

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI



ROMA

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

1941-XIX

FENOMENI ACCOMPAGNANTI LE RADIOTRASMISSIONI (*)

(*) Discorso inaugurale a Trento. In « Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze », XIX riunione, Bolzano-Trento, 7-15 settembre 1930, vol. I.

Altezza Reale, Eccellenze, Signore, Signori,

Nell'iniziare il mio dire in questo eletto Consesso, oltre che ringraziare la Presidenza della Società Italiana per il Progresso delle Scienze per l'onore fattomi invitandomi a partecipare a questa importantissima e memorabile Riunione, desidero rivolgere il mio commosso ed esultante saluto alla nobile città che ci ospita e alla regione tutta che sta qui a baluardo della Patria.

Il mio saluto è commosso al pensiero della lotta pazientemente e tenacemente sostenuta da questo nucleo di italianità pura, ardente, indistruttibile, e per il tumulto di impressioni suscitate alla vista del luogo che è divenuto per noi un'ara consacrata dall'eroismo e dal sacrificio: il mio saluto è esultante per il compiacimento di trovarmi tra i fratelli del Trentino in una grande manifestazione prettamente italiana che si svolge sul suolo riconquistato alla Grande Madre sotto la guida del Re vittorioso, mentre il segnacolo della Patria sventola sicuro sul Brennero e al compimento dei nostri destini presiede e provvede la mente vigile e alerte del Duce.

Il tema del mio breve discorso è: « Fenomeni accompagnanti le radiotrasmissioni ». Tema vasto e che richiederebbe per una trattazione, sia pure incompleta, ben altro tempo di quello qui a mia disposizione. Io parlerò quindi di alcuni soltanto dei molti fenomeni che accompagnano le radiotrasmissioni e in modo alquanto sommario ed elementare.

Le numerose successive scoperte di tanti fatti nuovi ed interessanti, riguardo alla propagazione di manifestazioni elettriche, e lo studio delle proprietà e del comportamento dello spazio attraverso il quale le onde elettriche possono essere trasmesse, hanno aperto nuovi, vasti e fertili campi di utile ricerca che ci fanno sempre più efficacemente scrutare negli sterminati orizzonti di conquista per la trasmissione a qualsiasi distanza sulla nostra terra, e anche oltre, del pensiero umano della parola parlata e scritta, dei suoni e della musica, del controllo di energia a distanza e forse anche, un giorno, dell'energia stessa.

Circa ventinove anni fa, e precisamente nel dicembre del 1901, io potei scoprire la possibilità di trasmettere le onde elettriche a grandissime distanze e cioè fra l'Europa e l'America. Questa scoperta fu di grande importanza, non solo dal lato pratico, bensì anche da quello teorico, perchè insino ad allora pressochè tutti i fisici credevano che le onde elettriche scoperte da Hertz si sarebbero comportate presso a poco come quelle luminose e che quindi gli ostacoli e la curvatura della terra ne avrebbero inesorabilmente impedito la trasmissione lungo la superficie del globo a distanze superiori a qualche diecina o centinaia di chilometri.

Il successo delle prime trasmissioni radiotelegrafiche transatlantiche, confermando le mie ipotesi, mi convinse che molto probabilmente non vi sarebbero più distanze al mondo attraverso le quali non sarebbe possibile la trasmissione del pensiero umano per mezzo delle onde elettriche, senza l'ausilio di conduttori artificiali.

A quel tempo però mancava una razionale teoria che spiegasse come queste radiazioni elettriche potessero seguire la curvatura della terra e raggiungere lontanissimi paesi. Parecchi fisici e matematici (fra i quali il Raleigh, che nel 1903 lesse in proposito una memoria alla Società Reale di Londra), riferendosi ai risultati

che avevo ottenuto a distanza di parecchie migliaia di chilometri, dimostrarono col calcolo che tali risultati non potevano spiegarsi col fenomeno della diffrazione pura e semplice.

Altre esperienze che potei eseguire nell' Atlantico sul piroscampo *Philadelphia* durante il mese di febbraio del 1902, mi permisero di scoprire un altro fenomeno di una certa importanza, è cioè che con le onde di circa 2000 metri, da me allora adoperate, le distanze di trasmissione erano durante la notte parecchie volte maggiori che durante il giorno, il che faceva supporre che la luce solare limitasse grandemente la portata di propagazione delle onde elettriche nello spazio. Ciò, a sua volta, indicava o un assorbimento dell'energia delle onde elettriche causato dalla luce solare, oppure una variazione nelle condizioni che permettevano alle onde stesse di raggiungere le massime distanze (1).

Il fenomeno era particolarmente interessante perchè prove eseguite attraverso distanze assai più brevi, ove non subentrava la curvatura della terra, non avevano mai dato alcun accenno di variazioni nell'intensità dei segnali o nella portata, che si potessero attribuire agli effetti della luce solare.

Il matematico Heaviside in Inghilterra ed il fisico Kennelly in America furono i primi a lanciare l'ipotesi, presto universalmente accettata, che ad una certa altezza, a quel tempo non bene determinata, dovesse esistere uno strato di ionizzazione dell'atmosfera, ovvero uno strato conduttore costituente una specie di involucro concentrico alla superficie del nostro globo, involucro capace di riflettere o deflettere le onde elettriche in maniera tale da obbligare a seguire la curvatura della terra impedendone la irradiazione ed il disperdimento negli spazi infiniti.

L'ipotesi dell'Heaviside fu studiata ed ampliata da molti scienziati, fra i quali Poincaré, Raleigh, Thomson, Macdonald, Sommerfeld, Zenneck, Eccles, Appleton, Eckersley e tanti altri. Il Loewestein, in una memoria pubblicata nei « Proceedings of the Institute of Radio Engineers » di New York del giugno 1916, espresse l'ipotesi dell'esistenza di tre strati che potevano influenzare la propagazione delle onde elettriche: uno all'altezza di 11 chilometri dalla terra e gli altri due, rispettivamente, a 75 e 220 chilometri. Questa ipotesi si avvicina alquanto ai concetti più moderni che non solo suppongono la esistenza di molteplici zone o strati capaci di riflettere o piegare le onde elettriche, ma anche che queste zone variano di altezza e di distanza dalla terra a diverse ore del giorno, con le stagioni, e a seconda della loro ionizzazione o composizione dovuta, a sua volta, agli effetti della luce, all'attività elettrica e magnetica del Sole e forse ad altre cause ancora sconosciute (2).

La determinazione dell'altezza degli strati riflettenti o rifrangenti è stata e continua ad essere oggetto di laboriosi studi da parte di pazienti ricercatori fra cui Breit, Tuve e Dahl, Kenrick e Jen, che hanno presentato interessanti memorie al riguardo allo Institute of Radio Engineers di New York (3).

L'influenza di questi strati o zone spiegherebbe le variazioni di portata e di intensità delle diverse onde elettriche a seconda che queste si propagano attraverso zone illuminate od oscure, o quando prevalgono speciali condizioni dell'attività solare; dal che di conseguenza deriva che l'alternarsi delle stagioni e della luce del giorno all'oscurità della notte costituisce un elemento di primissima importanza per la determinazione delle onde più adatte alle radiotrasmissioni attraverso date distanze.

Al giorno d'oggi è necessario che il ricercatore delle proprietà delle onde elettriche e chi si occupa seriamente del progresso scientifico delle radiocomunicazioni si mantenga a contatto non solo con il lavoro dei fisici, dei matematici e degli elettrotecnici, ma anche con quello dei meteorologi e degli astronomi.

D'altra parte è probabile che presto i meteorologi, e forse anche gli astronomi, potranno alla lor volta attingere da noi, cultori della radio, notizie preziose, poichè i mezzi di ricerca adoperati nella scienza delle

radiotrasmissioni sono già tanto potenti e svariati che permetteranno un giorno anche ai meteorologi di ottenere dati riguardanti talune parti dell'atmosfera e dello spazio circa le quali essi possiedono, al giorno d'oggi, ben poche e ben dubbie informazioni.

L'avvento delle onde corte, col loro raggio d'azione mondiale, ci ha fornito oltre che un incentivo anche un mezzo per studiare tanti interessanti fenomeni in maniera assai più completa ed esauriente di quanto era possibile fare prima del loro avvento.

Quasi tutti oramai sanno che usando dei semplicissimi trasmettitori e ricevitori di onde corte, cioè di onde della lunghezza da 12 a circa 100 metri, è possibile, anche con l'impiego di poca energia elettrica, comunicare con l'Australia ed anche con gli antipodi quando le condizioni dell'atmosfera o dello spazio siano favorevoli; mentre con apparecchi perfezionati, impieganti maggiore energia con i sistemi di concentrazione della medesima detti sistemi a fascio, è possibile stabilire e mantenere servizi commerciali pressochè continui a tutte le ore del giorno, tanto per le trasmissioni radiotelegrafiche che per quelle radiotelefoniche, qualunque sia la distanza che separa le stazioni trasmittenti e riceventi.

Questi progressi ottenuti con l'impiego delle onde corte, le cui speciali e preziose proprietà furono in special modo da me studiate fin dal 1915 ed il cui uso pratico potei dimostrare e proporre fin dal 1922 (4) hanno ora permesso alle radiotrasmissioni di vincere la concorrenza dei cavi, obbligando potenti organizzazioni, che posseggono più del 50 % dei cavi sottomarini mondiali, a venire a patti con la organizzazione internazionale costituita per l'uso della Radiotelegrafia in Inghilterra.

I moderni impianti radiotelegrafici e radiotelefonici hanno permesso di estendere sempre più, mediante l'osservazione di fenomeni di difficile spiegazione, gli studi riguardanti la trasmissione delle onde; si è in tal modo ottenuta la constatazione di fenomeni sempre più interessanti, anche dal lato puramente scientifico, il cui studio, per le conclusioni che ne possono scaturire, è veramente affascinante.

Che le cosiddette onde lunghe utilizzate per la Radiotelegrafia non seguissero sempre la via più breve tra stazioni lontane era stato notato fin dal 1922 da un mio assistente l'ing. E. Tremellen. Le sue osservazioni furono eseguite, durante un viaggio attorno al mondo, per mezzo di speciali apparecchi trasmittenti e radiogoniometrici e provarono che in certi casi queste onde preferivano seguire una via lunga, uguale a circa i tre quarti della circonferenza terrestre, anzichè quella diretta e più breve uguale a un quarto della circonferenza medesima. Queste osservazioni furono da me riportate nella memoria che lessi innanzi all'Institute of Radio Engineers a New York, il 20 giugno 1922 (5).

Tale fenomeno è già da parecchio tempo praticamente utilizzato nelle stazioni moderne impieganti onde corte ed adibite alle trasmissioni a grandissime distanze. Infatti le stazioni inglesi del mio sistema a fascio, che fanno servizio pubblico tra l'Inghilterra e l'Australia, trasmettono le onde per la via più breve di circa 18.000 chilometri attraverso l'Europa e l'Asia, durante certe ore del giorno, mentre durante altre ore la trasmissione viene diretta per la via più lunga di circa 22.000 chilometri attraverso l'Atlantico, il continente americano e l'Oceano Pacifico. Data la velocità delle onde elettriche, che è approssimativamente di 300.000 chilometri al minuto secondo, la trasmissione dei segnali anche per la via più lunga non porta, naturalmente, alcun apprezzabile ritardo, essendo la ricezione, per ogni effetto pratico, istantanea.

Segnali che evidentemente facevano il giro completo della terra furono notati da un altro mio assistente, l'ing. Langridge, nel luglio del 1925, mentre ascoltava a Brentwood, in Inghilterra, i segnali trasmessi su di un'onda di 25 metri dalla stazione di Poldhu.

Un interessante ed accurato studio di questo fenomeno è stato fatto nel 1926 dal Quack, che ha registrato il frequente ricorrere (nelle radiocomunicazioni ad onde corte) della percezione di un segnale secondario, o duplicato di segnale subito dopo la ricezione del segnale principale. Da misurazioni eseguite dal Quack, in base alla durata dell'intervallo di tempo fra la ricezione del segnale principale e la ricezione del segnale secondario, risulterebbe che le onde nel fare il giro del globo terracqueo compiono un percorso di 41.000 chilometri. Il fatto che questo percorso è alquanto maggiore della circonferenza terrestre indicherebbe che le onde elettriche subiscono delle riflessioni o rifrazioni fra uno stato riflettente e la terra, oppure che esse percorrono un circolo massimo intorno alla terra situato a 182 chilometri di altezza (6).

È da notarsi che le trasmissioni che avvengono con i paesi più lontani, quelli cioè vicini agli antipodi, si effettuano molto spesso con maggiore facilità delle trasmissioni con paesi a distanze intermedie, cioè relativamente più vicini. Ciò avviene, non solo per il fenomeno del convergimento delle onde elettriche agli antipodi, bensì anche per il fatto che mediante il sistema a fascio le onde possono essere dirette per una via o per l'altra a volontà; se, per esempio, le condizioni per la via di levante non sono favorevoli, le onde possono essere dirette per la via di ponente.

Il fatto del convergimento delle onde elettriche agli antipodi, oramai sicuramente constatato e già subentrato nella pratica comune, era stato da me preveduto già 25 anni or sono, quando in una conferenza alla Royal Institution di Londra ebbi a dire che le radiotrasmissioni agli antipodi sarebbero state possibili con l'impiego di una energia elettrica relativamente piccola e quindi con una spesa proporzionalmente minore di quella che sarebbe stata necessaria per distanze intermedie (7).

Un fenomeno che ha molto appassionato gli studiosi è quello della ripetizione di segnali o echi elettrici, fenomeno che si verifica specialmente con onde di una lunghezza compresa fra i 14 e i 20 metri. Premetto che questi echi, per quanto interessanti dal lato della ricerca scientifica, non sono affatto graditi nelle stazioni radiotelegrafiche, per la ragione che la ripetizione di segnali tende spesso a confondere o per lo meno a rendere meno chiara la ricezione dei messaggi. Molto studio è anzi stato svolto a bordo dell' *Elettra* ed in altre stazioni, non tanto per osservare gli effetti dei cosiddetti echi, quanto per ideare dispositivi atti a sopprimerli.

Le ripetizioni di segnali il cui periodo di ritorno è più breve del tempo necessario alle onde elettriche per fare il giro completo della terra, sono state studiate dall'Eckersley (8), dal Van der Pol e da molti altri ricercatori. Ma vi sono ripetizioni di segnali o echi che indicherebbero percorsi assai differenti ed in alcuni casi enormemente maggiori della circonferenza terrestre. Tali echi sono stati frequentemente notati durante le esperienze di trasmissione e ricezione a lunga distanza fatte sul panfilo *Elettra* ed in molte altre stazioni ove ho eseguito ricerche. Io qui accennerò principalmente a quegli echi che hanno evidentemente attraversato grandissime distanze.

Se, per esempio, mediante un radiatore di onde corte trasmettiamo ad intervalli dei brevi impulsi o segnali, come sono i punti dell'alfabeto Morse, possiamo spesso, quando le condizioni siano favorevoli, sentire ed anche registrare su di un ricevitore o dispositivo oscillografico, dopo un tempo che può variare da una frazione di secondo a parecchi secondi ed anche a minuti primi, una fedele ripetizione del medesimo segnale. Ciò indicherebbe che il nostro segnale, prima di far ritorno a noi ha percorso centinaia oppure migliaia oppure anche milioni di chilometri; a seconda della maggiore o minore brevità dell'intervallo intercorso fra la trasmissione del segnale e la percezione dell'eco.

Più frequentemente accade che una prima ripetizione di segnale ci giunga, come è stato osservato dal Quack, circa un settimo di secondo dopo la trasmissione del segnale originale e che altre ripetizioni si susseguano poi con lo stesso ritmo, ma indebolendosi sempre più; ciò indicherebbe che il nostro segnale ha fatto più volte il giro completo della terra impiegandovi giusto il tempo richiesto dalla velocità delle onde elettriche, che sappiamo essere esattamente uguale a quella della luce.

Come si spiegano questi fenomeni?

Anzitutto, per i segnali che pare facciano una o più volte il giro completo della terra, si è notato che il fenomeno avviene quando le condizioni dello spazio sono tali da causare solo un assorbimento minimo dell'energia dell'onda impiegata e queste condizioni si verificano specialmente vicino agli equinozi e verso le ore dell'alba e del tramonto alla stazione osservatrice.

Si è potuto inoltre constatare, mediante le indicazioni dei radiogoniometri che rivelano con precisione la direzione di provenienza delle onde, che queste fanno il giro completo del globo seguendo di preferenza una zona di spazio esposta alla penombra della luce solare, la cosiddetta zona crepuscolare.

Nel 1928 il prof. Stormer di Oslo annunciò di aver potuto confermare delle osservazioni fatte dall'ing. Hals, riguardo all'esistenza di radio-echi ricevuti parecchi secondi dopo la trasmissione di ciascun segnale. Dato che la velocità delle onde elettriche è di circa 300.000 chilometri al minuto secondo, è necessario supporre che le onde causanti l'eco percorrano in certi casi centinaia di migliaia di chilometri. Infatti, nel corso di una conferenza tenuta ad Edinburgo nel febbraio di questo anno, il prof. Stormer espresse il dubbio che alcune onde adoperate nelle varie trasmissioni, fossero riflesse dall'orbita della luna (9).

Studi precedenti del prof. Pedersen ed altri avevano indicato la possibilità che le onde cosiddette corte, impiegate per la Radiotelegrafia, potevano, in certe circostanze, attraversare lo spazio di Heaviside ed emergere negli spazi interplanetari.

L'ipotesi dello Stormer è però che queste onde sono riflesse a grande distanza dal globo terrestre da strati elettrici o da elettroni proiettati dal sole. Particelle elettrizzate, provenienti dal sole, venendo a trovarsi sotto l'influenza del campo magnetico terrestre, verrebbero piegate attorno ad una zona di forma toroidale a grande distanza dalla terra. Le onde elettriche irradiate dai nostri apparecchi, dopo aver attraversato lo strato di Heaviside, verrebbero fermate e riflesse verso la terra dalla superficie interna di questa zona.

Secondo il Pedersen, invece, e specialmente in riguardo agli echi il cui intervallo del segnale originale è maggiore di un minuto circa, è probabile che le onde vengano deviate o riflesse da strisce o zone di ioni situate al di fuori dell'influenza del campo magnetico terrestre, dotate di una sufficiente densità di elettroni ed atte a conseguire formazioni tali da servire da riflettori delle onde, le quali, dopo aver subito una o più riflessioni, farebbero ritorno alla terra. È quindi possibile, sempre secondo il Pedersen, che gli echi di lungo intervallo siano causati da zone o strisce di ioni che, diramandosi dal sole, si estendano nello spazio ed agiscano sulle nostre onde elettriche a grandissima distanza dalla terra.

Ma vi è ancora di più. Secondo lo studio pubblicato dal Pedersen (10), al quale vorrei rimandare coloro che desiderassero approfondirsi in questa materia, si possono anche ottenere echi elettrici che indicherebbero che lo strato o zona riflettente si può trovare perfino alla distanza di 40 milioni di chilometri dalla terra.

L'ing. Hals ha riferito di aver osservato questi echi dopo intervalli di 3 minuti e 15 secondi e perfino di 4 minuti e 20 secondi.

Se teniamo sempre presente il fatto che la velocità delle onde elettriche è di 300.000 chilometri al minuto secondo, queste osservazioni indicherebbero che la distanza da esse attraversata è rispettivamente di 58.500.000 e di 78 milioni di chilometri.

Settantotto milioni di chilometri! Se ciò corrisponde al vero, quale enorme progresso si sarebbe già compiuto dall'epoca delle mie prime esperienze, quando queste medesime onde si potevano percepire tutto al più ad una distanza di una ventina di metri!

È giusto però ricordare che alcuni fisici, come il Van der Pol, negano che le onde elettriche possano uscire dall'atmosfera terrestre ed attraversare così enormi distanze. Essi spiegano il ritardo dei segnali di eco o di ritorno con l'ipotesi che esso sia causato da una speciale distribuzione elettronica dello strato di Heaviside capace di grandemente ridurre la velocità di gruppo in rispetto alla velocità di fase. Ma questa spiegazione è impugnata da parecchi scienziati, fra cui il Pedersen. Alle ipotesi di questo ultimo io sono piuttosto favorevole, giacché non vedo la ragione per cui debba escludersi la possibilità che onde di una certa frequenza da noi trasmesse attraversino lo strato di Heaviside o altri strati, visto che questi strati sono tutti attraversati da una molteplicità di fenomeni, di effetti e di onde che pervengono fino a noi dal sole, primissimi fra essi il calore e la luce.

Un importante studio sulle teorie della propagazione delle onde elettriche è stato fatto e pubblicato dal prof. G. Vanni (11) ed un interessante compendio di studi fatti sullo stesso argomento è stato compilato dall'ing. Raffaele Marsili (12).

Per spiegare il fenomeno della trasmissione delle onde elettriche a grandi distanze sulla terra è necessaria l'ipotesi non già di un solo strato conduttore, rifrangente o riflettente, bensì di parecchi di questi strati, e per spiegare molti fenomeni di eco occorre immaginare ancora altri strati a distanza di migliaia o milioni di chilometri, capaci di rifrangere o riflettere le onde elettriche ora utilizzate nelle radiotrasmissioni.

Osservazioni recenti fanno credere che la zona o quota in cui normalmente viaggia l'onda elettrica quando questa percorre grandi distanze, sia funzione della lunghezza o frequenza d'oscillazione dell'onda stessa. Ma di importanza capitale a questo riguardo è anche l'angolo, rispetto alla superficie della terra, secondo il quale vengono irradiate o proiettate le onde dalle stazioni trasmettenti.

Studi fatti su tale argomento ed anche in riguardo all'angolo di arrivo delle onde provenienti da stazioni lontane, hanno non solo facilitato il raggiungimento di sempre migliori e più regolari comunicazioni fra distanti paesi, ma ci hanno dato un mezzo, direi quasi, per esplorare elettricamente lo spazio attorno a noi e determinare l'altezza e le variazioni di altezza del cosiddetto strato di Heaviside, come pure di altre zone o strati esistenti a distanza più o meno grande della terra, zone che agevolano od ostacolano la trasmissione delle onde di varia lunghezza a determinate distanze.

Per le trasmissioni radiotelefoniche pubbliche ora effettuate in modo regolare tra l'Italia e la Sardegna decisi di impiegare un'onda cortissima di meno di 10 metri (30.604 kilocicli), onda mai prima usata per servizi continui e commerciali. Da misurazioni recentissime fatte, sembrerebbe che lungo il percorso fra la Sardegna ed il continente italiano, quest'onda venga rifratta e contenuta in uno spazio compreso fra la superficie della terra ed uno strato situato assai più basso dello strato di Heaviside. Che sia esso quello già indicato dal Loewenstein all'altezza di solo 11 chilometri?

Anche presso queste stazioni si è constatato con certezza, pochi giorni or sono, l'esistenza di echi, mai prima osservati, a quanto mi consta, con onde così corte.

Osservazioni sul comportamento di onde più lunghe di 10 metri, sembrano avere stabilito che queste non sono confinate ad uno spazio ristretto vicino alla terra.

La propagazione delle onde elettriche attraverso le grandi distanze dipende ancora da una serie di incognite che vanno indagate e che hanno apparentemente a che fare con le forze elettriche e magnetiche dell'universo, fra le quali non bisogna dimenticare le aurore boreali e soprattutto il nostro Sole onnipotente. Chissà dove ci condurranno queste ricerche?

Nella pratica moderna delle radiocomunicazioni gli echi hanno già un'importanza considerevole. Se non esercitano un'azione seriamente dannosa sulla Radiotelegrafia e sulla Radiotelefonìa, essi esercitano tuttavia un'azione deleteria sulla radiotrasmissione delle immagini e nella televisione a grande distanza, per la ragione che queste ripartizioni di impulsi e di segnali tendono ad offuscare e confondere le immagini.

L'Eckersley (13), in una sua memoria, tratta assai diffusamente dell'effetto degli echi o segnali multipli, e fornisce grafici che dimostrano gli effetti di questo fenomeno che, assieme alle variazioni di intensità nei segnali, costituisce il principale ostacolo alla relazione pratica di quella nuova meraviglia che è la visione a distanza o televisione.

Importantissime ricerche su questo argomento sono ora in corso in molte parti del mondo, e sono certo che i progressi recentemente conseguiti nella stabilizzazione delle frequenze e nella trasmissione e ricezione delle onde a fascio, tenderanno a fare sormontare le difficoltà che ancora si oppongono alla realizzazione pratica della televisione a grande distanza.

In conclusione posso dire che siamo ben lungi dal sapere come pienamente utilizzare le portentose possibilità che ci offrono le onde elettriche. Però le nostre cognizioni sul comportamento di queste onde, come su quello dello spazio che ci attornia, aumentano ogni giorno, pur lasciando in moltissimi di noi l'impressione che, in proporzione per lo meno uguale, si estende anche il campo delle cognizioni che ci restano ancora da acquisire.

Le grandi conquiste già fatte ci permettono tuttavia di asserire oramai con certezza che, per mezzo delle onde elettriche, l'umanità non solo ha a sua disposizione un nuovo e potente mezzo di ricerca scientifica, ma sta conquistando una nuova forza e utilizzando una nuova arma di civiltà e di progresso che non conosce frontiere e può perfino spingersi negli spazi infiniti ove mai prima di ora, forse, è potuto penetrare il palpito o una qualsiasi manifestazione dell'attività e del pensiero dell'uomo.

Questa nuova forza, la quale sta prendendo una parte sempre più decisiva nella evoluzione della civiltà umana, è certo destinata al bene generale col promuovere la reciproca conoscenza tra i popoli, favorendo in tal modo la pace, permettendoci di sempre più soddisfare un desiderio essenzialmente umano, quello, cioè, di poter comunicare fra di noi con facilità e rapidità, annientando quell'elemento potente di separazione che si chiama distanza.

- (1). " Proceedings of The Royal Society ", vol. 70, pag. 344, 1902.
- (2). G. MARCONI, " Atti della R. Accademia dei Lincei ", vol. 3, pag. 78, 1916.
- (3). " Proceedings of the Institute of Radio Engineers ", New York, settembre 1928 e aprile 1929.
- (4). " Proceedings of the Institute of Radio Engineers ", New York, vol. X, n. 4, agosto 1922.
- (5). Op. cit.
- (6). E. Quack, " Zeitschrift über Hochfrequenztechnik ", 28, 117, 1926.
- (7). " Recent advances in Wireless Telegraphy ", Royal Institution, 3 marzo 1905.
- (8). T. L. ECKERSLEY, " Proceedings of the Institute of Radio Engineers ", vol. 18, n. 1, January 1930.
- (9). " Proceedings of the Royal Society of Edinburgh ", vol. L., Part. II (n. 15), 1930.
- (10). P. O. PEDERSEN DET KGL, *Danske Videnskabernes Selskab. Matematisk fysike Meddelelser*, IX, 5, Copenhagen, 1929.
- (11). Prof. GIUSEPPE VANNI, " Rivista Radio ", n. 2-3, 1929.
- (12). Ing. RAFFAELE MARSILI, *Dati e Memorie sulle Radiocomunicazioni*. Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- (13). T. L. ECKERSLEY, op. cit.