

L'algebra come linguaggio artificiale



Cosa è un linguaggio?

E' un sistema di segni, di natura qualsiasi, creato per poter comunicare delle conoscenze.

I linguaggi sono definiti da:

- alfabeto (un insieme finito di simboli),
- sintassi (una serie di regole per stabilire se una parola appartiene o no al linguaggio),
- una semantica (l'attribuzione di un significato ad una frase)

Linguaggio naturale

Solitamente usato nella comunicazione fra individui di un gruppo sociale che lo condivide; presenta una sua ricchezza espressiva, ma anche sfumature e ambiguità.

Il significato di una parola o di una frase varia anche sensibilmente, secondo il contesto del discorso.

Esempio

In questa frase ogni parola ha un duplice significato.

La vecchia porta la sbarra

E' una "vecchia signora" a portare la sbarra
oppure

è una "vecchia porta" che sbarra qualcosa?

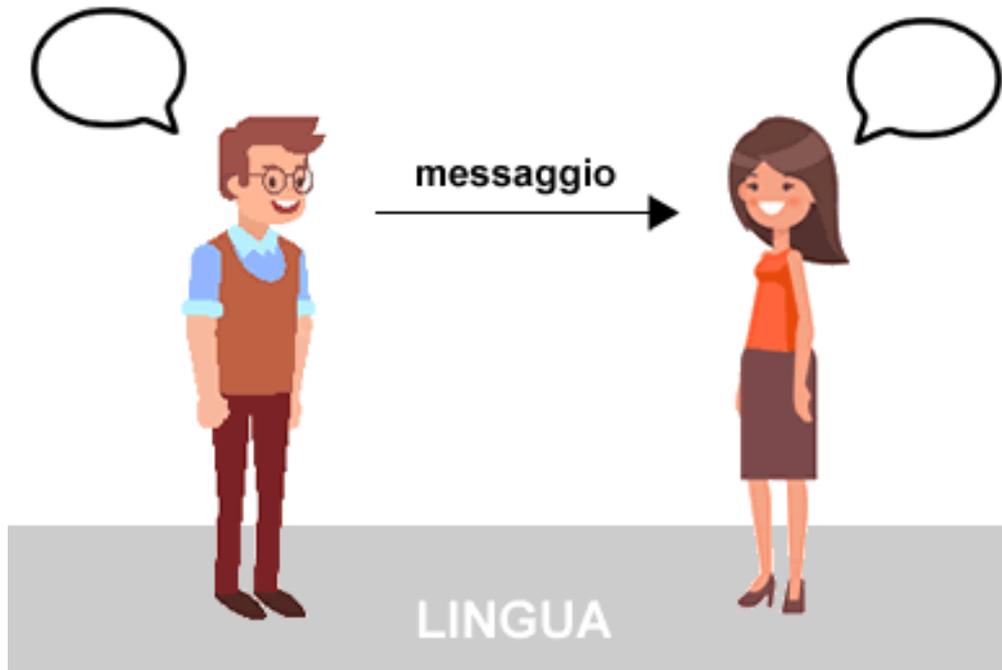
Entrambe le interpretazioni sono
grammaticalmente corrette.

- La pesca è buona.



Una lingua nasce, evolve e cambia in modo naturale nel corso del tempo.

Sono le stesse persone ad apportare continuamente modifiche al linguaggio che, una volta accettate da tutti, entrano a far parte della lingua.



Esempi di Nuovi termini

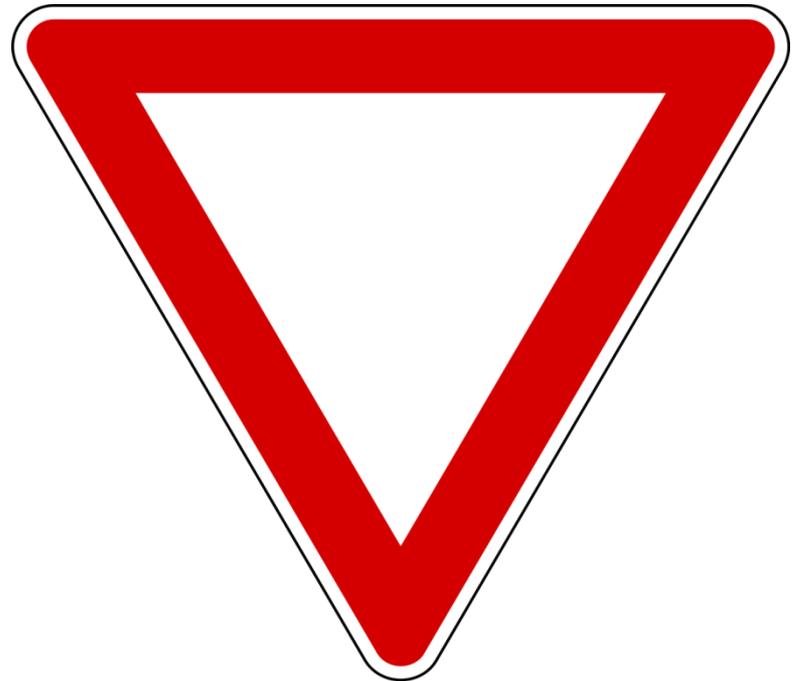
- Apericena: (2011) Indica quell'aperitivo particolarmente ricco di assaggi e stuzzichini di cibo, sia salato che dolce, che può sostituire la cena.
- Hashtag: (2012) utilizzata per “categorizzare e rendere ricercabili contenuti correlati”. La parola utilizzata come “etichetta” è preceduta dal simbolo del cancelletto.
- Selfie: (2014) foto scattata a se stessi con lo smartphone o il tablet.
- Ghosting: (2017) indica chi, dopo aver intrattenuto una relazione con qualcuno, sparisce improvvisamente, senza spiegazioni.

Linguaggio artificiale

Linguaggio creato dall'uomo, secondo precise regole convenzionali, per particolari finalità.

Ogni parola o frase ha un significato assolutamente univoco.

Esempio è la segnaletica stradale



Altri esempi

- Linguaggio Morse
- Esperanto: creata da Ludwik Lejzer Zamenhof, oftalmologo polacco, tra il 1872 e il 1887
- Linguaggi di programmazione
- Algebra

Linguaggio macchina

è il codice in cui sono scritti i programmi eseguibili del computer.

E' composto da sequenze di bit (zero e uno) che permettono al processore (CPU) di eseguire le istruzioni e i comandi operativi del computer.

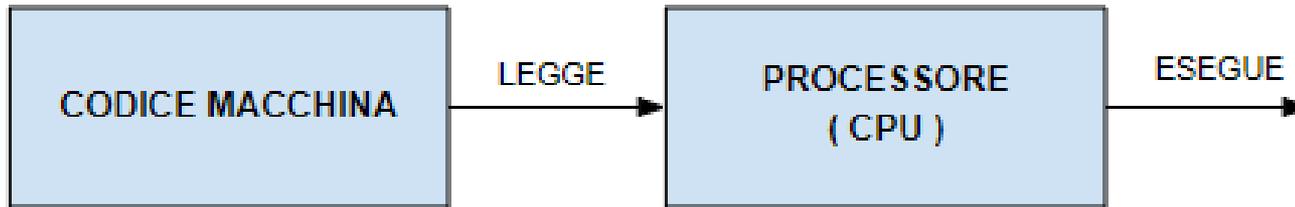
LINGUAGGIO NATURALE

se piove prendi l'ombrello
prendi l'ombrello se piove
ricordati l'ombrello se piove

...

LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE

IF piove=1 THEN ombrello=1



Il codice macchina è decisamente poco comprensibile per l'uomo.

Ecco un esempio pratico di codice macchina:

```
10011100 00101100 10010110 10101101  
10110101 11010101 01001001 11011001  
01100010 01001011 10010011 10010110
```

Linguaggio algebrico

Il linguaggio algebrico-analitico, nel quale si scrivono espressioni, equazioni e, più in generale, formule matematiche, è un linguaggio artificiale.

Non ha un “autore”, non è cioè stato progettato consapevolmente e una volta per tutte, come lo sono invece i linguaggi di programmazione.

Come un linguaggio naturale, è un sistema aperto e la sua attuale sistemazione è il risultato di un processo storico che trae origine dallo stesso linguaggio naturale e che si è evoluto per successive abbreviazioni e convenzioni elaborate e accettate dalle comunità scientifiche dei vari periodi.

Si è soliti distinguere tre fasi:

- quella dell'*algebra retorica*, che va dall'antichità fino a circa il xv secolo, in cui le relazioni tra grandezze sono espresse attraverso parole non codificate;
- quella dell'*algebra sincopata*, in cui iniziano ad apparire abbreviazioni sintetiche che via via si cristallizzano in simboli da tutti riconosciuti;
- quello dell'*algebra simbolica*, che si afferma nel XVI secolo con F. Viète e Cartesio, in cui le variabili, le operazioni, i predicati di confronto e altri operatori sono indicati con segni che oggi, almeno per gli aspetti più elementari, costituiscono un patrimonio linguistico comune, che si acquisisce attraverso l'istruzione scolastica.

Algebra retorica

Presso i Greci, gli arabi e i matematici del medioevo l'esposizione si mantenne sempre verbale ed anche le formule algebriche si enunciarono con parole oppure per mezzo di esempi numerici.

Algebra sincopata

Nella seconda metà del Cinquecento, cominciano a comparire le notazioni convenzionali.

Per l'addizione e la sottrazione

Leonardo Fibonacci usava le parole *et*, *minus* ;

Pacioli adoperava *p* (plus) *m* (minus).

Per Pacioli le costanti si dicono *numeri*,

l'incognita *cosa* e le successive potenze

prendono i nomi di *censo*, *cubo*, *censo censo*,

primo relato, *censo del cubo*...

Esempio è l'equazione di Cardano

«Qdratu aeqtur 4 rebus p: 32».

Nell'odierna e familiare algebra simbolica tale equazione sarebbe scritta come

$x^2 = 4x + 32$, avendo indicato con la lettera x il valore incognito da determinare.

Metodo di soluzione delle equazioni di terzo grado formulato da Cardano

« Quando che'l cubo con le cose appresso $[x^3 + px]$

Se agguaglia à qualche numero discreto $[= q]$
Trovan dui altri differenti in esso. $[u - v = q]$

Dapoi terrai questo per consueto

Che'llor prodotto sempre sia eguale $[uv =]$

Al terzo cubo delle cose neto. $[(p/3)^3]$

El residuo poi suo generale

Delli lor lati cubi ben sottratti $[\sqrt[3]{u} - \sqrt[3]{v}]$

Varra la tua cosa principale. $[= x] \gg$

Esempio

$$x^3 + 6x = 20$$

$$x^3 + px = q$$

$$u - v = q$$

$$u \cdot v = \left(\frac{p}{3}\right)^3$$

$$u - v = 20$$

$$u \cdot v = \left(\frac{6}{3}\right)^3$$

$$x = \sqrt[3]{u} - \sqrt[3]{v}$$

Risolvendo il sistema

$$\begin{cases} u = \sqrt{108 + 10} \\ v = \sqrt{108 - 10} \end{cases} \quad x = \sqrt[3]{\sqrt{108 + 10}} - \sqrt[3]{\sqrt{108 - 10}}$$

Algebra simbolica

L'indicazione con lettere di numeri incogniti o indeterminati e la loro manipolazione come se fossero dati numerici conosciuti, si ritrova già nel III secolo d.C. in Diofanto di Alessandria, ma viene compiutamente codificata solo nel XVI secolo con F. Viète, che utilizza le vocali per le incognite e le consonanti per i parametri dati.

L'indicazione dell'elevazione a potenza attraverso un esponente, che indica il numero dei fattori da moltiplicare, è dovuta a Cartesio, cui risale anche la giustapposizione, come in $4x$, per indicare la moltiplicazione $4 \cdot x$

Il segno di uguaglianza «=» fu invece introdotto soltanto a metà del XVI secolo da R. Recorde «perché – così egli scrive – non ci possono essere due cose più uguali di due rette parallele».

Il segno «+», per indicare l'addizione, che si sviluppa come abbreviazione stilizzata dal latino *et*, utilizzato in alternativa a *plus* per indicare tale operazione, compare per la prima volta a stampa, insieme al segno «-» per la sottrazione, nel testo di J. Widman *Behende und hupsche Rechnung auf allen Kauffmanschafft*

In matematica l'introduzione di un nuovo simbolo, come del resto la definizione di un nuovo termine, non è quasi mai soltanto una comodità stenografica: spesso è dovuta all'introduzione di nuovi strumenti matematici (come è il caso dei simbolismi per i limiti, le derivate e gli integrali del calcolo infinitesimale); altre volte contribuisce a creare un nuovo oggetto, concetto o relazione, anche se in modo non del tutto consapevole e, quindi, viene successivamente adottata con familiarità.

La notazione della elevazione a potenza dovuta a Cartesio non è semplicemente un'abbreviazione per una moltiplicazione in cui si ripetono più fattori, ma di fatto introduce una nuova operazione – l'elevazione a potenza – che nella matematica greca era limitata all'elevazione al quadrato e al cubo, perché soltanto delle operazioni con gli esponenti 2 e 3 era possibile una interpretazione geometrica. Come nel caso delle potenze, la stenografia matematica non è perciò mai neutra, ma nell'assumersi un enorme carico di informazioni porta naturalmente con sé vere e proprie novità concettuali.

La matematica ricerca sempre nuovi simboli e, oltre che all'alfabeto latino, ricorre all'alfabeto greco.

Un esempio per tutti π , per indicare il rapporto tra la circonferenza e il suo diametro, introdotto con questo significato, nel 1737, da Eulero, cui si devono anche la scelta della lettera e come base dei logaritmi naturali e quello della lettera i per l'unità immaginaria.

Ricorre anche a quello ebraico, come il simbolo \aleph_0 (aleph zero) per indicare la cardinalità del numerabile, introdotto da G. Cantor.

Cantor dimostra che l'insieme dei numeri reali è non numerabile, cioè che la sua cardinalità è maggiore della cardinalità dei numeri naturali, indicata con \aleph_0 .

A volte fa uso anche di segni di interpunzione, come il punto esclamativo «!» (per indicare il fattoriale di un numero) introdotto nel 1808 dal matematico C. Kramp, o a segni grafici come il simbolo per l'infinito « ∞ » introdotto da J. Wallis nel 1655.

L'equazione $3x^2 - 5x + 6 = 0$ dell'attuale algebra simbolica , col simbolismo

adoperato da Luca Pacioli (1494) assume la forma :

3 census p. 6 de 5 rebus ac 0

e con le modifiche di un secolo dopo (1591) dovute al Viète diventa :

3 in A quad - 5 in A plano + 6 aequatur 0

Un suggerimento

Provate a leggere gli articoli:

- **Linguaggio naturale e intelligenza artificiale: una bella sfida**
- **Comunicazione uomo-uomo e comunicazione uomo-macchina (per tacer delle donne): linguaggi naturali e artificiali.**