

## La comunicazione

Vincenzo Calabrò  
Liceo Classico Sperimentale Statale "B.Russell" di Roma  
[v.calabro@iol.it](mailto:v.calabro@iol.it)  
<http://users.iol.it/v.calabro>

### Abstract

*Viene messo in evidenza il progetto di lavoro inerente all'approfondimento tematico generale e agli approfondimenti specifici di fisica che l'intera classe 3° Tr. C (ind. scient.) e in particolare quattro allievi hanno affrontato durante l'intero anno scolastico 1997/98 nel corso di fisica e laboratorio svolto dal docente titolare. Quello che segue, pertanto, è il punto di vista dell'Autore inerente alle linee di azione e ai criteri didattici e metodologici che gli hanno permesso di sviluppare il percorso tematico.*

### 1. Introduzione

Com'è noto dalla Relazione generale del Consiglio di classe del 3° anno del triennio scientifico, sezione C, gli allievi hanno effettuato un *Approfondimento Tematico* inerente al tema "La comunicazione" mentre altri studenti, in aggiunta, hanno effettuato anche un *approfondimento individuale* riguardante sia esperimenti relativi alla trattazione empirica del tema in oggetto, sia approfondimenti teorici di altri temi di fisica.

L'argomento "la comunicazione" non ricorre frequentemente nella normale prassi didattica, né si presta facilmente ad essere approfondito in Fisica visto il particolare legame che lo lega agli aspetti prevalentemente linguistici. Tuttavia, nella prospettiva di una didattica effettivamente interdisciplinare e nella logica di un curriculum liceale di tipo sperimentale, il contenuto del tema proposto permette, sebbene con molta circospezione, un'attività di riflessione abbastanza significativa che può essere posta all'attenzione dei giovani durante l'ultimo anno del corso triennale di Fisica a patto però di circoscrivere senza ambiguità il campo di interesse e di studio.

In estrema sintesi dirò che con questo lavoro di approfondimento generale ho tentato di sviluppare una riflessione allo stesso tempo metodologica ed epistemologica inerente alla necessità di introdurre delle tematiche concettuali che sono state più rilevanti per lo sviluppo sia del progresso delle scienze, sia del corso di fisica. Un elemento di questo dibattito riguarda, come è noto, il cosiddetto problema del "senso linguistico" da attribuire o meno al sapere scientifico, cioè se la scienza può essere considerata un'impresa culturale che sviluppa asserti scientifici *in grado di comunicare* convenientemente oppure no.

La filosofia della scienza degli anni '50 in poi risponde in modo positivo a tale quesito e sviluppa le sue considerazioni lungo due direttrici:

1. **la fisica è un sapere che possiede capacità di penetrazione conoscitiva.** In quanto tale gli asserti fisici possiedono certamente *carattere comunicativo* e la comunicabilità dei costrutti scientifici è testimoniata dall'esistenza di una lingua ben precisa che produce risultati certificabili di affermazioni che una teoria fisica effettua non in base a presentazioni di affermazioni basate su un linguaggio aperto e non rigoroso ma come discorso svolto secondo regole e procedure concordate di costruzione e di verifica su base non solo teorica ma anche empirica (indipendentemente poi se la base empirica è molto meno solida ed oggettiva di quanto generalmente si creda: si veda a tale proposito il rapporto teoria-esperienza);
2. **la fisica è un sapere le cui radici sono linguisticamente robuste,** nel senso che il concetto di *comunicazione* nella scienza non è improvvisato ma si trova ben saldo su fondamenta che ineriscono agli aspetti logici e matematici, oltre che scientifici.

Fra le diverse e variegata diretrici di marcia che si possono sviluppare a questo proposito ho scelto deliberatamente di tratteggiare la posizione, a mio giudizio, epistemologicamente più corretta che inerisce al significato stesso di scienza empirica e cioè al fatto che è necessario privilegiare quelle decisioni di *natura comunicativa* che sono il risultato di un controllo empirico delle asserzioni ipotizzate attraverso i cosiddetti “referti sperimentali”, in quanto essi costituiscono, come è noto, gli “oggetti” della teoria.

E’ da aggiungere poi che dal punto di vista della fisica il problema della “comunicazione” non riguarda, come è noto, né il *solo aspetto linguistico* come veicolo di comunicazione, né gli *strumenti tecnologici della comunicazione*, né l’*efficacia della comunicazione* medesima, ecc. Quello che interessa qui evidenziare, e che mi ha indotto a considerare come la vera matrice argomentativi del progetto, è che il concetto di comunicazione (per molti aspetti ridondante) è ricondotto più correttamente dalla scienza a interazione trasversale tra la questione *metodologica*, quella *metrologica* oltre che naturalmente *linguistica*.

Da questo punto di vista, il problema della disamina delle teorie della “comunicazione” si inserisce dunque nell’importante filone della discussione sul metodo o meglio sui “metodi” attraverso i quali si confermano la validità (scientificità) delle proposizioni scientifiche (Popper e il *falsificazionismo*, Lakatos e i *programmi di ricerca scientifici*, Feyerabend e l’*anarchismo epistemologico*, Kuhn e i *paradigmi e le rivoluzioni scientifiche*, ecc...). Naturalmente, l’approfondimento ha anche permesso una adeguata riflessione del tema dal punto di vista tecnologico, cioè dell’uso che si fa nella vita quotidiana dei più importanti strumenti fisici della comunicazione che hanno, com’è noto, nel corso di elettromagnetismo classico la loro base teorica e culturale.

## 2. Approfondimento generale

Il Consiglio di Classe - all’inizio dell’anno scolastico e secondo l’Ipotesi di Sperimentazione in atto - ha individuato la necessità che si sviluppasse un approfondimento tematico sulla questione della **comunicazione** e sulle implicazioni che da questa discendono. Di comune accordo è stato deliberato che i docenti di Fisica e Filosofia effettuassero degli interventi in profondità su alcune figure di rilievo nel panorama dell’epistemologia contemporanea. La scelta ha coinvolto il *metodologo* e *linguista* Popper. Essa è basata sul fatto che, come è noto, Popper introduce l’impossibilità della verifica degli asserti scientifici enfatizzandone l’aspetto falsificazionista.

Al di là dell’importanza dei temi popperiani il percorso logico che ha caratterizzato l’approfondimento generale soprattutto dal punto di vista del lavoro in comune con l’insegnante di Filosofia è stato il seguente:

1. la fisica e la sua struttura interna: i fondamenti della fisica;
2. la portata conoscitiva delle teorie fisiche;
3. il rapporto scienza-tecnologia;
4. il ruolo dell’esperimento in fisica ed esempio concreto di condotta di un esperimento.

## 3. Qualche notizia in più

Nella *Lettera a Lord Chesterfield* nel Febbraio 1755 Samuel Johnson dice: «Vi sono due tipi di conoscenza. O si conosce una materia in prima persona o si sanno trovare informazioni al riguardo». Quando si vogliono giustificare gli eventi di portata rivoluzionaria che hanno mutato il mondo negli ultimi secoli trasformando l’intera società civile si scopre che l’origine del tutto sono idee nate per soddisfare l’esigenza di “comunicazione” dell’uomo. La radio, il telegrafo, la televisione, il telefono, il computer, la telematica sono scoperte fisiche di strumenti di comunicazione che hanno prodotto in maniera incancellabile significative trasformazioni della civiltà. L’alfabeto, la grammatica, la sintassi sono scoperte linguistiche che hanno veramente cambiato l’uomo. I giornali, i libri, le riviste, la multimedialità sono scoperte che riguardano la comunicazione e che si può dire hanno lasciato un’impronta indelebile sulla civiltà mondiale. Si può

ben dire che la nostra società è una società fondata sull'informazione la quale ha bisogno della comunicazione per essere trasportata e riprodotta e, quindi, essere comprensibile.

Come insegnante di fisica ritengo in questa sede necessario giustificare la scelta di avere insistito, in sede di Programmazione didattica, sulla necessità di sviluppare alcuni aspetti basilari del programma del corso che danno avvio al contesto argomentativo relativo all'elettromagnetismo classico e al successivo passo dello sviluppo tecnologico di alcuni aspetti della visione scientifica di Maxwell. E' chiaro che il livello a cui mi sono attenuto, soprattutto sulla parte tecnologica, è di tipo liceale, non eccessivamente formalizzato, essenzialmente qualitativo-concettuale, non certo tecnico-professionale, come si evince d'altronde dalla lettura di qualsivoglia manuale di 5° liceo scientifico. La pila elettrica *voltiana*, il motore elettrico, i generatori elettrici in c.c. e c.a., l'esperimento hertziano e la produzione di onde (prima meccaniche e poi elettromagnetiche), l'invenzione meucciana del telefono e il ruolo svolto da Righi, nonché quello svolto da Galileo Ferraris, La venuta alla ribalta di Marconi, e tanti altri avvenimenti sono stati i protagonisti della dimensione tecnica dell'approfondimento. La visita al Museo dell'energia elettrica dell'ENEL a Roma ha aggiunto valore culturale alla discussione dei temi trattati.

Gli approfondimenti individuali svolti personalmente dagli studenti hanno riguardato tutti un: *"lavoro di ricerca inerente a un esempio concreto di condotta di un esperimento di Laboratorio di Fisica"*. Questo lavoro si è posto l'intento di confermare empiricamente la validità di alcune conseguenze del tema inerente alla comunicazione. Come si può facilmente intravedere gli approfondimenti - al di là delle differenze e delle specificità contenutistiche che li hanno contraddistinti - sono legati da uno stesso filo metodologico ed epistemologico e permettono di comprendere l'esigenza di illustrare come i problemi afferenti alla dimensione empirica della fisica hanno dei risvolti che interessano la possibilità o meno di confermare la nuova e straordinaria ipotesi fisica di J.C. Maxwell.

L'attività empirica ha visto gli allievi coinvolti come ricercatori in laboratorio alla prova concreta di un controllo sperimentale in prima persona mediante una serie di esercitazioni inerenti alla comprensione della trasmissione di comunicazione ondulatoria (sebbene di tipo meccanico) due tipologie di apparecchiature oggetto dell'esperimento.

#### **4. Approfondimento specifico**

L'argomento "comunicazione" come abbiamo già detto prima non ricorre frequentemente nella normale prassi didattica. Come è stato affrontato specificamente dal punto di vista scientifico-tecnologico che è poi l'approccio corretto della fisica? In estrema sintesi diremo che l'attività di studio e di analisi ha riguardato la dimensione sia scientifica, sia tecnologica.

L'argomento è troppo vasto per essere sviluppato interamente. Si è imposta pertanto una drastica riduzione degli intendimenti dovuta non solo a difficoltà di padroneggiare significativamente i temi citati ma, soprattutto, per ragioni che hanno riguardato gli obiettivi didattici dell'approfondimento. Si è stabilito di effettuare delle scelte ben precise e mirate a mete più limitate, in modo tale che potessero interagire, peraltro in modo significativo, con il corso di fisica. Siamo stati costretti pertanto a effettuare una scelta che ha previsto soltanto un singolo intervento relativo a un approfondimento di contenuto effettuato dal punto di vista delle scoperte, delle idee, degli strumenti e dei dispositivi della comunicazione intesa prevalentemente nell'accezione della trasmissione di informazioni sotto forma di onde elettromagnetiche. Nello sviluppo della comunicazione l'elemento per i nostri scopi più importante e significativo che è stato preso in considerazione è certamente lo "strumento tecnologico" che permette la trasmissione fisica dell'informazione.

Dal falò alla telematica, dalla selce al silicio, dal messaggero di Maratona a Internet, dal testo all'ipertesto la scienza ha inventato nuovi strumenti di comunicazione via via sempre più evoluti ed efficaci. Su un normale vocabolario la parola comunicazione viene definita come "l'azione, il fatto di comunicare, e cioè il trasmettere e rendere partecipe una informazione" (De Felice-Duro, p.453). Il termine comunicazione tuttavia ha assunto nel tempo significati sempre più specifici e precisi.

Inizialmente usato "con riferimento alle strade, ai ponti, alle rotte navali, ai fiumi e ai canali, si è trasformato con l'era elettronica in *movimento di informazione*"(McLuhan). Aggiungiamo inoltre che se guardiamo al passato ci accorgiamo che la comunicazione è passata attraverso alcune rivoluzioni che si sono succedute nel tempo. Gli studiosi parlano di rivoluzione "chirografica", di rivoluzione "gutemberghiana" e di rivoluzione "elettrica ed elettronica".

Come è noto i mezzi di informazione attraverso i quali viene realizzata la comunicazione influenzano direttamente e indirettamente la società nella quale l'uomo ha vissuto, vive e molto probabilmente vivrà. L'effetto più appariscente di queste rivoluzioni è stato quello di far circolare le informazioni a una velocità sempre maggiore e in modo sempre più economico.

Vi è sempre stata in atto, come costante caratteristica e in qualunque momento del periodo storico considerato della società occidentale, la tendenza a produrre e mettere in esercizio mezzi di comunicazione sempre più sofisticati, in grado cioè di migliorare la comunicazione dal punto di vista sia dello spazio, sia del tempo diventando pertanto volontaria protagonista del processo di cambiamento e di mutazione della società stessa.

Dalla trasmissione di segnali elettrici prodotti per la prima volta da H. R. Hertz nel 1888 come conferma empirica della teoria classica dell'elettromagnetismo di J. C. Maxwell al telegrafo, dal telefono alla radio, dalla televisione al computer e alle reti telematiche le società sono sempre state modellate - come dice Marshall Mc Luhan, "più dalla natura dei mezzi di comunicazione attraverso i quali gli uomini comunicano che non dal contenuto della comunicazione". Un esempio di quanto detto può essere illustrato mettendo a confronto la società europea com'era prima e dopo la scoperta della macchina termica avvenuta con Thomas Savery all'inizio della prima rivoluzione industriale. Si potrebbe continuare aggiungendo la scoperta e l'introduzione della macchina elettrica a metà '800. Non è pensabile affermare che queste due potenti scoperte scientifiche che la fisica ha prodotto e le conseguenti ricadute tecnologiche non hanno avuto alcuna influenza sulla società. Per non parlare della scoperta della fissione nucleare del nucleo di Uranio e del controllo della reazione avvenuta nel '42 a Chicago con E. Fermi.

Questa tendenza si nota ancor di più oggi in cui le strategie delle grandi multinazionali sono impegnate sul fronte della *mondializzazione* e cioè dell'attenzione che viene riservata nel passaggio dai tradizionali modi di vivere e della produzione di beni di consumo ai servizi.

Molto brevemente si è trattato di mettere l'accento sulla consapevolezza, ormai diventata certezza, che l'era dell'automobile e di qualche altro bene di consumo tradizionale sta tramontando, mentre si va sempre più imponendo l'attenzione verso i nuovi mezzi di comunicazione e dei servizi. Un solo esempio per tutti. Oggi nel mondo si vendono circa 30 milioni di auto all'anno che potranno diventare tra un decennio al massimo 50 milioni, non di più. Per contro, i televisori attivi oggi nel mondo sono circa 250 milioni e gli abbonati al telefono circa 600 milioni. Quanto ai computer si parla di 200 milioni di esemplari in funzione, di cui 30 milioni collegati alla rete.

Bene. Le previsioni ci informano che tra 5 anni la rete Internet supererà abbondantemente quella telefonica e il numero dei suoi utenti sarà almeno di 1 miliardo. Ciò significa che la Tecnologia dell'Informazione e le Telecomunicazioni in generale si vanno imponendo come i servizi del futuro e le nuove forme di comunicazione prevederanno l'uso massiccio e intenso di questo nuovo mezzo di comunicazione, chiamato *telematica*.

Può la scuola disinteressarsi di questo importante fenomeno scientifico oltreché socioeconomico e quindi culturale e non riflettere adeguatamente sull'esistenza di tematiche inerenti alla scienza della comunicazione? Le radici del problema sono tutte qui.

Fra le diverse e variegate direttrici di marcia che si potevano sviluppare a questo proposito abbiamo scelto deliberatamente di tratteggiare la posizione - a nostro giudizio epistemologicamente più corretta - che inerisce al significato stesso di scienza empirica e cioè al fatto che è necessario privilegiare quegli aspetti di idee e di contenuto riguardanti il tema la comunicazione che sono il risultato di un controllo empirico delle asserzioni ipotizzate attraverso i cosiddetti "referti sperimentali". Da ciò l'esigenza di introdurre attività sperimentali che potessero confermare la

natura della fisica come scienza empirica che sottopone i propri asserti e le proprie ipotesi di lavoro a controllo sperimentale di laboratorio.

Due allievi della classe hanno sviluppato due interessanti esperimenti di fisica le cui relazioni sono disponibili in un caso mediante tradizionale supporto cartaceo, mentre nell'altro caso sottoforma di documento ipertestuale in linguaggio HTML che verrà inserito, a breve, nelle pagine WEB del sito Internet del liceo. I due resoconti contengono tutte le informazioni che ineriscono a una corretta prassi di lavoro di laboratorio secondo i criteri e le metodologie tipiche della ricerca scientifica.

La prima allieva, Giulia Festa, ha sottoposto a conferma empirica la legge delle onde stazionarie prodotte da vibrazioni meccaniche proponendosi l'ambizioso e originale obiettivo di ripercorrere il cammino storico di ricerca che condusse H.R.Hertz nel 1888 a progettare e realizzare lo storico esperimento, analogo a quello svolto dall'allieva, di conferma della produzione, propagazione e rivelazione di onde elettromagnetiche. Il secondo allievo, Emiliano Minella, si è concentrato invece sulle caratteristiche tecnologiche che costituiscono un semplice circuito elettrico adatto a produrre onde, proponendosi come obiettivo per niente secondario l'utilizzo delle tecniche e dei procedimenti di misura dei parametri fondamentali (R,L,C) di un circuito oscillante che produce le onde elettromagnetiche.

Non rientra negli scopi di questo lavoro l'interessarsi alle complesse, multiformi e variegate questioni di natura differente dalle tematiche fisiche oggetto di indagine scientifica. Altre importanti riflessioni di carattere linguistico, semiologico, segnico, ecc. sono state lasciate agli altri insegnanti della classe.

L'attività che è stata svolta con gli allievi maturandi riguarda essenzialmente una riflessione effettuata dalla classe in merito alla natura dei mezzi di comunicazione. In particolare di tipo elettromagnetico, senza tuttavia avere la pretesa di essere stati esaustivi e/o approfonditi.

Per completezza di informazione si fa rilevare che altri due allievi hanno svolto approfondimenti personali di fisica. L'allievo Cao Xiao ha rivolto la propria attenzione agli importanti aspetti che legano, nel campo della storia dell'elettromagnetismo classico di Maxwell, il *campo e l'etere*. Lo studente Ciogli Andrea si è soffermato sul *rapporto analogico* e sugli effetti fisici che intercorrono tra l'ente fisico ondulatorio *luce* e l'analogo ente fisico ondulatorio *suono*.

L'attività teorica che è stata svolta con gli allievi maturandi ha riguardato essenzialmente delle riflessioni effettuate dalla classe in merito alla natura dei mezzi di comunicazione. In particolare si è messo l'accento sull'importante sviluppo tecnologico e storico dei dispositivi di tipo elettromagnetico che hanno permesso la produzione delle onde elettromagnetiche, senza tuttavia avere la pretesa di essere stati esaustivi e/o approfonditi.

Al di là dell'importanza filosofica, storica, sociologica ed epistemologica della "questione comunicazione" qui interessa fare emergere il tipo di lavoro che è stato svolto in classe durante le poche lezioni di approfondimento di fisica che hanno coinvolto la centralità della dimensioni empirica e tecnologica della fisica stessa nell'ambito dell'argomento scelto, in quanto, come è facile prevedere nella scienza, alla fine di tutti i discorsi più o meno retorici, si ha sempre a che fare con il tribunale inquisitore che è rappresentato, a detta di Galileo, da "*certe dimostrazioni e sensate esperienze*".

Il percorso didattico che ha caratterizzato questo lavoro è stato il seguente:

1. la teoria di Maxwell come paradigma fisico del tema riguardante la comunicazione;
2. i circuiti in corrente continua e in corrente alternata: analogie e differenze;
3. i circuiti oscillanti e il problema della produzione, propagazione e rivelazione delle onde elettromagnetiche;
4. la questione tecnologica dei mezzi di comunicazione;
5. il ruolo dell'esperimento in fisica e la trattazione di un esempio concreto di condotta di un esperimento riguardante hertz e la conferma empirica della produzione e rivelazione di segnali elettromagnetici.

Piuttosto che elencare acriticamente una miriade di microelementi riguardanti il vasto panorama della comunicazione ci si è soffermati specificamente nella trattazione puntuale della sola questione

dei circuiti oscillanti in regime di correnti variabili in modo tale da comprendere efficacemente, con persistenza di interessi, le ragioni delle cause che portarono alla brillante conferma della teoria elettromagnetica di Maxwell applicata come caso specifico nel campo della produzione, emissione, propagazione e rivelazione di onde elettromagnetiche, di cui *la luce* ne è un esempio significativo.

In conclusione, attraverso l'accoppiamento di resistori, induttori e condensatori in un circuito elettrico in regime variabile si è messa a fuoco la possibilità di creare sistemi generatori di onde e.m. a frequenze altissime che si propagano nello spazio alla velocità della luce.

Il lavoro didattico svolto nel corso di Fisica è da considerare un tentativo di risposta (sicuramente limitato e riduttivo) alle domande di didattica moderna e una possibile soluzione al problema della modifica della didattica delle scienze, soprattutto in relazione allo sviluppo di curricoli che prevedono l'interdisciplinarietà e il superamento della settorializzazione del sapere scientifico.

Per l'approfondimento generale si è utilizzata la seguente bibliografia:

1. M.E.Bergamaschini-P.Marazzini-L.Mazzoni, *Fisica per i licei scientifici*, Milano, C. Signorelli Editore, Vol.2 , 1993; (manuale del corso)
2. B. Russell, *L'ABC della Relatività*, Milano, Longanesi, 1985;
3. L. Geymonat, *Lineamenti di Filosofia della scienza*, Milano, Mondadori, 1986, pp.51-54,100-108;
4. E. Agazzi, *Temi e problemi di Filosofia della Fisica*, Roma, Abete, 1974, pp.323-327, 339-364.

Per gli approfondimenti specifici si è utilizzata la seguente bibliografia:

1. S.D'agostino, "Hertz's Researches on Electromagnetic Waves" in *Historical Studies in the Physical Sciences*, Princeton, Princeton University Press, 1975, pp.261-320;
2. S.D'Agostino, "Hertz e Helmholtz sulle onde elettromagnetiche", in *Scientia*, Milano, Luglio-Agosto 1971;
3. S.D'Agostino, *L'elettromagnetismo Classico*, Firenze, Sansoni, 1975;
5. P. HARMAN, *Energia, Forza e materia. Lo sviluppo della fisica nell'Ottocento*, Bologna, Il Mulino, 1984;
6. M. LA FORGIA, *Elettricità, materia e campo nella fisica dell'Ottocento*, Torino, Loescher, 1982;
7. C. DE MARZO, *Maxwell e la fisica classica*, Bari, Laterza, 1978;
8. A. BARACCA - S. RUFFO - A. RUSSO, *Scienza e industria 1848-1915*, Bari, Laterza, 1979;
9. S. D'AGOSTINO, *L'elettromagnetismo Classico*, Firenze, Sansoni, 1975;
- 10.P.A.TIPLER, *Fisica 2*, Bologna, Zanichelli, 1985;
- 11.H.REICHENBACH, *Da Copernico a Einstein*, Bari, Laterza, 1985;
- 12.A.BARACCA-S.RUFFO-A.RUSSO, *Scienza e industria 1848-1915*, Bari, Laterza, 1979.

Roma, 3 Giugno 1998

L'insegnante di Fisica  
Prof. Vincenzo Calabrò

