

CAMPS INVISIBLES

15 D'OCTUBRE A 4 DE MARÇ
ESPAI LABORATORI
ÀMBIT DE CIÈNCIA, ARTS SANTA MÒNICA



TALLERS EDUCATIUS:

Espectres electromagnètics

Fem antenes

Emissors i receptors de ràdio

GuifiLAB: Internet per a tothom!

CAMPS INVISIBLES

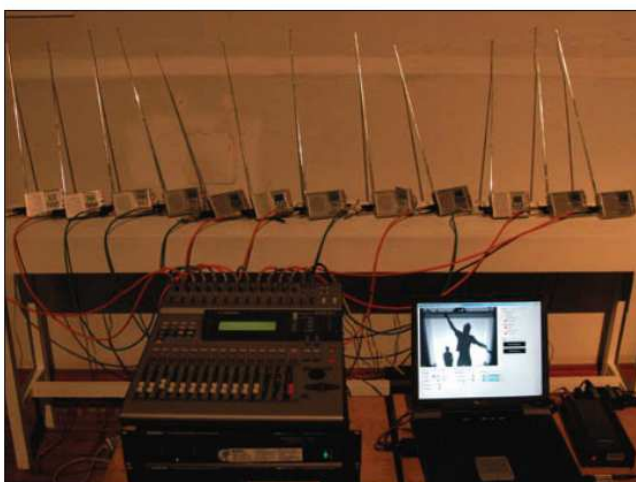
15 D'OCTUBRE A 4 DE MARÇ

ESPAI LABORATORI

ÀMBIT DE CIÈNCIA, ARTS SANTA MÒNICA

La propera exposició de l'àmbit de ciència d'Arts Santa Mònica es centra en l'espectre electromagnètic. El projecte multidisciplinar **Camps invisibles** se situa en les interseccions entre la ciència, la tecnologia i l'art i visibilitza les radiacions electromagnètiques que típicament són considerades com a invisibles (Annex 1 per veure tot el llista d'artistes que hi participen i els enllaços a les seves obres).

La comprensió de l'univers i del nostre món s'ha vist transformada per l'estudi de les ones de ràdio. Amb la invenció de tecnologies per a la telecomunicació a finals del segle XIX, l'espectre radioelèctric es va convertir en una eina per repensar el món en el qual vivim. Les emissions d'ones de ràdio van anul·lar les distàncies geogràfiques, van creuar fronteres i cultures i es van convertir en un poderós catalitzador del comerç. Tanmateix mentre l'espectre de radi és la infraestructura invisible sobre la qual s'han construït les tecnologies de la informació i la comunicació, els ciutadans ignorem gairebé completament com funciona, com es gestiona, i com està subjecte a tensions polítiques i socials (Annex 2 i 3 per veure la història de l'espai radioelèctric).



Els usos futurs de l'espectre radioelèctric i els seus nous potencials s'estan decidint ara, després de que l'apagada de les emissions analògiques de TV a tot el món marqui la més important requalificació d'usos en l'espai radioelèctric en dècades. Aquesta exposició pretén revelar aquestes qüestions i oferir una mica de claredat sobre les històries més intrigants al voltant de l'espectre radioelèctric.

Camps invisibles ofereix quatre tallers educatius: **Espectres electromagnètics, Fem antenes, Emissors i receptors de ràdio** i **GuifiLAB: Internet per a tothom!** A través dels **tallers educatius** serà possible d'accedir de forma activa a un coneixement i a una experiència que va més enllà d'una simple visita estàtica als continguts de l'exposició de recerca.

El taller sobre l'espectre electromagnètic és potser el que té una visió més àmplia i més curricular, tot i que no es presenta com una simple extensió del material estudiat a l'escola. *Espectres electromagnètics* vol, en primer lloc, donar a conèixer la presència d'ones al nostre voltant. Per fer-ho, utilitzem piles, imants, claus, làsers, ràdios i forns de microones. També fem diversos recorreguts que ens porten a descobrir què vol dir freqüència i quina és la diferència entre la llum visible i les ones ràdio o com les troballes en aquest àmbit han fet història. Finalment, ens atrevim a construir petites gàbies de Faraday, barrejant conceptes de ciència, art i disseny. En el taller d'antenes analitzem la forma d'aquestes i explorem les línies rectes i les paràboles. A mini-FM ens aventurem a construir un emissor d'ones i amb Guifi.net, les escoles creen nodes propis per connectar-se a Internet. Si alguna escola està interessada en crear el seu propi node, no pot perdre's aquesta darrer taller.

Els tallers es dirigeixen a alumnes de primària, secundària, batxillerat i a altres grups adaptant el vocabulari més o menys tècnic en funció del grup. Totes les activitats són gratuïtes i inclouen una visita participativa a l'exposició.



TALLERS ESCOLARS

ESPECTRES ELECTROMAGNÈTICS FEM ANTENES EMISSIONS I RECEPTORS DE RÀDIO

Dimecres i dijous a les 10h i a les 11:30h del 19 d'octubre al 21 de desembre.
Durada 1:15h

GUIFILAB: Internet per a tothom! a càrrec del col·lectiu guifi.net Dimarts a les 10h, del 18 d'octubre al 29 de novembre
Durada 1:15h

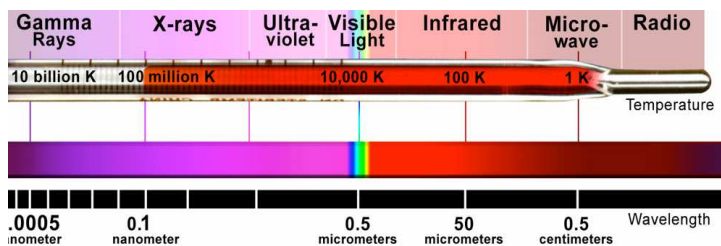
Imprescindible reserva prèvia tel. 692083307
i a ciencia_artssantamonica@gencat.cat

Activitats coordinades per Patricia Homs i Irene Lapuente (Àmbit de Ciència, Arts Santa Mònica)

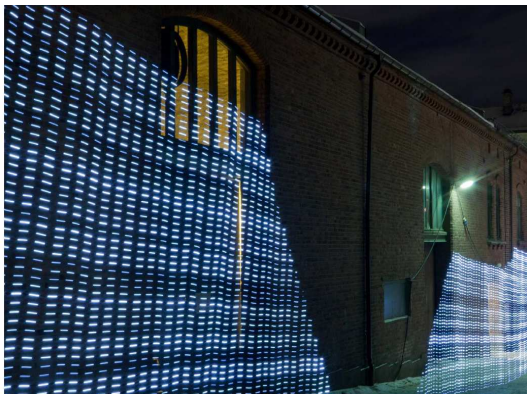
ESPECTRES ELECTROMAGNÈTICS

L'objectiu del taller és visibilitzar les ones electromagnètiques. Per això, experimentarem amb diverses peces de l'exposició. D'una banda, els films del col·lectiu Semiconductor que tracten de fer visibles els camps magnètics dels objectes del nostre entorn. També les peces de Timo Arnall i de la parella Clara Boj i Diego Diaz que exploren les xarxes wi-fi que ens envolten. Finalment, el projecte *The Invisible Forces* de l'artista Anthonny De Vincenzi que consisteix en una eina que mesura els camps electromagnètics emesos per objectes quotidians carregats elèctricament. Un cop hem pres consciència de la quotidianitat de les ones, ens dirigirem cap a una gàbia de Faraday a on l'entramat impedeix que les ones de ràdio puguin penetrar.

Aquest taller inclou diversos experiments que es realitzen i s'expliquen amb un vocabulari més o menys tècnic en funció de l'edat del grup.



Durant el taller parlem de les càrregues elèctriques, construïm el motor elèctric més simple que existeix, ens sorprenem amb experiments molt simples d'inducció electromagnètica, i lliguem l'electricitat i el magnetisme amb la llum i les ones ràdio. Finalment, ens atrevim a construir petites gàbies de Faraday, barrejant conceptes de ciència, art i disseny, que bloquejaran el pas de les ones.



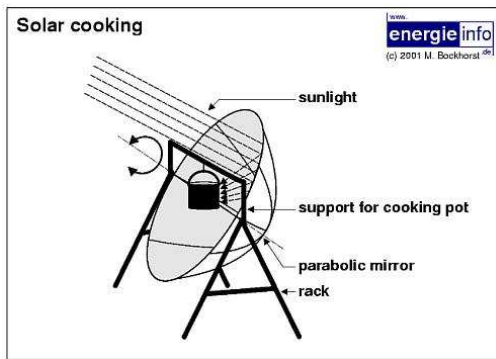
FEM ANTENES

El taller **Fem antenes** es recolza sobre diverses peces que es mostren a **Camps Invisibles**. *Loops and Fiels: Induction Drawings Series 4* de l'artista Joyce Hinterding que consisteix en dibuixos de grafit que funcionen com a antenes gràfiques. L'obra explora les qualitats de la combinació entre el dibuix fet a mà i les formes generades matemàticament. Els dibuixos com qualsevol antena converteixen l'ona electromagnètica en voltatge. També escoltarem les ones de ràdio i les observacions del laboratori de Thomas Ashcraft reproduït a la present exposició. Disposarem d'instruments musicals dels Luthiers Drapaires (<http://luthiersdrapaires.wordpress.com>) entre els que trobarem receptors de molt baixa freqüència. Finalment, visualitzarem les xarxes wi-fi del nostre entorn amb l'ajuda d'una antena wi-fi.



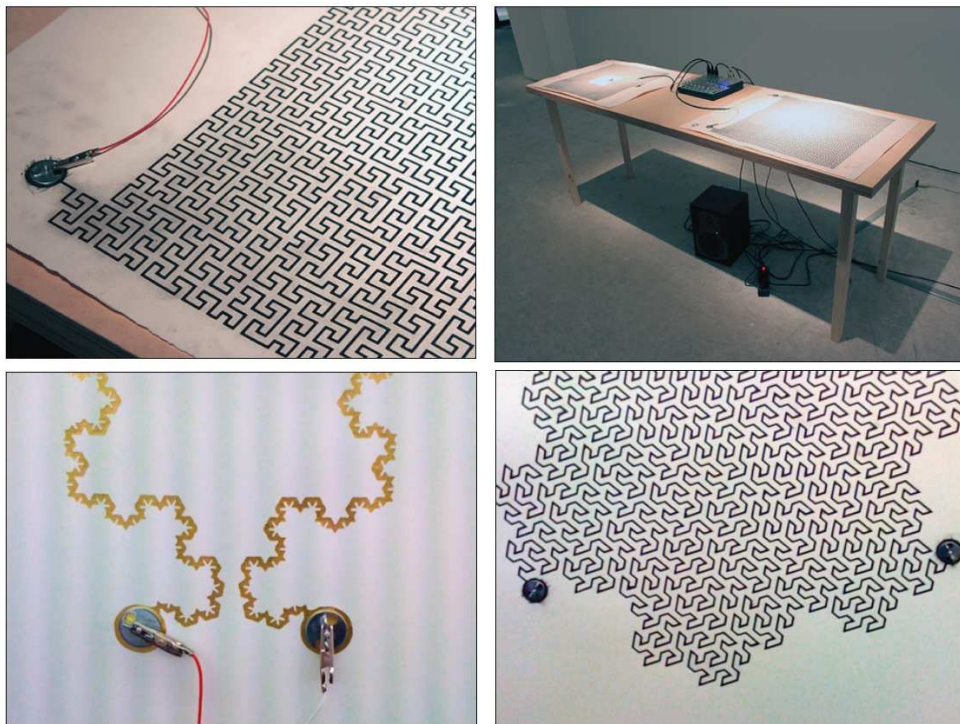
- 1- Observarem les parts de les antenes
- 2- Relacionarem la forma de les antenes amb la seva funcionalitat
- 3- Visualitzarem la diversitat d'antenes
- 4- Experimentem amb les antenes. En funció del grup es realitzarà l'activitat més adequada.

4.1 Construcció d'un forn solar

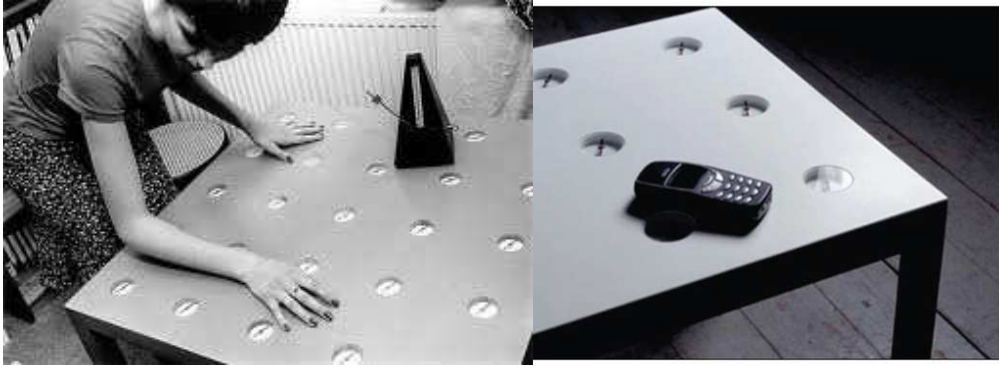


4.2 Efecte de la radiació solar en la senyal d'una T.V

4.3 Experimentar amb l'obra de Joyce Hinterding. Entendre com molts objectes de l'entorn podem emprar-se per rebre i emetre ones. Fractalitat en les antenes.



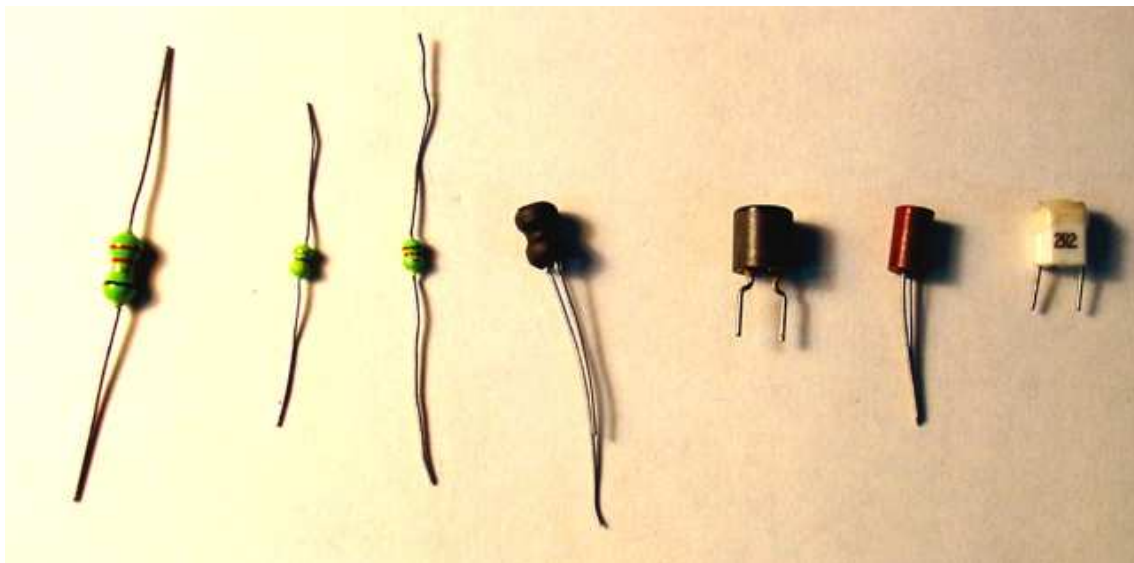
4.4 Detecció d'un camp electromagnètic a través de brúixoles.



<http://www.youtube.com/watch?v=kyxY0nVeipk>

EMISSORS I RECEPTORS DE RÀDIO en col·laboració amb l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona, UPC

A mitjans de la dècada de 1870, fou descobert el primer mètode per produir ones àudio transportades a través de línies telefòniques. Uns anys més tard, Hertz construeix aparells capaços d'emetre i percebre ones electromagnètiques sense fils. Cent anys més tard, el professor Tetsuo Kogawa iniciava, al Japó, un procés de democratització en l'emissió i recepció de les ones. Tetsuo Kogawa va impulsar el moviment mini-FM, que permetia muntar una petita estació de radio amb un kit electrònic de baix cost. Molts aficionats van començar a crear xarxes d'emissors de radio entre veïns que es podien escoltar a 500 metres i que oferien una experiència comunitària i de proximitat diferent a la dels mitjans de comunicació convencionals. En aquest taller emprarem plaques amb emissors i receptors de ràdio i farem varies mesures per entendre el seu funcionament.



Més informació del mètode de Tetsuo Kogawa a:

<http://anarchy.translocal.jp/radio/micro/howtotx.html>

<http://anarchy.translocal.jp/radio/micro/howtosimplestTX.html>

http://anarchy.translocal.jp/radio/micro/parts_simplestfm/index.html

<http://www.youtube.com/watch?v=gn8B-L2CMso&NR=1>

GuifiLAB: Internet per a tothom!

a càrrec del col·lectiu guifi.net

<http://www.guifi.net>

Guifi.net és una xarxa de telecomunicacions oberta, lliure i neutral que es vertebra a partir d'un acord d'interconnexió entre persones en el qual cada participant (node) estén la xarxa i obté connectivitat. Guifi.net treballa com a plataforma col·laborativa d'innovació, investigació i desenvolupament que promou i fomenta la creació de xarxes i infraestructures obertes de comunicació. És una de les majors infraestructures sense fils al món creades pels seus propis usuaris.

El projecte neix a la comarca d'Osona l'any 2004 i avui dia la xarxa compta amb presència en gran part del territori català, així com en diverses zones de la geografia ibèrica, en el desert del Sàhara i es troba implicat en projectes a Llatinoamèrica i Carib, entre altres regions. En l'actualitat s'han implementat més de 13.555 nodes operatius, la qual cosa representa 21.921,5 quilòmetres d'enllaços construïts per la ciutadania en col·laboració amb entitats públiques i privades.



La comunitat guifi.net s'ha especialitzat en tecnologies d'avantguarda que permeten la creació de xarxes digitals a baix cost i alt rèdit ciutadà, com la tecnologia sense fil i, recentment, la fibra òptica. Guifi.net és membre de CATNIX (el punt d'intercanvi de tràfic de dades en el territorial català); d'igual forma, compta amb la facultat legal de funcionar com a proveïdor de serveis d'Internet.

Entre els reconeixements rebuts per aquest projecte es troba El Premi Nacional de Telecomunicacions (2007), i és a més membre dels European Network of Living Labs i de la Open Spectrum Alliance. En 2008 es va constituir La Fundació per a la Xarxa Oberta, lliure i Neutral guifi.net.

Aquest taller introduirà als participants a l'accés a Internet a través de xarxes ciutadanes i els explicarà com connectar-se i com oferir ells mateixos accés des de la seva connexió a la resta de participants a la Xarxa.

El taller permet la construcció col·lectiva d'un node a Arts Santa Mònica i la possibilitat de muntar-ne un al centre educatiu del grup participant.

Annex 1 CAMPS INVISIBLES LLISTAT D'ARTISTES

Eixos de l'exposició

- L'espectre electromagnètic. Envoltats d'ones.

Semiconductor: new production

Semiconductor: magnetic movie

<http://www.youtube.com/watch?v=G9NohlfWfQw>

Anthony DeVincenzi: Invisible Forces

<http://thoughtspoken.com/>

RUN Design: Faraday Cage

Joyce Hinterding: Loops and Fields: Induction Drawings Series 4

<http://www.sunvalleyresearch.net>

Thomas Ashcraft: Harnessing Wild Electricities From Outer Space

<http://www.heliotown.com>

- Ràdio natural

- Espai hertzià

Of Sidewalks and Signals" by Adam Greenfield

Diego Diaz, Clara Boj: Observatorio

<http://www.lalalab.org/observatorio.htm>

Timo Arnall, BERG: Immaterials

<http://www.elasticspace.org>

- La cara oculta de l'espectre

Job Ramos: Radio Liberty Pals

<http://www.jobramos.net>

Trevor Paglen: Drone Vision

<http://www.paglen.com>

RIXC: Skrunda Signal

http://www.rixc.lv/projects/skrunda_signal/

Irdial Records: The Conet Project

<http://www.irdial.com/conet.htm>

- Política de les ones

Rafael Lozano-Hemmer, Frequency and Volume

<http://www.youtube.com/watch?v=2WRbmqFzw5Y>

http://www.lozano-hemmer.com/frequency_and_volume.php

Matthew Biederman, Office Spectral Ecology

<http://www.mbieberman.com/>

Una cronologia de l'espectre radioelèctric

(Fita tecnològica, fita científica, fita social, fita artística, fita legislativa, història)

1870

1873: James Clerk Maxwell publica *Una teoria dinàmica del camp electromagnètic*, on fusiona electricitat i magnetisme amb només quatre equacions diferencials. Les equacions de Maxwell pronostiquen l'existència d'ones electromagnètiques, a causa de la fluctuació de camps elèctrics i magnètics, que viatgen a 300.000 km/s. Maxwell afirma que «difícilment podem evitar la conclusió que la llum consisteix en una ondulació transversal del mateix medi que és causa d'un fenomen elèctric i magnètic.»

1880

1886: Invenció de la telegrafia sense fils (el primer tipus de radiocomunicació).

1887: Heinrich Rudolf Hertz demostra experimentalment la teoria de Maxwell i realitza la primera transmissió per ràdio de la història.

1890

1893: Nikola Tesla fa la primera demostració pública de radiocomunicació als Estats Units i en descriu en detall els principis.

1894: Alexander Popov construeix el seu primer receptor de ràdio a Rússia.

1896: Guglielmo Marconi obté la primera patent (britànica) de ràdio.

1897: Marconi munta la primera estació de ràdio a l'illa de Wight, a Anglaterra.

1900

1900: La guerra dels bòers és el primer conflicte bèl·lic en què s'intercepten les emissions de ràdio de l'enemic com una tàctica militar. Així neix la SIGINT, Signal Intelligence.

1901: Max Planck explica com la radiació electromagnètica emesa per un cos negre té a veure amb la seva temperatura.

1901: Marconi fa la primera transmissió transatlàntica de senyals de ràdio del Canadà a Anglaterra. Es va rebre una sèrie de tres punts, la lletra S del codi Morse.

1904: L'oficina de patents dels Estats Units adjudica a Marconi la patent per la invenció de la ràdio.

1905: Albert Einstein postula el comportament corpuscular de la llum (una partícula anomenada *fotó*) i explica l'efecte fotoelèctric en relacionar directament l'energia amb la freqüència electromagnètica del fotó.

1905: Einstein publica la teoria de la relativitat especial i postula que la velocitat de la llum, incloent-hi l'espectre ràdio, és una constant universal igual a 300.000 km/s sigui quin sigui el sistema de referència utilitzat.

1906: Primera Conferència Radiotelegràfica Internacional a Berlín. Se signa el primer *Conveni Internacional de Radiotelegrafia*.

1906: Adopció del senyal d'auxili SOS a tot el món. S'escull perquè és fàcil de transmetre en Morse: 3 impulsos curts o punts, 3 impulsos llargs o ratlles, 3 impulsos curts o punts (- . . — — — . . .). Posteriorment, s'hi associen significats per facilitar-ne la memorització: «Save Our Souls» o «Save Our Ship».

1906: *Primera radiodifusió d'àudio feta per Reginald Fessenden des de Massachusetts*.

1907: Inici de l'activitat dels radioaficionats. Amb el títol «Com es fa», la revista *Electrician & Mechanic Magazine* inicia la publicació de la descripció dels components i aparells per a les comunicacions de telegrafia sense fils de poca potència.

1909: Filippo Tommaso Marinetti redacta el *Manifest futurista*, en el qual la ràdio es converteix en un instrument fonamental de transmissió i creació i és considerada un element de la contemporaneïtat. Posteriorment, al 1918, els futuristes també elaboren el *Manifest de la Ràdio*.

1910

1910: Lee De Forest fa la primera transmissió pública de ràdio, una transmissió experimental d'una òpera en directe de la Metropolitan Opera House de Nova York.

1912: Quan el vaixell *Titanic* s'enfonsa, emet senyals d'auxili, que no tothom pot rebre perquè la franja de freqüències d'emergència no està reservada.

1912: *Inici de la regulació de l'espectre radioelèctric. La Radio Act és la primera llei federal dels Estats Units que fa servir el concepte «llicència de ràdio».* Requereix que tots els operadors de ràdio tinguin llicència i prohibeix l'ús no autoritzat de les bandes de freqüència reservades per a usos comercials i militars.

1914: *Creació de la primera organització de radioaficionats als Estats Units, l'American Radio Relay League (ARRL).*

1917: *Es prohibeixen les retransmissions de radioaficionats durant la Primera (i també durant la Segona) Guerra Mundial perquè els governs implicats utilitzen les comunicacions radiotelegràfiques per conèixer i dirigir tots els moviments als fronts.*

1920

1920: Naixement de la radiodifusió sonora als estudis de l'empresa Marconi.

1920: A l'Argentina comencen les primeres transmissions d'entreteniment regulars.

1921: *Velimir Khlebnikov, poeta avantguardista rus, escriu un manifest titulat La Ràdio del Futur, en què la descriu com un instrument que permet intercanviar lliurement informació i que ha de portar a la conscienciació i l'apoderament del poble.*

1922: La British Broadcasting Corporation (BBC) es funda a Londres i monopolitza les ones angleses.

1924: *Primera emissió de Ràdio Barcelona des de l'Hotel Colón. És la primera emissió radiofònica a l'Estat espanyol. Una setmana després, la ciutat de Barcelona ja compta amb 80.000 receptors.*

1925: *Es forma la Unió Internacional de Radioaficionats (International Amateur Radio Union IARU)*

1925: *Dziga Vertov publica al diari Pravda un article sobre «radiopravda» (radioveritat). Amb aquest concepte de ràdio pretenia establir una comunicació entre el proletariat mundial mitjançant la gravació dels sons dels llocs de treball.*

1925: Primera demostració pública de televisió a Londres realitzada per l'inventor escocès John Logie Baird. La definició és de 30 línies i la imatge fa 3,8 x 5 cm.
1927: A la Conferència Radiotelegràfica Internacional s'atribueixen bandes de freqüències als diferents serveis de radiocomunicació existents (fix, mòbil marítim i aeronàutic, radiodifusió, aficionats i experimental) per fer més eficaç la seva explotació.
1929 : Primeres emissions regulars de televisió a Alemanya i Anglaterra.

1930

1932: Karl Jansky publica el descobriment d'un soroll «de nivell constant i d'origen desconegut» a 20,5 MHz provinent del centre de la Via Làctia.
1932: Canvi de nom de la Unió Telegràfica Internacional per Unió Internacional de Telecomunicacions (ITU).
1932: Bertolt Brecht escriu «Der Rundfunk als Kommunikationsapparat» [La ràdio com un aparell de comunicació], on posa de manifest que la ràdio ha de saber rebre i alhora transmetre, deixar que l'oient parli i alhora escoltar, dur-lo a relacionar-se en comptes d'isolar-lo.
1933 Edwin Howard Armstrong descobreix la FM, la ràdio en freqüència modulada, que redueix el soroll estàtic en la recepció de ràdio. Tot i així, la FM no es desenvolupa fins a finals dels anys seixanta perquè s'oposa als interessos comercials dels qui havien invertit en l'AM.
1933: Radio Luxembourg comença a emetre en anglès, essent una de les primeres ràdios comercials a emetre a Anglaterra.
1933: Marinetti i Pino Masnata publiquen «La radia» a la *Gazzetta del Popolo*, el mateix any en què a Milà se celebra la V Mostra Nacional de la Ràdio, on s'ofereix al públic italià les primeres presentacions experimentals de televisió.
1935: Robert Watson Watt crea el primer radar de la història.
1936: Primeres retransmissions de televisió de la BBC a Londres.
1936: Les Olimpíades de Berlín són el primer esdeveniment esportiu emès per televisió.

1940

1940 Els radars britànics (i possiblement també els alemanys) detecten esporàdicament la radiació del sol, a longituds d'ona d'uns 5 m (uns 60 MHz), cosa que es manté en secret fins acabada la guerra.
1940: Grote Reber publica el primer mapa de la radiació galàctica a 160 MHz i el primer article de radioastronomia a l'*Astrophysical Journal* confirmant el descobriment de Jansky.
1941: Radio España Independiente, més coneguda com «La Pirenaica», comença a emetre des de Moscó. És una emissora creada pel Partit Comunista d'Espanya que emet uns quaranta anys evitant les censures i interferències.
1942: James S. Hey detecta les emissions en ràdio del Sol.
1943: Primera patent pública disponible d'un sistema basat en l'espectre dispers (*spread spectrum*). Patentada per l'actriu de Hollywood i enginyera de telecomunicacions Hedy Lamarr i el pianista George Antheil.
1943: Tesla aconsegueix finalment l'adjudicació de la patent de ràdio.
1945: Hey detecta la primera estrella només observant l'espectre ràdio.

1946: La companyia Bell treu al mercat el primer sistema de telefonia mòbil civil.
1949: Martin Ryle i Graham Smith realitzen el primer mapa de fonts de ràdio més intenses de l'hemisferi nord amb un interferòmetre situat a Cambridge (Anglaterra).
1949: John G. Bolton, G. J. Stanley i O. B. Slee identifiquen tres fonts de ràdio associades a tres objectes coneguts per l'astronomia òptica. Un d'ells és la nebulosa del Cranc (restes d'una explosió de supernova).

1950

1951: John Cage estrena a Nova York *Imaginary Landscape No 4*, una peça per a 12 ràdios i 24 músics.
1954: Es comercialitza el transistor de ràdio de butxaca, el TR-1.
1956: John Cage compon la peça *Radio Music*, on els músics segueixen una partitura que és una seqüència de freqüències de ràdio i parts de silenci.
1957: Llançament de l'*Sputnik*, el primer satèl·lit artificial que emet ones de ràdio per conèixer la concentració d'electrons a la ionosfera.
1958: Comencen les emissions de Radio Mercur de Dinamarca, la primera ràdio pirata, des d'un vaixell en aigües internacionals.
1959: Primera emissió de Radio Liberty, emissora finançada per la CIA que, des de Pals, envia missatges anticomunistes a l'antiga Unió Soviètica.

1960

1960: A Anglaterra es produeix l'eclosió del moviment de ràdios pirates amb l'emissió de música pop des d'estacions instal·lades en vaixells o plataformes petrolieres abandonades. Llavors no eren il·legals perquè emetien des d'aigües internacionals.
1960: Un grup de radioaficionats creen una organització anomenada OSCAR (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio), amb seu a Califòrnia, amb l'objectiu de dissenyar i construir el primer satèl·lit per a radioaficionats, l'OSCAR 1, el qual seguien molts més.
1963: S'estableix la primera comunicació de ràdio via satèl·lit, amb el satèl·lit TELSTAR.
1963: Llançament del primer satèl·lit de telecomunicacions del món, Syncom-1, a l'òrbita geoestacionària.
1964: Radio Caroline, considerada una ràdio pirata, comença a emetre música pop a Anglaterra des d'un vaixell per evitar el monopoli de les discogràfiques i de les emissions de la BBC.
1965: Arno Penzias i Robert Wilson (Nobel de Física 1978) confirmen experimentalment la teoria del Big Bang en detectar la radiació de fons còsmic, una radiació que prové de totes les direccions de l'espai i que correspon a la d'un cos negre a 3 K (uns -270 °C), en el rang de les microones.
1966: John Cage i Morton Feldman graven els *Radio Happenings I-V* a l'emissora WBAI, a Nova York. Es tracta d'una sèrie de converses entre tots dos compositors que documenten les seves preocupacions sobre música, art, la societat i la política del moment.
1967: El programa «Our World» és la primera retransmissió televisiva en directe via satèl·lit, amb una audiència de 400 milions. Amb la participació de la cantant d'òpera Maria Callas, els Beatles o el pintor Pablo Picasso.

1969: Primera comunicació de veu i televisió des de la lluna realitzada per Neil Armstrong des de l'*Apollo 11*.

1970

1970: Inici del moviment de ràdio lliure a Itàlia i França. Una ràdio lliure és una emissora de ràdio independent, de caràcter no lucratiu, gestionada i programada de forma col·lectiva.

1973: Martin Cooper introdueix el primer radiotelèfon, motiu pel qual se'l considera el pare de la telefonia cel·lular. No és fins el 1979, però, que n'apareixen els primers models comercials a Tòquio.

1974: Cadaqués Canal Local, dinamitzat per Antoni Muntadas, és la primera experiència a l'Estat espanyol de vídeo amb fins comunitaris, la qual segueix Barcelona Districte el 1976.

1976: Creació de Radio Alice a Bolonya, Radio Onda Rossa a Roma, Controradio a Florència i Radio Sherwood a Pàdua, entre d'altres. Radio Alice és fundada per un col·lectiu polític i és un referent per les seves possibilitats revolucionàries; representa un intent de transformar la tecnologia moderna en una direcció alliberadora.

1977: Creació de la primera ràdio lliure de Catalunya, Ràdio Maduixa de Granollers. Un parell d'anys més tard es crea Ona Lliure de Barcelona.

1977: Name June Paik realitza la *Documenta Performance* en directe per televisió via satèl·lit, en la qual mostra les seves obres i performances.

1980

1980: Inici de l'ús comercial de l'espectre dispers (*spread spectrum*).

1980: S'inaugura el Very Large Array (VLA) a Socorro (Nou Mèxic), construït pel National Radioastronomy Observatory (NRAO) i format per 27 antenes de 25 m de diàmetre separades a distàncies que poden arribar a 36 km. L'instrument és encara avui el més potent per realitzar observacions a longituds d'ona entre 0,7 cm (43 GHz) i 90 cm (33 MHz).

1981: Inici de les emissions de Ràdio Pica, emissora alternativa de continguts culturals, que continua emetent actualment. Les sigles PICA significa Promoció Independent Coordinació Artística-Alternativa.

1981: Ericsson produeix el sistema NMT450 (Nordic Mobile Telephony 450 MHz), el primer sistema de telefonia mòbil tal com s'entén avui en dia, ja que pot ser traslladat i utilitzat per una sola persona. Mòbils de primera generació (1G).

1982: El terme *mini-FM* apareix per primer cop en un diari, en sorgir el moviment de *very low-watt FM-station* al Japó. Tetsuo Kogawa, que considera la ràdio com un mitjà bidireccional, i els seus estudiants posen en marxa Radio Polybucket, una mini-Fm, utilitzant un petit transmissor al campus de la universitat. També s'hi refereixen amb el terme *ràdio mol·lecular*.

1987: Els mossos d'esquadra tanquen i requisen Ràdio Pica; la Generalitat ho justifica amb l'excusa que provocava interferències a l'aeroport, fet que es demostra fals en el judici posterior. A partir d'aquest moment neix una nova fornada de ràdios lliures, com Radio Bronka de Barcelona.

1989: Invenció i llançament de satèl·lits GPS pel Departament de Defensa dels Estats Units. El GPS dona informació de localització i hora. En un principi se'n prioritza l'ús militar, però a partir de l'any 2000 s'igualava amb els usos civils.

1990

1990: S'aprova la *Broadcasting Act*, la legislació restrictiva per posar fi a les emissions pirates a Anglaterra.

1991: Neix Ràdio Contrabanda de Barcelona, una ràdio lliure, no comercial, assembleària i autogestionada molt vinculada als moviments socials.

1992: Van Gogh TV realitza el projecte «Piazza Virtuale», el primer projecte de televisió interactiva, a la Documenta IX de Kassel.

1992: El satèl·lit COBE de la NASA revela l'anisotropia de la radiació de fons còsmic i les variacions de temperatura de l'univers. El descobriment, fonamental per a la cosmologia moderna, permet conèixer millor tant la naturalesa de l'energia i la matèria com l'evolució de l'univers fins als nostres dies.

1997: S'estableix l'estàndard internacional de Wi-Fi, acrònim de Wireless Fidelity (fidelitat sense fils) per a comunicacions per a xarxes locals sense fils.

2000

2000: Es crea Consume.net, una de les primeres xarxes Wi-Fi ciutadanes.

2002: Naixement del moviment Telestreet a Bolonya amb les emissions d'OrfeoTV, una televisió de carrer, «una emissora d'accés públic oberta a tota la gent del barri que vulgui actuar davant la paràlisi del sistema informatiu italià».

2003: Naixement de l'Assemblea per la Comunicació Social (ACS). Els seus objectius principals són la creació de mitjans audiovisuals de caràcter comunitari i el qüestionament del model de comunicació social actual. Creació dels projectes Okupem Les Ones i La Tele al canal 52 de l'UHF.

2004: Creació de Guifi.net, una xarxa de telecomunicacions oberta, lliure i neutral que es vertebrava a partir d'un acord d'interconnexió en què cadascú, en connectar-se, esten la xarxa i obté connectivitat.

2008: S'inaugura a Mèxic el GMT, el radiotelescopi amb un rang de freqüència més gran, entre 1 i 4 mm de longitud d'ona.

2011: El telescopi ALMA (Atacama Large Millimeter Array) comença a funcionar parcialment. Situat al desert d'Atacama (Xile) a una altura de 5.000 m, compta amb 64 antenes de 12 m per observar en longituds d'ona mil·limètrica i submil·limètrica.

2011: A l'actualitat hi ha 21 satèl·lits de radioaficionats en òrbita i operant; durant els últims quaranta anys se n'han llançat més de 70.

ANNEX 3

Línies de camp i camps de força

Josep Perelló

La principal obsessió dels físics dels darrers cinc-cents anys han estat les forces a distància. La Llei de la Gravitació Universal (1687) fou la primera d'elles que s'estudià matemàticament en profunditat. La felicitat troballa del cèlebre Isaac Newton va marcar tot un estil i una manera de fer en la física de segles posteriors. El científic anglès va descriure perfectament la interacció entre cossos massius, bo i ficant al mateix sac les òrbites del sistema solar i la caiguda d'una poma sobre el nostre cap. Allò celest, pretesament intocable i permanent, s'impregnà així de la quotidianitat trivial d'aquell que ha de pujar l'escala arrossegant pesos considerables. L'heliocentrisme d'astres imperfectes que se'n deriva va modificar severament la nostra forma de concebre l'univers.

La gravetat és, efectivament, la força sense contacte, sense cordes ni cola d'enganxar, que ens resulta més propera. Entre altres raons, perquè ens manté ancorats a la superfície terrestre o ens permet caminar. Però no és l'única força a distància que coneixem i amb què mantenim una relació molt estreta. I l'electricitat? Proveu d'imaginar-vos viure sense ella! Si la força de la gravetat condiciona la nostra mobilitat, la força elèctrica regula el nostre organisme i estableix ponts de relació amb el món que ens envolta, des de les neurones fins a la fotosíntesi, passant per internet i l'electrònica.

Després de les forces elèctrica i gravitatòria, un tercer cas menys conegut, però no pas per això irrellevant, és la força magnètica. L'antiga Grècia descobreix la magnetita, un imant natural capaç d'atraure metalls, una anomalia o mera curiositat als ulls de la gent de l'època. El magnetisme, però, abandona l'anècdota i s'emancipa segles després gràcies a la brúixola. La navegació marítima deu el seu progrés a aquesta fina agulla, capaç de girar en resposta al camp del gran imant natural que és la Terra.

El magnetisme, curiositat primer i tecnologia després, acaba aportant la peça necessària per poder configurar el puzzle de les forces de l'univers i conèixer de passada la naturalesa de la matèria que el compon. El primer pas notable, la comprensió rigorosa de les peculiaritats del magnetisme amb una anàlisi matemàtica potent, no arriba fins ben entrat el segle XIX. Aleshores es construeixen els primers imants artificials gràcies a la confluència del magnetisme i l'estudi de l'electricitat. Un experiment ideat per André-Marie Ampère l'any 1820 observa una força atractiva entre dos cables situats a deu centímetres i pels quals circula corrent elèctric continu. L'explicació del fenomen passa per considerar que la intensitat de corrent d'un cable genera un camp magnètic al seu voltant i que aquest camp, al seu torn, afecta les càrregues en moviment de l'altre cable. El magnetisme queda del tot imbricat amb l'electricitat. Aquesta observació juntament amb d'altres, com ara l'ús d'una agulla magnetitzada per mesurar la intensitat de corrent elèctric, finalment permeten concloure a Ampère que «el magnetisme no és més que electricitat en moviment».

Una desena d'anys després, en plena efervescència investigadora, Michael Faraday i Joseph Henry observen de forma gairebé simultània la inducció electromagnètica. El gir d'una bobina pot arribar a induir una força electromotriu, és a dir: una circulació de corrent elèctric sobre una segona bobina. I a l'inrevés, un canvi elèctric pot desencadenar un canvi en el flux magnètic i, en conseqüència, una força mecànica que

faci giravoltar la segona bobina. El fenomen permet construir transformadors, motors i generadors elèctrics, avui essencials per extraure energia hidràulica i eòlica o per aportar energia mecànica a un motor. I això sense parlar del rol de la bobina en la circuiteria elèctrica de corrent altern. Neix d'aquesta manera tota una fauna d'aparells que encara avui poblen la nostra quotidianitat, des de la microescala a la macroescala. I no sembla observar-se cap indici de perill d'extinció. La colonització es pronostica més intensa en les properes dècades, encara que segurament més miniaturitzada i amagada.

Aquest conjunt d'experiments fusionen de diverses maneres magnetisme i electricitat. La tendència és inexorable i científics diversos proposen síntesis matemàtiques més o menys afortunades, com les de l'article *Sobre les línies de força físiques* [*On Physical Lines of Force*] (1861) de James Clarke Maxwell. La proposta de teoria conté fins a vint equacions diferencials amb vint variables diferents. La seva intractabilitat queda reduïda a només quatre equacions diferencials pel mateix Maxwell el 1873. L'èxit d'aquesta última proposta és rotund, i no només per la seva elegància o simplicitat. La teoria continua vigent avui dia en la gran majoria de contextos i les quatre equacions han passat a la posteritat com *les equacions de Maxwell*.

De fet, les equacions de Maxwell també preveuen l'existència d'ones de fluctuació de camps elèctrics i magnètics que es desplacen a uns 300.000 quilòmetres per segon. La velocitat teòrica d'aquestes ones coincideix amb la velocitat de la llum. El físic no ho considera una casualitat i afegeix, amb aquella indolència de científic ambicions, que «difícilment podem evitar la conclusió que la llum consisteix en una ondulació transversal del mateix medi que és la causa d'un fenomen elèctric i magnètic».¹ Maxwell afirma anys després que dels resultats s'infereix que «la llum i el magnetisme són reflexos de la mateixa substància i que la llum és una distorsió electromagnètica».

L'ànima electromagnètica de Maxwell pren cos amb Heinrich Hertz i forma d'ones ràdio. L'alemany comprova que les ones electromagnètiques poden viatjar i recórrer distàncies considerables en l'anomenat *espai lliure*. Ja abans de la teoria de Maxwell, s'aconsegueix produir un camp elèctric oscil·lant amb la descàrrega d'un condensador, però no és fins l'any 1886 que Hertz comença a construir aparells capaços d'emetre i percebre ones electromagnètiques sense fils, l'aleshores anomenada *telegrafia sense fils*. El seu objectiu és validar la predicció de l'existència d'ones electromagnètiques de Maxwell més enllà de la fisicitat del cablejat elèctric. Una antena emissora, un oscil·lador fet amb bobines i condensadors, genera un camp elèctric oscil·lant en el seu cablejat. El científic regula i tria la freqüència d'oscil·lació. Per inducció electromagnètica, el senyal es transmet i viatja en l'*espai lliure* en forma d'ones electromagnètiques transversals amb la freqüència estipulada. Les oscil·lacions a l'espai es recullen amb un receptor o ressonador que, gràcies a la seva gens gratuïta forma geomètrica, sintonitza el senyal rebut i aquest genera un camp elèctric oscil·lant en l'aparell receptor idèntic al creat inicialment en l'antena emissora. En el cas de Hertz, la forma receptora és un anell de zinc capaç de detectar també la polarització del senyal rebut.

¹ «We can scarcely avoid the conclusion that light consists in the transverse undulations of the same medium which is the cause of electric and magnetic phenomena.»

Un cop realitzat amb èxit l'experiment, Hertz no creu que les ones sense fils que ha descobert tinguin cap aplicació pràctica.² Hertz es veu a ell mateix com un mer verificador experimental del «mestre Maxwell» i mor prematurament el 1894 sense haver registrat cap patent ni tan sols haver-se pogut lamentar de la seva manca de visió tecnològica. El científic alemany, sense ser conscient de les conseqüències que tindria, realitza la primera emissió de ràdio de la història en el rang de freqüències UHF, un espai que fins fa ben poc ha ocupat la televisió analògica. Els historiadors consideren Hertz el primer poblador de l'*espai lliure*, el que avui tothom anomena *espai hertzià* en sincer homenatge a aquest pioner de les ones. Poc després, Thomas Edison, Guglielmo Marconi, Nikolai Tesla i tants d'altres ocupen l'*espai lliure* amb una clara perspectiva tecnològica i empresarial. La unitat de freqüència de la radiació, també com a homenatge al físic alemany, es mesura en hertzs (Hz). I la ràdio, paraula provinent del terme genèric de «radiació», abraça el rang de freqüències compreses entre els pocs hertzs i els gigahertzs (mil milions de hertzs).

Al tombant de segle, el 1900, Max Planck s'enfronta a un dilema interpretatiu de la radiació electromagnètica que va més enllà de l'electricitat i el magnetisme com a forces a distància que viatgen en l'*espai lliure*. Planck, Albert Einstein, Niels Bohr i altres físics pretenen vincular la radiació amb la naturalesa atòmica de la matèria. Quina relació té una ona electromagnètica amb la matèria que imaginem corpuscular a través de l'àtom? O, simplement, per què el sol és ataronjat i un flama de gas natural té una part blavosa? Sembla clar que la radiació electromagnètica (ones) sorgeix i acaba amb la vibració de la matèria a causa de la naturalesa elèctrica dels àtoms (corpuscles) que la constitueixen. És també empíricament conegut que la temperatura d'un cos, mesura lligada a l'energia dels seus àtoms, determina la tonalitat bàsica de la radiació electromagnètica emesa. Allò fins aleshores tan eteri com la radiació pren forma amb els aparells de recepció i emissió de Hertz i ara la mateixa radiació és la que identifica una entitat tan material com els àtoms.

Planck hi busca una explicació teòrica a través de la partició de la radiació electromagnètica en paquets d'energia proporcionals a la seva freqüència. L'any 1905, Albert Einstein rebla el clau que Planck havia introduït postulant que la radiació té una naturalesa corpuscular amb els quanta de llum (o fotons) i que l'energia de cada quanta és directament proporcional a la freqüència del fotó. La hipòtesi dels quanta de llum que prefigura l'anomenada física quàntica s'alimenta de l'estudi de l'àtom a través dels fotons que emet. Al seu torn, Niels Bohr i altres científics formulen la coneguda Interpretació de Copenhaguen (1924-1927) concebant una naturalesa dual de la radiació electromagnètica segons la qual es pot fer una lectura corpuscular de la llum a través del fotó de Planck i Einstein, com una partícula més, que no impedeix, però, llegir el mateix fenomen interpretant la llum com una ona electromagnètica.

Els fotons ens aporten informació sobre els estats d'energia d'àtoms gasosos a l'interior de làmpades i degudament escalfats amb un filament elèctric. La desexcitació espontània dels àtoms genera un excedent d'energia que s'allibera en forma de radiació electromagnètica a unes freqüències ben específiques, que l'espectrografia s'ha anat encarregant de mesurar a partir de l'últim tram del segle XIX tot i desconèixer-ne la causa. Johannes Robert Rydberg (1889) endreça les dades empíriques i troba una

² «I do not think that the wireless waves I have discovered will have any practical application.»

fórmula heurística que demostra l'existència d'un patró i un ordre en l'emissió i l'absorció de radiació electromagnètica. Bohr (1913) aporta una primera explicació teòrica als resultats de Rydberg per al cas de l'àtom d'hidrogen, i millores posteriors acaben forçant el naixement de la mecànica quàntica i la seva famosa equació d'Schrödinger (1926). La mecànica quàntica és capaç de descriure l'existència de bandes d'energia, de conducció, en materials més sofisticats que l'hidrogen i que presenten una estructura cristal·lina ordenada. L'existència d'aquestes bandes confereix unes peculiaritats en la circulació de corrent elèctric en l'estructura cristal·lina dels anomenats *materials semiconductors* que fan aquests materials summament atractius des d'un punt de vista tecnològic.

Els semiconductors, entre els quals destaca el silici, són el material bàsic de l'electrònica moderna, en detriment dels conductors amb les seves bobines, resistències i condensadors. De fet, els semiconductors fan possible el transistor bipolar, un giny inventat per John Bardeen, Walter Houser Brattain i William Bradford Shockley el 1947 en els famosos Laboratoris Bell. El terme prové de l'aglutinació de les paraules angleses *transfer resistor* (resistència de transferència). El dispositiu fa les funcions d'amplificador, oscil·lador, commutador i rectificador de senyal elèctric, funcions totes elles fonamentals en l'electrònica moderna i, en concret, en els aparells de ràdio. El transistor fa possible la miniaturització de la vella ràdio, cosa que contribueix de manera decisiva a la popularització d'artefactes de radiodifusió com la ràdio o, posteriorment, el televisor.

La radiació electromagnètica entesa per la física quàntica ens retorna finalment als cossos celestes i al conjunt de l'univers. Just on la gravetat de Newton ens havia fet caure la poma, tornem a la immensitat de l'univers. L'observació de les estrelles ens permet inferir la temperatura de la seva superfície. La física quàntica i l'anàlisi espectrogràfica de la radiació astronòmica permeten reconèixer també els elements químics presents i les reaccions termonuclears que es van succeint en una estrella sense haver de posar-hi els peus. Les ones ràdio que Hertz fabrica tenen una freqüència similar a les interferències que genera l'activitat solar en els seus moments més àlgids, a uns 60 MHz que radars de la Segona Guerra Mundial van descobrir i patir i que les empreses de telefonia han de filtrar per oferir un bon servei als seus clients. De manera gairebé simultània, l'astrònom James Hey detecta la primera estrella només fixant l'antena en l'espectre ràdio l'any 1945. Pocs anys després es comencen a realitzar mapes estel·lars exhaustius en banda ràdio, un avís premonitori que aquest rang de freqüències acabaria essent un dels més rellevants (per no dir el més important) per a l'astronomia moderna. Així, el 1951 es visualitza per primer cop l'estructura espiral de la Via Làctia, la nostra estimada galàxia. Es descobreixen radiofonts tremendament intenses anomenades *de sincrotró* els anys cinquanta, els quàsars o una riquesa química al medi interestel·lar del tot inesperada. I tot aquest coneixement és possible gràcies a l'ús d'una tecnologia millorada que Hertz utilitza per primera vegada sense donar-li més rellevància que la de comprovar la hipòtesi d'existència de radiació electromagnètica de Maxwell.

Però, sobretot, l'any 1965 es detecta una radiació associada a una temperatura de prop de 3 K (uns 270 graus sota zero). Els seus descobridors, Arno Penzias i Robert Wilson, atribueixen el senyal a algun tipus d'estranya interferència que prové de tot arreu i que no hi ha manera d'evitar. La radiació de fons còsmic en microones resulta ser la primera prova concloent que l'univers neix d'una gran explosió primordial. Sondes diverses,

com ara el COBE (1992), amb l'ull posat en l'amplada de banda ràdio, han anat precisant les mesures considerant els detalls de l'evolució de l'univers, buscant donar resposta a qüestions com l'edat de l'univers, la seva inhomogeneïtat o les hipòtesis d'existència de les misterioses *massa fosca* i *energia fosca*.

Totes aquestes troballes passen per les ones ràdio, la importància de les quals ha revitalitzat l'astronomia fins al punt que es considera que la disciplina està vivint una segona edat d'or després de l'època gloriosa de Galileu, Tycho Brahe o Johannes Kepler, prèvia i gairebé coetània a la del gran Isaac Newton, amb qui començàvem parlant de les forces a distància. De raons per captar les ones ràdio que ens arriben del cel no ens en falten, i d'inversions econòmiques en l'anomenada *Big Science*, tampoc. El telescopi ALMA (Atacama Large Millimeter Array), encara en construcció, és el major projecte astronòmic endegat a l'actualitat, amb un esforç científic absolutament global. Situat al desert xilè d'Atacama, comença a funcionar, parcialment, aquest any 2011. Comptarà amb 64 antenes de 12 m amb la promesa d'obrir una finestra inèdita de l'univers que permetrà «conèixer els nostres orígens còsmics», i ho farà amb una resolució excepcional.

Magnetita, brúixola, electricitat, inducció, bobina, llum, radiació, oscil·lador, ressonador, anella, zinc, quanta, fotó, espectrografia, làmpada, gas, àtom, hidrogen, semiconductor, transistor, silici, temperatura, Sol, Via Làctia, radiació de fons còsmic, Big Bang, COBE o ALMA. La radiació electromagnètica que ocupa l'*espai lliure* del qual parlava Hertz ha donat presència a les línies de les forces a distància que han obsedit els físics de totes les edats i èpoques. Unes intenses línies de força ens fan tornar a mirar el cel i somiar en un aventura cognitiva que sembla no tenir fi.

ACTIVITATS CAMPS INVISIBLES
15 D'OCTUBRE 2011 A 4 DE MARÇ 2012

TALLERS ESCOLARS

ESPECTRES ELECTROMAGNÈTICS

FEM ANTENES

EMISSORS I RECEPTORS DE RÀDIO (en col·laboració amb UPC)

Dimecres i dijous a les 10h i a les 11:30h del 19 d'octubre al 21 de desembre.

Durada 1:15h

GUIFILAB: Internet per a tothom! a de guifi.net

Dimarts a les 10h, del 18 d'octubre al 29 de novembre

Durada 1:15h

Imprescindible reserva prèvia tel. 692083307

i a ciencia_artssantamonica@gencat.cat

ACTIVITATS DE CAP DE SETMANA

CICLE ORBITANT SATÈL·LITS de Plataforma Cero, LABoral (Centro de Arte y Creación Industrial)

***INTRODUCCIÓ ALS SATÈL·LITS I LA SEVA TECNOLOGIA a càrrec de David Pello**

Diumenge 16 d'octubre, a les 12h

Durada 2h

***TÈCNiques PER CONTACTAR AMB SATÈL·LITS a càrrec de David Pello**

Diumenge 23 d'octubre, a les 12h

Durada 2h

***SATELLITE STORIES- a càrrec de Joanna Griffin i Pedro Soler**

(taller parcialment en anglès)

Diumenge 6 de novembre, a les 12h

Durada 2h

Imprescindible reserva prèvia tel. 692083307

i a ciencia_artssantamonica@gencat.cat

TALLERS FAMILIARS

***GUIFILAB a càrrec de guifi.net**

Diumenges 27 de novembre, 15 de gener i 12 i 26 de febrer a les 12h

Durada 1:15h

Entrada lliure. Per ordre d'arribada, fins a completar l'aforament.

***FEM ONES a càrrec d'Irene Lapuente i Patrícia Homs (en col·laboració amb UPC)**

Diumenges 20 de novembre, 5 i 19 e febrer a les 12h

Durada 1:15h

Entrada lliure. Per ordre d'arribada, fins a completar l'aforament.

***FER AUDIBLE L'INAUDIBLE I DONAR-LI NOUS USOS! a càrrec dels LUTHIERS**

DRAPAIRES

Diumenges 13 de novembre i 22 de gener a les 12h

Durada 1:30h

Entrada lliure. Per ordre d'arribada, fins a completar l'aforament.

***OBSERVACIONS RADIOASTRONÒMIQUES a càrrec de membres del projecte PARTNeR del Centre d'Astrobiologia (INTA-CSIC) i del Departament d'Astronomia i Meteorologia (UB)**

Diumenges 18 de desembre i 29 de gener, a les 12h

Durada 2h

Entrada lliure. Per ordre d'arribada, fins a completar l'aforament

Activitats coordinades per Patricia Homs i Irene Lapuente (Àmbit de Ciència, Arts Santa Mònica)