

## **EVOLUCIO TECNICA DELS RAIGS X I LA SEVA INFLUENCIA EN LA RADIOLOGIA ODONTOESTOMATOLOGICA A CATALUNYA (1895-1935)**

*M<sup>a</sup> Lluïsa SANTALO i PUIG*  
*Josep M. USTRELL i TORRENT*

### **1.-INTRODUCCIO.**

El descobriment dels raigs X és un dels fets més importants de la història de les ciències, en el camp de la medicina suposa un nou camí diagnòstic, que ens permet explorar tot allò que no veiem. Un fet individual, que es convertí ben aviat en un model de col.laboració multidisciplinaria.

Aquest treball vol ser un modest homenatge a tots aquells homes, pioners, «molts dels quals deixaren la seva vida en l'empresa», sense diferenciar l'especialitat que professaven de forma individual, tots eren simultàniament físics, enginyers, metges... que gràcies a la seva obra facilitaren l'evolució del radiodiagnòstic.

Davant la impossibilitat com bé varen entendre els pioners de la matèria, de deslligar la part tècnica de la purament mèdica en aquest treball hem intentat fer una exposició, des dels primers aparells, que permeteren a Röntgen el descobriment dels raigs X, fins als aparells radiològics dentals més comuns en la dècada dels 30, així com els descobriments que sense ésser exclusivament tècnics suposaren millores en el camp radiològic, com pot ésser la radioprotecció. Els qui llegeixin aquest treball, notaran a faltar més documentació sobre el descobriment dels raigs X pròpiament dits, però hem cregut innecessari estendre's en una informació amplemment comentada en d'altres obres.

Per obtenir la informació ens hem basat en les següents fonts:

- Universitat de Barcelona: Biblioteca Central, Biblioteca de la Facultat de Medicina, Biblioteca de la Facultat d'Odontologia.
- Universitat Autònoma de Barcelona: Biblioteca de la Facultat de Medicina, Biblioteca de la Facultat de Ciències.
- Col·legi d'Odontòlegs i Estomatòlegs de Barcelona, Biblioteca, Museu Odontològic de Catalunya.

- Biblioteca General de Catalunya.

- Entrevistes i apunts personals de la família Carol.

**Nota:** E : millores dels components elèctrics dels aparells de raigs X.

F : millores dels sistemes de visualització.

Rp : millores en la radioprotecció.

T : millores en els tubs de raigs X.

## 2.-EVOLUCIO TECNICA DELS APARELLS DE R.X.

En els orígens dels raigs trobem els conceptes de buit i d'electricitat. En plena inducció experimental adquireixen una particular importància el disseny i la fabricació de tubs amb el propòsit de conèixer i estudiar el pas del corrent elèctric a través dels gasos. Tanmateix la fotografia comença a ser un valuós auxiliar en la pràctica científica.

Esquemàticament, el concepte de generació d'electricitat sorgí a finals del s. XVIII, moment en que Volta va construir la primera pila i el prototip de totes les que més tard foren empleades. 1820. H. Oersted va establir la relació entre l'electricitat i el magnetisme. A. Ampere per aquelles mateixes dades, diferenciava els conceptes de corrent elèctric i energia potencial, a continuació G. Ohm exposava la llei que relacionava l'energia potencial, el corrent i la resistència. M. Faraday una dècada mes tard, estableix la relació entre l'amperatge i el voltatge. Ell mateix va induir un corrent elèctric posant un imant entre dos carrets, que després separava molts cops, iniciant l'època de la inducció electromagnètica. Les repercussions pràctiques foren immediates, els seus descobriments permeteren la fabricació d'un seguit d'aparells que facilitaren la gènesis d'uns voltatges més grans que els obtinguts aleshores.

Tècnicament en l'últim quart del segle XIX, quatre eren els procediments capaços d'obtenir, amb certes garanties, un fluid elèctric: aparells de fregament (electricitat estàtica), corrents galvàniques o voltaiques (Piles), instruments on el generador és un imant (aparells magnetoelèctrics) i aquells en els que els fluids voltaics o magnètics induïen corrents (aparells d'inducció).

Al 1850 Ruhmkorff, presenta el seu carret d'inducció, aquest fou modificat posteriorment per homes com Dubois-Reymond, o Tripier que va afegir una maneta per graduar a voluntat, per llargues que fossin les interrupcions de la corrent elèctrica.

En quant als tubs, en un principi, resultava impossible acoblar adequadament els elèctrodes metàl·lics als extrems de les ampolles, aconseguir amb precisió i

neutralitat les descàrregues elèctriques previstes, d'entre els pioners cal destacar a Geissler qui va descobrir la presència dels raigs catòdics. El propi Geissler idea un sistema per millorar l'extracció gasosa dels tubs 1857. W. Crookes, va demostrar que els efectes elèctrics només eren factibles si la rarefacció del gas s'havia produït respectant una certa distància. 1865- H. Spignel, va publicar un comunicat sobre les seves conclusions per l'obtenció de graus d'evacuació cada cop més alts. Aquestes trobaren la seva màxima aplicació en els programes sobre el comportament de les ones elèctriques en el buit, convertint-se en el punt de partida de la feina d'homes com G. Hittgord i J. Perrin, sense oblidar una clara incidència tècnica en la confecció dels tubs concebuts per W. Crookes (1878).

En quant a la fotografia científica, impulsada per l'escola francesa (1869), L.J. Daguerre millora substancialment les plaques de plata amb iode, sent el més clar precedent de les posteriors plaques que R.L. Maddox (1871) crea a base d'emulsions de bromur de plata amb gelatina. G. Eastman inventa els rotllos de pel·lícula de paper (1884) emprats per Röntgen en els seus experiments.

28.12.1885.- Röntgen publica un informe de 10 fulls sobre el seu descobriment a la revista d'actes de la Societat Físico-Mèdica de Wurzburg, on dona fe del descobriment dels raigs X efectuats el 8 de novembre del mateix any (mentre estudiava l'efecte magnètic de Kerr). Va fer servir una llum d'Hittorf-Crookes i un carret d'inducció tipus Ruhmkorff de 50/20 centímetres amb un interruptor Deprez i una corrent primària de 20 ampers.

23.1.1896.- W.C. Röntgen dona a conèixer públicament el seu descobriment a la referida societat, presenta al públic un procediment per l'obtenció fotogràfica ombrejades, dels ossos d'una mà humana. Durant aquesta sessió va remarcar especialment el mèrit dels seus antecessors (Crookes, Hertz i Lenard) els quals l'obriren al camp de la seva investigació.

15.2.1896/F.- Michael Pupin publica a la revista World Electric les millores per l'obtenció de millors plaques tintant les parts oposades de les plaques amb material fluorescent, (platicianida de bari i tungstèn), com a recolzament a les clàssiques plaques de base de bromur de plata amb gelatina, és el que diríem un primer intent d'ús de plaques de reforç. Amb els anys la platicianida de bari i tungstèn es substituïria per Tungstat de calci.

Durant aquell període es feien servir tres tècniques per l'obtenció de radiografies, la més important la qual va perdurar consistia a l'ús de substàncies fluorescentes per complementar l'efecte directe de les radiografies a l'emulsió fotogràfica (com hem vist a dalt). Els altres dos mètodes consistien: l'ús de tintures de bromur amb paper impermeable -posteriorment es va fer servir film- (professor Wright, Universitat de Yale), i l'última tècnica era la dissenyada pel Pr. Cartbutt de la Universitat de Philadelphia, que mitjançant l'ús de substàncies

fluorescents, permetia reduir dos terços el temps normal d'impressió d'una placa (19.2.1896).

5-6.2.1896/F.- E. Salvoni, professor de Física de la Universitat de Perugia, basant-se en els treballs d'Angelo Batteli i Antonio Garbasso que al gener van descriure el fonament teòric de la radioscòpia, inventa el crioscopí, aparell mitjançant el qual l'ull veu directament les ombres produïdes pels raigs X, que consisteix fonamentalment en una placa de carbó recoberta de sulfur de Calci. Publica un informe sobre el seu descobriment a la revista de la Societat Médico-Quirúrgica de Perugia". En aquesta mateixa data El Dr. Ch. Henry presenta la tècnica consistent en empolsegar amb sulfur de zenc les plaques radiogràfiques per tal de millorar la qualitat radiològica.

6.2.1896/F.- Burry, a partir dels treballs del Pr. Magie a Princenton (qui descobreix l'efectivitat de l'alumini com a filtre dels raigs X), efectua a Chicago la primera radiografia feta amb un diafragma per tal de millorar la qualitat de la mateixa. Els diafragmes tenen com objectiu limitar la formació dels raigs X secundaris, formats en incidir el feix principal amb d'altres objectes, i que enterbolien la qualitat radiogràfica. Aquests estaven fets per una planxa de plom, amb un forat al centre.

25.3.1896/F.- Thomas Alba Edison inventa el fluoroscopi de platíclorid de bari i tungstèn càlcic (aplicant els mateixos principis que Pupin per les radiografies).

7.3.1896/T.- The British Journal Medic publica les millores efectuades en el primitiu tub de Crookes, amb càtodes d'alumini amb forma còncaua per tal de focalitzar els raigs catòdics sobre l'ànode tallat formant una superfície de 45° al centre de la qual hi havia un botó de platí per tal de focalitzar el raigs X emergents i evitar que xoquin contra el càtode (Pr. Sidney Rowland). Anteriorment als EE.UU. (15.2.1896 i 7.3.1896) els professors Herbert B.Schallenger i A.A.Campbell publiquen dues memòries en que es mencionen modificacions similars a les efectuades en Anglaterra. Posteriorment s'hi afegeix un nou ànode "biànode", amb el qual disminuint la resistència interior del tub al pas de la corrent, es pogué augmentar la càrrega.

A finals d'aquell any Heinrich Lyman Sayen inventa un regulador d'amiant i llimadures de platí que permetia regular millor el buit del tub de gas, aquest regulador fou perfeccionat pel Dr. Villard, l'any 1898, amb un nou dispositiu de regulació anomenat osmoregulador. Walter dissenya un nou sistema de refrigeració per aigua, que vindrà a substituir a l'aire comprimit que es feia circular durant el funcionament dels tubs per tal d'evitar la fusió dels terminals anòdics.

Així els tubs de gas queden de la següent forma: l'ànode és un bloc de coure tallat formant un angle de 45°, muntat sobre una tija de ferro buida, davant del

bloc de coure hi ha un botó de platí, el càtode és un disc còncav d'alumini per tal d'enfocar els raigs catòdics i projectar el flux electrònic sobre el botó de platí. El biànode és un disc pla d'alumini, que té per objectiu augmentar l'enrarament dels gasos i augmentar la carrega del tub, i per últim el regulador es una petita cambra de vidre connectada directament amb el tub de R.X. té un terminal d'amiant enmig del què hi surt un fil de platí connectat al terminal exterior. En escalfar-lo es genera gas a l'interior, reduint així el grau de buit. A aquest tub els raigs catòdics es produeixen per una disrupció dels gasos residuals del tub, la penetració dels raigs X vindrà determinada pel grau de buit de l'esfera, a més buit més poder de penetració.

13.5.1896/E.- Röntgen fa pública la tercera memòria, fruit de noves experiències, a l'Acadèmia Prusiana de Berlin. Al tercer apartat d'aquesta comunicació, Röntgen explica els seus experiments amb un dispositiu per ell inventat per establir la relació entre els gruixos de dos plaques d'igual transparència de diferent material. Va provar que les variacions en la qualitat dels Raigs X, venia condicionada per com actuen els interruptors sobre l'aparell d'inducció, així com pel grau de buit del tub, i d'altres fenòmens interns.

1.7.1896/F.- Apareix un article respecte els progressos experimentats per aconseguir la pantalla fluorescents de cianur doble de potasi i platí, o de cianur doble de bari i de platí, seguin els principis d'Edisson i Salvoni, des de l'assaig del Dr. Buka de la Universitat de Charlottenburg, fins als dictàmens del Dr. Grummarch de la Facultat de Medicina de Berlin.

1896/E.- Durant tot l'any es va treballar en la millora dels equips de subministrament elèctric. El primer pas es va centrar en la millora dels interruptors, ja que presentaven seriosos defectes i interferien en els resultats radiogràfics. Els nous dissenys modificaren substancialment l'estructura instrumental. En els aparells Blitz, construïts per F.Dessauer, es fa patent l'ús d'interruptors electrolítics de Wehnelt, que permetien dispars intensos en una fracció de temps petita i alhora regulable prèviament. Aquests foren substituïts pels interruptors de turbina, també inventats per Wehnelt (1906), que aconseguïen la intermitència del corrent fent que un broll continu de mercuri projectat per una turbina que gira ràpidament sobre dos o quatre peces de metall intercalades en el circuit de corrent continu, així quan el mercuri toca alhora dos peces metàl·liques el circuit es tanca, i es talla quant es projecta en l'espai comprés entre les mateixes. També es fan substancials millores als aparells de regulació, com per exemple l'ús de reostats per controlar la tensió del circuit primari.

Hiela, professor a Dartmouth, aplica els generadors elèctrico estàtics (d'ús comú a l'electrologia) per l'obtenció de raigs X. El seu baix amperatge fa que es descarti el seu ús ben aviat. Per un altre banda el Pr. Trowbridge, fa servir un aparell de Tesla (aparells d'inducció, amb condensadors).

1898.- P. Villar publica el seu memoràndum sobre la pèrdua d'efectivitat dels tubs de R.X. amb l'ús. Benoist indaga sobre les diferents capacitats de penetració dels raigs X, classifica els metalls d'acord amb la seva direcció i inventa el radiòmetre, per mesurar la qualitat de les radiacions emeses. Alhora que fa una primera classificació de la duresa dels raigs X, en tous, mitjans i durs.

1899/F.- Nicolle, seguint directrius establertes pel propi Roentgen així com per Mauguin dissenya noves obertures pels diafragmes amb forma cilíndrica per tal de perfilar les ombres, produïdes pels raigs X secundaris. Dick inventa l'indicador d'incidència útil, aplicat a la radiologia dental, aquest consisteix en un marc mòbil, que es subjecte al diafragma del tub, dins del qual tenim tres tubs metàl·lics, disposats en forma telescòpica, que permeten regular el centrat del feix de raigs X de forma precisa en un àrea molt petita.

14.1.1901/Rp.- William Rollins. publica a la Boston Medical and Surgical Journal, un article sobre els efectes dels raigs X en el cos, on estableix alguns dels primers principis sobre protecció radiològica. Altres articles posteriors parlen sobre la protecció radiològica tan de dones en estat com de radiòlegs i pacients, així com de les dosis que pot acceptar l'organisme segons la tècnica utilitzada. Al 2 d'abril de 1903 en la mateixa revista publica un article on menciona el terme "màxima exposició permesa" que estableix en 10 R/dia (50R/setmana) o el concepte de "tolerància segons de la dosi".

Setembre 1905/Rp.- Pfahler descriu l'ús d'un filtre d'alumini per tal de filtrar els raigs X residuals. 1907. El Dr. Charles Lester Leonard publica dos llibres, un de protecció al radiòleg i un altre de protecció al pacient. Durant aquell mateix any el Dr. Leonard treballant amb el Dr. Boog estableixen la distància mínima entre el pacient i el tub per tal d'evitar una sobreexposició.

Juliol 1907/E.- Homer Clyde Snook crea el seu transformador de corrent alterna, el qual ràpidament s'implanta, no necessitava interruptors i funcionava mitjançant un sistema de rectificació mecànica, amb el qual l'ús dels aparells de raigs X es va simplificar molt.

1908/T.- William David Coolidge (basant-se en els treballs d'en Henry G. J. Moseley) troba un mètode per donar ductilitat i duresa al tungstèn, per tal de fer-lo servir com filament de bombetes.

1912.- Koch determina la posició de les intensitats màximes dels R.X. A. Sommerfeld determina la longitud d'ona dels mateixos. I Max Von Laue, estableix els fonaments teòrics de la difracció i per tant de la naturalesa dels raigs X.

1911-1912/T.- L'austriac Julius Edgard Lilienfeld, fa un nou tub de gas on canvia el botó de platí per un botó de tungstèn, alhora que col·loca davant del càtode un filament per tal de produir electrons per escalfament. Patenta aquest tub el dia 2 d'octubre de 1912. Arrel d'aquest invent es prova experimentalment un interessant problema teòric descobert per Edison "Efecte Edison" consistent en l'emissió d'electrons d'un cos deguda a una agitació tèrmica produïda per les temperatures pròximes a l'incandescència. El Dr. Irving Langmuir de la GE, confirma els descobriments de Lilienfeld i estableix que quant més gran sigui el grau de buit més estable serà la producció d'electrons.

6.2.191/F.- Bucky patenta una reixeta difusora (consistent en unes làmines absorbents de la radiació, com plom, tungstèn, entre les quals hi ha un material menys absorbent, alumini, material orgànic o fibra de carbó orientades de forma que s'absorbeix entre un 85 i un 90% de la radiació dispersa, i es col·loca entre el pacient i la pel·lícula). Ell mateix presenta una sèrie de millores del seu invent que veuen la llum el 8.4.1913. H. E. Potter al 1920, perfecciona la reixeta de Bucky, tal com la coneixem avui en dia.

9.5.1913/T.- Coolidge patenta el seu nou tub de "càtode calent" és l'anomenat tub termoiònic el qual fan servir tots els aparells de raigs X actualment. A diferència del tub de Lilienfeld, al tub de Coolidge el càtode era alhora el filament calent per tal de subministrar electrons.

27.12.1913/T.- Lewis Gregory Cole, fa la presentació oficial del nou tub de Coolidge. Durant el banquet de presentació el Dr. Cole va fer una conferència en que mencionava els avantatges del tub de Coolidge enfront dels tubs de gas: estabilitat, exactitud d'ajustament, duplicació exacta dels resultats, flexibilitat del tub i un alt rendiment, al marge de qualitats purament industrials com el seu menor cost i dificultat de fabricació. Així com la no necessitat d'un sistema de refrigeració del tub. Curiosament a la dècada de 1920, s'incorporaren sistemes de refrigeració per aigua o aire (aletes del tub Ritter) i finalment es va ficar el tub en un recipient d'oli. El tub de Coolidge reforça substancialment la pràctica radiològica.

El tub de Coolidge dental fou dissenyat per produir radiacions toves limitat en general a uns 10 mA, i la característica fonamental era que l'eix del càtode i de l'ànode formen un angle de 45° per tal de poder-se apropar més al malalt i aprofitar més la quantitat de radiacions útils.

1915/E.- Saul Dushman, company de Coolidge a la G.E. patenta l'autotransformador, que s'integra a les estructures precedents, amb aquests mitjans es disminueix substancialment els deu minuts que es tardava en fer una radiografia al principi, que al 1903 s'havien reduït a uns 20" a efectuar-se en poc mes de 1".

1914-1918/F.- Durant la primera guerra mundial es van substituir les plaques radiogràfiques de vidre de Bèlgica per film fotogràfics, ja que les primeres presentaven una manifesta dificultat de transport en els camps de batalla.

Remane millora el tipus d'emulsió radiogràfica i Carl V. S. Patterson, basant-se en els treballs de William Rollins (1902), crea un nou dispositiu per tal d'augmentar artificialment el contrast a base d'impressionar dues plaques, en contacte per la cara sensible, examinant-les de la mateixa manera un cop fixades i revelades, són el que avui coneixem com "sandwichs" (amb ells va fer possible radiografies amb un temps d'exposició molt més breu disminuint així la dosi adquirida pel pacient).

La base de film de nitrat de cel.lulosa molt inflamable i que va provocar molts accidents tant en hospitals com en gabinets privats, va ésser substituït per acetat de cel.lulosa inventat l'any 1906, que era molt menys inflamable. A finals de 1924, podien adquirir-se sense buscar massa, pel.lícules de raigs X d'aquest material, encara que l'ús del nitrat de cel.lulosa molt més econòmic es va emprar fins l'any 1930. Per últim, els procediments de revelat, variaren amb l'adopció del carbonat de sodi, barrejat en líquids reveladors, per facilitar la penetració a traves de la gelatina.

Durant aquest període les plaques radiogràfiques intraorals, ja eren molt semblants a les actuals, per exemple, la pel.lícula dental de la casa AGFA, constava d'un envàs que contenia dos pel.lícules d'una o doble cara sensible de 3x4 ó 4x5 amb angles arrodonits. La vora de l'envàs esta constituïda per un anell de material flexible que li confereix tanta plasticitat, que pot adaptar-se a la forma de la mandíbula, mitjançant una lleugera pressió. El recipient està tancat dins d'un paper enganxat amb una substància no atacable per la saliva, completament impermeable a l'aigua o a la llum.

1922/T.- Va provar-se que les dimensions excessivament grans de la taca focal de l'ànode que suportava el calor produït pel bombardeig d'electrons provinents del filament catòdic redueixen l'efectivitat del tub. Goetze va resoldre el problema, donant al bisell anòdic una inclinació de 20º en lloc dels 45º inicials. El tub de Coolidge va ésser recobert per una funda protectora la qual evitava radiacions excessiva. Mutscheller i Sievert, en un estudi proposen limitar a 1 R/setmana per 200 kV, la dosi màxima que pot acumular una persona que treballi amb raigs X.

1928/Rp.- Es funda la Comissió Internacional de Protecció Radiològica (ICPR), dedicada a l'estudi i elaboració de normes en el camp de la protecció radiològica. L'any 1901, s'havien registrat 170 casos de lesions per radiació, l'any 1922, més de cent radiòlegs havien mort per efectes de sobreexposicions.



### 3.-APARELLS DE RAIGS X PER LA PRACTICA ODONTO-ESTOMATOLOGICA MES COMUNS EN EL PERIODE 1925-1930.

Durant l'època que ens ocupa, les empreses fabricants de tubs radiològics començaren a veure un mercat en la radiologia dental, decidint-se a dissenyar i comercialitzar aparells de raigs X d'ús exclusiu per la practica odontològica, d'entre ells els més importants són:

*I Model de la Compagnie Generale de Radiologie.* Té l'aspecte general d'un cilindre metàl·lic, sobre un trípod amb tres rodes, no es pot regular la tensió, que es constant a 40000 Volts efectius, i una intensitat de 10 mA. El tub esta incorporat dins d'una cúpula protectora orientable en totes direccions.

*II Aparell Philips.* Format per un sòcol cilíndric, el tub està a l'extrem d'un braç articulat, mòbil en tots els sentits, 2 cercles graduats permeten mesurar l'angle de l'ampolla, al pla horitzontal, i al pla sagital del cap del pacient. No té cables externs, així no escau un possible contacte accidental. El tub es diferent dels empleats per altres fabricants que segueixen fidelment el model original de Coolidge, aquest és un cilindre metàl·lic constituït per una triple barrera de ferro-crom, de plom, i de coure la qual envolta l'espai comprés entre el càtode i l'anticàtode. No té reguladors i tant la tensió com l'amperatge són constants a 7 mA i 50000 V. Porta un autotransformador per tal d'aconseguir un rendiment òptim.

*III Aparells Siemens.* Hi ha dos models Heliodont, un amb un voltatge màxim de 63 kvolts, que té el tub envoltat completament per una funda circular obturada per una banda mòbil de cautxú i plom, es pot orientar en totes direccions i té regulador de voltatge i d'intensitat per regular el temps d'exposició -com al model de la casa Philips- mitjançant un interruptor cronomètric. En l'altre model la tensió i la intensitat no són regulables, té un autotransformador que les manté constants a 60 kv. i 10 mA, permeten un temps de resposta de 1/2 a 3/4 de segon.

*IV Aparell Ritter A.G.* Els transformadors estan en un moble de fusta, sobre rodes, amb braços articulats que donen una mobilitat del tub en tots els sentits, dos cercles graduats permeten mesurar l'angle de l'ampolla en els plans horitzontal i sagital del pacient. Es pot controlar l'amperatge i el voltatge de forma independent, i té un rendiment òptim amb una intensitat de 10 mA i 45000 volts. Amb una petita modificació de l'estructura general de l'aparell, s'aconsegueix un aparell per fer teleradiografies exclusivament. (D'aquests models hi ha dos exemplars al Museu Odontològic de Catalunya).

*V Aparell de S.S. White.* Es un aparell molt semblant al Ritter A.G. amb una intensitat fixa de 20 mA, té un doble regulador per a variar la tensió.

*VI Aparell Victor.* Primer aparell mural, el tub i el transformador d'alimentació del tub estan posats dins d'una mateixa cuirassa metàl·lica i immersos en oli. La tensió i la intensitat són constants, té un interruptor cronomètric per tal de controlar el temps d'exposició.

#### 4.- RESUM.

L'evolució tècnica dels aparells de raigs X, va paral·lela a la seva aplicació fonamentalment en el camp del radiodiagnòstic. Aquest treball tracta d'oferir un anàlisi cronològic dels diferents fets, dates, autors i llocs que han fet de la radiologia el que coneixem tots. Sempre intentant centrar-nos amb millores que tenien una influència notable en la radiologia dental, tot i que presenta certes dificultats tractar de desvincular aquests fets dels que incidiren en la radiologia general.

Dintre de l'estructura cronològica, el treball està subdividit en cinc temàtiques, descobriments generals, E. millores en tot el que es refereix als components elèctrics dels aparells, T. millores en els tubs de raigs X, F. millores en els sistemes de visualització i Rp. millores en la radioprotecció.

*Tubs de raigs X.* Podem destacar dues èpoques clarament diferenciades: època dels tubs de gas, període que va des del descobriment dels raigs X, fins la segona dècada del segle i l'època dels tubs de Coolidge ó termoiónics, cal dir que durant molts anys els dos sistemes convisqueren sobretot en els camps de la radiologia general, no així a la radiologia dental, on la implantació dels tubs de Coolidge fou immediata. Als tubs de gas, és feia servir un gas per produir ions per tal de conduir l'electricitat, i després es feia el buit per produir els raigs X, fen entrar de nou en el tub gas mitjançant un sistema de regulació, per normalitzar la situació primitiva i alhora refrigerar els components del tub. Aquests mecanismes de funcionament implicaven un risc alt, molt de temps per aconseguir una radiografia i les seves dimensions dificultaven la manipulació a la practica de la radiologia dental.

Per contra, els tubs de Coolidge, estaven permanentment al buit de forma que no era precís un sistema de regulació, l' ànode i el càtode són de tungstèn, els ions es produïen mitjançant un filament, (en les versions mes modernes integrat en el propi càtode), fen servir l'anomenat "Efecte Edison", amb el qual s'obtenen raigs X de millor qualitat, alhora que se simplifica molt el seu ús. Els seus avantatges respecte als tubs de gas eren l'estabilitat, l'exactitud d'ajustament, duplicació exacta dels resultats, flexibilitat del tub, alt rendiment i un baix cost de fabricació.

*Components elèctrics dels aparells.* Les millores als aparells d'alt voltatge, fonamentalment a l'apartat dels interruptors, varen permetre una reducció del

temps necessari per fer radiografies en una clara tendència a l'automatització de les funcions de regulació del voltatge i l'amperatge, així qualsevol persona no versada en la part tècnica els podia utilitzar.

*Fotografia/radiografia.* Al llarg del treball es descriuen les millores fetes en les pel·lícules radiogràfiques des de les plaques de vidre fins els "sandwichs". Així com l'introducció d'un conjunt d'invents que milloren la qualitat de les mateixes (bucky, diafragma...), disminuint els efectes de la radiació dispersa sobre la pel·lícula.

*Radioprotecció.* A mesura que es coneixien millor la naturalesa dels raigs X, i els seus efectes perjudicials per la salut, un seguit d'autors iniciaren una línia d'investigació per tal de minimitzar els efectes d'aquests sobre els professionals i els pacients, així com del mitjans per porta-la a terme (dosi permesa, dosi màxima, la importància del temps d'exposició...). La indústria va adoptar aquests informes per tal de millorar els aparells, reduint-ne el perill perquè els professionals poguessin treballar amb més seguretat.

#### BIBLIOGRAFIA.

1. Ardley, Neil & Matthews. Matter and energy. 1985, Ed. Verlagsgruppe Bertelsman Int. GmbH. 1985
2. Brecher, Ruth and Edward. The rays. A history of radiology in the United States and Canada. Ed. William & Wilkins Co. 1969
3. Cid, F. Compendio de historia de la radiología. Ed. Thomson CGR. 1986
4. Cid, F. Historia de la ciencia. Ed. Pala S.A. T.III,IV. 1980
5. Dutreix, J.; Desgrez, A.; Box, B.; Chevalier C. Física y biofísica: radiaciones. Ed. A.C. 1982
6. Egget, J. Introducción al estudio de la radiología. Berlin. 1922
7. Fuchs, W.R. El libro de la física moderna. Ed. OMEGA S.A. 1975
8. Gamo, G. Biografía de la física. Col. Biblioteca científica Salvat nº 73. Ed. Salvat. Barcelona. 1987
9. Oppie McCall, J.; Stanley Wald, S. Röntgedoncia clínica. Ed. Salvat. Barcelona. 1956
10. Pierron, E. Precis d'electro-radiologie applie a Odonto-Stomatologie. Expansion scientifique Francaise, PARIS. 1933

11. Ring, M.E. Historia ilustrada de la Odontología. Ed. Doyma. Barcelona. 1989
12. Santaló Puig, M.LL. Aparell Ritter de raigs X. Treball de l'assignatura d'Història de l'Odontologia. Fac. Odontologia. 1993
13. Tatonm, R. Historia general de las ciencias. T.XIII, V.III. Ed. Orbis S.A. 1988
14. Aparato de rayos X Ritter. 1928. Ritter A.G. Durlach i Baden. Rochester N.Y. 1928
15. Los rayos X en Odontología. Kodak. 1964
16. Moderna Estomatología, La. 1896, 1904 i 1909
17. Odontología, La. 1896, 1897, 1904, 1909, 1916, 1917, 1918, 1919, 1922, 1924, 1927 i 1928
18. Protección radiológica. Ministerio de Sanidad i Consumo: Subdireccio General de Seguretat Ambiental. 1984

Agraïment. Josep i Joan Carol i Murillo, per la seva col.laboració i per facilitar la documentació familiar, (tant escrita com oral).

Enric Fabregat i Mora (Llicenciat en Ciències Físiques) qui m'ha ajudat a comprendre la física dels raigs X, i la tecnologia emprada per generar-los, perfeccionar-los i corregir-los segons les necessitats.