

HEINRICH HERTZ

Vida, obra e repercussões

M. DE ABREU FARO

Instituto Superior Técnico, Lisboa

A Academia das Ciências de Lisboa comemorou a passagem do 1.º centenário da morte de Heinrich Hertz numa sessão expressamente dedicada a esse facto, tendo sido apresentadas duas comunicações, uma de que se publica a primeira parte e a outra de autoria da Prof. Lúdia Salgueiro.

Neste texto apresenta-se a segunda parte da comunicação que incide fundamentalmente sobre a obra de Hertz e as suas repercussões, com ênfase na descoberta experimental das ondas electromagnéticas previstas por Maxwell, e na acção pioneira que Hertz teve na investigação da Electrodinâmica dos corpos em movimento.

Divulga-se, assim, a vida e obra de um físico ilustre que, além do seu trabalho experimental, se revelou também um teórico lógico, consistente e corajoso.

A vida científica de Hertz radica-se na Escola de Berlim, liderada por Helmholtz. Essa escola dedicou, na década de 70, do século passado, especial interesse aos princípios fundamentais da Electrodinâmica.

Confrontavam-se as teorias vigentes no continente europeu com a teoria de Maxwell. Nesse espírito, Helmholtz propôs um prémio no âmbito da Academia Prussiana das Ciências: que se investigasse experimentalmente a existência de uma relação entre forças electromagnéticas e a polarização dieléctrica dos materiais isolantes. Por forças, e na linguagem de hoje, entendam-se campos electromagnéticos. Na teoria de Maxwell admitia-se, de acordo com a definição de corrente total:

$$\mathbf{C} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

que a variação da polarização produzia os mesmos efeitos que a corrente de condução. Note-se que $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$, em que \mathbf{P} é a polarização.

No vácuo (éter celular de Maxwell), $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}$, e nessas circunstâncias dever-se-iam produzir efeitos análogos aos da corrente de condução. Esta consequência e

generalização foi profundamente sentida e salientada por Hertz no decurso das suas experiências.

Hertz nunca se limitou a uma atitude de experimentalista puro. Perspectivava os resultados das suas experiências através de prévias considerações teóricas, por estimativa do que se esperava, e calculando com o que a teoria de então permitia.

Assim, quando Helmholtz lhe propôs que, no âmbito de um doutoramento, concorresse ao prémio da Academia, hesitou. Sentiu que era demais para uma dissertação de doutoramento, que a desejava mais rápida e, em conformidade, incidindo sobre um assunto mais concreto.

As conclusões a que tinha chegado não eram as que desejava ter obtido: recorrendo a oscilações associadas a circuitos abertos, não dispunha de meios de medida que lhe permitissem evidenciar qualquer fenómeno nítido.

Declinou o convite, pelo menos para a imediata preparação do seu doutoramento, que acabou por realizar com uma dissertação sobre a "indução electromagnética em esferas em rotação". Mas o problema permaneceu: não o enjeitou, nem o afastou das suas preocupações.

Descoberta das ondas
electromagnéticas

Electrodinâmica dos corpos
em movimento

Teoria da Relatividade

Radiocomunicações

Durante três anos (1880-83) desempenhou as funções de assistente de Helmholtz e mais tarde, durante dois anos (1883-85) foi "Privatdozent" na Universidade de Kiel. Em 1886 obteve uma cadeira na Technische Hochschule de Karlsruhe. Como Hertz mais tarde descreveu, teria sido impossível passar-lhe despercebida qualquer coisa de novo e importante nessas oscilações em que já pensava e se lhe ofereciam insuficientes para investigar o que pretendia. Assim previa e assim aconteceu.

Estávamos na Primavera de 1886. No gabinete de Física de Karlsruhe encontrou o que então se designava por "espirais de Riess" ou "de Knochenhauer". Eram duas bobinas planas, enroladas em dupla espiral. Quando se procedia a uma descarga através do primário, observavam-se descargas fortes no secundário, em aberto.

Hertz visava uma experiência pedagógica. Mas uma coisa o espantou: a sensibilidade do secundário que não exigia grandes garrafas de Leyden para evidenciar faíscas fortes e nítidas. Porquê? A teoria não previa tanto. Uma explicação seria que a descarga das garrafas de Leyden provocava oscilações extremamente rápidas.

Isto foi o começo do que então se seguiu. Guiado por esta convicção, Hertz empenhou-se na obtenção de meios que lhe permitissem estabelecer sistematicamente oscilações de altíssima frequência. Trata-se das frequências mais altas até então conseguidas. Preocupou-se, ainda, como era natural e necessário, em evidenciar, experimentalmente e de modo seguro, a real existência dessas oscilações.

Recorreu Hertz ao fenómeno da ressonância, bem conhecido no domínio do som e em que Helmholtz trabalhara, concebendo, além de outros ressoadores, o célebre ressoador esférico que recebeu o seu nome.

Estávamos nos finais de 1886 e os trabalhos prolongaram-se até aos primeiros meses de 1887. Ruhmkorff tinha inventado a sua "bobina" em 1855 que, em última análise, se baseava nas ideias de Faraday, na lei de indução (Fig. 1). Tratava-se de um transformador (sem núcleo de ferro) em que o secundário tinha um número elevado de espiras.

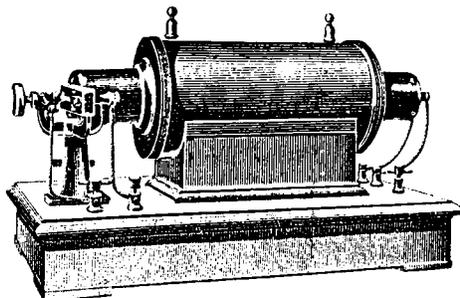


Fig. 1 — Bobina de Ruhmkorff

Disponha-se assim de uma tensão elevada que era aplicada aos terminais de um "faiscador": duas esferas pequenas e próximas onde, por disrupção, se estabelecia uma faísca.

Se a esses terminais se tivesse ligado as armaduras de um condensador, este, antes do início da disrupção, estaria carregado. Era a energia assim acumulada que conduziria a uma eventual descarga oscilante. A auto-indução do sistema não estava materializada em nenhuma bobina. É simplesmente aquela que está indissolivelmente associada ao sistema. Para frequências muito elevadas, tal basta para sustentar uma oscilação atenuada, embora com um número apreciável de períodos por segundo.

Se na vizinhança existir uma espira aberta, dispendo também de um faiscador, é possível obter tensões que provoquem uma disrupção e, por ressonância, obter correntes induzidas elevadas. Agora, o que é evidente e ressalta é a espira a que se associa uma capacidade equivalente.

Aqui temos na linguagem de hoje o sistema concebido por Hertz. Esse sistema permitia obter frequências muito elevadas e, com uma sensibilidade insuspeitada, detectá-las e sustentar, por ressonância, faíscas no detector, que se passou a designar por ressoador eléctrico de Hertz. Nestas experiências Hertz usou uma bobina de Ruhmkorff de dimensões apreciáveis, com um comprimento de 52 cm e diâmetro de 20 cm.

O oscilador de Hertz que se designou mais tarde por dipolo eléctrico de Hertz era constituído por duas esferas metálicas de 30 cm de diâmetro (as armaduras do condensador) ligadas por uma haste rectilínea de 2,6 m de comprimento, interrompida no centro pelas duas esferas próximas do faiscador.

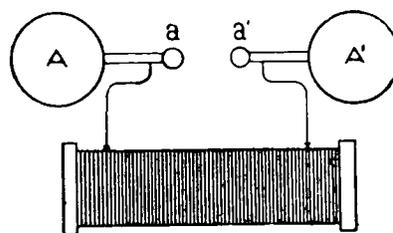


Fig. 2 — Oscilador de Hertz.

A,A': esferas grandes de latão. a,a': esferas do faiscador

Como detector, Hertz utilizou um ressoador quadrado, de lado 75 cm, interrompido no centro de um dos lados por um faiscador com regulação micrométrica. Mais tarde, este ressoador tomou a forma de uma espira circular.

Foi com estes dispositivos que Hertz conseguiu produzir e evidenciar experimentalmente oscilações amortecidas com uma frequência de oscilação da ordem dos 10^8 Hz. Numa linguagem corrente da radiotecnica: frequências da ordem da centena do megahertz.

Estes resultados constam da comunicação de 1887 “Über sehr schnelle elektrische Schwingungen”, publicada nos “Wiedemanns Annalen”, título que em português significa “Sobre oscilações eléctricas muito rápidas”.

Para melhor observar a faísca do ressoador colocou-o numa caixa. Na obscuridade a faísca diminuiu de intensidade. Hertz concluiu que o aumento da faísca quando se retirava da caixa era devido à luz emitida pelo faiscador do oscilador, fundamentalmente e como hoje é bem conhecido devido à radiação ultravioleta associada. A luz solar provocava efeitos idênticos. Estava descoberto o efeito fotoeléctrico: uma das heranças que Einstein recebeu de Hertz e soube frutificar.

Assim, Einstein estabeleceu a célebre fórmula $E = hf$ que traduz, como se sabe, um processo quântico em que a cada fóton de frequência f está associado um quantum de energia hf em que h é a constante de Planck.

Hertz deixou as investigações do efeito fotoeléctrico nas mãos de Hallwachs. Outros se interessaram desde logo pelo assunto, mas só em 1905 surgiu a interpretação genial de Einstein, a qual foi recebida com reservas pela comunidade científica.

Mais tarde, em 1921, foi-lhe atribuído o Prémio Nobel de Física pelas suas contribuições para a Física Teórica e, em particular, pela sua descoberta da lei do efeito fotoeléctrico. Não há uma alusão explícita à Teoria da Relatividade que era ainda objecto de diversas controvérsias. O efeito fotoeléctrico, entretanto, tinha sido verificado experimentalmente por Millikan em 1916 no domínio do ultravioleta e, por Broglie em 1920 para os raios X.

Nos tempos de Hertz e seus contemporâneos, o efeito fotoeléctrico foi tomado como prova de uma estreita ligação entre o Electromagnetismo e a Óptica. Mas voltemos a Hertz e às experiências que o levariam à descoberta experimental das ondas electromagnéticas. Nas tentativas de explicar certos factos imprevisíveis, Hertz refere-se a ondas ao longo de fios. Nomeadamente, salientou que pela primeira vez se conseguiu observar a acção entre correntes rectilíneas abertas.

Interrogou-se sobre se este facto permitiria comparar as teorias de Maxwell com as de outros. *Obtida a certeza da produção de oscilações de alta frequência, Hertz fiel aos objectivos enunciados por Helmholtz, procurou demonstrar experimentalmente que as correntes através de dieléctricos provocavam efeitos magnéticos idênticos aos provocados pelas correntes de condução.*

Hertz desenvolveu um método engenhoso que permitia, por adequada posição do detector, separar os efeitos eléctricos dos efeitos magnéticos que se pretendiam evidenciar. Foi exactamente nesta fase das suas experiências que Hertz notou e se surpreendeu com o facto de obter acções importantes para distâncias relativamente elevadas do detector. A convicção das anteriores teorias era de que essas acções deveriam atenuar-se mais acentuadamente, de acordo com a lei do inverso do quadrado da distância.

Os objectivos explicitados no tema do prémio da Academia Prussiana tinham sido parcialmente atingidos e experimentalmente demonstrados: a variação da polarização de um dieléctrico acompanhava-se de um campo magnético. Também se desejava averiguar se as linhas de força do campo magnético na sua variação no espaço (e no tempo?) provocariam campos eléctricos. Hertz trabalhou nesse sentido.

Mas, para Hertz, começaram a configurar-se aspectos interessantes, originais e genuinamente característicos das teorias de Maxwell. Um deles era o facto do espaço livre de matéria se comportar como um material dieléctrico: a corrente de deslocamento no vácuo cria um campo magnético.

Era um facto, mas uma dificuldade subsistia. Hertz não conseguia demonstrar separadamente que, no ar, campos eléctricos variáveis criassem campos magnéticos e que, campos magnéticos variáveis criassem, também, campos eléctricos.



HEINRICH
RUDOLF HERTZ
1857 / 1894

A ele se deve a demonstração experimental das ondas electromagnéticas previstas por Maxwell e as acções pioneiras na investigação da electrodinâmica dos corpos em movimento

Mas — e para nós é o pensamento mais fecundo de Hertz — pressentia que podia demonstrar simultaneamente os dois efeitos se conseguisse provar a existência de ondas electromagnéticas propagando-se no ar com velocidade finita.

Reflexões desta natureza conduziram ao problema da efectiva existência de ondas electromagnéticas propagando-se no ar, o que, isso sim, revelaria e confirmaria o que era novo e essencial na teoria de Maxwell.

Note-se que naquela época se aceitava e sabia que a “electricidade” leva tempo a propagar-se ao longo de um cabo. Se o oscilador excitar ondas num cabo e no ar o padrão de interferência era facilmente previsível se as velocidades fossem idênticas.

Mas, se apenas houver ondas no cabo e no ar se verificasse acção à distância, com velocidade infinita, o padrão de interferência seria diferente e facilmente com-

parável com o anterior. Este foi o pensamento fundamental que presidiu às experiências. Veja-se como Hertz, na sua investigação, não punha de parte a hipótese da acção à distância.

Foram experiências difíceis. Arrojadas. Não tomaram em consideração plena as circunstâncias em que decorriam e ainda bem. A minúcia, por vezes, destrói a criatividade.

De tudo isto resultou que o objectivo fundamental foi atingido. *A partir da análise de padrões de interferência (ondas estacionárias) Hertz provou a existência de ondas electromagnéticas no ar e que a sua velocidade de propagação era finita.*

Surge assim a sua comunicação fundamental de 1888 publicada nos "Wiedemanns Annalen" — "Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen", o que em português se traduz por "Sobre a velocidade finita de propagação de acções electrodinâmicas". Realizou ainda outras experiências e publicou novos resultados em 1888: "Über elektrodynamische Wellen im Luftraume und deren Reflexion" ou seja "Sobre as ondas electrodinâmicas no ar e sua reflexão".

Não entramos aqui nas vicissitudes destas experiências. Apenas nos limitamos a referir que tudo estaria certo se não houvesse reflexão das ondas. Quando mais tarde se repetiu estas experiências e se eliminaram as reflexões, as conclusões de Hertz confirmaram-se, a favor das teorias de Maxwell. No entanto, Hertz apercebeu-se da possibilidade de reflexão e, nessa consciência, produziu no laboratório ondas electromagnéticas (dispensou o cabo) e colocou na parede oposta ao oscilador uma lâmina metálica.

Se existissem, de facto, ondas electromagnéticas propagando-se no ar, dever-se-iam reflectir e conduzir a um padrão de interferência típico de ondas estacionárias.

Assim sucedeu e nisso se motivou o segundo artigo de 1888 que referimos. De todas as experiências que realizou, a identificação da luz com um fenómeno electromagnético tornou-se clara e evidente. Era o triunfo da teoria de Maxwell: existiam ondas electromagnéticas e propagavam-se com a velocidade da luz. O que era, em última análise, consequência das equações de Maxwell.

Esta série de trabalhos experimentais culmina com um trabalho teórico notável, o primeiro trabalho teórico sobre uma antena de emissão. Hertz mostrou que é possível representar o campo electromagnético em função de um único vector: o vector de Hertz. A partir desse vector, Hertz determinou o campo electromagnético associado ao que hoje se designa por dipolo eléctrico de Hertz.

Hertz determinou esse campo, traçando as suas linhas de força. É um trabalho extremamente importante e paradigmático. Aí se revela claramente a zona próxima onde o campo eléctrico se filia trivialmente nas cargas do dipolo e o campo magnético se filia no vórtice que é a corrente de condução. Aí se vê claramente, na zona da

radiação, um campo electromagnético autónomo: as linhas de força do campo eléctrico são fechadas, estando encadeadas com linhas de força do campo magnético, que essas são sempre fechadas.

Neste resultado se consubstancia o mecanismo essencial que preside à propagação das ondas electromagnéticas no vácuo e de que o ar é para este caso uma boa aproximação.

Tudo isso consta do trabalho "Die Kräfte elektrischer Schwingungen behandelt nach der Maxwell'schen Theorie" ou seja "As forças das oscilações eléctricas tratadas de acordo com a teoria de Maxwell". Por forças entenda-se o campo eléctrico E e o campo magnético H .

Com este trabalho, Hertz culmina, da melhor maneira, os seus trabalhos sobre ondas electromagnéticas. De facto, aí se contém a implícita aplicação às comunicações o que foi sentido profundamente por Marconi e conduziu a sistemas de radiocomunicações eficientes e de grande alcance.

Neste domínio do espectro diz-se, em homenagem a Hertz, que se têm *ondas hertzianas*. Sem prejuízo de uma natural extensão a frequências mais baixas e também mais altas, o espectro das ondas hertzianas estende-se, convencionalmente, dos 10 kHz até aos 300 GHz ou seja ondas electromagnéticas com um comprimento variando entre 30 km e 1 mm.

Em 1890 Hertz publicou dois trabalhos teóricos notáveis, um "Sobre as equações fundamentais da Electrodinâmica dos corpos em repouso" e o outro "Sobre as equações fundamentais da Electrodinâmica dos corpos em movimento"¹. São trabalhos que, recorrendo à simplicidade do essencial, se desenvolvem com uma lógica impecável, decorrente das hipóteses assumidas.

A escrita das equações de Maxwell assumiu a forma elegante que lhes conferiu Heaviside e Hertz, sucessivamente. Para Hertz, a teoria de Maxwell era o conjunto das equações de Maxwell. Essas equações traduzem leis experimentais que podem ser testadas. As cargas eléctricas e as correntes eléctricas são tomadas como símbolos matemáticos e representam, respectivamente, pontos limite de convergência ou divergência das linhas de força do campo eléctrico e eixos de vórtices das linhas de força do campo magnético.

Na exposição de Hertz não se recorre a qualquer hipótese mecanicista. Hertz entendia e salientava que especulações sobre a natureza da matéria impediam o progresso e eram questões ilegítimas. Coerentemente, Hertz não discutiu a natureza da electricidade nem a essência do éter. Esta atitude havia de conduzir a dificuldades.

Como sabiamente salienta Edmond Bauer, a crise que se motivou na teoria de Maxwell, foi desencadeada por

¹ "Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende Körper", Wiedemanns Annalen, 40, 577 (1890).

"Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper", Wiedemanns Annalen, 41, 369 (1890).

Hertz e se continuou, noutra atitude, com Lorentz, revela que *a ciência, se quiser progredir e facultar-nos concepções positivas e consistentes do mundo real, terá, quando isso for necessário e convier, de passar do ponto de vista do fenomenológico a hipóteses de estrutura e inversamente.*

Como diz M. Tonnelat, a teoria electromagnética da luz de Maxwell nada informa nem garante sobre o arrastamento parcial do éter da Óptica, teorizado por Fresnel. E conforme salienta Max Born, Hertz foi o primeiro a utilizar a hipótese da completa convecção do éter pelos dieléctricos em movimento. Adoptou, assim, a hipótese formulada por Stokes para os fenómenos da Óptica.

Hertz estava plenamente consciente da arbitrariedade que cometia. A teoria de Fresnel e a experiência de Fizeau, sabia-o Hertz, eram indicação de que assim não era.

A teoria de Hertz, que revelou fenomenologia nova, era talvez qualitativamente aceitável, mas não quantitativamente, como ficou demonstrado pelas experiências de Röntgen (1885) e Eichenwald (1903), relativamente ao deslocamento lento de um isolante num campo eléctrico e pelas experiências de Wilson (1904), relativamente ao deslocamento no seio de um campo magnético.

A teoria de Hertz era simples e explicava correctamente os fenómenos de indução em condutores em movimento. O desacordo surgiu nos resultados experimentais relativamente a dieléctricos em movimento, no seio de um campo eléctrico ou magnético.

Assim, na experiência de Röntgen, o desvio da agulha magnética, reveladora de um campo magnético, era bastante menor do que a teoria de Hertz previa, numa proporção que conduz ao factor

$$\frac{\epsilon - \epsilon_0}{\epsilon} = 1 - \frac{1}{\epsilon_r} = 1 - \frac{1}{n^2} = \alpha$$

que é exactamente o factor de arrastamento de Fresnel. Note-se que ϵ é a constante dieléctrica do meio em causa e ϵ_0 a constante dieléctrica do vácuo. De acordo com a teoria de Maxwell, a constante dieléctrica relativa $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$ é igual ao quadrado do índice de refração n .

Hertz não foi bem sucedido, mas foi ele que desencadeou a crise que se estabeleceu na Electrodinâmica dos corpos em movimento. Desde que se aceitasse a plena identificação da Óptica com o Electromagnetismo, desde que, em consequência, se identificasse o éter da Óptica com o éter do Electromagnetismo, a Electrodinâmica dos corpos em movimento teria que passar por duas provas severas: explicar, através das equações de Maxwell, a experiência de Fizeau e, ainda, o resultado nulo da experiência de Michelson.

Nisso se empenhou Lorentz. Em 1892 publicou um artigo intitulado "A teoria electromagnética de Maxwell e

sua aplicação aos corpos em movimento". Lorentz aceitava o éter mas distinguia entre esta substância e a matéria: a matéria é tudo quanto possa ser sede de correntes eléctricas e movimentos electromagnéticos. Éter seria tudo quanto não é matéria ponderomotriz.

Nesse artigo, Lorentz preocupou-se com o problema de exprimir as equações de Maxwell num referencial de inércia que se movesse com velocidade uniforme relativamente ao éter.

Nesse mesmo artigo deduziu o factor de arrastamento de Fresnel, embora este resultado não tenha sido a sua motivação primeira.

Ainda em 1892, num artigo intitulado "O movimento relativo da Terra e do Éter", discutiu as experiências de Michelson e Michelson-Morley e, baseado na lei newtoniana de adição de velocidades, enunciou a sua arrojada hipótese de que o resultado nulo se poderia explicar por uma contracção do braço do interferómetro orientado segundo a direcção do movimento.

Este artigo veio à luz em 26 de Novembro de 1892. A hipótese de contracção foi apresentada independentemente de igual proposta formulada por Fitzgerald em 1892.

Em 1904, Lorentz publicou a sua versão final da Electrodinâmica dos corpos em movimento, o que consta do artigo intitulado "Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity less than that of light".

Aí aparecem, pela primeira vez e formalmente acabadas, as transformações de Lorentz. Estas transformações tinham sido obtidas em 1900 por Larmor, como consta do seu livro "Aether matter".

Mas seriam estas transformações, em conteúdo e significado, as que foram deduzidas e funcionam na Teoria da Relatividade Restrita?

Não eram. Virtude maior é a da indicação de uma covariância das equações de Maxwell sobre essas transformações.

Permanecia o éter, havia uma referência sistemática e obrigatória ao éter. Quem o dispensou foi Einstein que, a partir dos dois princípios que informam a Teoria da Relatividade Restrita, reduziu a consequências a experiência de Fizeau e as experiências de Michelson e Michelson-Morley.

Assim, e de forma brilhante, terminou a crise que Hertz desencadeou e se estabelecera no seio do Electromagnetismo, mais concretamente, na Electrodinâmica dos corpos em movimento.

Agora tudo se explicava. E mais, a Física enriquecia-se com uma nova teoria, universal, e fonte de harmonia: a Teoria da Relatividade.

Em 1890, Hertz publicara "Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper". Em 1905, quase sob o mesmo título, Einstein fecha a questão com o seu célebre artigo "Zur

Elektrodynamik bewegte Körper” (Sobre a electrodinâmica dos corpos em movimento). Aí se continha uma revisão profunda do espaço e tempo, que passaram a ficar indissoluvelmente ligados, integrando o quadri-vector espaço-tempo. Para tanto bastou que Einstein postulasse dois princípios:

- O princípio de relatividade, restrito a referenciais de inércia,
- A constância da velocidade de propagação de sinais electromagnéticos no vácuo relativamente a qualquer referencial de inércia.

As transformações que Einstein estabeleceu são idênticas, formalmente, às de Lorentz, mas deixa de haver qualquer referencial privilegiado: são transformações intermutáveis entre referenciais equivalentes. Esta é a marca fundamental da Teoria da Relatividade.

Hertz viveria pouco. Ainda se interessou e realizou experiências com raios catódicos. Não conseguiu um vácuo que lhe permitisse evidenciar a deflexão desses raios por um campo eléctrico forte. Podia ter descoberto os electrões. Podia ter gerado e observado os raios X.

O seu último trabalho é de natureza teórica “Die Prinzipien der Mechanik in neuen Zusammenhänge” ou seja, em português, “Os princípios da Mecânica apresentados numa nova forma”. É uma obra póstuma, prefaciada por Helmholtz, que faleceu no mesmo ano de Hertz.

Hertz faleceu no dia 1 de Janeiro de 1894. Nesse seu último trabalho tentou estabelecer uma reformulação da Mecânica em que, além do mais, a acção à distância se explicava por uma rede de massas ocultas que assegurava um processo de acção contígua, idêntica à que se observa na teoria do Electromagnetismo. É uma obra controversa que, no entanto, tem vindo a merecer renovado interesse.

Hertz não deu especial atenção a eventuais aplicações das ondas electromagnéticas. Hertz foi despertado por Helmholtz em 1879, ano da morte de Maxwell; Marconi foi despertado por Righi em 1894, ano da morte de Hertz. Uma notícia necrológica extensa e descritiva da obra de Hertz, escrita por Righi, surpreendeu Marconi, de férias nos Alpes Italianos. Tinha 20 anos, pois nascera em 25 de Abril de 1874. Volta a casa, a Villa Griffone, perto de Bolonha. Aí repete Hertz e vai além. Parte para Inglaterra. *Em 2 de Junho de 1896 requer uma patente para a telegrafia sem fios, o que acontecia pela primeira vez no mundo. Em Dezembro de 1901 consegue uma ligação radiotelegráfica da Europa para a América. Em 1924, após intensas pesquisas experimentais a bordo do seu barco Elettra, telefonou, via rádio, da Inglaterra para a Austrália.*

As ligações hertzianas directas, por difracção ou via ionosfera, foram uma realidade que marcou profundamente o século XX.

Na realidade foi uma triada notável: Maxwell-Hertz-Marconi. Foi desta sequência que resultou a fama maior para Hertz. Mas Hertz não foi só isso. Corajoso, não se submeteu ao preconceito, à majestade do que já era.

Iluminou as suas experiências com o poder da sua observação e crítica científica.

Não experimentava ao acaso: previa, desistia, por vezes, perante a indicação de sinais físicos tão fracos que não poderia detectar. Por isso declinou em 1879 o convite de Helmholtz. Buscava e filiava-se nos princípios primeiros, ansiava por uma simplicidade suficiente. Conseguiu experimentalmente o que Faraday já intuira e tentara. Confirmou e contribuiu poderosamente para difundir a teoria de Maxwell.

Consciente de que esta teoria não esclarecia nem tinha conseguido ainda aquilo que, de facto, a completaria, preocupou-se com a Electrodinâmica dos corpos em movimento. Aí definiu uma linha de investigação onde avultou Lorentz e culminaria com Einstein, “desinventor” do éter e criador da Teoria da Relatividade.

Merece a nossa profunda admiração e respeito o fisico ilustre, lógico, consistente e corajoso que foi e soube ser Heinrich Rudolf Hertz. Erros que teve, foram, quem sabe, virtudes de inteligência, lógica e carácter.

REFERÊNCIAS

1. SALGUEIRO, Lúcia — “Por ocasião do 1.º Centenário da morte de Heinrich Hertz”, Memórias da Academia das Ciências, Classe das Ciências, Vol. XXXIV, 1994.
2. ADAWI, I. — “Centennial of Hertz Radio Waves”, Am. J. Phys. 57 (2), 1989.
3. PHILIP and MORRISON, Emily — “Heinrich Hertz”, Scientific American, 1957.
4. MULLINGAN, Joseph F. — “Hermann von Helmholtz and His Students”, Am. J. Phys. 57 (1), 1989.
5. O’HARA, J. G. and PRICHA, W. — “Hertz and the Maxwellians”, A Study and Documentation of the Discovery of Electromagnetic Wave Radiation, Peter Peregrinus Ltd. London, 1987.
6. BAUER, Edmond — “L’Electromagnétisme — Hier et Aujourd’Hui”, Albin Michel, Paris 1949
7. ABREU FARO, M. J. de — “Da Modernidade do Campo Electromagnético: Dos Fundamentos às Actuais Aplicações”, Departamento de Física, Universidade de Évora, 1990.
8. BERKSON, William — “Las Teorias de Los Campos de Fuerza — Desde Faraday hasta Einstein”, Alianza Universidad, Alianza Editorial, Madrid, 1985.
9. ALIANZA, J. M. Sanchez Ron — “El Origen Desarrollo y Desarrollo de la Relatividad”, Universidad, Alianza Editorial, Madrid, 1985.
10. BORN, Max — “Einstein’s Theory of Relativity”, Dover Publications, New York, 1962.
11. TONNELAT, M. A. — “Histoire du Principe de Relativité”, Flammarion, Paris, 1971.
12. MILLER, Arthur F. — “Albert Einstein’s — Special Theory of Relativity — Emergence (1905) and Early Interpretation (1905-1911)” Addison — Wesley, Reading, Massachusetts, 1981.
13. BAKER, W. J. — “A History of the Marconi Company”, Methuen and Co, London, 1970.

M. de Abreu Faro é Professor Jubilado do Instituto Superior Técnico e fundador do Centro de Electrodinâmica desta instituição.