

TREBALL DE RECERCA



Verificació dels estudis sobre els efectes secundaris de les ones
electromagnètiques en els éssers vius

Autor:

Arnau Pujol Chaparro
2n Batxillerat A

Tutor:

Salvador Martí Vilà
2022-2023

18 de novembre de 2022

AGRAÏMENTS

Vull transmetre el meu més sincer agraïment a tots aquells que m'han ajudat al llarg d'aquesta etapa i han col·laborat en aquesta recerca.

En primer lloc, al meu tutor el Dr. Salvador Martí Vilà, per la seva ajuda en la planificació, informació i organització en aquest Treball de Recerca.

En segon lloc, els pares que han estat al llarg de tot aquest període donant-me suport en tot moment i animant-me a continuar endavant.

ÍNDEX

Abstract	5
1. Introducció	6
1.1. Motivacions personals	7
1.2. Hipòtesi	7
1.3. Objectius del treball	7
2. Electromagnetisme	8
2.1. Història	8
2.1.1. Tales de Mileto	8
2.1.2. Hans Christian Ørsted	9
2.1.3. Michael Faraday	10
2.1.4. James Clerk Maxwell	13
2.1.5. Heinrich Rudolf Hertz	15
2.2. L'ona electromagnètica	17
3. Opinions d'organismes oficials	20
3.1. Organització Mundial de la Salut	20
3.2. Institut Nacional del Càncer dels Estats Units	21
3.3. Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya	22
4. Experimentació	26
4.1. Explicació de l'experiment	26
4.2. Avenç cronològic	27
4.3. Estadístiques de creixement	34
4.4. Anàlisi de resultats	35
4.5. Conclusió	35
5. Webgrafia	36

ABSTRACT

Several institutions have conducted experiments to find out whether electromagnetic waves are harmful to the health of living beings.

It was concluded that the electromagnetic waves we frequently use are not ionising waves, so they cannot alter deoxyribonucleic acid (DNA). This leaves us with the following questions: how is it possible that there are experiments with the conclusion that electromagnetic fields are harmful to health if science has proven otherwise? Are the experiments well conducted? Do they follow the scientific method?

To answer these questions, I conducted an experiment in which I subjected plants in different situations to different electromagnetic waves and compared their condition with those that were not exposed.

Once the data has been analysed and the conclusion drawn, the veracity or falsity of these experiments will be checked.

1. INTRODUCCIÓ

Els possibles efectes secundaris de ser exposats a ones electromagnètiques (e-me) ha estat un tema molt debatut des de la globalització de les noves tecnologies i la seva contínua emissió.

Una part de la població afirma que són nocives i afecten el funcionament del nostre organisme. Com a prevenció, eviten tot el possible l'ús d'aparells que emetin aquest tipus d'ones. Com a tèsis, l'altra part creu que la gran majoria d'ones e-me són inofensives i que no tenen cap efecte secundari tan significatiu com per poder alterar cap funció de l'organisme. Aquest pensament és el més estès i compartit per la majoria de la comunitat científica.

S'han realitzat experiments per concloure aquesta disputa. Es tracten de sotmetre a un ésser viu a ones e-me i observar com reacciona, la majoria estan ben elaborats, tenint en compte les variables externes, com per exemple la temperatura i la humitat. En ser una prova tan senzilla de portar a terme s'han efectuat rèpliques i moltes són públiques, però no totes han sigut ben desenvolupades, causant desinformació. Amb tot això, algunes d'elles estan alterades, creant una conclusió que crida l'atenció per donar-se a conèixer, però només aconsegueixen eclipsar els experiments ben fets.

Ja està més que demostrat que la gran majoria d'ones e-me no provoquen cap mal al organisme, però encara avui dia, hi ha qui ho qüestiona tenint com a suport un experiment.

Com és possible que la immensa majoria d'institucions que ha recreat aquest experiment hagin obtingut el mateix resultat i un petit grup de persones conclou el contrari.

Això ens deixa una pregunta: estan els experiments ben realitzats?

1.1. MOTIVACIONS PERSONALS

A mitjans del curs anterior, 1r de Batxillerat, ens van explicar de què es tracta el Treball de Recerca, a l'hora fer saber com s'ha de portar a terme es van fer molts símls amb el Crèdit de Síntesis, ja que tenen diverses característiques en comú, però amb la diferència que el treball d'aquest any s'ha de redactar individualment i la tesi és escollida per l'estudiant. Durant un parell de setmanes, vaig estar pensant sobre quin àmbit tractaria el meu treball, fins que vaig recordar una vella discussió que solia tenir amb el meu pare.

El Nadal en què cursava 6è de Primària els meus pares em van regalar el meu primer mòbil. Passats els mesos vaig agafar el costum d'utilitzar el mòbil al llit fins que m'agafes son. Arribat aquell moment, deixava el telèfon carregant a la tauleta de nit i en veure-ho el meu pare em deia podia ser perjudicial per a la meua salut i l'allunyes del meu cap. Sempre em vaig quedar amb el dubte si el que deia el meu pare era veritat o el resultat d'una desinformació.

1.2. HIPÒTESIS

La ciència abans de la globalització de les ones e-me ja afirmava que no són perjudicials per a la salut, en canvi, hi ha molts experiments que conclouen el contrari. Per tant, això ens deixa les diverses preguntes: aquests experiments segueixen el mètode científic? Estan tenint en compte totes les variables? Fan rèpliques de l'experiment?

Davant d'aquests dubtes vaig plantejar la següent hipòtesis: Tots els estudis que conclouen que les ones e-me son perjudicials per la salut estan mal realitzats.

1.3. OBJECTIUS DEL TREBALL

La finalitat d'aquest l'estudi és aportar un gra de sorra dins d'aquest etern conflicte, amb informació objectiva i verificant la teoria amb la fase d'experimentació. Un cop acabats, s'analitzaran les dades i s'extraurà una conclusió. També s'ha de fer accessible per a la divulgació, ha d'arribar al màxim nombre de persones possibles, amb el propòsit d'aclarir els dubtes que pot tenir la societat i ajudar a detectar els experiments mal realitzats.

2. ELECTROMAGNETISME

Per poder trobar una resposta a les preguntes prèviament formulades és necessària una recerca d'informació on es desenvolupi tot el coneixement necessari per entendre i arribar a una conclusió. Aquesta és la finalitat de l'apartat, rememorar els descobriments dels científics més importants de la història d'electromagnetisme.

L'electromagnetisme és derivant de la física que estudia i unifica els fenòmens elèctrics i magnètics en una sola teoria. Fins al 1820 aquests dos fenòmens eren considerats independents. Com és recurrent en la ciència, es va descobrir de forma accidental. El mèrit és atribuït a Hans Christian Ørsted, un físic danès del segle XIX, que va fer els fonaments d'aquesta branca física amb el que senzillament era un experiment per a la seva classe.

Però això va ser milers d'anys després del naixement d'aquesta especialitat.

2.1. HISTÒRIA

2.1.1. TALES DE MILETO

Tot va començar amb el filòsof Tales de Mileto (625-546 aC), un dels set savis de l'antiga Grècia. Destacat no només en el camp de la filosofia sinó també va fer unes excel·lents aportacions al món de l'astronomia, el matemàtic i el físic.

Més enllà de científic, Tales de Mileto era un filòsof racionalista, que tractava d'explicar racionalment els fenòmens de la natura. Per aconseguir-ho, utilitzava la deducció i la hipòtesi, convertir-se en el primer filòsof grec en basar els seus estudis en la crítica.

Al filòsof grec se li atorga el descobriment d'un mineral que té la propietat d'atraure certs metalls: la magnetita. Així mateix, va observar que fregant ferro amb magnetita aquest obtindria les propietats magnètiques del mineral, el ferro s'imantava.

No obstant al seu descobriment, mai va aconseguir explicar correctament l'atracció magnètica, ja que el seu raonament es basava en l'atribució de "vida" o "ànima" a la magnetita, tot i això, els seus estudis van posar nom al fenomen físic: el magnetisme.

Per altra banda, tenint en compte el descobriment anterior va tenir l'ocurrència de fregar una pedra d'ambre amb pell d'animal, tenint com a conseqüència que les motes de pols fossin atretes per l'amber, donant nom al qual coneixem avui dia com electricitat estàtica.

El seu estudi va suposar tal revolució que més de mil anys després diversos científics es basaven en les seves recerques en els seus experiments.

2.1.2. HANS CHRISTIAN ØRSTED

Tal com va fer Tales de Mileto, Ørsted volia marcar un abans i un després en el món de la física tal i com es coneixia en aquell moment. Però abans d'això, requeria molts anys d'estudi i d'investigació.

Hans Christian Ørsted (1777-1851) nascut a Rudkøbing, Dinamarca, és llicenciat en física i farmàcia a la Universitat de Copenhaguen, on temps després serà professor.

El físic danès tenia un gran interès per la química, descobrint així un element de la taula periòdica: l'alumini. Malgrat això, el seu gust per la filosofia i l'admiració que li tenia a Immanuel Kant (1724-1808) el va impulsar a completar el doctorat en filosofia, dedicant la seva tesi al filòsof francès.

A principis de 1820, fent un experiment per als seus alumnes, Ørsted va trobar de forma accidental allò que posaria el seu nom en els llibres d'història, tot gràcies al següent experiment.

Ørsted es va adonar que si un cable elèctric és connectat a una bateria de 9 volts, aproximadament, a sobre la brúixola de forma paral·lela a l'agulla es pot observar una desviació en seva la direcció.

En el cas de col·locar el cable sota la brúixola la desviació és oposada.



D'aquesta manera, es va demostrar per primera vegada que l'electricitat i el magnetisme estan relacionats, apareixent com una nova ciència, l'electromagnetisme.

2.1.3. MICHAEL FARADAY

Va néixer en 1791, a Londres en el si d'una família molt pobre. D'arrels molt humils i orígens religiosos.

A l'edat de catorze anys i amb una educació molt bàsica, Michael Faraday (1791-1867) comença a treballar com a aprenent de llibreter. On va tenir l'oportunitat de llegir alguns articles científics que el van impulsar a realitzar els seus primers experiments.

La seva vida va canviar per sempre quan per fortuna va rebre un tiquet per a veure una funció d'un científic: Humphry Davy (1778-1821). Un químic que havia descobert diversos elements i que era la nova estrella a la ciutat.

Va quedar meravellat i decideix assistir a totes les seves conferències. Com a peculiaritat, Faraday apuntava tot el que Davy explicava per estudiar-s'ho a casa. De fet, era tal la quantitat d'apunts que els va enquadernar.

Una explosió en el laboratori va deixar a Davy temporalment cec, per la qual cosa es va posar a buscar un ajudant. El senyor Dance, que va ser el mateix que va donar els tiquets a Faraday, va recomanar a Davy contractar-lo i Faraday va acabar treballant com el seu ajudant de manera provisional.

No sols es va ocupar a fons en aquest treball, sinó que va aprofitar aquesta ocasió per a fer-li arribar a Davy el seu llibre de notes, el que havia enquadernat.

Va quedar impressionat, i poc temps després li va enviar una carta proposant-li treballar com el seu assistent en el seu laboratori. La seva feina, netejar.

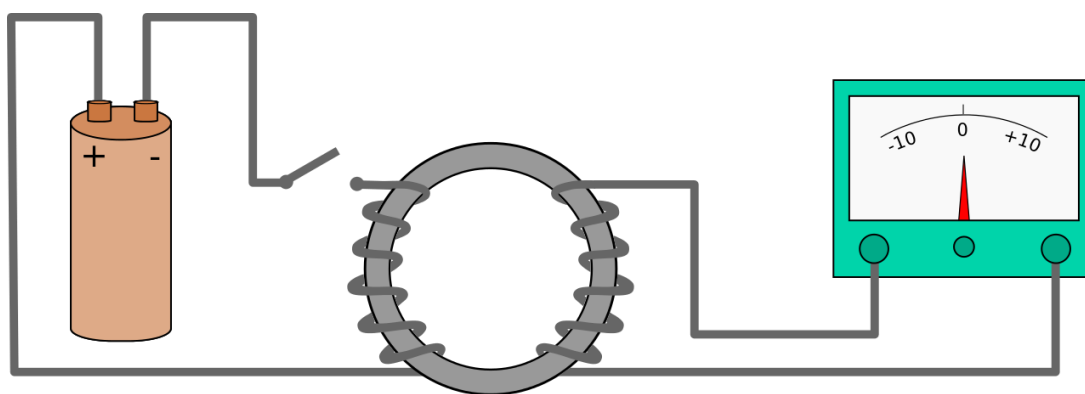
Amb el temps i un vot de confiança, li encarregaven treballs de més categoria com escriure articles científics o supervisar experiments en l'absència de Davy.

Després de vuit anys treballant per Davy, el seu ídol, el 1820 Michael Faraday havia complert el seu somni, treballar com un verdader científic.

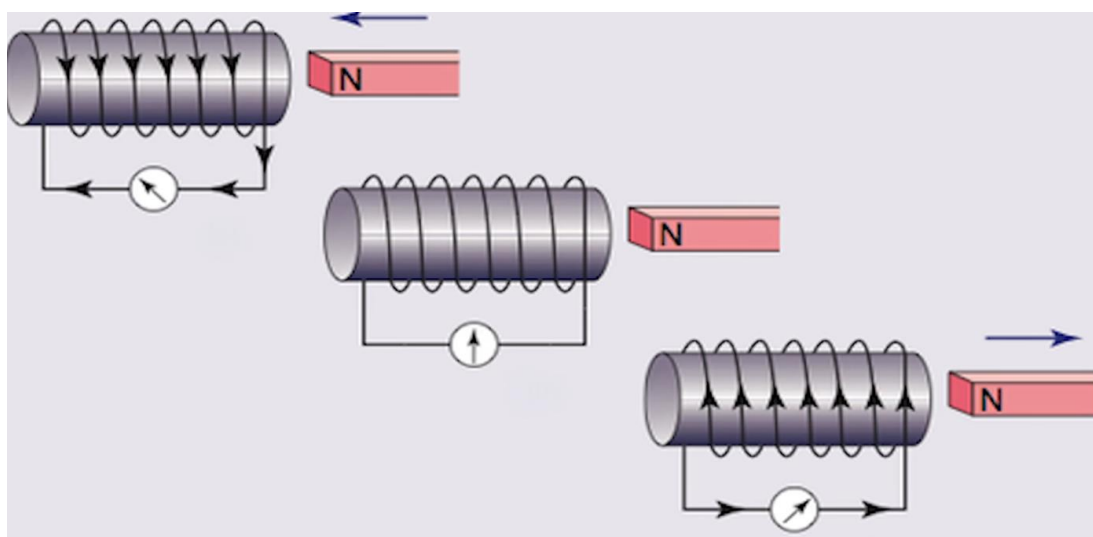
Un any després, va realitzar el seu primer descobriment sobre electromagnetisme. En repetir l'experiment de Ørsted amb una agulla imantada en diversos punts al voltant d'un fil amb corrent, va deduir que el fil estava envoltat per una sèrie infinita de línies de força circulars i concèntriques. El conjunt d'aquestes línies de força és el camp magnètic del corrent, terme també introduït per Faraday.

El seu pròxim gran descobriment sobre l'electromagnetisme sorgeix una dècada després, basant-se en la següent hipòtesi: Si s'ha demostrat que l'electricitat pot formar camps magnètics, aquest procés es pot fer la inversa. Va realitzar els següents experiments

En un toroide de ferro va formar dos circuits elèctrics, un d'ells connectat a una bateria, l'altre a un mesurador de corrent. Ell esperava que en connectar la bateria es creés un camp magnètic que viatjaria pel ferro i que passaria en el segon circuit generant electricitat. En fer-ho, el mesurador marcava un corrent, però només per una petita fracció de segon, fins i tot en desconnectar la bateria aquest mateix mesurador marcava també corrent però de sentit contrari. Què estava passant?



Aviat Faraday ho entendria, l'any 1831 ho va demostrar amb un experiment molt senzill, va acostar un imant a un circuit connectat a un mesurador. Segons acostava o allunyava l'imant es generava un corrent, no és el magnetisme el que genera el corrent, sinó la seva variació de voltatge, és el que es coneix com la inducció electromagnètica.



Amb aquest descobriment, s'havia formulat "Llei de Faraday" i representada amb aquesta fórmula: $(\mathcal{E}) = d\phi/dt$. On \mathcal{E} representa la Força Electromotriu induïda (la tensió), i $d\phi/dt$ és la taxa de variació temporal del flux magnètic ϕ .

Com aplicació pràctica, Faraday havia creat el primer generador elèctric de la història, un dispositiu capaç de crear electricitat a partir del moviment.

Per aquell moment va significar una revolució, fins i tot el dia d'avui l'utilitzem diàriament, cada vegada que encenen la llum, el televisor, la torradora, l'ordinador, el mòbil, estem utilitzant l'electricitat que s'ha generat gràcies al seu descobriment, a través del moviment d'un imant en un circuit elèctric.

2.1.4. JAMES CLERK MAXWELL

James Clerk Maxwell (1831-1879) fou un físic i matemàtic escocès. Nascut en una família de classe mitjana, fill únic d'un advocat d'Edimburg. Després de la primerenca mort de la seva mare a causa d'un càncer abdominal (la mateixa malaltia que posarà fi a la seva vida). Va rebre l'educació bàsica en l'Edimburg Academy, impartida per la seva tia Jane Cay.

Amb tan sols setze anys va ingressar en la Universitat d'Edimburg, i en 1850 va passar a la Universitat de Cambridge, on va enlluernar a tots amb la seva extraordinària capacitat per a resoldre problemes relacionats amb la física. Quatre anys més tard es va graduar en aquesta universitat, però la deterioració de la salut del seu pare el va obligar a tornar a Escòcia i renunciar a una plaça en el prestigiós Trinity College de Cambridge.

En 1856, poc després de la mort del seu pare, va ser nomenat professor de filosofia natural en el Marischal College Aberdeen. En 1860, després d'abandonar la recentment instituïda Universitat d'Aberdeen, va obtenir el lloc de professor de filosofia natural en el King's College de Londres.

Aquesta va ser l'etapa més productiva de la seva vida realitzant diversos descobriments que el van fer passar a la història de la física.

En 1856 va publicar "On Faraday's Lines of Force" i en 1861 "On Physical Lines of Force". En aquests dos treballs va donar una explicació matemàtica de les idees de Faraday sobre els fenòmens electromagnètics en funció de la distribució de línies de força en l'espai, rebutjant clarament la doctrina clàssica de l'electricitat i el magnetisme com a accions a distància.

Maxwell va comprendre que la força elèctrica i la força magnètica no són independents, estan relacionades entre si. També es va adonar que les seves constants devien estar relacionades.

Al dividir la constant elèctrica per la constant magnètica, dues mesures que, en principi, no tenien res a veure amb la llum, va descobrir que la resultant era exactament la velocitat de la llum (c). Això demostra que les ones e-me indiferentment de les seves propietats es propaguen en el buit a la velocitat de la llum.

A l'edat de trenta-tres anys, l'any 1865, va publicar el llibre "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field ". En aquest article, Maxwell va incloure vint equacions que va anomenar "les equacions generals del camp electromagnètic", les quals expressen i generalitzen les lleis experimentals de l'electromagnetisme, proporcionant una base teòrica completa per a resoldre els fenòmens electromagnètics clàssics.

$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{neta enc}}}{\epsilon_0}$	Ley de Gauss
$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	Ley de Gauss magnética
$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$	Ley de Faraday
$\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_S + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A}$	Ley de Ampère-Maxwell

Equacions de Maxwell

En 1884, Oliver Heaviside i, més tard i de forma l'independent Heinrich Hertz van utilitzar la notació vectorial per a combinar les vint equacions de camp electromagnètic en les quatre equacions de Maxwell conegudes avui dia: la llei de Gauss per a camps elèctrics, la llei de Gauss per a camps magnètics, la llei de Faraday-Henry per a la inducció electromagnetisme i llei d'Ampere-Maxwell. Des de llavors, les equacions electromagnètiques es van denominar equacions d'"Hertz-Heaviside" o "Maxwell-Hertz" fins que Einstein va popularitzar el terme "equacions de Maxwell" en 1940.

2.1.5. HEINRICH RUDOLF HERTZ

El fill d'un senador, Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), va començar a estudiar enginyeria, però es va dedicar a la física, la va estudiar a Munic i Berlín. En aquesta última ciutat es va graduar en 1880. En 1883 era professor a Kiel, on va començar a interessar-se per la teoria electromagnètica de Maxwell.

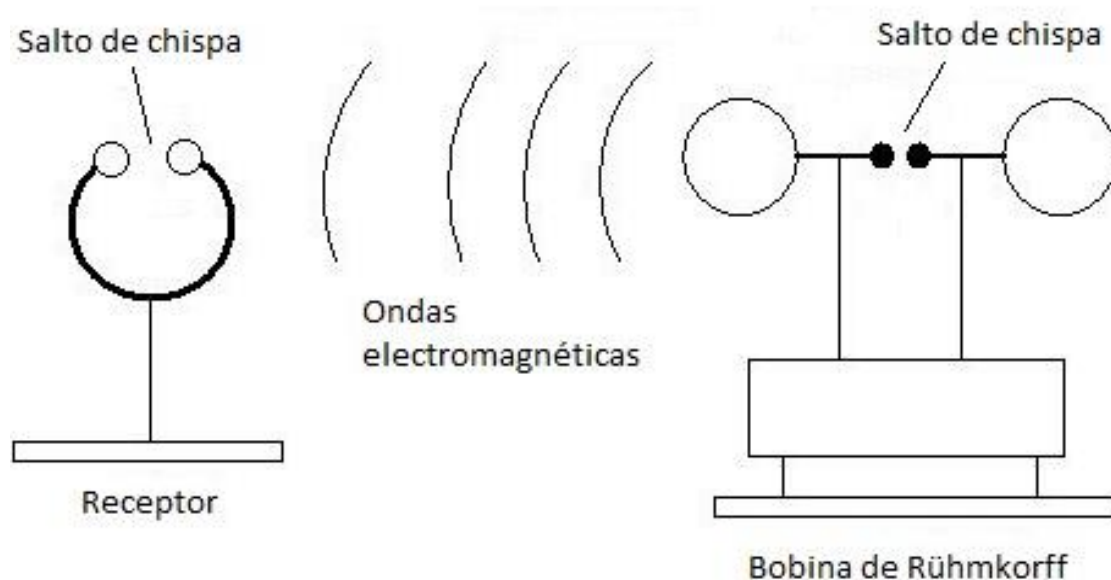
En 1885 vivia a Karlsruhe, treballant com a professor de física en l'Institut Tecnològic. Va romandre allí fins a 1889, temps durant el qual les seves recerques el van fer famosos.

L'Acadèmia de Ciències de Berlín, des de 1879, atorgava un premi a qualsevol que trobes la confirmació experimental de la relació entre l'acció electromagnètica i la polarització dielèctrica.

Es tracta de provar l'existència "d'ones electromagnètiques" com ho va documentar James Maxwell ja en 1870, gairebé endevinant-ho.

Al principi, Hertz no va mostrar importància cap el premi, però indiferentment del seu poc interès en la competició, Hertz l'any 1887 va demostrar la propagació de l'acció electromagnètica en l'espai i ho va fer amb el següent experiment.

El seu equip consistia en un generador d'espurnes connectat a una antena, que actua com emissor, i un cercle obert de metall, situat més lluny d'aquesta, actuant com a receptor. Hertz sabia que si la teoria de Maxwell era correcta, les ones electromagnètiques creades per l'espurna viatjarien per l'espai i provocaria un corrent en el cercle obert produint una espurna ens els seus límits.



Hertz va informar dels resultats en l'article "Oscil·lacions elèctriques molt ràpides", publicat en els Wiedemann Annalen (1887). Hertz va continuar la recerca experimental durant els dos anys següents, mesurant la longitud d'ona i la velocitat de les ones electromagnètiques, i va descobrir que els valors de velocitat eren molt pròxims a les prediccions de Maxwell (és a dir, la velocitat de la llum: 3×10^8 m/s). Va demostrar que aquestes ones són "transversals", com les ones de llum, i va descobrir que els fenòmens de reflexió, refracció i polarització també ocorren en les ones electromagnètiques.

Gràcies a aquest descobriment s'estableixen les bases que van portar a Marconi a inventar la radio, un invent que revolucionaria els sistemes de comunicació de l'època.

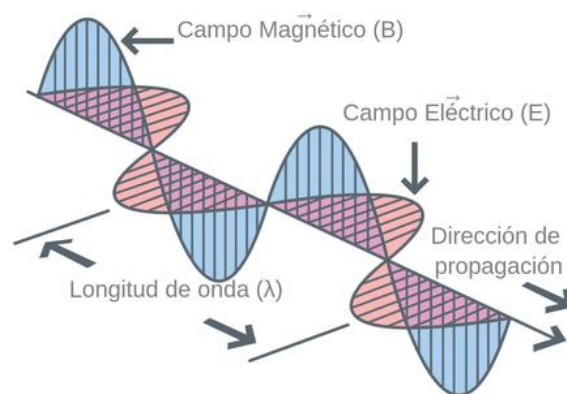
2.2. L'ONA ELECTROMAGNÈTICA

Durant aquest estudi s'ha nomenat desenes de vegades el terme ona electromagnètica, però que són exactament?

Les ones e-me es produeixen quan un camp elèctric entra en contacte amb un camp magnètic. D'aquí prové el nom d'ones electromagnètiques.

Aquests dos camps són perpendiculars entre si, també són perpendiculars a la direcció de les ones.

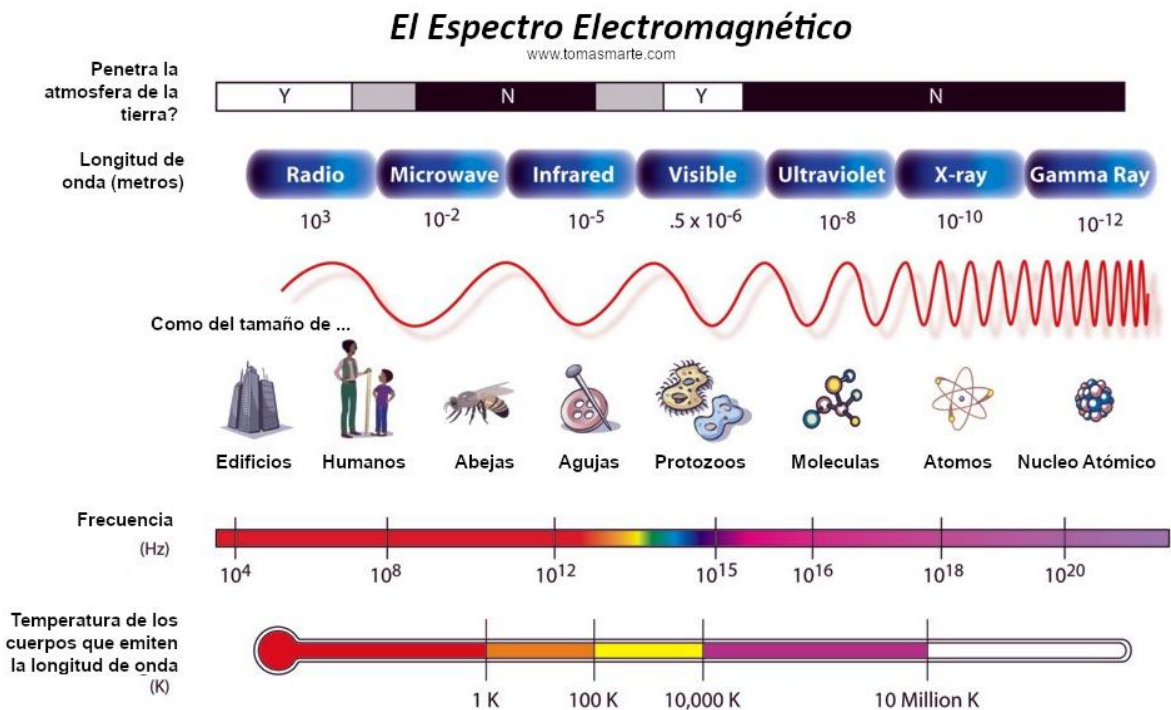
Cada ona posseeix certes variables, les qual fan que es diferenciïn entre si, com és la longitud d'ona (λ): Distància entre crestes consecutives, i la freqüència (μ): Número oscil·lacions passen en un punt i període determinat, generalment un segon.



Independentment de la freqüència i la longitud d'ona, totes les ones electromagnètiques viatgen a través del buit a una velocitat de $c = 3 \times 10^8$ m/s. Entre elles hi ha una relació: $\mu = c/\lambda$.

Totes les ones en l'espectre electromagnètic té propietats oscil·latòries inherents, com la difracció i la interferència.

Diagrama de l'espectre electromagnètic classifica les ones e-me, mostrant el tipus, longitud d'ona, freqüència i temperatura d'emissió de cos negre.



L'espectre electromagnètic es divideix en dues parts: l'espectre visible i no visible.

L'espectre visible és percebut pels ulls humans pel fet que la seva freqüència es troba entre els 385 i 750 THz aquest espectre es compon de la llum blanca i els colors que la conformen gràcies a aquest espectre els ulls humans poden percebre els colors i els objectes que els envolten l'espectre.

L'espectre no visible es divideix en dos grups, en ones de baixa i alta freqüència.

Les ones de baixa freqüència tenen una longitud d'ona major i transporten poca energia per això poden ser interferides amb facilitat.

En aquest grup es troben les ones de ràdio emprades en ràdios televisors i telèfons mòbils, les microones usades en radars telecomunicacions, per a produir energia tèrmica i els raigs

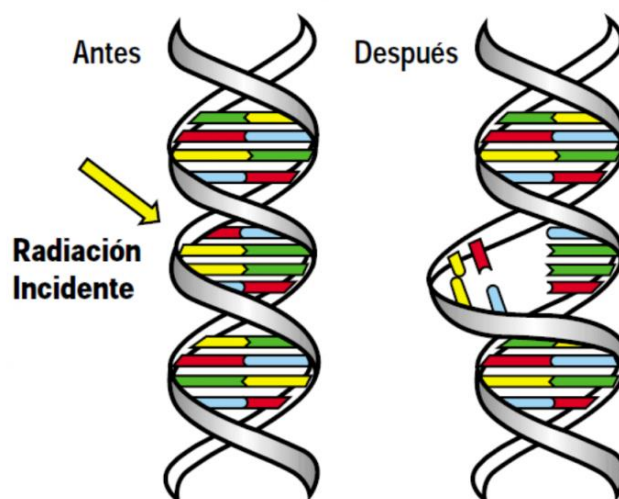
infrarojos utilitzats en instruments de visió nocturna i per a transmetre informació mitjançant la fibra òptica o de manera sense fil com en els controls remots.

Els dos tipus de l'espectre electromagnètic anteriors es classifiquen no ionitzant, el que significa que no tenen la capacitat d'alterar el funcionament de les cèl·lules dels éssers vius.

Finalment, l'espectre visible d'alta freqüència es caracteritza per tenir una longitud d'ona curta i transformar molta energia, en aquest grup es troben els raigs ultraviolats emesos pel sol i utilitzats per a eliminar bacteris i purificar l'aigua, els raigs X d'ús mèdic que ajuden a obtenir radiografies i tomografies i els raigs gamma utilitzats per a esterilitzar material quirúrgic.

Aquest últim és l'únic tipus d'espectre ionitzant, és a dir, és l'únic perjudicial per a la salut, a causa de la gran quantitat d'energia que conté i té longitud d'ona de la mida d'un nucli atòmic. Per tant, pot perjudicar-lo i alternar el seu funcionament.

També pot trencar parts de l'àcid desoxiribonucleic (ADN) Interrompen la funció de cèl·lules, teixits i òrgans, i fins i tot de cossos sencers, causant lesions i malalties que es manifesten hores, dies o anys després.



3. OPINIONS D'ORGANISMES OFICIALS

La hipòtesi d'aquest treball de recerca ha deixat molt del que parlar. Està clar que es tracta d'un tema molt recurrent que és a boca de tothom. Aquest interès no es va quedar només en la població més general sinó que va arribar a les grans institucions i han realitzat investigacions formant així una opinió ben fonamentada.

En aquest apartat es troben el punt de vista els organismes internacionals, com l'OMS (Organització Mundial de la Salut), INC (Institut Nacional del Càncer) i el Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya.

3.1. ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT

L'Organització Mundial de la Salut o més coneguda com l'OMS és l'organisme especialitzat de les Nacions Unides (ONU) que exerceix una funció de lideratge en els assumptes sanitaris mundials, configuren l'agenda de les investigacions en salut, establint normes, articulant opcions de política basades en l'evidència, donen suport tècnic als països i vigilen les tendències sanitàries mundials.

El 8 d'octubre del 2014 la institució va publicar l'article "Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles" on no adjunta una clara conclusió sobre la presumpta nocivitat dels camps electromagnètics (CEM) en els éssers humans. En canvi, en deixa clar els efectes secundaris a curt i a llarg termini.

En curts períodes de temps els 2700 MHz de freqüència i els 2 W de potència, en el pic màxim, només tenen la capacitat d'escalfar el teixit, però amb el rang freqüència que operen els telèfons mòbils, la major part d'energia és absorbida per la pell i altres teixits superficials, de manera que l'augment de temperatura al cervell o en altres òrgans del cos és insignificant.

Per esbrinar els efectes secundaris a llarg termini, es va realitzar l'estudi retrospectiu de casos i testimonis en adults més gran fins avui dia, conegut com a "Interphone", coordinat pel Centre Internacional d'Investigacions sobre el Càncer (CIIC). Es va idear per determinar si hi havia vincles entre l'ús dels telèfons mòbils i el càncer de cap i coll en adults.

L'anàlisi de les dades internacionals procedents de tretze països participants no va revelar un augment del risc de glioma (tumor que es desenvolupa al cervell i la medul·la espinal) ni de meningioma (tumor que sorgeix de les meninges) amb l'ús del telèfon mòbil durant més de deu anys. En canvi, hi ha certs indicis d'un augment del glioma en les persones que es troben en el 10% més alt d'hores acumulades, encara que no s'observa una tendència uniforme d'augment del risc amb més temps d'ús.

Basant-se en bona part en aquestes dades, el CIIC ha classificat els camps electromagnètics de radiofreqüència com a possiblement carcinògens per als éssers humans (grup 2B).

3.2. INSTITUT NACIONAL DEL CÀNCER DELS ESTATS UNITS

L'Institut Nacional del Càncer, fundat el 1937, forma part del National Institutes of Health (Institut Nacional de la Salut dels Estats Units).

INC és el principal organisme del govern federal en recerca i capacitació sobre el càncer. Dirigeix i dona suport a la investigació oncològica a tot el país per avançar els coneixements científics i ajudar les persones a viure vides més llargues i més sanes.

En les seves investigacions, el INC va concloure uns efectes secundaris a la constant exposició de CEM que feien suport a l'article anteriorment publicat per l'OMS. Tot i això, l'institut va decidir anar més enllà, afirmant que aquests camps no tenen cap perjudici per a la salut dels éssers humans. Aquesta postura és argumentada amb la recerca dels investigadors en el que es partia de la següent incògnita "Hi va haver més casos de càncer d'encèfal i càncer del sistema nerviós central amb l'augment de l'ús dels mòbils?"

A més, es van realitzar diverses simulacions, simultànies, en els estudis on es van fer servir dades d'incidència del càncer per determinar si les tendències la possible relació entre la malaltia i l'ús quotidià de les ones e-me

Després d'una anàlisi de resultats on hi havia dades provinents dels Països Baixos i Austràlia la resposta a la és no. No hi ha cap increment de casos de càncer d'encèfal sistema nerviós tan substancial en els últims anys per valorar una relació entre el càncer i l'aparició del telèfon mòbil.

3.3. DEPARTAMENT DE SALUT DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

El Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya es va fundar el 1977 amb el nom de "Conselleria de Sanitat i Assistència Social", però l'any 2003 és substituït pel nom que coneixem avui dia.

La institució és una de les Conselleries autonòmiques de la Generalitat de Catalunya, actualment amb Josep Maria i Argimon al càrrec de conseller. El departament és responsable de: la política sanitària, el Servei Català de Salut, l'Institut Català de la Salut, els equipaments sociosanitaris i inclosos els equipaments sociosanitaris de la xarxa de serveis socials.

L'any 2014 es va iniciar un informe, per pressió La Comissió d'Ensenyament i Universitats del Parlament de Catalunya cap al Govern, amb la finalitat de valorar si és necessari que el Departament d'Ensenyament adopti mesures i comencin actuacions per mitigar els possibles efectes adversos per a la salut dels CEM generats pels dispositius wifi i situats en els centres educatius.

Per verificar si les aules són segures pels estudiants es va dur a terme un experiment de mesura de la intensitat dels CEM.

Es van seleccionar 3 aules en les quals hi havia entre 6 i 8 punts de mesura, depenent de la distribució dels pupitres. Cada punt corresponia a la ubicació d'un alumne assegut al seu lloc de treball, a una alçada similar a la del cap de l'alumne assegut.

Fora de l'aula hi havia els routers ("access point"), els quals en enviar informació als portàtils es generava el CEM.

Cada mesura és el resultat del nivell mitjà mesurat durant 6 minuts.

Les mesures es van realitzar amb els ordinadors portàtils (PC) però sense alumnes dins de les aules. Representant que cada estudiant té un portàtil, per tant, cada mesurador era entre 5 i 6 ordinadors.

En el moment de fer l'experiment es va enfocar des del pitjor escenari possible per així mesurar el nivell màxim possible de CEM generat pels dispositius Wi-Fi a les aules.

Per aconseguir aquest alt nivell del camp electromagnètic van provocar que els AP's enviessin una quantitat massiva d'informació als portàtils tenint així com a conseqüència un alt tràfic d'informació i, per tant, un alt nivell de CEM.

A més a més dels dos escenaris descrits (AP's i PC) , però també es va dur a terme l'experiment de forma quotidiana és a dir sense forçar la quantitat d'informació enviada entre els AP's i els PC, aquest escenari s'anomena "normal".

Les mesures s'han realitzat amb tres mesuradors diferents:

- Equip portàtil de mesura del nivell de CEM exclusiu de la banda de Wi-Fi de 2,4GHz.
- Equip portàtil de mesura del nivell de CEM total de tota la banda de freqüència entre 75 MHz a 3 GHz.
- Equip de monitoratge de mesura contínua del nivell de CEM exclusiu de la banda de Wi-Fi de 2,4 GHz (instal·lat a prop de l'AP de l'aula).

A les taules següents, per cadascun dels 3 centres d'ensenyament i per cadascun dels 3 escenaris descrits (PC, AP i Normal), s'indica:

- Valor mitjà: és el nivell mitjà de CEM d'un període seguit de 6 minuts. o
- Valor mitjà màxim: és el valor mitjà més alt mesurat durant un període seguit de 6 minuts.
- Valor màxim instantani: és el valor màxim instantani mesurat dintre d'un període de 6 minuts

Mesures realitzades amb l'equip de mesura del nivell de CEM, banda de Wi-Fi de 2,4GHz									
	Centre 1			Centre 2			Centre 3		
Escenari	PC	AP	Normal	PC	AP	Normal	PC	AP	Normal
Valor mitjà (V/m)	0,24	0,11	-	0,15	0,06	0,05	0,3	0,11	0,07
Valor mitjà màxim (V/m)	0,27	0,12	-	0,2	0,06	0,05	0,35	0,13	0,09
Valor màxim instantani (V/m)	1,47	1,07	-	1,41	1,6	0,6	1,33	0,66	1,38

Mesures realitzades amb l'equip de mesura del nivell de CEM, banda de freqüència entre 75 MHz a 3GHz									
	Centre 1			Centre 2			Centre 3		
Escenari	PC	AP	Normal	PC	AP	Normal	PC	AP	Normal
Valor mitjà (V/m)	-	0,22	0,22	-	0,54	0,52	-	0,69	0,64
Valor mitjà màxim (V/m)	-	0,22	0,23	-	0,55	0,54	-	0,76	0,68

Mesures realitzades amb l'equip de mesura del nivell de CEM banda de Wi-Fi de 2,4 GHz (instal·lat prop l'AP)			
	Centre 1	Centre 2	Centre 3
Valor mitjà (V/m)	0,07	0,06	0,1
Valor mitjà màxim (V/m)	0,08	0,09	0,28
Valor màxim instantani (V/m)	0,12	0,43	0,57

Com és esperat, els nivells de la segona taula són més elevats, ja que l'equip utilitzat no només es mesura el nivell de CEM provinent de Wi-Fi de 2,4 GHz, sinó que es mesura el nivell de CEM total de tota la banda de freqüències de 75 MHz a 3 GHz a dintre de l'aula. Depenent de l'aula, les aportacions més importants eren d'estacions de telefonia mòbil i d'FM.

Amb aquest experiment es va concloure que els nivells de CEM a les aules són insignificants comparats amb el valor màxim permès per la normativa vigent, que és de 61 V/m per la banda de Wi-Fi de 2,4 GHz (Reial decret 1066/2001).

Això ens demostra la total seguretat dels estudiants a les aules, cap de les ones mesurades és a prop del límit establert per la normativa, per tant, es pot assegurar que el wifi no genera CEM amb e-me ionitzades.

4. EXPERIMENTACIÓ

4.1. EXPLICACIÓ DE L'EXPERIMENT

Un cop plantejada la hipòtesi i explicada la part teòrica s'ha de fer una verificació, per això he realitzat un experiment amb el fi de confirmar o desmentir algunes proves d'internet que assegurin un efecte negatiu a la salut, de tot ésser viu, al ser exposat a ones e-me.

Per portar a cap la comprovació s'han col·locat set grups de deu llenties en diverses situacions, cinc grups estan sotmesos a ones e-me, però amb algunes variacions entre ells, canvien la protecció davant l'emissor i/o l'ona emesa. Els dos grups restants no són exposats a cap emissió encara així en un d'ells es aplicada la protecció.





A la taula adjunta es pot observar tots els grups amb les seves respectives variacions. La protecció es tracta d'intentar aïllar el recipient on es troben les llenties amb un recobriment de paper d'alumini, pels quatre costats, el grup 7 és protegit menys pel costat amb contacte directe amb l'emissor. L'ona e-me varia en els grups exposats, en tres l'ona és el wifi i en dos LED.

Grup	Numero de llenties	Protecció d'alumini	Ona e-me
1	10	No	No
2	10	Si	No
3	10	No	Wifi
4	10	Si	Wifi
5	10	No	Llum LED
6	10	Si	Llum LED
7	10	Si, menys al costat més pròxim al router	Wifi





4.2. AVENÇ CRONOLÒGIC

En el procés d'experimentació he fotografiat els set grups de llenties durant un període de set dies dues vegades al dia, a primera hora del matí i la a últimes hores la nit. He pres aquestes imatges per comparar l'estat dels diferents grups en un mateix dia. Per poder apreciar el creixement de cada grup es mostren imatges amb 24 hores de diferència, seguidament es pot veure el seu avenç cronològic.





DIA 1

Grup	Imatge
GRUPS 1 i 2 Protecció d'alumini 1: No 2: Si Ona e-me No	
GRUPS 3 i 4 Protecció d'alumini 3: No 4: Si Ona e-me Wifi	
GRUPS 5 i 6 Protecció d'alumini 5: No 6: Si Ona e-me Llum LED	
GRUP 7 Protecció d'alumini Si, menys el costat més pròxim al router Ona e-me Wifi	





DIA 2

Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat més pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	





DIA 3

Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat mes pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	





DIA 4

Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat més pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	





DIA 5

Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat mes pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	

DIA 6

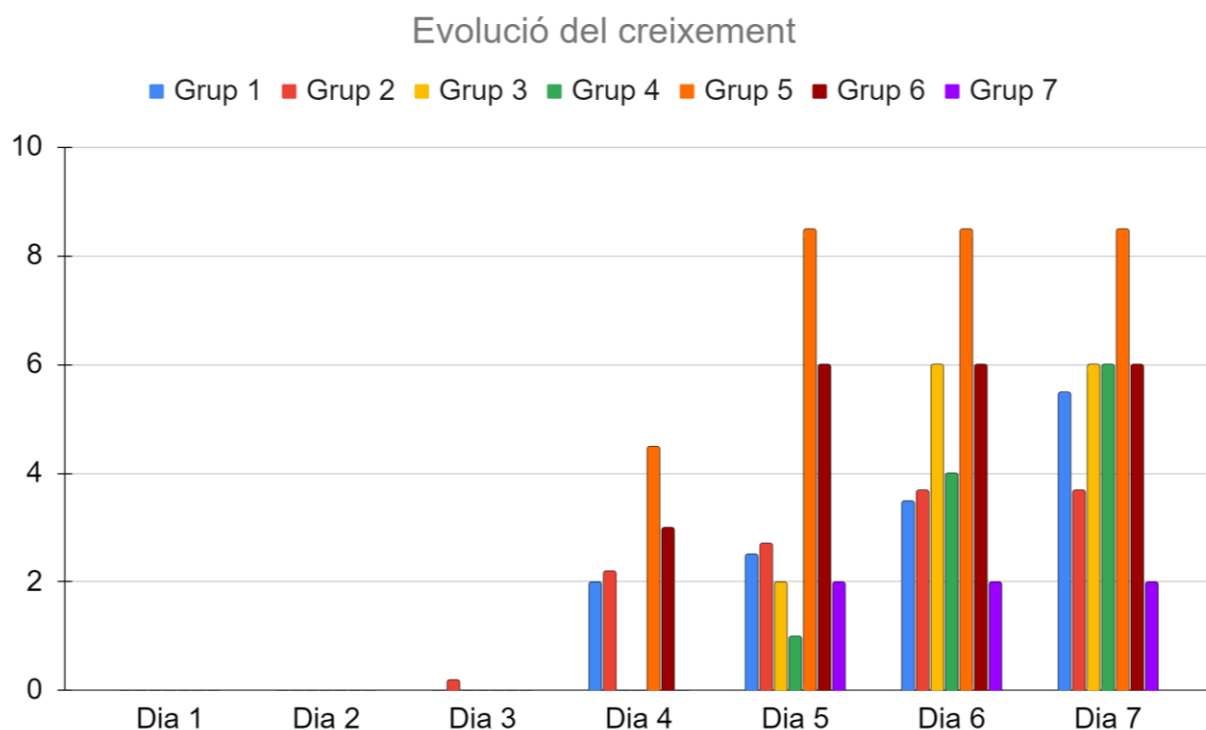
Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat més pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	

DIA 7

Grup	Imatge
<p>GRUPS 1 i 2</p> <p>Protecció d'alumini 1: No 2: Si</p> <p>Ona e-me No</p>	
<p>GRUPS 3 i 4</p> <p>Protecció d'alumini 3: No 4: Si</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	
<p>GRUPS 5 i 6</p> <p>Protecció d'alumini 5: No 6: Si</p> <p>Ona e-me Llum LED</p>	
<p>GRUP 7</p> <p>Protecció d'alumini Si, menys el costat mes pròxim al router</p> <p>Ona e-me Wifi</p>	

4.3. ESTADÍSTIQUES DEL CREIXEMENT

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7
Dia 1	Plantació	Plantació	Plantació	Plantació	Plantació	Plantació	Plantació
Dia 2	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Dia 3	0 cm	0,2 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Dia 4	2 cm	2,2 cm	0 cm	0 cm	4,5 cm	3 cm	0 cm
Dia 5	2,5 cm	2,7 cm	2 cm	1 cm	8,5 cm	6 cm	2 cm
Dia 6	3,5 cm	3,7 cm	6 cm	4 cm	8,5 cm	6 cm	2 cm
Dia 7	5,5 cm	3,7 cm	6 cm	6 cm	8,5 cm	6 cm	2 cm



4.4. ANÀLISIS DE RESULTATS

Un cop finalitzada d'experimentació i plantejats els resultats en forma d'estadística és el moment d'analitzar-los per obtenir una resposta a la hipòtesi.

Els grups 3, 4, 5 i 6, tots ells sotmesos a una ona e-me, creixen més que el grup 1, el qual no s'ha exposat a cap ona e-me. Això desmenteix el seu efecte nociu cap als organismes.

Com es pot observar a les estadístiques, la presència d'alumini no té un efecte significatiu en el creixement de les llenties. No obstant això, els grup amb protecció d'alumini pateixen una disminució en el seu creixement comparat amb la seva contrapart (el grup 2 amb el grup 1, el grup 6 amb el grup 5 i el grup 7 amb el grup 5). Això pot ser provocat per l'augment de temperatura a l'interior del test i, per tant, alterant el grau d'hidratació, provocant un menor creixement.

El grup que més ha crescut és el 5, pot ser degut al fet que la il·luminació LED dona més energia de la que transmet la llum visible.

4.5. CONCLUSIÓ

Per poder escriure una conclusió i posar punt i a part al Treball de Recerca abans he hagut de completar diferents etapes.

Inicialment, em vaig preguntar és possible que les ones electromagnètiques siguin perjudicials per a la salut dels éssers vius. Poc temps després d'estar investigant em vaig adonar que aquesta pregunta ja fa anys que esta resposta, amb un rotund no, però en la meua cerca vaig trobar experiments que afirmaven el contrari. Per tant, davant del meu dubte vaig formular una hipòtesi: si aquest experiment no concorden amb la ciència es que no s'han realitzat amb el mètode científic.

Per obtenir respostes vaig posar a prova la hipòtesi amb un senzill experiment, sotmetre a quatre grups de deu llenties a ones electromagnètiques, de baixa freqüència, i comparar-los amb els tres grups no exposats, cadascun d'ells amb unes variables determinades.

Vaig comparar el creixement mitjà de cada grup, després de set dies, i he arribat al següent resultat: no es detecten els indicis necessaris per afirmar una relació entre les ones electromagnètiques i el creixement màxim de les llenties. Com a conseqüència es conclou aquest treball afirmant que els experiments anteriorment mencionats no estan ben realitzats: eludeixen el mètode científic, no fan ús de les rèpliques experimentals i no tenen en compte variables externes com temperatura, humitat, aïllament, emissor de les ones. Per tant, tot resultant extret d'aquests experiments és erroni.

5. WEBGRAFIA

2.1.1.

Tales de Mileto, el ámbar y el descubrimiento de la electricidad - Naturgy. (s. f.). Naturgy.

https://www.naturgy.com/tales_de_mileto_el_ambar_y_el_descubrimiento_de_la_electricidad

Data d'accés: 4 de octubre de 2022

2.1.2.

Fernández, Tomás y Tamaro, Elena. «*Biografía de Hans Christian Oersted*».

En Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea [Internet]. Barcelona, España,

2004. Disponible a <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/o/oersted.htm>

Data d'accés: 13 de octubre de 2022.

2.1.3.

La divertida historia del descubrimiento del gas de la risa. (2017, 30 desembre). BBC News

Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42502691>

Data d'accés: 17 octubre de 2022

“*Experiencia de Oersted*” (Imatge): oerstedweb-660x294.jpg (660x294) (principia-malaga.com)

Data d'accés: 18 octubre de 2022

“*El descubrimiento de la inducción electromagnética (I)*” Culturacientifica.com (Imatge): [El descubrimiento de la inducción electro-magnética \(1\) — Cuaderno de Cultura Científica \(culturacientifica.com\)](http://El_descubrimiento_de_la_induccion_electro-magnetica_(1)_Cuaderno_de_Cultura_Cientifica_culturacientifica.com)

Data d'accés: 18 octubre de 2022

2.1.4.

.Moreno, V., Ramírez, M., de la Oliva, C. & Moreno, E. (2003, 13 maig). *Biografía de James Clerk Maxwell*. BuscarBiografía.

<https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/2079/James%20Clerk%20Maxwell>

Data d'accés: 23 octubre de 2022

Portillo, G. (2021, 23 febrer). *Las ecuaciones de Maxwell*. Meteorología en Red.

<https://www.meteorologiaenred.com/ecuaciones-de-maxwell.html>

Data d'accés: 26 octubre de 2022

“Ecuaciones de Maxwell” Profe Isaias Rojas (Imatge), (Minut: 1:02:40):

https://www.youtube.com/watch?v=fgS5aq87nFw&ab_channel=ProfeIsaiasRojas

Data d'accés: 28 octubre de 2022

2.1.5.

Heinrich Rudolf Hertz - Biografía de Heinrich Rudolf Hertz. (s. f.).

<https://www.biografias.es/famosos/heinrich-rudolf-hertz.html>

Data d'accés: 29 octubre de 2022

Descubrimiento de las ondas de Radio: la confirmación de la Teoría Electromagnética. (s. f.).

Investigación y Ciencia. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/10/posts/descubrimiento-de-las-ondas-de-radio-la-confirmacin-de-la-teora-electromagntica-10186>

Data d'accés: 29 octubre de 2022

El Experimento de Hertz : Ondas Electromagnéticas. (2015, 28 febrer). [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=NmoYRdheRVY>

Data d'accés: 30 octubre de 2022

“CETERIS PARIBUS, FICCIÓN Y CIENCIA SE DAN LA MANO” elpintordelassombras.com

(Imatge): hertz_exper.jpg (471×287) (bp.blogspot.com)

Data d'accés: 30 octubre de 2022

2.2.

www.redeweb.comauthorredeweb#author. (2021, 26 octubre). *Ondas Electromagnéticas / Revista Española de Electrónica*. Revista Española de Electrónica Todas las noticias de electrónica actualizadas a diario. <https://www.redeweb.com/actualidad/ondas-electromagneticas/>

Data d'accés: 5 novembre de 2022

“Ondas electromagneticas” theory.labster.com (Imatge):

LGH_ElectromagneticWave.es ES.x512.png (512×357) (labster-image-manager.s3.amazonaws.com)

Data d'accés: 6 novembre de 2022

“El espectro electromagnético” - tomasmarte.com (Imatge): [El espectro electromagnético |](http://El%20espectro%20electromagn%C3%A9tico%20Telecomunicaciones%20Tomas%20Marte)

[Telecomunicaciones | Tomas Marte](http://Telecomunicaciones%20Tomas%20Marte)

Data d'accés: 6 novembre de 2022

3.1.

“Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles.” (2014, 8 octubre).

Organització Mundial de la Salut: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>

Data d'accés: 10 de setembre de 2022

3.2.

“Teléfonos celulares y el riesgo de cáncer.” (2022, 10 març). Instituto Nacional del Cáncer dels Estats Units <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/radiacion/hoja-informativa-telefonos-celulares>

Data d'accés 17 de setembre de 2022

3.3.

Informe sobre els possibles efectes adversos sobre la salut dels camps electromagnètics generats pels dispositius Wi-Fi. (2014, 15 juliol). [politiquesdigitals.gencat.cat](https://politiquesdigitals.gencat.cat/web/.content/00-arbre/infraestructures/governanca-radioelectrica/estudis/Informe-WiFi-Parlament.pdf).
<https://politiquesdigitals.gencat.cat/web/.content/00-arbre/infraestructures/governanca-radioelectrica/estudis/Informe-WiFi-Parlament.pdf>

Data d'accés: 23 de setembre de 2022