto, si trasferì in Asia Minore dal tutore e a 17 anni fu mandato a studiare all'Accademia di Platone, dove iniziò con matematica e poi dialettica, oltre ai classici greci. Non fu mai cittadino ateniese, era un meteco in Atene, dove trascorse vent'anni alla scuola di Platone, fino alla morte di questi; pare che abbia lasciato la scuola perché non fu chiamato a dirigerla, gli fu preferito un nipote del grande filosofo. Viaggiò e fondò una scuola sull'isola di Lesbo. Tornò in Macedonia a Pella, chiamato da Filippo il macedone perché fosse precettore di Alessandro il grande. Trascorse lì tre anni, poi tornò ad Atene, dove fondò la sua scuola, chiamata Peripato (che significa la passeggiata) e famosa con il nome di Liceo, perché il luogo era dedicato ad Apollo Licio.

La Logica aristotelica è monadica, ovvero si occupa di proprietà, di caratteristiche dei soggetti di cui tratta, non di relazioni tra loro. Per capirci, *essere madre* è una caratteristica di una donna che ha avuto almeno un figlio o una figlia, *essere madre di Sofia*, con Sofia esattamente individuata, mette in relazione due persone, ed essendo una relazione tra due soggetti si chiama diadica. Un altro esempio: Firenze è tra Bologna e Roma, *essere in mezzo a* individua tre soggetti, la relazione è triadica. È di assoluta importanza tenere in mente che la logica aristotelica può parlare solo di proprietà, di caratteristiche specifiche di un soggetto: essa può dire "il Sole è una stella", "tutti i soli sono stelle" e può dire "la Terra è un pianeta", ma non può dire "la Terra ruota intorno al Sole". La relazione "girare attorno", che lega due soggetti se diadica o tre se triadica, non viene espressa nella logica di Aristotele; la mancanza delle re-

lazioni (e delle funzioni) costituisce un limite alla logica aristotelica. Ma le relazioni (e le funzioni) entreranno in Logica circa nel 1850, ad opera del filosofo, logico e matematico tedesco Gottlob Frege.

Aristotele parte a costruire i ragionamenti da proposizioni semplici, compatte, immediate, formate solo da soggetto, verbo e predicato. Sono le proposizioni categoriche. Esse rispettano il principio di non contraddizione: possono essere solamente o vere, a cui si attribuisce il valore 1 (uno), oppure false, alle quali si attribuisce il valore 0 (zero). Sono proposizioni banali che Aristotele formalizza in modo rigoroso e le compone genialmente in ragionamenti.

La proposizione categorica ha la seguente forma:

soggetto – copula – predicato

Le proposizioni categoriche si distinguono per quantità, universali (tutti) o particolari (alcuni o almeno uno), e per qualità, affermative o negative. Abbiamo quattro possibili proposizioni categoriche, tutte della forma Soggetto-Copula-Predicato, e le rappresentiamo simbolicamente con le vocali dei verbi latini adfirmo e nego.

Le proposizioni sono le seguenti:

- |                                   |                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1. <u>universale affermativa</u>  | S <b>a</b> P (tutti gli S sono P) | <b>adfir</b> mo |
| 2. <u>universale negativa</u>     | S <b>e</b> P (nessun S è P)       | <b>neg</b> o    |
| 3. <u>particolare affermativa</u> | S <b>i</b> P (qualche S è P)      | <b>adfir</b> mo |
| 4. <u>particolare negativa</u>    | S <b>o</b> P (qualche S non è P)  | <b>neg</b> o    |

Adesso Aristotele formalizza il suo ragionamento, esso consiste in tre sole proposizioni categoriche: se le prime due sono accettate, condivise, credute, o semplicemente ipotizzate vere, segue per ragionamento logico la correttezza o verità della terza, o semplicemente la fede nella terza proposizione.

Ogni proposizione sarà di una delle quattro forme indicate, e le tre propo-

sizioni insieme faranno il ragionamento che Aristotele chiamò *sillogismo*.

La prima proposizione sarà la prima premessa, o premessa maggiore, la seconda proposizione sarà la seconda premessa, o premessa minore, e la terza proposizione sarà la conclusione, quello che viene dedotto necessariamente dalle prime due.

Il soggetto e il predicato si distinguono per la loro posizione nella frase, in particolare il soggetto è sempre al primo posto nella conclusione.

Il sillogismo deve rispettare poche regole formali:

- In una ed una sola premessa compare il soggetto.
- Nella sola altra premessa compare il predicato.
- In ambo le premesse compare un termine chiamato M termine medio.
- Nella conclusione compaiono il soggetto ed il predicato.

Secondo il posizionamento di soggetto e predicato, abbiamo le seguenti quattro figure sillogistiche.

I FIGURA	II FIGURA	III FIGURA	IV FIGURA
M – P	P – M	M – P	P – M
<u>S – M</u>	<u>S – M</u>	<u>M – S</u>	<u>M – S</u>
S – P	S – P	S – P	S – P

Poiché ogni proposizione ha quattro possibilità, ogni figura permette la costruzione di 64 sillogismi ( $64 = 4 \times 4 \times 4$ ); inoltre, poiché le figure sono quattro, i sillogismi possibili sono 256 ( $256 = 64 \times 4$ ).

Attenzione: solo 6 sillogismi per ciascuna figura sono consistenti, ovvero permettono di dichiarare cose coerenti con le premesse, quindi vere se e solo se le premesse sono vere.

In conclusione, abbiamo 24 sillogismi veri (6 sillogismi  $\times$  4 figure).

È doveroso aggiungere che Aristotele scoprì 14 modi sillogistici, altri 5

furono scoperti da Teofrasto (371 – 287 a.C.), filosofo, logico e botanico, che fu prima suo allievo e poi gli succedette nella direzione del Liceo. Gli ultimi 5 sillogismi si devono a Leibniz, che compì la simmetria di 6 sillogismi per ogni figura.

Per sapere quali fossero i sillogismi corretti, i logici medioevali ebbero un'idea brillante. Essi scelsero sei nomi per ogni figura e le vocali di ogni nome, prese da sinistra verso destra dalla parte del lettore, permettevano di capire (secondo lo schema *adfirmo / nego*) quale fosse la specifica proposizione categorica.

Riportiamo i nomi che permettono la costruzione dei 24 sillogismi validi.

I FIGURA	II FIGURA	III FIGURA	IV FIGURA
Barbara	Cesare	Darapti	Bramantip
Celarent	Camestres	Disamis	Camenes
Darii	Festino	Datisi	Dimaris
Ferio	Baroco	Felapton	Fesapo
Barbari	Cesaro	Bocardo	Fresison
Celaront	Camestros	Ferison	Calemos

Il tutto si chiarisce molto bene con un paio di esempi della prima figura.

Lo schema è quindi:

Termine medio	copula	predicato
Soggetto	copula	termine medio
Soggetto	copula	predicato

Il primo nome della prima figura è **Barbara**, si ripete tre volte la vocale *a*, che caratterizza le proposizioni universali affermative

### Esempio prima figura (BARBARA)

1. **M a P** (universale affermativa)      tutti gli uomini sono mortali
2. **S a M** (universale affermativa)      tutti i greci sono uomini
3. **S a P** (universale affermativa)      tutti i greci sono mortali

Il secondo nome della prima figura è **Ferio**, ma le vocali sono “e”, “i”, “o”, che individuano rispettivamente le seguenti proposizioni: un’universale negativa, una particolare affermativa e una particolare negativa.

### Esempio di prima figura (FERIO)

1. **M e P** (universale negativa)      nessun pauroso è vichingo
2. **S i M** (particolare affermativa)      qualche uomo è pauroso
3. **S o P** (particolare negativa)      qualche uomo non è vichingo

E così per gli altri quattro sillogismi validi della prima figura e per gli altri diciotto validi delle altre tre figure (sei per ciascuna).

La composizione dei sillogismi corretti consiste quindi in proposizioni categoriche e regole sintattiche di raggruppamenti per tre. Ora è palese come la metodologia di Aristotele permetta di fare deduzioni corrette direttamente dalla correttezza delle premesse. La Logica fu immediatamente importantissima nell’arte oratoria, permetteva di argomentare con forza le proprie posizioni. Affermazioni costruite con la sintassi corretta permettevano di dire cose vere. Le modalità espressive ed il significato delle affermazioni erano un’unica splendida treccia, modo e senso erano affluenti che diventavano acqua dello stesso fiume. La Logica era il timoniere (*κυβερνήτης* da cui il vocabolo moderno Cibernetica) che navigava con la sua imbarcazione di orazioni, di discorsi.

Ma successivamente, molto successivamente, si dovettero fare delle distinzioni, modalità espressive e significato rimarranno sempre stret-

tamente interconnessi, ma si deve sapere quando ci si riferisce ad una cosa o all'altra. È fondamentale capire se si stia parlando delle modalità costruttive del ragionamento o si stia considerando il significato dei vocaboli che si usano. Si può esprimere una parola, un vocabolo con un suono o con una notazione scritta, essa ha un senso se, e solo se, un gruppo sufficientemente ampio di persone associa a quel suono o segno lo stesso oggetto: la parola *casa* fa pensare a tutti gli italiani la stessa cosa, così come la parola *home* fa associare a tutti gli inglesi la stessa famiglia di oggetti (Se si tratta di un aggettivo si deve associare la stessa caratteristica, ad esempio lo stesso colore, *verde* per gli italiani e *green* per gli inglesi). Questa distinzione precisa, con il principio di non contraddizione e con lo sviluppo della tecnologia, permetteranno alla Logica di dare i natali all'Informatica.

Chiariamo questa distinzione.

Consideriamo qualche semplice frase.

- *la neve è bianca*

Questa frase rispetta le regole grammaticali della lingua in cui è scritta ed è corretta dal punto di vista ortografico. Inoltre siamo tutti convinti che questa frase dica la verità. In generale potremmo dire che la frase *la neve è bianca* è vera se e solo se la neve è veramente bianca. È una spiegazione ricorsiva, semplicemente ripete se stessa (è un po' come chiedere di che colore fosse il cavallo nero di Alessandro Magno), mentre in realtà non serve domandare se tale frase sia vera, perché è una cosa che sappiamo e che ci viene naturalmente confermata dal senso della vista.

La seguente frase:

- *l'erba è verde*

ha le stesse caratteristiche della precedente, è corretta ed è vera.

Congiungiamo insieme le due precedenti proposizioni in un solo periodo:

- *la neve è bianca e l'erba è verde*

Questo periodo di due frasi ha le caratteristiche delle frasi che lo compongono, quindi è corretto nella sua costruzione grammaticale e afferma cose vere. Quindi possiamo affermare che le tre frasi precedenti, che sono due proposizioni categoriche ed una proposizione composta (che in grammatica si chiama periodo) sono tutte sintatticamente corrette: le regole della sintassi sono rispettate, inoltre tutte e tre affermano cose vere.

Scambiamo gli aggettivi:

- *la neve è verde*
- *l'erba è bianca*
- *la neve è verde e l'erba è bianca*

Le tre ultime frasi, ottenute invertendo gli aggettivi, sono corrette nella loro costruzione grammaticale come le loro tre precedenti sorelle, la differenza consiste nel fatto che quest'ultime affermano cose false.

Tulle le sei frasi sono sintatticamente corrette, ma mentre le prime tre affermano cose vere, ovvero il loro significato è vero, le seconde tre affermano cose false.

Le prime tre sono corrette sia nella sintassi che nella semantica, le seconde tre sono corrette nella sintassi e non sono corrette nella semantica. La semantica è il significato della frase, o meglio, è l'attribuzione di un significato.

Quando impariamo a contare, utilizziamo i numeri naturali 1, 2, 3 etc. li usiamo in modo naturale, senza rendercene conto consciamente. Riconoscere i colori e contare usando i numeri naturali sono accadimenti che avvengono con la stessa naturalezza e la stessa spontaneità.

Ma sono accadimenti molto diversi. Quando impariamo a contare facciamo una cosa diversa: attribuiamo una semantica a dei suoni nella lingua parlata, ed attribuiamo una semantica a dei simboli nella lingua scritta. In pratica, diamo convenzionalmente un significato a qualcosa

che ci è utile conoscere.

Nella logica aristotelica la semantica è molto semplice: corrisponde alla lingua umana che si sta usando, la semantica rimarrà così per molti secoli, anche se ci saranno disquisizioni e raffinati approfondimenti nella grammatica, cioè nella sintassi, soprattutto nella logica medioevale. La semantica diventerà fondamentale nella Logica simbolica, o Logica formale, o Logica matematica (le tre descrizioni della disciplina sono di fatto sinonimi anche se nate, ed a volte usate, in contesti diversi).

La semantica è così importante che necessita esplicitarla prima di "fare logica". È assolutamente necessario accordare prima quali significati dare ai termini del linguaggio simbolico, quindi si può procedere costruendo sintatticamente delle frasi che abbiano anche un senso, che abbiano cioè una semantica. La semantica della Logica aristotelica è molto semplice (per i grecisti), è il greco antico. Se tralasciamo le logiche per l'intelligenza artificiale (logiche non monotone, logiche *fuzzy* etc.) i calcolatori elettronici, che sanno usare solo la sintassi, sono molto logici e molto veloci. Essi usano una sintassi che, per chi conosce la semantica, ha anche un significato. E noi, ammantandoci di superiorità, potremmo dire che i calcolatori non sanno quello che fanno.

Ora è molto chiara la definizione in gergo tecnico data in precedenza: la Logica è un linguaggio formale applicato ad una semantica.