

MARCO VERDECCHIA

La presunta intelligenza artificiale

Piccolo viaggio tra i meandri
di una tecnologia ansiogena

SAGGI

Indice

p.	7	Introduzione
23	Capitolo 1	<i>La prima macchina “pensante”. Una intelligenza di fiammiferi</i>
65	Capitolo 2	<i>Algoritmo. La parola proibita</i>
103	Capitolo 3	<i>Verso l'imitazione della nostra mente. Un cervello da 100 neuroni</i>
133	Capitolo 4	<i>Performance sorprendenti! È più intelligente degli umani?</i>
163	Capitolo 5	<i>Memoria o intelligenza? L'affascinante e irrisolvibile dilemma</i>

p.	203	Capitolo 6
		<i>Una bizzarra ipotesi. E se fossimo arrivati prima noi?</i>
	227	Capitolo 7
		<i>Il futuro con l'intelligenza artificiale. Dobbiamo preoccuparci?</i>
	257	Bibliografia
	261	Ringraziamenti

Introduzione

Questo libro si propone di introdurre i concetti fondamentali che sono alla base di quella tecnologia informatica che, con una sintesi semantica alquanto discutibile, viene chiamata *intelligenza artificiale*. La trattazione viene svolta con linguaggio e argomentazioni che non richiedono nessuna conoscenza preliminare nel campo dell'informatica o della matematica, salvo alcuni approfondimenti che vengono proposti alla fine di un paio di capitoli. Sebbene si abbia a che fare con tecniche piuttosto raffinate, i concetti fondamentali possono essere esposti in maniera sufficientemente elementare da coinvolgere qualunque lettore che abbia, semplicemente, la curiosità di comprendere meglio l'argomento avendo poi, con maggiore razionalità, la possibilità di maturare una personale convinzione sulle opportunità (o le minacce) che tali tecnologie possono rappresentare per il nostro futuro.

Come verrà ampiamente argomentato nei capitoli che seguono, la "cosa" di cui si parla diffusamente da un po' di tempo su tutti i mezzi di informazione ha poco a che vedere con ciò che, propriamente, chiamiamo *intelligenza*; si tratta invece di un sofisticato algoritmo che consente l'elabora-

zione di grandi quantità di dati, anche molto eterogenei, al fine di ottenere una particolare possibilità di fruizione o di sintesi dei dati stessi; in altre parole queste applicazioni permettono di ricavare, dalle informazioni a disposizione, un certo valore aggiunto attraverso una complessa elaborazione matematica. Queste tecniche di elaborazione numeriche sono in effetti in uso da molti decenni ma solo negli ultimi anni hanno destato l'attenzione delle cronache per il semplice fatto che sono state utilizzate anche per scopi prettamente commerciali ovvero di elaborazione di informazioni ritenute “sensibili” in quanto inerenti alle abitudini, agli interessi o alle opinioni della sterminata folla di fruitori delle reti informatiche.

Allo stato attuale, molte applicazioni hanno ormai raggiunto una vasta diffusione e di molte utility di questo tipo facciamo quasi tutti un certo uso quasi quotidiano anche se, prevalentemente, in maniera inconsapevole. Ad esempio la presunta intelligenza artificiale consente da molto tempo la “traduzione” della voce in scrittura; pensate a quanto questo possa aver modificato in positivo la vita dei non udenti. Allo stesso modo, analoghe tecniche neurali hanno consentito di tradurre in messaggi vocali le frasi scritte e questo certamente agevola la vita dei non vedenti che possono ascoltare, dal loro smartphone debitamente configurato, gli SMS e gli altri messaggi che ricevono. Sempre sulle stesse tecnologie si basano le applicazioni che, ad esempio, consentono il passaggio ai posti di frontiera degli aeroporti: la foto sul vostro passaporto viene confrontata, dal dispositivo “intelligente”, con l'immagine del vostro viso che viene ripresa sul momento da una apposita fotocamera. Ancora un altro esempio affascinante delle prestazioni di queste macchine è l'auto-

mazione di complesse attività, si può pensare alla guida dei convogli di una metropolitana o alla gestione del traffico aereo nella torre di controllo di un aeroporto. Già da questi esempi dovrebbe essere intuitivo che l'utilizzo del sostantivo "intelligenza" sia sostanzialmente inappropriato o, nella migliore delle ipotesi, vada qui inteso nella ormai consolidata accezione gergale. La macchina che converte i suoni in parole scritte o, al contrario, un messaggio scritto in parole pronunciate, non compie nessuna azione intellettualmente rilevante, ma "semplicemente" esegue la funzione per cui quel particolare dispositivo è stata costruito e, per usare un gergo antropomorfo, lo fa in maniera "scrupolosa" e "umile". Tuttavia questi programmi rappresentano le prime realizzazioni di un sogno antico che, come vedremo in dettaglio nel primo capitolo, cominciò a prendere forma già alla fine degli anni '50: si tratta di costruire un dispositivo che sia in grado di modificare il proprio funzionamento "imparando" dall'esperienza. La macchina "intelligente" viene predisposta per imparare, ad esempio, a scrivere sullo schermo la lettera "a" quando dal microfono arriva un segnale sonoro che corrisponde a quella vocale. Con l'esperienza e la sempre più portentose capacità di calcolo dei nostri computer, abbiamo in successione imparato a costruire dei dispositivi che riconoscono le sillabe e quindi anche le parole. Tutto questo avviene attraverso una fase preliminare che si dice di "apprendimento" in cui la macchina, nell'esempio appena citato, "ascolta" ripetutamente i vari suoni e diventa sempre più precisa nel trascrivere la parola corrispondente.

Tutte queste applicazioni non ci hanno mai creato inquietudine o angosce di alcun tipo e una larghissima maggioranza di noi le ritiene utili, se non altro perché consentono,

come appena accennato, di migliorare la vita di soggetti che soffrono di varie disabilità ovvero di automatizzare attività di controllo in cui l'errore umano non potrebbe comunque essere ridotto a zero.

Semplificando alquanto una storia molto complessa e articolata, potremmo dire che il passo successivo (che comincia forse a destare qualche perplessità a qualcuno di noi) è stato quello di insegnare alle macchine a “spiarcì” e “classificarci”. In termini estremamente sintetici, i dati di input del nostro algoritmo “intelligente” non sono semplicemente dei suoni da tradurre in un testo scritto, ma l'insieme delle informazioni che sono ricavabili dal web e, aspetto questo molto importante, le reazioni che gli utenti mostrano a fronte di un certo contenuto che viene loro proposto. Ad esempio, possiamo pensare di “valutare” la reazione di un utente della rete informatica di fronte a un messaggio pubblicitario; possiamo contare il numero di secondi che l'utente resta mediamente a osservare una certa pubblicità che compare sul social network che egli frequenta prima di “azionare” il dito della mano con cui si scorre il menu dei contenuti. Inoltre, possiamo pensare di incrociare il profilo che ciascuno di noi ha registrato su Facebook o altra analoga piattaforma, di studiare come cambia il livello di attenzione mostrato di fronte a un messaggio pubblicitario in funzione del sesso, dell'età o del grado di istruzione dell'utente. In tal modo, l'azienda che è interessata alla diffusione di un prodotto può avere un quadro completo su quanto la diffusione di un determinato messaggio pubblicitario possa portare beneficio nelle varie fasce di età e di cultura. Qui comincia a esserci un aspetto piuttosto critico e lo possiamo riassumere dicendo che la tecnologia comincia a mostrare un comportamento che po-

tremmo marcare almeno come un po' "indiscreto", quasi da spione. Ci si può infatti domandare se sia lecito che, tramite l'uso di social network, noi siamo tutti soggetti, quasi sempre in maniera inconsapevole, a una osservazione minuziosa che scansiona il tempo che dedichiamo a ognuno dei contenuti disponibili su queste piattaforme, agli emoticon che inseriamo per commentare sinteticamente quei contenuti, alle parole chiave che inseriamo con i nostri commenti ai post dei nostri amici, alle reazioni a caldo che pubblichiamo di fronte a eventi di attualità, eccetera.

Infine, negli ultimi anni sono state sviluppate applicazioni ancora più sofisticate che imitano (o pretenderebbero di imitare) la "sapienza" dell'uomo; questo tipo di software "ambisce" a diventare un interlocutore dell'utente informatico perfettamente in grado di dialogare con lui e fornire risposte su tutto lo scibile umano; una sorta di onnisciente entità che comprende il nostro linguaggio e fornisce dotte risposte ai nostri quesiti su qualunque argomento. In questo caso la "materia" iniziale che l'applicazione usa per auto-istruirsi è costituito dal gigantesco mucchio di informazioni che risiede, in maniera diffusa e, in qualche misura "confusa", sulla rete informatica. Queste nuove applicazioni rispondono alla domanda «Chi era Alessandro Manzoni?» come farebbe un qualunque motore di ricerca di quelli che siamo quasi tutti, ormai, abituati a utilizzare, ma lo fa "nascondendo" la fonte del suo sapere; a differenza di Google che ci indirizzerebbe ai siti web che, presumibilmente secondo il suo algoritmo, contengono informazioni più autorevoli e sicure sull'autore dei *Promessi sposi*, ChatGPT (questo è l'acronimo con cui è abbastanza nota una delle applicazioni più popolari) ci fornisce una sorta di "temino" già

svolto sulla vita e l'opera di Alessandro Manzoni. Naturalmente l'esistenza di questa sorta di "enciclopedia universale parlante" suscita non poche perplessità per diversi aspetti, a cominciare dall'uso subdolo e fraudolento che ChatGPT e applicazioni simili fanno del sapere che "risiede" sull'immensa piattaforma del web e che è stato "compilato" da molti autori con indubitabile impegno, cultura e fatica. Esistono inoltre perplessità sulle conseguenze che l'uso indiscriminato e dilagante di queste tecnologie potranno avere; solo per citare alcuni aspetti: che autorevolezza possiamo attribuire alle risposte dell'intelligenza artificiale se non conosciamo le fonti da cui queste sono state elaborate? E come argineremo l'ignoranza dei nostri studenti se questi, in futuro, si limiteranno a svolgere i loro compiti semplicemente cliccando su una applicazione dello smartphone che gli elabora un testo perfettamente confezionato e senza rilevanti errori lessicali o di grammatica?

Citiamo queste problematiche perché esse appaiono indubitabilmente rilevanti alla luce delle recenti applicazioni dell'intelligenza artificiale e, tuttavia, ci affrettiamo a precisare che in questo libro non abbiamo alcuna ambizione di fornire delle risposte o suggestioni di sorta su questi argomenti, tranne che nell'ultimo capitolo dove, timidamente e con la tutta la prudenza necessaria, azzarderemo qualche personale considerazione sull'argomento. Quello che qui ci interessa è soprattutto descrivere lo strumento: cosa c'è dentro la "macchina intelligente"? Come funziona e come riesce a auto-istruirsi "imparando" dall'esperienza o dalla massa informe di informazioni che circolano sul web? Conoscere lo strumento, arrivare a avere almeno una intuitiva percezione di come funziona questa "misteriosa scatola" è un passo

essenziale, diremmo indispensabile, per farne un uso consapevole. Soprattutto sulla seconda domanda che abbiamo appena posto, ci sentiamo di affermare che proprio questa è la strada prioritaria da percorrere subito: introdurre già nella scuola secondaria lo studio dell'intelligenza artificiale dal punto di vista del suo funzionamento e non già del suo mero e "comodo" utilizzo. Contrariamente a questa che ci sembra una impellente necessità, la pubblicistica e le varie iniziative che si susseguono con al centro questo tipo di argomenti sembra andare nella direzione esattamente opposta, ovvero si discute sui futuribili scenari che vedranno i software intelligenti protagonisti nella nostra vita, dimenticando quasi completamente di spiegare al grande pubblico cosa è e come funziona.

Tralasciando dunque pur rilevanti questioni etiche e giuridiche che riteniamo già trattate da autori più competenti a analizzare questi specifici aspetti, cercheremo di far comprendere i concetti e le tecniche matematiche che sono alla base dei dispositivi "intelligenti". Oltre che a soddisfare l'interesse del lettore curioso, questo potrà certamente risultare utile per avere una opinione più razionale, magari non superficialmente "appoggiata" a una atteggiamento pessimista che, sovente, la tecnologia d'avanguardia suscita in molti di noi. Per questo obbiettivo, il primo passo consiste nell'acquisire una esatta percezione di cosa sia quell'oggetto che manipoliamo attraverso qualche clic sul nostro smartphone. Cosa è dunque esattamente l'intelligenza artificiale e perché la chiamano così?

Non abbiamo la presunzione di essere gli unici a trattare di questo ma, come già abbiamo avuto modo di accennare, appare plausibile dire che l'intelligenza artificiale sembra

subire lo stesso strano snobismo, da parte dei divulgatori scientifici, di cui sono vittime molti strumenti e molti saperi scientifici che vengono sacrificati a vantaggio dei risultati che gli stessi strumenti consentono di ottenere. Si pensi ad esempio a quanto si parla dei modelli climatici che consentono di simulare l'andamento del clima nel nostro futuro e l'impatto che le attività antropiche hanno sull'atmosfera che respiriamo e che ci "provvede" della sequenza salutare degli eventi meteorologici nelle diverse stagioni; allo stesso modo sono ripetutamente citati i modelli meteorologici che "alimentano" le previsioni del tempo di cui quotidianamente fruiamo. E tuttavia quasi nessuno si prende la briga di spiegarci cosa sono, come funzionano, come sono costruiti e quali sono i loro pregi e i loro limiti. Si tratta probabilmente di una pecca grave nella divulgazione scientifica e non è forse del tutto errato ritenere scorrelato questa sorta di bug della pubblicistica con la superficialità e la leggerezza con cui sovente si considerano le drammatiche conseguenze che le attività antropiche stanno avendo sul nostro pianeta.

Anticipiamo allora che quel misterioso "aggeggio" chiamato intelligenza artificiale si dovrebbe indicare più correttamente come *algoritmo neurale*, con un lessico che appare decisamente più appropriato dove l'aggettivo indica quella che è stata l'origine, ovvero l'ispirazione di questo tipo di procedura di elaborazione. L'aggettivo *neurale* infatti (in italiano sarebbe più corretto *neuronale*, ma è ormai prevalso l'anglicismo), si riferisce ai neuroni che compongono e fanno funzionare la nostra mente. Ispirandosi ai risultati della neurofisiologia, molti ricercatori – e io tra questi – intrapresero a studiare, a partire dagli anni '90, la possibilità di mappare, ovvero di riprodurre matematicamente, delle

complesse correlazioni che esistevano tra alcune grandezze. Furono i fisici, molto prima degli informatici a portare avanti studi pionieristici su quelle tecniche che sono ormai ben consolidate e condivise. A spiegarlo in estrema sintesi e rimandando, ovviamente, a una più estesa trattazione nei prossimi capitoli, accadde, più o meno, che i fisici presero a usare le reti neurali quando non sapevano scrivere una di quelle formule di cui sono piene le pagine dei loro manuali; supponete che si conosca bene il fatto che esiste una correlazione tra un insieme di variabili, ma non si sappia sintetizzare quella relazione attraverso una relazione matematica. Ad esempio siamo sicuri che i segnali elettromagnetici rilevati da un satellite sono correlati alla precipitazione che sta interessando una certa zona del suolo, ma non sappiamo scrivere una relazione analitica (genericamente detta *formula*) che consenta di stimare la precipitazione a partire dai segnali rilevati dai radiometri a bordo del satellite. Per risolvere problemi di questo tipo, si iniziarono a “addestrare” (termine gergale che spiegheremo in dettaglio nel primo capitolo) dei dispositivi di calcolo il cui funzionamento “copiava”, sia pure in maniera molto primitiva, le complesse reti neurali che consentono alla nostra mente di funzionare. Nei capitoli successivi introdurremo i concetti essenziali per spiegare la teoria e le applicazioni di queste tecniche matematiche, e nel terzo capitolo, disquisiremo sulle ragioni che giustificano l'uso, per quanto decisamente inappropriato, del sostantivo *intelligenza*.

Nel primo capitolo introduciamo alcune applicazioni che hanno, a un tempo, un valore storico e didattico; viene inoltre discusso cosa debba intendersi per quel complesso processo che gli specialisti definiscono, nel loro linguaggio

gergale, *addestramento* della macchina o *apprendimento* della macchina stessa. Il secondo capitolo introduce una sorta di bizzarro “tabù linguistico” che sembra vietare un termine essenziale per comprendere il funzionamento dei software “intelligenti”. Algoritmo, questa è la parola, sembra dover esser proibita per il grande pubblico; non si tratta in realtà di una parolaccia, ma di una procedura logico-matematica attraverso cui siamo in grado di calcolare qualcosa di complicato, ovvero possiamo calibrare una macchina o un software per ottenerne alla fine un peculiare comportamento che intendiamo utilizzare.

Il terzo capitolo è focalizzato sul funzionamento di massima sulla nostra rete di cellule neurali che ci consente di pensare o, in altre parole, di essere creature intelligenti. In questa “ispirazione” che matematici e fisici hanno tratto dallo studio della neurobiologia, risiede l'origine di quella terminologia alquanto impropria che incute, in molti inconsapevoli lettori, diffidenza e quasi un senso di inquietudine vicino alla paura. Nel quarto capitolo descriveremo alcune applicazioni di cui è stato protagonista, già quasi trent'anni or sono, l'autore di questo libro. Queste citazioni non sono ovviamente narcisisticamente autoreferenziali, ma hanno l'obiettivo di illustrare cosa vuol dire quella sintesi (anch'essa sommamente infelice) secondo cui la macchina arriva a essere addirittura “più intelligente” dell'uomo. La lettura di questo segmento del libro dovrebbe opportunamente rassicurare il lettore intanto sul fatto che il primato dell'intelligenza umana non è minimamente in discussione, neanche con le futuristiche applicazioni che si stanno già sviluppando; una macchina per l'intelligenza artificiale è più “efficiente” dell'uomo, nella stessa misura (e per la stessa ra-

gione) per cui un'automobile è più efficiente di noi nel muoversi su lunghe distanze o una calcolatrice da tavolo "vince" la competizione con l'uomo nel calcolare il prodotto di due numeri a sei cifre. Si tratta, però, di macchine che sono state costruite da noi al fine di ottenere una particolare performance, quindi non chiederemo a un'automobile di calcolare una radice quadrata o a una calcolatrice di portarci al mare insieme al nostro bagaglio.

Le reti neurali artificiali, ispirate al funzionamento della nostra mente mostrano delle sorprendenti proprietà se confrontate con algoritmi tradizionali sviluppati dai matematici. Una di queste strane proprietà deriva dal fatto che, nella nostra mente, non vi è una separazione strutturale tra la memoria e la capacità di elaborazione; se facciamo il confronto tra la nostra "macchina per pensare" e un computer (comparazione di per sé assai imbarazzante per i nostri computer dal punto di vista delle performance) ci rendiamo conto che le cellule neurali rappresentano sia una unità di memoria, sia una centrale di elaborazione. Da questa peculiare caratteristica deriva il fatto che anche per le reti neurali artificiali, queste funzioni sono indistinguibili o, per meglio dire, ne possiamo fare un uso sapiente sia pensandole come unità di memoria che come processori in grado di elaborare dati.

Il sesto capitolo cerca di allargare la prospettiva e far intendere come queste tecnologie siano il risultato indiretto della ricerca scientifica di base. Nell'ascoltare in dettaglio gli esperimenti "di frontiera" che vengono condotti dentro i grandi laboratori come il CERN di Ginevra o i laboratori sotterranei costruiti sotto il "nostro" Gran Sasso in Abruzzo, l'uomo della strada è spesso assalito dal dubbio, per certi versi legittimo, su cosa possa servire studiare le proprietà

dei più intimi costituenti della materia e se sia saggio impiegare risorse finanziarie e umane così cospicue per portare avanti questi esperimenti la cui ricaduta tecnologica (e quindi sociale) è quantomeno lontanissima nel tempo se non, addirittura, del tutto ipotetica. Al neofita che si avvicina a questo mondo sfugge certamente quella ricaduta indiretta, quei benefici sociali che la nostra società ha tratto indirettamente da questa “inutile” e costosa ricerca fondamentale. Possiamo ad esempio chiederci cosa sarebbe stata la nostra vita sociale e quanto avrebbe più sofferto l'intera economia mondiale se, durante l'emergenza della pandemia, non avessimo avuto la opportunità di accedere al telelavoro o la possibilità di scaricare il nostro green-pass rimanendo comodamente a casa. Ebbene, tutte queste possibilità ci vengono da quella infrastruttura che, anche qui un po' impropriamente, tutti chiamiamo Internet. E sarà certo una sorpresa per molti miei lettori scoprire che Internet non è una “invenzione” degli informatici, ma una tecnologia ormai ampiamente diffusa su scala planetaria che ha avuto origine in un laboratorio di fisica delle particelle elementari. Con spirito anche un po' ludico, ci è piaciuto ventilare una bizzarra ipotesi: cosa sarebbe accaduto se avessimo messo, noi scienziati e ricercatori, il copyright su quell'imprevedibile prodotto del nostro “astratto e inutile” lavoro? E cosa sarebbe cambiato se fossimo stati noi, per così dire, “della ricerca pubblica” a prendere consapevolezza, con un po' di sana “avidità” e ambizione, delle immense possibilità che si aprivano grazie all'uso dell'intelligenza artificiale? E se fosse arrivata la NASA, prima di Google Earth, a capire quale fonte straordinaria di guadagni veniva da una piattaforma *easy-to-use* per “camminare” da casa su tutto l'ecumene, gra-

zie alle immagini da satellite? Quanti voli spaziali avremmo potuto già progettare o realizzare con i soldi che sta incassando Google attraverso i milioni di utenti che pagano per essere visibili su quella piattaforma? La ricerca pubblica ha indubitabilmente questo difetto (o è più propriamente un pregio?): non incassa mai i risultati economici derivanti dai prodotti che permette di sviluppare! Confidiamo che, con il sesto capitolo, vi convinceremo di questo!

Nessuno dei capitoli presenta particolari difficoltà matematiche che possano mettere in difficoltà un qualunque lettore che abbia almeno seguito qualche anno della scuola secondaria superiore. Tuttavia nella seconda parte del primo e del quarto capitolo abbiamo introdotto degli approfondimenti più rigorosi dal punto di vista formale che potrebbero risultare ostici per alcuni; queste poche pagine si possono comunque “saltare” senza compromettere la comprensione del resto del libro.

Nell'ultimo capitolo abbiamo infine “confinato” quelle osservazioni e quei commenti che sono riconducibili alle opinioni personali dell'autore e non sono, quindi, da considerarsi delle verità scientifiche consolidate e universalmente condivisibili. È stata nostra cura rigorosa e quasi maniacale tenere ben distinte queste due parti: mentre nei primi sei capitoli si è utilizzato un approccio che, per quanto divulgativo e “aperto” al vasto pubblico di lettori, fosse rigoroso e facesse riferimento a metodologie certe, consolidate e, in quanto tali, poco opinabili, nell'ultimo segmento del testo, abbiamo raccolto delle considerazioni del tutto personali su cui è lecito certamente nutrire delle perplessità ovvero è perfettamente ragionevole non condividere affatto. Se nei primi sei capitoli abbiamo cercato di dotare il lettore

di quegli strumenti di conoscenza che gli fossero utili per formarsi una propria opinione sul futuro dell'intelligenza artificiale e sui pericoli (veri o presunti) che essa può prefigurare per il futuro della società umana, nell'ultima sezione si è cercato di stimolare ulteriori libere osservazioni su quali prospettive, positive o negative, si aprono con il diffondersi delle applicazioni, cosiddette, "intelligenti".

Un'ultima premessa è necessaria svolgere a proposito del nome che si usa per indicare la materia di questo piccolo saggio: intelligenza artificiale. Nel titolo abbiamo anteposto l'aggettivo *presunta*, essendo tale terminologia, a parere di chi scrive, decisamente sproporzionata e, purtroppo, perfettamente coerente con una diffusa quanto sciagurata tendenza della letteratura divulgativa del nostro tempo a usare parole "a effetto" che finiscono per allontanare il pubblico dalla conoscenza scientifica piuttosto che incuriosirlo sulle grandi sfide della ricerca contemporanea. Varrà come esempio emblematico, crediamo, citare il termine *particella di Dio* che è stata ormai affibbiata definitivamente a una particolare particella, più propriamente nota ai fisici come bosone di Higgs, la quale è stata recentemente osservata nei grandi acceleratori del Centro Europeo per la Ricerca Nucleare di Ginevra. In effetti Leon Max Lederman, premio Nobel per la fisica nel 1988, in un testo divulgativo pubblicato nel 1993, avevo indicato quella particella come *goddam particle*, ovvero particella maledetta da Dio e la presunta "maledizione" alludeva semplicemente al fatto che la particella risulta particolarmente difficile da rivelare in un esperimento. Fu l'editore del libro a convincerlo a modificare il titolo utilizzando per la prima volta il termine che poi ha avuto larga diffusione.