

UN SOMRIURE SALUDABLE

Determinació del contingut de fluorurs en
pastes dentals, gels i col·lutoris



Matèria: Química

ÍNDIX

1. Introducció	3
2. Objectius.....	4
3. Les dents i els seus teixits	5
4. Deteriorament de les dents i malalties dentals.....	8
4.1. La caries dental	8
4.1.1. Per què es produeixen les caries?.....	9
4.1.2. Factors associats a l'aparició de la caries dental	9
4.1.3. Prevenció de la caries dental	11
5. El Fluor i els Fluorurs	13
5.1. Característiques	13
5.2. El fluor al llarg de la història	13
5.3. El fluor en els aliments	14
5.4. Aplicacions principals del fluor.....	14
5.5. Toxicitat	15
5.6. Mecanisme d'acció del fluor en el teixit dental	15
5.7. El fluor en els dentífrics	17
6. Higiene i cura de les dents.....	19
6.1. Dentífrics o pastes dentals	19
6.1.1. Composició dels dentífrics	20
6.2. Col·lutoris	23
6.2.1. Composició dels col·lutoris	23
6.2.2. Tipus de col·lutoris	24
6.3. Gels	24
6.3.1. Composició dels gels	24
6.3.2. Tipus de gels.....	24
7. Determinació analítica de fluorurs en col·lutoris, pasta dentífrica i gels.....	25
7.1. Potenciometria i elèctrode selectiu d'ions.....	25
7.1.1. Elèctrode selectiu de fluorurs	26
7.2. Materials i reactius emprats	28
7.3. Equip emprat per la pràctica.....	28
7.4. Preparació de dissolucions estàndard.....	29
7.4.1. Preparació de la solució estàndard 0,1M.....	29
7.4.2. Preparació de les dissolucions estàndard de calibratge	29
7.5. Calibratge de l'elèctrode.....	30
7.6. Contingut de fluorurs en col·lutoris	32
7.6.1. Preparació de mostres de col·lutoris per d'anàlisi.....	33
7.6.2. Determinació potenciomètrica del contingut de F ⁻	34
7.6.3. Resultats i discussió	35
7.7. Contingut de fluorurs en pastes dentals	36
7.7.1. Preparació de les mostres de pastes dentals per l'anàlisi	37
7.7.2. Determinació potenciomètrica del contingut de F ⁻	38
7.7.3. Resultats i discussió	40
7.8. Contingut de fluorurs en gels.....	41

7.8.1. Preparació de mostres de gels per l'anàlisi.....	42
7.8.2. Determinació potenciomètrica del contingut de F-	43
7.8.3. Resultats i discussió	44
8. Estudi de repetibilitat de l'anàlisi	46
9. Conclusions	47
10. Bibliografia	49
Annexos	51
A1 Història de l'odontologia	52
A1.1 L'odontologia a Catalunya	56
A2 El Fluor a la natura	58

1. INTRODUCCIÓ

La salut de les dents i la boca està relacionada de moltes maneres amb la salut i benestar general. La capacitat de mastegar i engolir el menjar és essencial per obtenir els nutrients necessaris i gaudir d'una bona salut. A part de les conseqüències sobre l'estat nutricional, una mala salut dental també pot afectar de manera negativa a la capacitat de comunicació i a l'autoestima. No hem d'oblidar que les dents i la llengua ajuden a formar les paraules, controlant el flux d'aire que surt de la boca, i que un somriure és l'expressió facial que primer ens fixem de les altres persones. A més, les malalties dentals provoquen problemes econòmics i socials degut a que els tractaments són costosos i causen baixes a l'escola (nens) i al treball (adults).

Fins al segle XX tenir cura de les dents era un fet més d'estètica que de salut. Es creia que amb la vellesa era normal anar perdent la dentadura i només les famílies de classe alta utilitzaven les pastes de dents i els col·lutoris per netejar-se, i no de forma diària. A més, anar als dentistes, no era una cosa habitual.

Avui la realitat és una altra. Estudis demostren que amb una bona higiene bucal i visitant periòdicament el dentista, podem evitar la formació de la placa (masses invisibles de gèrmens perjudicials que es troben a la boca i s'adhereixen a les dents) causant de les caries dentals i malalties de les genives i ,per tant, podem conservar les dents tota la vida.

Actualment es fan moltes campanyes per a la prevenció de la càries i tothom és conscient del paper determinant del fluor. A les escoles, des de fa anys, es fan glopejos amb col·lutoris fluorats, començant pels més petits. En el mercat trobem gran diversitat de pastes dentals i col·lutoris amb diferents components segons les necessitats. Les que contenen fluor són l'objecte d'aquest estudi.

En aquest treball es vol aprofundir en el coneixement de la caries dental i del paper del fluor en la seva prevenció. També es determinarà el contingut de fluor en diverses pastes dentals, gels i col·lutoris.

2. OBJECTIUS

Els objectius d'aquest treball són:

- Analitzar les causes del deteriorament de les dents i comprendre la importància de gaudir d'una bona salut bucal.
- Conèixer el paper del fluor en el mecanisme de desmineralització i remineralització de la dent així com en la prevenció de malalties com la caries.
- Avaluar els efectes tòxics del fluor derivats d'un abús en la seva aplicació.
- Descriure la composició dels productes per la higiene dental que hi ha al mercat.
- Estudiar la tècnica analítica de potenciometria directa, amb elèctrode selectiu d'ions, per la determinació quantitativa de fluorurs.
- Aplicar la tècnica anterior en l'anàlisi del contingut de fluorurs en pastes dentals, gels i col·lutoris.

3. LES DENTS I LES SEUS TEIXITS

A la boca els aliments es masteguen amb les dents i es barregen, amb l'ajut de la llengua, amb la saliva. En aquests moments s'inicia el procés de descomposició dels aliments en substàncies nutritives simples, és a dir, comença la digestió. El paper de les dents és purament mecànic, són les encarregades de triturar bé els aliments i, posteriorment la saliva, que conté un enzim anomenat amilasa, comença la descomposició dels hidrats de carboni abans que vagin a parar a l'estomac.

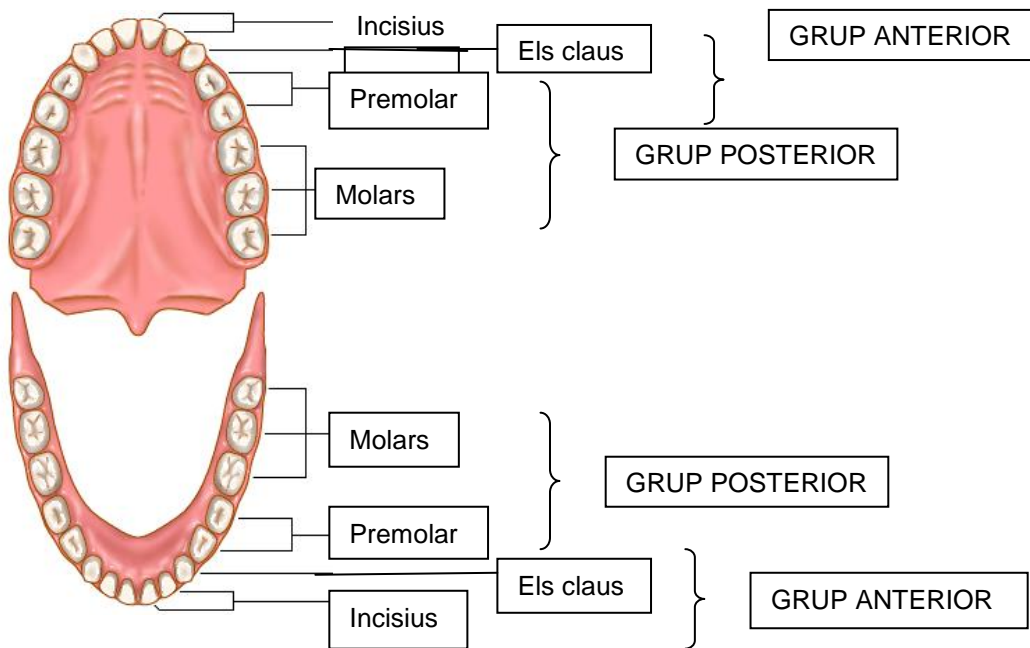


Figura 1. La boca i les seves dents

Segons la seva funció trobem quatre tipus de dents(figura 1):

- **INCISIUS:** Són en total vuit dents que tenen una part afilada. La seva funció es tallar els aliments. Conté una corona cònica i una sola arrel.
- **ELS CLAUS:** en són quatre i tenen una forma de cúspide acabada en punta. La seva funció trencar l'aliment.
- **PREMOLARS:** també en són vuit la seva forma es de dos cúspides amb punta. La seva funció es triturar.
- **MOLARS:** en són dotze i tenen cúspides amples. Tenen la mateixa funció que els premolars. La corona d'aquestes dents pot tenir quatre o cinc provinences i dos, tres o quatre arrels.

També es classifiques segons la seva posició a la boca en (figura 1):

- **GRUP ANTERIOR:** format pels incisius i els claus. Ajuden a produir sons dentals i labiodentals.
- **GRUP POSTERIOR:** format pels premolars i els molars.

Una dent és un òrgan anatòmic i dur. Està enclavada en els alvèols maxil·lars a través d'una articulació en la que intervenen diferents estructures que la conformen (figura 10) i que s'expliquen a continuació.

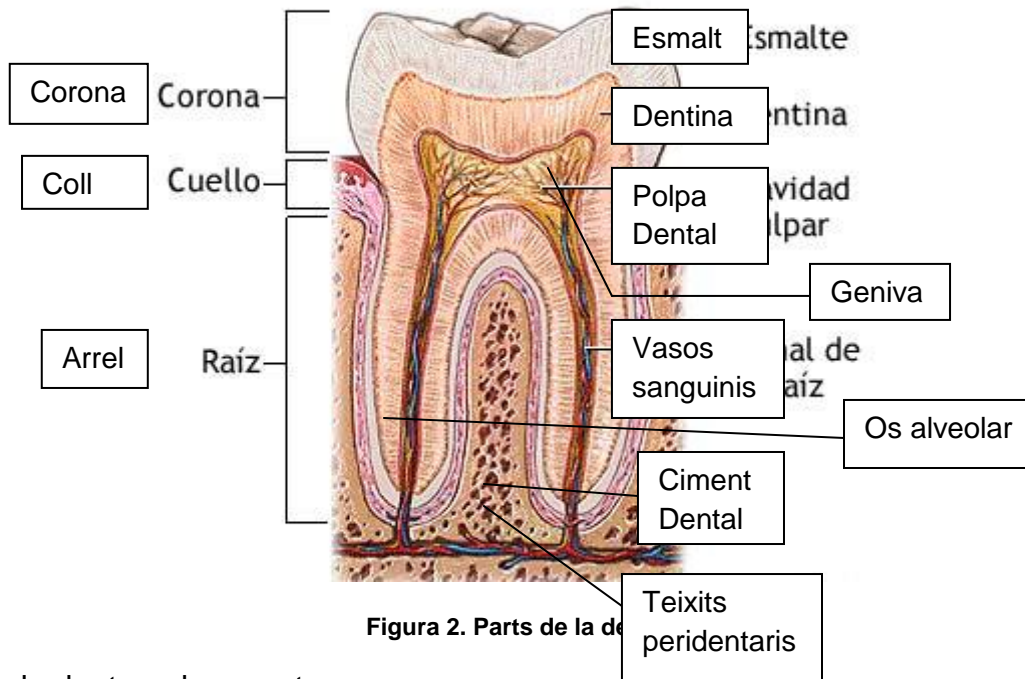


Figura 2. Parts de la dent

Es pot dividir la dent en dues parts:

- **La corona** que és la part que veiem, formada per l'esmalt dental que és la capa més externa, la dentina i la polpa.
- **L'arrel** que no podem veure perquè és troba a l'interior de l'os de la mandíbula, formada pel ciment dental i els teixits peridentaris.

ESMALT DENTAL

És un teixit de gran duresa, que cobreix la superfície de la corona de la dent en forma de prismes col·locats obliquament, i és incapaç de transmetre estímuls. És translúcid, d'un color blanc o gris blavejat. Per la seva superfície externa està en contacte amb el medi bucal i per la part interna amb la dentina.

L'esmalt està format per hidroxiapatita (94%), proteïnes(1,5%) i aigua (4,5%).

La hidroxiapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, és un mineral molt dur (el més dur del cos humà). Té una estructura cristal·lina i la seva fórmula inorgànica, a base de calci hidratat i fòsfor, la fa vulnerable a la desmineralització en medi àcid. La presència de fluor substitueix els cristalls d'hidroxiapatita pels de fluorapatita més resistents a la desmineralització.

Les proteïnes contenen un gran percentatge d'àcid glutàmic i la seva funció bàsicament és estructural, gràcies als aminoàcids que contenen. També s'hi pot trobar l'àcid cítric i carbohidrats com la galactosa i la glucosa.

DENTINA

És el teixit que trobem entre l'esmalt i la polpa dental. És més tou que l'esmalt (podem dir que és el segon teixit més dur del cos humà) però és sensible. Es forma abans que l'esmalt, és de color groguenc i té un grau elevat d'elasticitat que li permet protegir l'esmalt de possibles fractures.

La dentina està formada per complements citoplasmàtics (ondoplast) i una matriu de col·lagen calcificat. Està traspassada per conductes dentaris, que van des de la polpa dentària fins l'esmalt dental, i tenen en el seu interior unes fibres nervioses capaces de transferir sensacions de dolor davant d'estímuls com el fred, calor o tacte.

La seva composició és d'un 65% de matèria inorgànica d'hidroxiapatita de calci, d'un 25% de matèria orgànica formada per col·lagen i glicoproteïnes i el 10% restant és aigua.

POLPA DENTÀRIA

És un teixit tou que conté els vasos sanguinis que condueixen la sang a la dent i a les fibres nervioses que donen sensibilitat a la dent. Aquests fibres nervioses travessen l'arrel a través de canals fins i són les responsables de protegir la dent donant sensibilitat a la dentina.

CIMENT DENTAL

És un teixit connectiu altament especialitzat. Té una capa dura, opaca i groguenca que recobreix la dentina al nivell de l'arrel de la dent. S'encarrega d'unir la peça dental amb la resta de la mandíbula.

Existeixen dos tipus de ciments:

- El ciment acel·lular és el que apareix primer.
- El ciment cel·lular es produeix després i es col·loca al voltant dels lligaments periodontals que uneixen l'arrel amb l'os.

TEIXITS PERIDENTARIS

Formen el periodont que són el conjunt de teixits que envolten la dent.

El periodont està constituït per tres parts principals:

- Geniva: és la part de la mucosa bucal que rodeja el coll de les dents i cobreix l'os alveolar.
- Lligament periodontal: és una estructura de teixit conjuntiu que envolta l'arrel i l'uneix amb l'os alveolar. També ajuda en la resistència a possibles cops i pot transmetre forces exercides sobre les dents cap als nervis adjacents.
- Os alveolar: os maxil·lar que conté o recobreix l'arrel de les dents.

Si s'observa l'os maxil·lar es troben diversos craters, que s'anomenen alveolars, i marquen el lloc on ha d'anar situada la dent.

4. DETERIORAMENT DE LES DENTS I MALALTIES DENTALS

El deteriorament de les dents es pot analitzar des d'un punt de vista estètic (color) o des d'un punt de vista de salut.

Pel que fa al color, el cafè, el vi i l'abús del tabac són factors que poden influir en la pigmentació de la dent encara que hi ha aliments, considerats sans (àcid cítric) , que poden tacar l'esmalt. Prendre antibiòtics, tipus tetraciclina, durant un llarg període de temps també pot fer que la dent agafi un color marró que persisteix, fins i tot, després de visitar al dentista.

Per combatre aquests efectes el tractament és senzill: disminuir el consum de cafè, vi i tabac i, en general, tot allò que pugui tacar la dent, així com mantenir una bona higiene bucal.

Pel que fa a la salut, podem trobar gran quantitat de malalties bucals. Podem parlar des d'infeccions inespecífiques fins manifestacions orals de malalties com diabetis i sida. Es repassaran breument les malalties més freqüents, i s'estudiarà més extensament la caries, per comprovar després la incidència positiva dels fluorurs en el seu tractament i prevenció.

Les malalties dentals principals són les següents:

- **GINGIVITIS**

És una malaltia bucal bacteriana que provoca la inflamació i el sagnat de les genives causada per restes d'aliments que queden atrapats entre les dents. Es pot dir que es produeix per una falta d'higiene bucal o, simplement, pel creixement dels queixals del seny, ja que al créixer produeixen un espai entre les dents on es col·loquen els bacteris.

Quant la malaltia evoluciona comences a tenir pèrdua de l'os alveolar.

Existeixen diferents tipus de gingivitis segons el grau de destrucció de l'os alveolar.

- **PERIODONTITIS**

Anomenada també piorrea (nom que avui dia està en desús), és una malaltia crònica i irreversible, que pot venir d'una gingivitis inicial no tractada, i que acaba amb la pèrdua degradant de l'os que les aguanta o, fins i tot, sense el suport d'aquest. Això implica una pèrdua irreparable de la dent. La malaltia consisteix en que la placa bacteriana s'estén i creix per sota de la línia de la geniva, produeixi una inflamació que s'infecta.

- **CARIES DENTAL**

La placa bacteriana (masses invisibles de gèrmens perjudicials que es troben a la boca i s'enganxa a les dents) s'adhereix a la superfície de l'esmalt dental, generant àcids que destrueixen primer l'esmalt, després la dentina i finalment la polpa, que és on hi ha els vasos sanguinis, produint el dolor. Sabem que les caries dentals tenen tres graus, depenen del grau d'extensió.

A continuació s'aprofundeix l'estudi d'aquest tipus de malaltia.

4.1. LA CARIES DENTAL

Es pot definir càries com la destrucció localitzada i progressiva de les dents. És també una malaltia d'evolució crònica que afecta als teixits calcificats de les dents. És una de les afeccions humanes més freqüent i de distribució mundial.

Les conseqüències principals de les caries són:

- Dolor important.
- Pèrdua precoç de les peces dentals que dona lloc a erupcions anormals, mal posicions de les dents sanes i deformació del maxil·lar, entre d'altres.
- Pèrdua d'eficàcia en la masticació i això condueix a alteracions en la digestió.
- Dificultat en la parla per anomalies que pot causar a la boca.

4.1.1. PER QUÈ ES PRODUEIX LA CÀRIES?

Les dents es troben rodejades per saliva neutra o lleugerament alcalina (pH entre 7 i 7,5). Alhora la hidroxiapatita de l'esmail ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) està recoberta d'un conjunt de bacteris (*Streptococcus mitis*) formant una pel·lícula invisible i adherida a les dents: la placa bacteriana. Aquests bacteris són els que transformen els sucres fermentables, procedents de diferents àpats i begudes ingerides, en àcid làctic i/o acètic fent que el medi que envolta la dent es torni àcid. Si el pH disminueix per sota de 5,5 s'inicia el procés de desmineralització i els ions de calci i fosfat, procedents de la hidroxiapatita surten de l'esmail cap a la boca. La saliva, amb propietats alcalines, ajuda a que el pH torni a augmentar, la placa es torna a saturar del mineral i la hidroxiapatita es torna a dipositar sobre la dent. És l'anomenada remineralització que s'afavoreix, com després es veurà, amb la presència de fluorurs.

Si la remineralització no té lloc a la velocitat suficient per diferents raons (abús de determinats aliments i begudes, factors hereditaris, higiene deficient...) la desmineralització preval i provoca l'aparició de la caries dental.

La caries es pot presentar en diferents zones de la dent. Si no es tracta oportunament en les regions més externes (1,2,3 de la figura 3) pot infectar la polpa (4) i continuar, pel conducte radicular, fins l'arrel (5) des d'on es pot difondre la infecció a la resta de l'organisme.

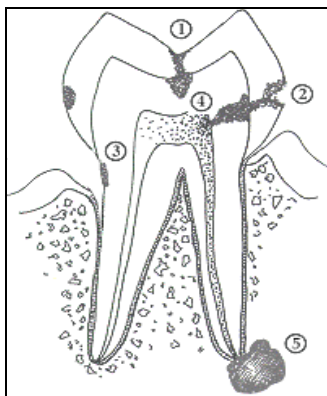


Figura 3. Dent amb càries

Vegem quins són els factors associats a l'aparició de càries.

4.1.2. FACTORS ASSOCIATS A L'APARICIÓ DE LA CÀRIES DENTAL

Els principals són tres:

- **FACTORS MICROBIANS:** Els dividim en dos grups:

- **Placa dental:** definida com un conglomerat de bacteris, matèria orgànica i substància inorgànica que constitueixen una pel·lícula adherida a la superfície dental que no s'elimina amb glopeig ni rentats amb aigua.
- **Microorganismes:** es beneficien d'uns mecanismes d'adherència:
 - Agregació salival: glucoproteïnes d'elevat pes molecular de la saliva i cations dissolvents del calci que poden agregar microorganismes mitjançant interaccions electrostàtiques.
 - Enllaç directe entre espècies mitjançant receptors específics.
 - Polisacàrids extracel·lulars és el mecanismes d'adherència del *Streptococcus mutans* (el microorganisme que produeix les caries).
 - Receptors de localització específica dels microorganismes a la mucosa oral.
- **FACTORS DE L'HOSTE:**
 - **Edat:** el nombre de peces amb història de càries augmenta amb l'edat.
 - **Associació familiar:** es deuen a la tendència en relació a la higiene oral i l'alimentació. També poden influir factors genètics.
 - **Factors constitucionals:** els dividim en dos:
 - Saliva: els seus factors antibacterians i les barreres mecàniques que les subdividim en el flux salival, descamació de les cèl·lules epitelials i moviments de masticació.
 - Característiques de la dent: com poden ser les fosses o fissures més amagades o fins i tot la presència de fluorur en l'esmalt.
 - **Factors nutricionals:** els aliments tenen efectes sobre la composició salival i sobre la composició de la dent.
- **FACTORS AMBIENTALS:** els subdividim en tres:
 - **Nivell socioeconòmic:** poder visitar el dentista, almenys un cop a l'any, suposa una despesa important. Hi ha gent que no s'ho pot permetre.
 - **Dieta:** una dieta rica en sucres refinats provoca l'aparició de metabòlits àcids que ataquen l'esmalt o de metabòlits insolubles que contribueixen a la formació de placa bacteriana. Una dieta amb dèficit de vitamines A, C, D i de calci i fosfats causa una mineralització imperfecta de l'esmalt que predisposa la formació de la caires dental.
 - **Higiene dental:** cal raspallar-se les dents després de cada menjada durant uns dos minuts amb pastes que contenen fluor i finalment cal utilitzar el fil de seda per tal de netejar els espais interdentials, encara que no és necessari després de cada menjada.

4.1.3. PREVENCIO DE LA CÀRIES DENTAL

Per prevenir la càries s'han de marcar uns objectius:

- Aconseguir que la dent sigui resistent a les agressions. El fluor present en alguns aliments ajuda a l'enduriment de la dent degut a la seva acció antienzimàtica que inhibeix la formació d'àcids i produeix un efecte bacteriostàtic.
- Suprimir les imperfeccions de les dents.
- Preservar la dent tota la vida enfront les agressions ambientals, mantenint-la en un entorn favorable.

S'ha vist que els elements bàsics que tenen influència en la formació de càries són: les característiques de l'individu, i per tant de les seves dents, la placa bacteriana cariogènica i el substrat present en el medi bucal com pot ser la dieta i la saliva. El conjunt d'aquests elements forma un sistema que en trencar-se dona lloc a la malaltia. La interrelació entre cada un d'ells conforma un sistema en el qual cada element pot representar un factor de risc per l'aparició de la malaltia o pel contrari cada un d'ells pot convertir-se en un element per la prevenció.

Les vies per a la prevenció de càries són augmentar la resistència de l'esmalt-fluoteràpia, segellats de fissures, limitar el nombre de bacteris sobre la superfícies de l'esmalt dentari, higiene dental correcta i modificar el substrat reduint el consum de sucres.

- AUGMENT DE LA RESISTÈNCIA DE L'ESMALT

- **Fluor:**

El fluor actua sobre l'esmalt ja format remineralitzant les lesions incipients, augmentant la resistència i sembla que té una actuació sobre la flora bacteriana adherida inhibint l'activitat enzimàtica dels microorganismes responsables de la càries. Les actuacions que es poden fer són:

- Fluororació de l'aigua: és el mètode més efectiu per prevenir la càries. Consisteix en ajustar el contingut de fluor a l'aigua fins nivells adequats.
- Suplements dietètics fluorats: en l'actualitat és reben aportos de fluor per diverses vies: glopeig de solucions fluorades, la utilització de comprimits de fluor i la fluoració de la sal.
- Col·lutoris i dentífrics: l'acció preventiva del fluor tòpic es fonamenta en la capacitat de remineralitzar les lesions de càries i retardar l'evolució de les càries ja establertes. Aquest efecte actua durant tota la vida. El fluorur més utilitzar per col·lutoris i dentífrics és el fluorur de sodi.

- **Segellat de fosses i fissures:**

Les superfícies mastegadores o oclusals dels molars són les que acumulen els percentatges més elevats de les caries.

La causa d'aquesta acumulació té relació amb la morfologia de les seves fosses i fissures. D'acord amb les característiques mostren una gran varietat de formes segons la profunditat, l'angle d'entrada, amplada i el gruix de l'esmalt. Això dificulta l'accessibilitat del raspall per tant és produeix una retenció de placa bacteriana i restes

orgàniques. Això també passa amb el fluor ja que no és tan efectiu com en les zones llises de la dent.

El segellat és un medi físic que aïlla les fosses i les fissures de la resta de medi impedit d'aquesta manera l'acumulació dels bacteris així com el bloqueig d'aportació de nutrients cap a ells.

El segellat s'aplica sobre dents sanes, és una tècnica no destructiva, indolora i amb efectes estètics. Consisteix en col·locar una resina sobre el molars.

- **DISMINUINT L'ATAAC ÀCID: INTERVENCIÓ EN LA DIETA**

La importància fonamental de la dieta en la formació de càries s'ha demostrat en nombrosos estudis. Els compostos presents a la nostra dieta, responsables en la majoria de casos de la càries, són els carbohidrats.

Els carbohidrats de la dieta són substàncies energètiques dels microorganismes bacterians (*Streptococ mutans*) presents a la placa. Poden ser fermentats després del seu emmagatzemament a la superfície de la dent com a polímer extracel·lular de glucosa o fructosa.

La fermentació anaeròbica dels sucres comporta la producció d'àcids orgànics com el làctic que es diposita a la placa. Per això després de cada ingesta de sucres el pH de la saliva i de la placa disminueix.

El pH àcid comporta una desmineralització de la dent. Si aquests períodes de desmineralització són massa freqüents en relació als períodes de remineralització el resultat final serà la lesió de càries.

Per tant per disminuir l'atac àcid s'ha de limitar la ingesta d'aliments cariogènics i el seu temps de contacte amb la dent. El potencial cariogènic d'un aliment està influenciat pel seu contingut en carbohidrats fermentables i per la seva capacitat acidogènica. Dintre d'aquest grup trobem els monosacàrids i els disacàrids i en especial la sacarosa.

- **REDUINT BACTERIS A LA BOCA: LA HIGIENE ORAL**

La càries dental es pot prevenir i evitar mantenint les dents lliures de placa bacteriana.

- **Higiene oral personal:**

Les pràctiques inclouen l'eliminació mitjançant el raspallat de la placa supragingival de les superfícies linguals, bucals i interproximals de les dents. Si a més s'inclou la pasta de dents amb elements que faciliten la neteja com el fluor, s'obté l'element de la prevenció de càries més important.

- **Profilaxis professionals:**

S'usa en els casos en que s'ha acumulat el càlcul mineral a les peces dentals i no pot ser eliminat amb el raspall. Aquestes neteges s'acompanyen de la utilització de fluor d'alta concentració per provocar una remineralització de les lesions inicials i un augment de la resistència de l'esmalt dental.

5. EL FLUOR I ELS FLUORURS

El fluor és l'element químic de nombre atòmic nou de símbol **F**. Situat en el grup dels halògens de la taula periòdica, té un únic isòtop natural (^{19}F), és l'halogen més abundant de l'escorça terrestre i un dels elements químics essencials per als éssers humans.

El fluorur F^- és un ió negatiu format quan l'àtom neutre de fluor capta un electró.

5.1. CARACTERÍSTIQUES

A temperatura ambient el fluor es troba en forma de gas corrosiu d'un color groc pàl·lid, d'olor penetrant i molt desagradable. És més pesat que l'aire, està format per molècules diatòmiques (F_2) i la seva configuració electrònica és: $1s^2 2s^2 2p^5$.

Se sap que és l'element més electronegatiu i forma compostos amb gairebé la resta d'elements, incloent els gasos nobles com el Xenó i el Radó. Cal dir que és fortament oxidant.

En dissolució aquosa, el fluor és presenta en forma d'ió fluorur. Els fluorurs són compostos en els que l'ió F^- es combina amb algun ió carregat positivament. . Tenen moltes aplicacions industrials però en aquest treball ens interessa el paper que representa en la salut dental i en la prevenció de caries.

En el seu paper biològic el fluor en forma de fluorurs s'acumula als ossos i especialment a les dents donant una major resistència.

El fluor es presenta a la natura en forma de fluorita (CaF_2), criolita (Na_3AlF_6) i apatita, $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}, \text{O})$. (Veure en els annexos)

La fluorita, de la que es deriven la majoria dels compostos de fluor, es troba en mines dels Estats Units en grans dipòsits en el nord de Kentucky i el sud d'Illinois.

El fluor també es presenta com fluorurs en l'aigua de mar, rius, i en formes minerals, en les tiges de certes plantes y en els ossos i dents d'animals.

5.2. EL FLUOR AL LLARG DE LA HISTÒRIA

El fluor formant part del mineral fluorita CaF_2 va ser descrit el 1529 per Georigius Agricola empleat per aconseguir la fusió de metalls o minerals. L'any 1670 Schwandhard va observar que aconseguia gravar el vidre quan la fluorita havia estat tractada amb àcid.

Karl Schleele en 1771 va reconèixer l'àcid fluorhídric i va intuir que havia d'existir el fluor però no el va poder aïllar. Molts investigadors posteriors com Gay-Lussac, Lavoisier, Thenard i Humphry van realitzar experiments amb l'àcid fluorhídric i alguns d'aquests van acabar amb tragèdia.

La seva alta reactivitat impedia separar-lo del seus compostos i va costar molt aïllar-lo. Finalment, el francès Henry Moissan (1852-1907) ho va aconseguir.

5.3. EL FLUOR EN ELS ALIMENTS

Les aportacions de fluor a l'organisme es fan, bàsicament, a través de la dieta. Hi ha diversos aliments que el contenen destacant, sobretot, el peix i el marisc.

A la taula 1 es recullen els aliments que contenen fluor i la seva concentració.

ALIMENTS	FLUOR mg/litre
Begudes	
Aigua potable	1,03
Té (infusió)	1,16
Vi blanc	0,83
Vi negre	0,44
Peix	
	FLUOR mg/1000 g
Congre negre	2,30
Congre vermell	2,50
Corbina	2,40
Llenguado	1,80
Lluç	4,02
Peix en conserva	
Tonyina (en oli)	3,73
Filet (anxova)	3,02
Sardines (en oli)	4,27
Marisc	
Cloïssa	1,78
Gamba	2,44
Llagostí	2,06
Fruites	
Poma	0,63
Pera	1,09
Taronja	0,35

Taula 1. Aliments que contenen fluor

5.4. APLICACIONS PRINCIPALS DEL FLUOR

En la indústria té gran quantitat d'aplicacions:

- En la síntesi d'hexafluorur d'urani, UF_6 , que s'empra en l'enriquiment d'urani en aplicacions d'energia nuclear.
- El fluorur d'hidrogen HF s'empra en l'obtenció de criolita que intervé en el procés d'obtenció d'alumini.
- També existeixen determinades sals fluorades amb diverses aplicacions. El fluorur de sodi NaF s'usa com agent fluorant i el difluorur d'amoni en el tractament de superfícies o en la indústria del vidre.
- El fluor monoatòmic s'empra en la fabricació de semiconductors.
- L'hexafluorur de sofre, SF_6 , s'utilitza en l'electrònica.

Pel que fa al consum humà, alguns fluorurs s'afegeixen a les pastes dentals i a l'aigua potable per a la prevenció de caries.

5.5. TOXICITAT

El fluor emprat en activitats industrials pot ocasionar problemes en la seva manipulació:

- El fluor i el fluorur d'hidrogen HF ha de ser manipulats amb gran atenció i cal evitar qualsevol contacte amb la pell o amb els ulls.
- Tant el fluor com els fluorurs són altament tòxics i corrosius. Els més tòxics són els fluorurs metàl·lics. Després trobem els fluorurs orgànics que sovint són bastant inofensius.

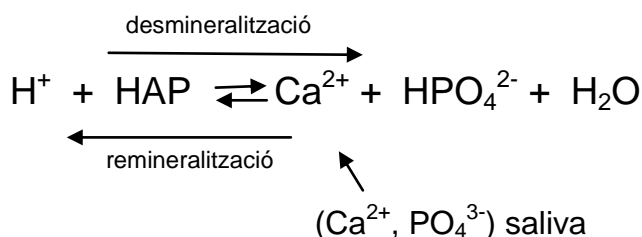
Quan el fluor s'incorpora a la dieta o s'empra en la higiene bucal s'han de vigilar els inconvenients de fer-ne un abús :

- Un excés del fluorur pot ocasionar la fluorosis dental. L'esmalt es torna opac i amb taques, que poden variar el color des del blanc fins a marró fosc. També pot presentar àrees d'erosió.
- El fluorur es pot acumular en els ossos fent que hi hagi problemes de formació i enduriment i que tardin més en soldar-se després d'una fractura. Aquesta malaltia s'anomena fluorosis esquelètica.

5.6. MECANISME D'ACCIÓ DEL FLUOR EN EL TEIXIT DENTAL

S'ha dit que el mineral que forma part del teixit dental està format d'hidroxiapatita càlcica ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), HAP, i que la superfície de l'esmalt està recoberta per la placa bacteriana. En aquestes condicions els bacteris són capaços de sobreviure realitzant la fermentació a partir dels glúcids ingerits i produint de residu els àcids. Els àcids generats és difonen a través de la placa cap a la dent fent que el calci i el fosfat es desprengui de l'esmalt, aquest és el procés anomenat desmineralització. La conseqüència d'aquest procés és la creació d'un defecte estructural a la dent i la formació d'una cavitat o caries si no comença el procés contrari, la remineralització.

La saliva proporciona un font natural d'ions calci i fosfat per a la remineralització, és a dir produeix el procés invers que té lloc entre períodes de desmineralització. El procés de desmineralització i remineralització es pot considerar com un sistema d'equilibri dinàmic caracteritzat pel flux d'entrada i sortida de calci i fosfat de l'esmalt.



Si es vol evitar la formació de càries, el grau de remineralització hauria d'igualar-se o superar la desmineralització.

A la figura 12 es representa (en groc) els llocs on el fluorur pot intervenir per evitar la formació de caries.

- Hi ha fluorur a l'esmalt (matriu intercel·lular) degut als aliments que ingerim i que contenen fluor.
- La presència de fluorur a la saliva crea un efecte antibacterià. Aquest efecte dependrà de la seva concentració i del pH ja que, quan aquest és baix, el fluorur és troba en forma d'àcid fluorhídric. L'àcid és difon a través de la membrana dels bacteris, s'introdueix a la cèl·lula i exerceix l'efecte inhibidor. L'acció del fluor contra els bacteris es deu per la capacitat d'interferir en els enzims.
- Si el fluor es troba disponible a la placa actua com a catalitzador de l'entrada i incorporació de calci i fosfats (remineralització) que es dipositen sobre la superfície de l'esmalt formant una capa composta per una mescla de hidroxiapatita (HAP) i fluorapatita. Aquesta nova superfície té una solubilitat més baixa que l'esmalt original i és més resistent a l'atac dels àcids.
- Els ions de fluorur (F^-), en contacte amb l'esmalt, substitueixen els ions hidròxid ($-OH$), transformant la hidroxiapatita en fluorapatita. Com la fluorapatita empaqueta els àtoms de manera més justa, és un compost més resistent a l'acció del àcid i més insoluble. Cal recordar però, que és més fàcil el trencament ja que li disminueix l'elasticitat.
- Una manera d'explicar-ho millor és amb l'ajut de l'esquema que es mostra a continuació (figura 4).

- Dentífrics que arriben fins als 1500 ppm de F⁻. Són els que normalment trobem en els centres comercials per un consum diari.
- Dentífrics que contenen més de 1500 ppm. Són d'ús exclusiu dels dentistes però també els podem trobar en farmàcies. Amb aquests dentífrics s'ha de portar un control específic i són d'ús setmanal o mensual despenent de les indicacions de l'especialista.
- Dentífrics per nens que contenen entre 250 i 600 ppm per evitar un intoxicació en cas de ingesta habitual.

6. HIGIENE I CURA DE LES DENTS

Una part molt important de la higiene dental consisteix en fer una neteja acurada de les dents després de cada àpat. Amb el raspallat i l'ús de pastes dentals i col·lutoris aconseguim eliminar la placa dental i tenir unes dents brillant i sanes i un bon sabor de boca. Anem a conèixer una mica més aquests productes (figura 5).



Figura 5. Dentífrics, col·lutoris i gels analitzats

6.1. DENTÍFRICS O PASTES DENTALS

El dentífric (figura 6) és un producte d'ús molt habitual avui dia per la higiene bucal i especialment de les dents.

L'anomenem de diferents maneres:

- Pasta de dents (que és molt col·loquial).
- Pasta dental
- Dentífric
- Dentífri



Figura 6. Tub de Pasta dental

Van ser els egipcis els primers a crear una pasta de dents. Se sap que per fabricar-la utilitzaven pedra tosca polvoritzada, sal comuna, pebre, aigua, peu de bou, closca d'ou i mirra. No van estendre's fins al segle XIX.

Fins fa pocs anys els dentífrics es consideraven més per l'efecte cosmètic que no pas pel terapèutic. Avui dia s'han incorporat substàncies amb efectes beneficiosos per les peces dentaries i les genives.

6.1.1. COMPOSICIÓ DELS DENTÍFRICS

Avui dia els dentífrics incorporen fins a 13 components diferents cadascun del quals té la seva missió específica. Així es troben:

- DETERGENTS

Agents que tenen l'objectiu de disminuir la tensió superficial, penetrar i solubilitzar els dipòsits que hi ha sobre les peces dentàries, d'aquesta manera es facilita la dispersió dels agents actius del dentífric.

Els principals són:

1. Lauril sulfat de sodi, que és compatible amb el fluor.
2. N-lauril sarcosinat de sodi, que té acció antibacteriana.
3. Cocomonoglicèrid sulfonat de sodi (àcid grassos d'oli de coco).

- ABRASIUS

Substàncies que eliminen els dipòsits acumulats en les peces dentàries durant el raspallat. Els dentífrics han de tenir un índex d'abrasivitat comprès entre 50 i 200 RDA (abrasió de la dentina radioactiva).

Els més utilitzats són:

1. Bicarbonat sòdic micronitzat
2. Carbonat càlcic
3. Benzoat sòdic
4. Fosfat sòdic
5. Fosfat càlcic (meta i piro)
6. Metafosfat de sodi
7. Hidròxid d'alumini i lactat d'alumini
8. Alúmina
9. Silicats: xerogel i aerogel de sílice.

- HUMIDIFICANTS O HUMECTANTS

Substàncies que eviten l'enduriment del dentífric. S'usen:

1. Glicerina
2. Sorbitol
3. Xilitol
4. 1,2 propilenglicol

- AROMATITZANTS I EDULCORANTS

Els aromatitzants són substàncies que donen sabor al dentífric. S'usen:

1. Menta
2. Mentol
3. Canyella
4. Maduixa
5. Timol
6. Eucaliptus

Els edulcorants emprats per donar sabor dolç són :

- 1- Sacarosa
- 2- Sacarina (benzosulfimida)
- 3- Xilitol
- 4- Ciclamats

- COLORANTS

S'utilitzen els mateixos que en aliments i begudes. Es divideixen en:

- 1- Colorants naturals, obtinguts a partir de pigments vegetals com els carotenids i xantofiles. Es destaquen la curcumina (E 100), riboflavina (E 101), clorofiles (E 140) y àcid carmínic o Cochinilla (E 120).
- 2- Colorants artificials que són productes obtinguts per síntesi química com la tartracina (E 102) i l'amarant (E 123).

- CONSERVADORS I ANTICORROSIUS DEL TUB

Els més comuns són:

- 1- Silicat sòdic
- 2- Formaldehid
- 3- Benzoats
- 4- Diclorofenol
- 5- Hidroxibenzoats

- SUBSTÀNCIES TERAPÈUTIQUES

Es classifiquen en substàncies antiplaca i potenciadores de la resistència de l'esmalt.

→ Substàncies antiplaca bacteriana:

Són agents que actuen sobre la placa bacteriana eliminant-la i evitant que se'n formi una altra. També actuen eliminant els microorganismes. Els més emprats són:

- 1- Clorhexidina (la més emprada)
- 2- Triclosan
- 3- Sanguinarina
- 4- Hexetidina
- 5- Citrat de zinc
- 6- Fluorurs: fluorur d'estany
- 7- Olis essencials
- 8- Lauril sulfat de sodi (substàncies tensioactiva amb efectes antiplaca)

→ Substàncies que augmenten la resistència de l'esmalt: fluor

S'utilitza per prevenir les caries, per disminuir la sensibilitat dentària i com a agent actiu contra la placa bacteriana.

Els principals compostos fluorats són:

- 1- Fluorur sòdic
- 2- Monofluorofosfat de sodi
- 3- Fluorhidrat de Nicomentanol (fluorinol)

- 4- Fluorur d'estany
- 5- Fluorur d'amines
- 6- Fluorur potàssic

- SUBSTÀNCIES DESENSIBILITZANTS

Per combatre la sensibilitat als canvis tèrmics, als àcids, als dolços o al simple efecte de fregament sobre la superfície dentària s'afegeixen als dentífrics substàncies antisensibilitzants. Aquestes són:

- 1- Nitrat de potassi
- 2- Fluor
- 3- Clorur d'estronci
- 4- Clorur de potassi
- 5- Citrat sòdic dibàsic
- 6- Oxalat fèrric
- 7- Lactat d'alumini

- SUBSTÀNCIES BLANQUEJADORES

Donen a les dents un color més blanc. Les més emprades són:

- 1- Peròxid de carbamida
- 2- Bicarbonat sòdic micropolvoritzat

Altres de principals són:

- 1- Trifosfat pentasòdic
- 2- Citroxaïna
- 3- Odontoblanxina

- SUBSTÀNCIES ANTIÏNFLAMATORIES I EPITELITZANTS

Són substàncies indicades per processos inflamatoris gingivals amb les quals s'afavoreix la regeneració o epitelització de la mucosa. Les més emprades són:

- 1- Alantoïna
- 2- Aldioxa
- 3- Provitamina B5 (Dexpantenol)
- 4- Vitamina P
- 5- Àcid hialurònic
- 6- Enoxolona
- 7- Vitamina E

- ENZIMS

Actuen sobre el metabolisme de la placa bacteriana en casos de sequedat bucal generant un flux d'ions que és bàsic tenir-lo en la saliva.

Els més utilitzats són:

- 1- Glucosa oxidasa
- 2- Amiloglucosa oxidasa
- 3- Lactoperoxidasa
- 4- Glucolactoperoxidasa

- **SUBSTÀNCIES PORTADORES DE CALCI**

La presència de calci afavoreix el mecanisme de remineralització.

S'usa: el glicerofosfat càlcic

- **SUBSTÀNCIES NATURALS:**

Hi ha moltes substàncies vegetals que actuen sobre la boca produint un bon alè. Entre aquestes hi ha:

- 1- Oli de castor
- 2- Extracte vegetal de Rheum Palmatum
- 3- Menta piperita
- 4- Salvia
- 5- Mirra
- 6- Camamilla
- 7- Bedelio
- 8- Essències d'orenga
- 9- Clau
- 10-Timó
- 11-Albergínia

6.2. COL·LUTORIS

El col·lutori és una solució líquida aquosa o hidroalcohòlica amb els mateixos principis actius que les pastes dentífriques però en concentracions més baixes.

Anton van Leeuwenhoek va descobrir els organismes que es dipositaven damunt la superfície dental. Per veure si els podia destruir primer ho va provar amb unes mostres de bacteris que es trobaven en suspensió aquosa en un canal prop de casa seva. El que va fer va ser preparar una barreja de brandi i vinagre. El resultat va ser efectiu.

Llavors va decidir provar-ho ell esbandint-se la boca amb vinagre i brandi. Va comprovar que els organismes continuaven a la placa ja que el compost no s'hi adheria prou.

Cap als anys 60 Harald Loe demostrà que un compost a base de clorhexidina prevenia el desenvolupament de la placa dental degut que s'adhereix a la superfície dental durant més temps.

6.2.1.COMPOSICIÓ DELS COL·LUTORIS

Tenen pràcticament la mateixa composició dels dentífrics encara que no porten abrasius.

6.2.2. TIPUS DE COL·LUTORIS

Els més importants són (figura 7):

- Col·lutoris per a la prevenció de càries (contenen fluor)
- Col·lutoris antiplaca bacteriana
- Col·lutoris contra l'halitosi

Figura 7. Tipus de col·lutoris



6.3. GELS

Els gels són més espessos que els col·lutoris i més fluids que les pastes dentals. No s'envasen en tubs, porten menys quantitat de tensioactius(no fan tanta espuma) i no porten abrasius.

Els que s'utilitzen a nivell professional per prevenir les caries són més espessos, tenen una acció terapèutica, actuen durant més temps que els dentífrics normals i es recomanable deixar-ho sobre la superfície dentària durant una estona.

6.3.1. COMPOSICIÓ DELS GELS

Com són pastes dentals més fluides contenen els mateixos productes que les pastes dentífriques de tub.

6.3.2. TIPUS DE GELS

- Dels gels d'ús professional trobem:
 - Gels portadors de clorhexidina per les caries.
 - Gels portadors de substàncies antisensibilitat dentària com pot ser el fluorinol, nitrat de potassi i fluorur sòdic.

7. DETERMINACIÓ ANALÍTICA DE FLUORURS EN PASTES DENTÍFRIQUES, COL·LUTORIS I GELS

S'analitza el contingut de fluorurs en pastes dentífriques, gels i col·lutoris mitjançant una tècnica potenciomètrica directa amb un elèctrode selectiu d'ions.

7.1. POTENCIOMETRIA I ELÈCTRODES SELECTIUS D'IONS

Un mètode potenciomètric d'anàlisi implica la mesura d'un potencial relacionat amb la concentració (activitat) d'una determinada substància en dissolució. En el cas d'una potenciomètria directa, que és la que s'empra en aquest treball, es mesura directament el potencial que, alhora, està relacionat amb la concentració mitjançant una funció logarítmica coneguda com l'equació de Nernst.

Les aplicacions més conegudes de les potenciomètries directes són en la determinació del pH (grau d'acidesa de les dissolucions) i en la utilització del que es coneix amb el nom d'Elèctrodes Selectius d'Ions (ISE). Aquests dispositius electroquímics, els ISE, estan basats en el comportament que presenten les anomenades membranes selectives d'ions. Per una banda està la dissolució de l'ió, la concentració del qual es vol determinar i, per l'altra, una dissolució del mateix ió però de concentració coneguda.

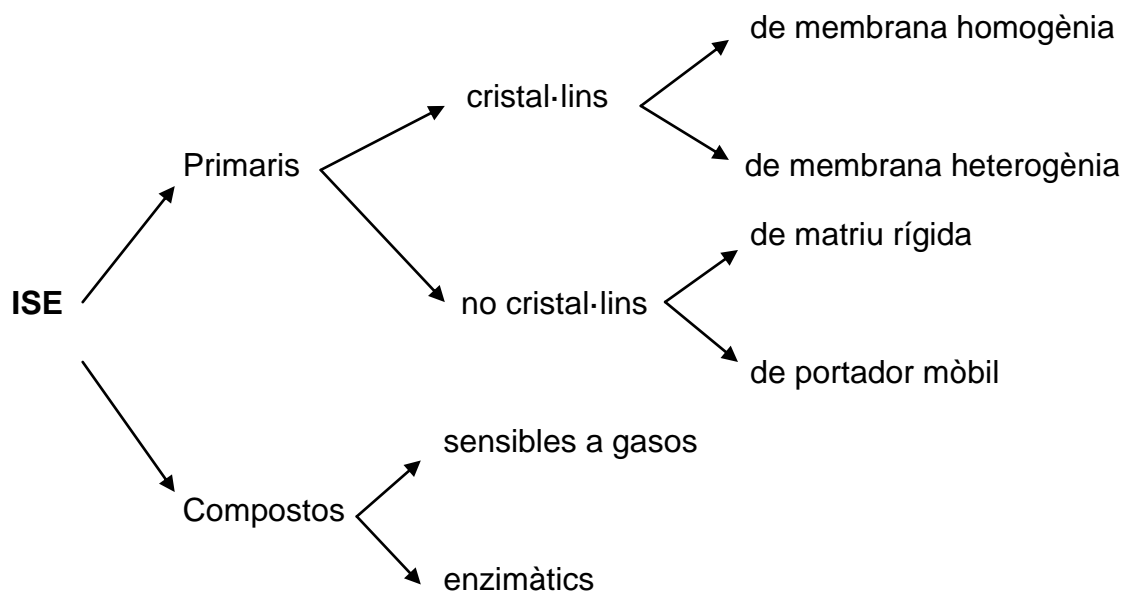
La modificació del transport de matèria degut a la presència de la membrana origina diferències de potencial que són funció de la composició de les dissolucions i poden, per tant, relacionar-se amb les concentracions dels ions d'aquestes.

Els elèctrodes selectius d'ions es caracteritzen perquè:

- Es basen en l'establiment d'una diferència de potencial entre les dues cares de la membrana que separa les dues dissolucions de concentracions diferents de la substància a determinar. Una d'aquestes dissolucions és de concentració coneguda, determinant-se la de l'altra per diferència de potencial.
- La diferència de potencial establerta té com principal component el canvi d'energia lliure associada a la transferència de massa a través de la membrana. Són fonamentalment diferents als elèctrodes que impliquen transferència electrònica.
- Tots ells compleixen la Llei de Nernst.

Classificació dels elèctrodes selectius d'ions:

Una visió global dels ISE's, d'acord amb la darrera ordenació proposada per la IUPAC és la que apareix en el quadre següent:



Els elèctrodes cristal·lins contenen ions mòbils d'un signe i d'altres fixos de signe oposat. Poden ser de membrana homogènia o de membrana heterogènia. En els primers la membrana és un material cristal·lí preparat, ja sigui a partir d'un únic compost (per exemple LaF_3) o d'una mescla homogènia de components. Els elèctrodes de membrana heterogènia, per contra, estan formats per una substància activa, o una mescla de substàncies actives, mesclades amb una matriu inerta, per tal d'obtenir una membrana sensora, la qual és de naturalesa heterogènia.

7.1.1. ELÈCTRODE SELECTIU DE FLUORURS (ISE- F^-)

És l'elèctrode selectiu cristal·lí de membrana homogènia més comú. Està basat en la utilització d'un monocristall de fluorur de lantà (LaF_3) impurificat amb europi (II). Aquesta impurificació consisteix en afegir petites quantitats de Eu(II) en lloc de La(III) cosa que el converteix en un conductor iònic sensible als F^- . La solució interna de l'elèctrode és NaF i NaCl 0,1M. (Veure figura 8 i 9). La solució externa és la mostra problema.



Figura 8. Esquema intern de l'elèctrode

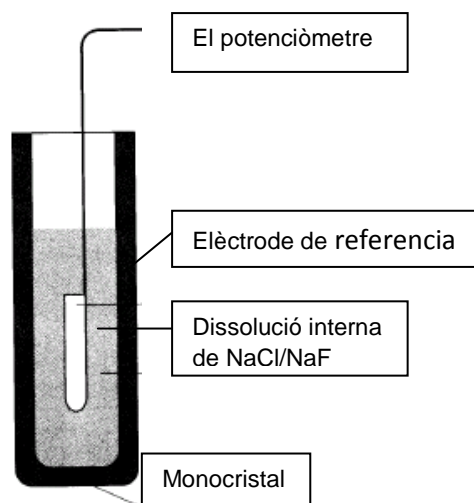
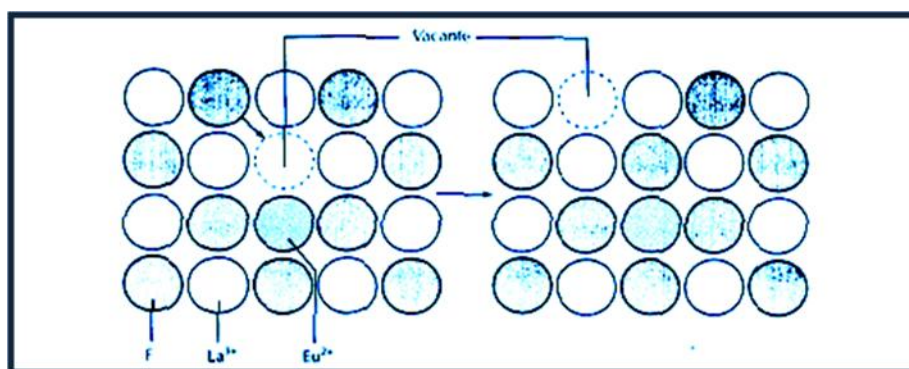




Figura 9. Elèctrode selectiu d'ions

El seu fonament consisteix en que l'ió fluorur en solució està selectivament absorbit en les dues cares del cristall i, per tant, els ions fluorurs es poden moure a través del cristall de LaF_3 . Quan s'impurifica el LaF_3 amb EuF_2 es produeixen forats a la xarxa d'anions del cristall provocant que un ió F^- proper a un d'aquests forats vagi a ocupar-lo, deixant a la vegada un nou forat en el lloc on estava. Així el F^- pot migrar d'un lloc a un altre de la membrana i establir una diferència de potencial entre les cares del cristall, necessària pel funcionament de l'elèctrode. Aquesta diferència de potencial es compara, a la vegada, amb una diferència de potencial constant d'un elèctrode de referència.

La figura següent (10) esquematitza la migració del F^- , salta per ocupar una vacant deguda a la presència d'Europi(II) a la xarxa i creant una altra vacant que ocuparà un altre F^- . Al repetir-se aquest procés es van movent els F^- pel cristall.

Figura 10. Migració dels ions F^-

La resposta lineal de l'elèctrode d'ions fluorur ve donada per l'equació de Nernst:

$$E_{ind} = K - 0.059 \log [F]$$

On K és una constant que depèn de l'elèctrode de referència i de l'indicador. Es determina experimentalment amb el procés de calibratge de l'elèctrode amb dissolucions patró de F^- de

concentració coneguda. El calibratge determina la relació entre la resposta analítica (E_{ind}), en volts, i la concentració de la substància problema (F), en mol/L, i és fonamental en procediments analítics.

Aquesta resposta compleix l'equació de Nernst en un interval de concentracions comprès aproximadament entre 10^{-6} M i 1M. És important controlar el pH ja que, a pH menors de 5, els fluorurs no poden ser detectats per l'elèctrode perquè formen HF o HF_2^- i a pH superiors a 8 és l'ió hidròxid el que interfereix.

7.2. MATERIAL I REACTIUS EMPRATS

- Pipetes de 1, 5 i 10 ml.
- Vasos de precipitats de 50, 100 i 250 ml.
- Matrassos aforats de 50 i 100 ml.
- Vareta de vidre.
- Agitador magnètic i vareta agitadora (figura11).
- Flascons de polietilè (figura 12).
- Aigua destil·lada.
- Fluorur de sodi PA.
- Balança analítica.
- Col·lutoris
- Pastes dentífriques
- Gels

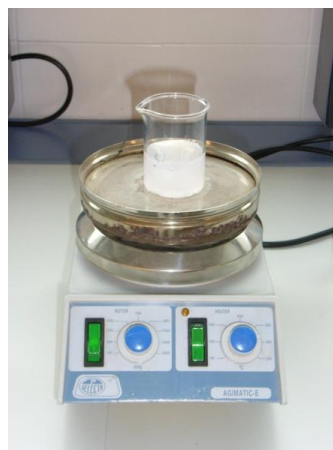


Figura 11. Agitador magnètic

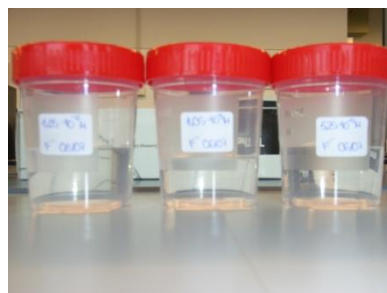


Figura 12. Flascons de polietilè

7.3. EQUIP EMPRAT EN LA PRÀCTICA

- Elèctrode selectiu d'ió fluorur ORION (figura 13).
- Elèctrode de referència de Ag/AgCl.
- Potenciòmetre CRISON GLP22.



Figura 13. Potenciòmetre i elèctrode selectiu d'ions

7.4. PREPARACIÓ DE LES DISSOLUCIONS ESTÀNDAR

Per al calibratge de l'elèctrode es preparen vuit dissolucions patró de concentració coneguda.

7.4.1. PREPARACIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTÀNDAR 0,1M

S'assequen aproximadament uns 0,2 g de NaF a 100°C durant 2 hores i es deixen refredar en un dessecador. Es pesen 0,11 g de NaF sec en un vidre de rellotge, s'aboquen a un matràs aforat de 25 ml i s'afegeix aigua destil·lada fins la marca d'aforament. S'ha preparat així una dissolució 0,1M de F⁻ d'acord amb les operacions:

$$0,11 \text{ g de NaF} \times \frac{1 \text{ mol de NaF}}{42 \text{ g de NaF}} = 0,002619 \text{ mol NaF}$$

$$\frac{0,002619 \text{ mol de NaF}}{0,025 \text{ L}} = 0,105 \text{ M de F}^{-}$$

Un cop preparada es guarda en un envàs de polietilè.

7.4.2. PREPARACIÓ DE LES DISSOLUCIONS ESTÀNDAR DE CALIBRATGE

A partir de la solució estàndard anterior (0,105M de F⁻) es fan les dilucions adequades amb aigua destil·lada, en matrassos aforats de 50 ml, per preparar les següents concentracions: 10⁻², 5·10⁻³, 10⁻³, 5·10⁻⁴, 10⁻⁴, 5·10⁻⁵, 10⁻⁵ i 10⁻⁶M d'ió F⁻. En aquest interval de concentracions es preveu que la resposta de l'elèctrode compleixi l'equació de Nernst. Un cop preparades es guarden en flascons de polietilè.

Així, per preparar la dissolució 10⁻²M (en realitat 0,0105M), s'agafen amb una pipeta i pera de succió, 5 ml de la dissolució 0,105M (aprox. 0,1M) i s'aboquen a un matràs aforat de 50 ml al que després afegim aigua destil·lada fins la marca d'aforament. Es tapa, es sacseja bé i s'aboca al flascó de polietilè. Els càlculs fets s'indiquen a continuació:

$$5 \text{ ml dis. } 0,1\text{M} \times \frac{0,105 \text{ mol F}^{-}}{1000 \text{ ml dis. } 0,1\text{M}} = 0,000525 \text{ mol de F}^{-}$$

$$\frac{0,000525 \text{ mol de } F^-}{0,050 \text{ L}} = 0,0105 \text{ M de } F^- = 1,05 \cdot 10^{-2} \text{ M de } F^-$$

En la resta de dissolucions es procedeix de la mateixa manera. S'agafa de la dissolució acabada de preparar per realitzar la següent dissolució.

La taula següent esquematitza el procediment seguit en la preparació dels patrons. (taula 2)

Concentració de la dissolució de partida (M)	Conc. de la dissolució patró a preparar(M)	Volum (ml) mesurat amb pipeta de la sol. de partida	Volum de dilució (ml)	Concentració real de l'estàndard de calibratge(M)
0.105	10^{-2}	5	50	0.0105M ; $1,05 \cdot 10^{-2} \text{M}$
0.105	$5 \cdot 10^{-3}$	2.5	50	0.00525 ; $5,25 \cdot 10^{-3} \text{M}$
0.0105	10^{-3}	5	50	0.00105 ; $1,05 \cdot 10^{-3} \text{M}$
0.0105	$5 \cdot 10^{-4}$	2.5	50	0.000525 ; $5,25 \cdot 10^{-4} \text{M}$
0.00105	10^{-4}	5	50	0.000105 ; $1,05 \cdot 10^{-4} \text{M}$
0.00105	$5 \cdot 10^{-5}$	2.5	50	0.0000525 ; $5,25 \cdot 10^{-5} \text{M}$
0.000105	10^{-5}	5	50	0.0000105 ; $1,05 \cdot 10^{-5} \text{M}$
0.0000105	10^{-6}	5	50	0.00000105 ; $1,05 \cdot 10^{-6} \text{M}$

Taula 2.

7.5. CALIBRATGE DE L'ELÈCTRODE

Ja s'ha dit que el calibratge determina la relació entre la resposta analítica i la concentració de l'analit.

En els mateixos flascons on es van guardar les mostres patró es submergeix (uns 2 cm) l'elèctrode selectiu de F^- i, quan s'estabilitza la lectura (esperem uns 30 segons), s'anota la resposta del potenciòmetre en (mV). Per tal que la lectura sigui més fiable cal destacar dues coses: s'ha de començar per la dissolució més diluïda (10^{-5}M) i seguir en ordre creixent de concentracions fins la 10^{-1}M i s'ha d'esbandir amb aigua destil·lada i assecar bé l'elèctrode després de cada mesura.

Els resultats obtinguts es recullen a la taula següent i es representen en el gràfic: (taula 3).

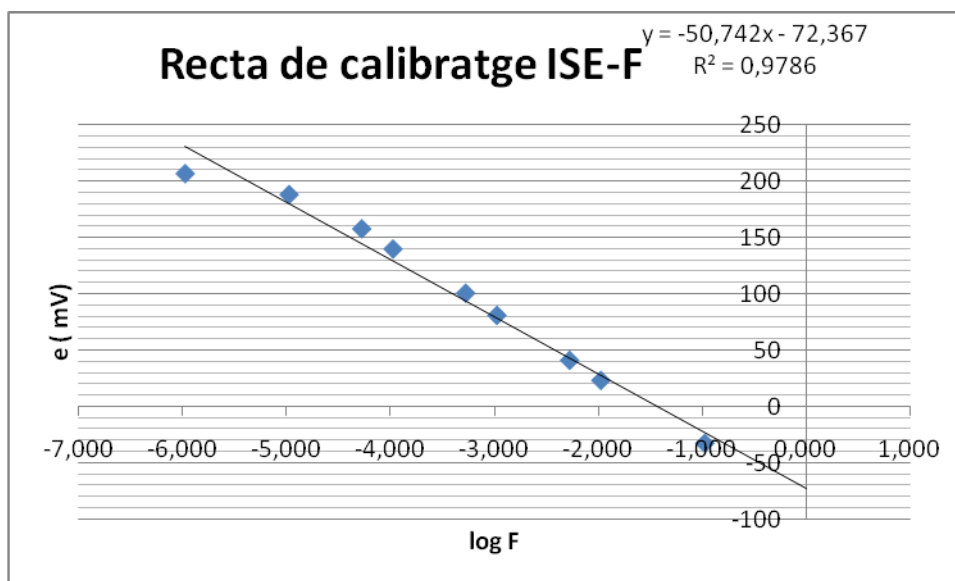
[F]	10^{-6}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	$5 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	10^{-1}
e (mV)	207	188,4	158,0	140,0	100,8	81,1	41,1	23,3	-32,6

Taula 3. Calibratge de l'elèctrode

Per tal que la relació entre les dades sigui lineal prenem logaritmes de la concentració de fluorurs i queda tal com ens mostren la taula (4) i el gràfic (1) :

log F⁻	-5,979	-4,979	-4,28	-3,979	-3,28	-2,979	-2,28	-1,979	-0,9788
e (mV)	207	188,4	158	140	100,8	81,1	41,1	23,3	-32,6

Taula 4. Logaritmes concentració de fluorurs



Gràfic 1. Calibratge de l'elèctrode

S'observa una relació lineal entre les variables i mitjançant l'anàlisi de regressió s'obté l'equació de la recta que s'ajusta a les dades ($y = -50,742x - 72,367$) amb un coeficient de determinació, r^2 de 0.9786.

Per tal de millorar el coeficient de determinació es repeteix l'anàlisi de regressió sense tenir en compte les dissolucions extremes de la taula, de concentracions $10^{-6}M$, $10^{-5}M$ i $10^{-1}M$ respectivament, obtenint una nova recta ($y = -58,501x - 92,349$) amb un coeficient de determinació més proper a 1 (0,9998).

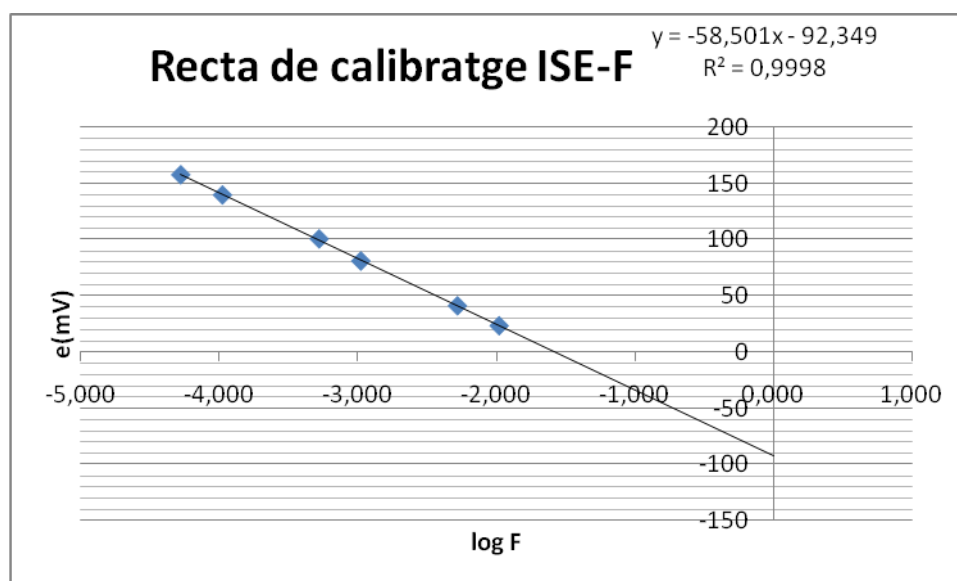
Així si es compara l'equació de Nernst, $E = K - 0.059 \log [F^-]$, amb l'equació de la darrera recta de calibratge, $y = 92,349 - 58.501x$, s'observa que :

- E , resposta de l'elèctrode en volts, és y en la recta de calibratge, tot i que aquesta mesura es fa en milivolts.
- $K = 92,349$, la constant que depèn de l'elèctrode de referència coincideix amb l'ordenada a l'origen de la recta.
- La constant $-0,059$ s'aproxima bastant al pendent de la recta que en volts seria 0,0585.
- El $\log [F^-]$ de l'equació de Nernst és la variable independent x de la recta de calibratge.

Això indica que, en el cas de la primera recta, la resposta de l'elèctrode selectiu no era del tot lineal i després de descartar els patrons de concentracions 10^{-6}M , 10^{-5}M i 10^{-1}M , la nova recta de calibratge s'ajusta millor, tant pel seu r^2 com pel seu pendent. Per tant, a partir d'ara, aquests patrons (taula 5) no es tindran en compte al fer el calibratge.

log F⁻	-4,280	-3,979	-3,280	-2,979	-2,280	-1,979
e (mV)	158	140	100,8	81,1	41,1	23,3

Taula 5. Logaritmes concentració de fluorurs



Gràfic 2. Recta de calibratge

Abans de cada anàlisi de fluorurs en una mostra real s'haurà de fer el calibratge de l'elèctrode (sense els patrons esmentats) i determinar l'equació de la recta de regressió, vigilant que el coeficient de determinació sigui el més proper a 1 possible i comprovant que el pendent s'aproximi a 0,059.

7.6. CONTINGUT DE FLUORURS EN COL-LUTORIS

Per la determinació del contingut de F^- en col-lutoris es prepara la mostra fent la dissolució adient per tal que la concentració de fluorurs quedi dintre del marge de linealitat de l'elèctrode. Es fa necessari, per tant, consultar les quantitats especificades en l'envàs. La taula següent (6) mostra les marques escollides així com el seu contingut en ió F^- .

NOM	ESPECIFICACIONS DE L'ENVÀS	CONCENTRACIÓ MOLAR DE F ⁻ DE L'ENVÀS
BINACA	0,05% en NaF	$1,1905 \cdot 10^{-2}$
DESENSIN	0,05% en NaF	$1,1905 \cdot 10^{-2}$
KEMPHOR	112 ppm en F ⁻ (NaF)	$5,8947 \cdot 10^{-3}$
SENSODYNE	230 ppm en F ⁻ (NaF)	$1,2105 \cdot 10^{-2}$
LICOR DEL POLO	225 ppm en F ⁻ (NaF)	$1,1842 \cdot 10^{-2}$
BON PREU	226 ppm en F ⁻ (NaF)	$1,1895 \cdot 10^{-2}$
FLUOR KIN	224 ppm F ⁻ (Na ₂ PO ₃ F)	$1,1789 \cdot 10^{-2}$

Taula 6. Concentracions de l'envàs)

Les especificacions de l'envàs expressades en % de NaF s'han passat a concentració molar de F⁻, suposant que la densitat de la dissolució és 1 g/ml i tenint en compte que la massa molecular del NaF és de 42 g/mol. Així en les mostres DESENSIN i BINACA els càlculs han estat:

$$\frac{0,05 \text{ g de NaF}}{100 \text{ ml col·lutori}} \times \frac{1 \text{ mol NaF}}{42 \text{ g de NaF}} \times \frac{1000 \text{ ml col·lutori}}{1 \text{ L col·lutori}} \times \frac{1 \text{ mol de F}^-}{1 \text{ mol NaF}}$$

$$= 1,1905 \cdot 10^{-2} \text{ M de F}^-$$

La resta de col·lutoris expressen la concentració de F⁻ en ppm (parts per milió) que significa mil·ligrams de F⁻ per 1L de col·lutori. Així els 225 ppm de F⁻ de la mostra LICOR DEL POLO representen una concentració $1,18 \cdot 10^{-2}$ M en F⁻ d'acord amb els càlculs:

$$\frac{225 \text{ mg F}^-}{1 \text{ L col·lutori}} \times \frac{1 \text{ g F}^-}{1000 \text{ mg F}^-} \times \frac{1 \text{ mol F}^-}{19 \text{ g F}^-} = 1,1842 \cdot 10^{-2} \text{ M de F}^-$$

En la resta de mostres s'han efectuat els mateixos factors de conversió.

7.6.1. PREPARACIÓ DE LES MOSTRES DE COL·LUTORIS PER L'ANÀLISI

D'acord amb les concentracions calculades, el següent pas consisteix en fer dilucions de cada mostra, per deixar les concentracions dintre del marge de linealitat del detector i per la zona mitjana de la recta. D'aquesta manera, quan és fa la lectura de potencial, es minimitza l'error i els resultats surten adequats. En el cas de la mostra BINACA s'ha fet una dilució 5:50, és a dir, 5ml de la mostra (mesurat en pipeta) s'aboca en un matràs aforat de 50 ml i s'afegeix aigua destil·lada fins la marca d'aforament. Segons els càlculs es prepara, així, una dissolució de concentració $1,1905 \cdot 10^{-3}$ M:

$$5 \text{ ml dis. conc. } F^- \times \frac{1,1905 \cdot 10^{-2} \text{ mol de } F^-}{1000 \text{ ml dis. conc. } F^-} = 5,953 \cdot 10^{-5} \text{ mol de } F^-$$

$$\frac{5,953 \cdot 10^{-5} \text{ mol de } F^-}{50 \text{ ml dis. diluïda}} \times \frac{1000 \text{ ml dis. diluïda}}{1 \text{ L dis. diluïda}} = 1,1905 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } F^-$$

En la resta de mostres s'ha optat per fer la mateixa dilució 5:50, o sigui s'han diluït 10 vegades totes les mostres.

A la taula (7) apareixen les concentracions de les diferents dissolucions després d'efectuar les dilucions descrites.

NOM	[F] DE L'ENVÀS	[F] MOSTRA DILUÏDA
BINACA	$1,1905 \cdot 10^{-2}$	$1,1905 \cdot 10^{-3}$
DESENSIN	$1,1905 \cdot 10^{-2}$	$1,1905 \cdot 10^{-3}$
KEMPHOR	$5,8947 \cdot 10^{-3}$	$5,8947 \cdot 10^{-4}$
SENSODYNE	$1,2105 \cdot 10^{-2}$	$1,2105 \cdot 10^{-3}$
LICOR DEL POLO	$1,1842 \cdot 10^{-2}$	$1,1842 \cdot 10^{-3}$
BON PREU	$1,1895 \cdot 10^{-2}$	$1,1895 \cdot 10^{-3}$
FLUOR KIN	$1,1789 \cdot 10^{-2}$	$1,1789 \cdot 10^{-3}$

Taula 7. Dissolucions dels col·lutoris

A la figura 16 apareixen les mostres preparades:



Figura 16. Mostres de col·lutoris preparats

7.6.2. DETERMINACIÓ POTENCIOMÈTRICA DEL CONTINGUT DE F⁻

Les mostres diluïdes s'aboquen a un vas de precipitats de 100 ml i ja estan preparades per la mesura de potencial.

Després del calibratge del detector i obtenció de la corresponent recta, es submergeix l'elèctrode selectiu de F^- dintre la mostra, esperem 30 segons i anotem els e(mV).

Es substitueix a l'equació de la recta i s'aïlla la $[F^-]$ a la mostra diluïda. Per tenir la concentració de fluorurs a la mostra real s'ha de multiplicar pel factor de dilució corresponent ($\times 10$ totes les mostres).

Si la recta de calibratge és $y = -58,501x - 92,342$ i la lectura de potencial de la mostra FLUOR KIN ha estat de 157,6 mV, el que farem serà:

$$x = \frac{y + 92,342}{-58,501}$$

$$x = \frac{157,6 + 92,342}{-58,501} = -4,2724$$

$$\log[F^-] = -4,2724$$

$$[F^-] = 10^{-4,2724} = 0,000053407M = 5,3407 \cdot 10^{-5}M \text{ (mostra diluïda)}$$

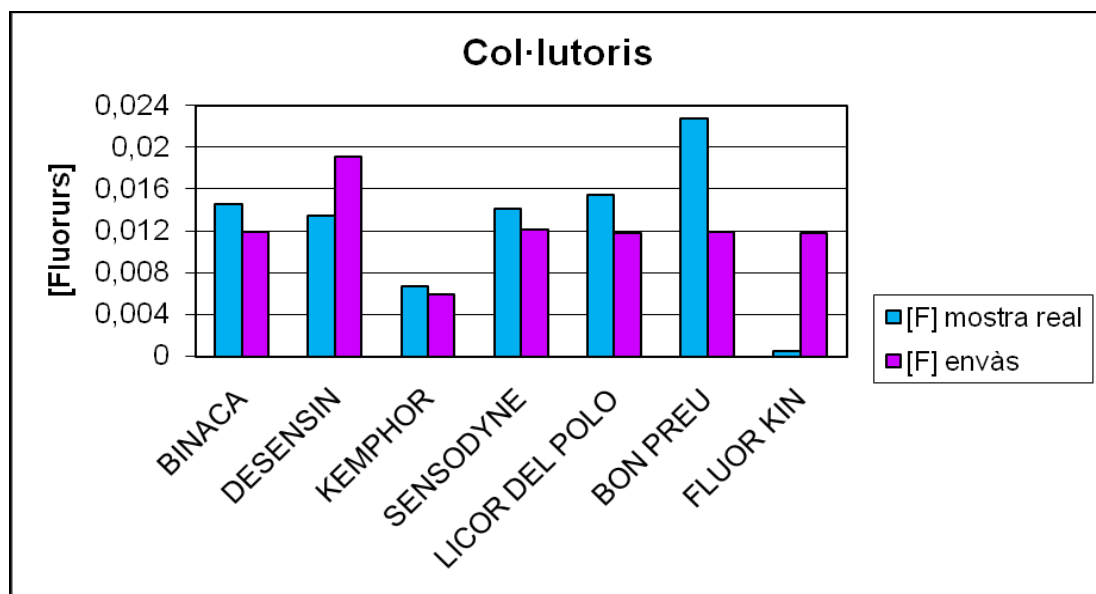
Multipliquem per 10, que era el factor de dilució, i tindrem la $[F^-]$ a la mostra real, $5,3407 \cdot 10^{-4}M$.

7.6.3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts es troben a la taula (8) i es representen en el gràfic(3).

MARCA	e(mV)	Log [F] MOSTRA DILUÏDA	[F] MOSTRA DILUÏDA	[F] MOSTRA REAL	[F] ENVÀS	Diferència [F] _E - [F] _R	Error relatiu (%)
BINACA	73,6	-2,8366	$1,4568 \cdot 10^{-3}$	$1,4568 \cdot 10^{-2}$	$1,1905 \cdot 10^{-2}$	-0,002663	22,3
DESENSIN	75,7	-2,8725	$1,3412 \cdot 10^{-3}$	$1,3412 \cdot 10^{-2}$	$1,1905 \cdot 10^{-2}$	-0,001507	12,6
KEMPHOR	93,3	-3,1733	$6,7096 \cdot 10^{-4}$	$6,7096 \cdot 10^{-3}$	$5,8947 \cdot 10^{-3}$	-0,000814	13,8
SENSODYNE	74,4	-2,8502	$1,4118 \cdot 10^{-3}$	$1,4118 \cdot 10^{-2}$	$1,2105 \cdot 10^{-2}$	-0,002013	16,6
LICOR DEL POLO	72,2	-2,8126	$1,5395 \cdot 10^{-3}$	$1,5395 \cdot 10^{-2}$	$1,1842 \cdot 10^{-2}$	-0,003553	30,0
BON PREU	62,3	-2,6434	$2,2730 \cdot 10^{-3}$	$2,2730 \cdot 10^{-2}$	$1,1895 \cdot 10^{-2}$	-0,010835	91,0
FLUOR KIN	157,6	-4,2724	$5,3407 \cdot 10^{-5}$	$5,3407 \cdot 10^{-4}$	$1,1789 \cdot 10^{-2}$	0,011254	95,4

Taula 8. Resultats col·lutoris



Gràfic 3. Comparació mostra real i envàs

S'observa que:

- El contingut de fluorur en les mostres KEMPHOR, SENSODYNE, LICOR DEL POLO, i BINACA és lleugerament superior (16%) a les especificacions de l'envàs.
- El col·lutori BONPREU dona un resultat bastant elevat en relació a les especificacions. Pot ser degut a un error en la determinació del potencial, per no submergir l'elèctrode correctament.
- La mostra FLUOR KIN és l'única que dona un contingut de fluorur molt per sota de les especificacions. En aquest col·lutori el fluorur es troba en forma de monofluorofosfat de sodi, on el fluorur es troba unit al fosfat amb un enllaç covalent. L'alliberament d'aquest fluor, quan es fan glopejos, és deguda a l'acció dels enzims fosfatases presents a la boca. Al no estar presents aquests enzims mentre es fa l'anàlisi, el fluor s'allibera molt poc i el detector dona una resposta molt baixa. A la resta de mostres el fluorur ve d'un compost iònic, el fluorur de sodi, que en aigua es troba totalment dissociat.

7.7. CONTINGUT DE FLUORURS EN PASTES DENTALS

Com en el cas dels col·lutoris s'han de preparar dissolucions de concentracions de fluorur dintre del marge de linealitat de l'elèctrode i, per tant, les quantitats especificades en els envàs serveixen d'orientació. Però, ara, les pastes dentals són sòlides i la preparació d'aquestes dissolucions, per a la seva posterior lectura de potencial, es fa diferent.

A la taula (9) es mostren les marques analitzades així com el contingut de fluorur especificat a l'envàs. En pastes sòlides s'utilitza la unitat de concentració ppm (parts per milió) que significa mil·ligrams de F⁻ per kilogram de pasta.

NOM	ESPECIFICACIONS DE L'ENVÀS	CONCENTRACIÓ ppm F ⁻ DE L'ENVÀS
BINACA		1400 (NaF)
BINACA LLET		500 (NaF)
SIGNAL		1550 (NaF)
VITIS AMB ALOE VERA		1500(NaF)
LICOR DEL POLO		1450(NaF)
PARODONTAX		1400(NaF)
SENSODINE		1450(NaF)
LACER OROS		2500 (Na ₂ PO ₃ F)
FLUOR KIN	0,76 %(Na ₂ PO ₃ F)	1002,8(Na ₂ PO ₃ F)
LACER		2500 (Na ₂ PO ₃ F)
KEMPHOR		1000(Na ₂ PO ₃ F)
COLGATE		1000 (Na ₂ PO ₃ F); 450 (NaF)

Taula 9. Concentracions pastes dentals

El contingut de fluorurs de la marca FLUOR KIN ve expressat en %. Per unificar les unitats en totes les pastes es calcula en ppm de F⁻. Així, 0,76% de Na₂PO₃F són, aproximadament, 1002,8 ppm de F⁻ segons:

$$\frac{0,76 \text{ g Na}_2\text{PO}_3\text{F}}{100 \text{ g pasta}} \times \frac{19 \text{ g F}^-}{144 \text{ g Na}_2\text{PO}_3\text{F}} \times \frac{1000 \text{ mg F}^-}{1 \text{ g F}^-} \times \frac{1000 \text{ g pasta}}{1 \text{ kg pasta}}$$

$$= 1002,8 \text{ ppm F}^-$$

7.7.1. PREPARACIÓ DE LES MOSTRES DE PASTES DENTALS PER L'ANÀLISI

Es pesen, aproximadament, 0,5 g de pasta dentífrica en un vas de precipitats de 100ml, s'afegeixen uns 50 ml d'aigua destil·lada i s'homogeneïtza la mescla en un agitador magnètic, durant 10 minuts, per tal que els fluorurs es dissolguin. Després es transvasa a un matràs aforat de 100 ml i s'arrasa amb aigua destil·lada fins la marca d'aforament.

Suposant que la pasta conté 1450 ppm de F⁻(Licor del Polo), pesar 0,6177 grams de pasta i arrasar a 100 ml amb aigua destil·lada suposa preparar una dissolució $4,7140 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ en F⁻ (queda dintre del marge de linealitat del detector) d'acord amb els càlculs:

$$0,6177 \text{ g pasta} \times \frac{1 \text{ kg pasta}}{1000 \text{ g pasta}} \times \frac{1450 \text{ mg F}^-}{1 \text{ kg pasta}} \times \frac{1 \text{ g F}^-}{1000 \text{ mg F}^-} \times \frac{1 \text{ mol F}^-}{19 \text{ g F}^-}$$

$$= 4,7140 \cdot 10^{-5} \text{ mol de F}^-$$

$$\frac{4,7140 \cdot 10^{-5} \text{ mol de F}^-}{0,100 \text{ L}} = 4,7140 \cdot 10^{-4} \text{ M de F}^-$$

A la taula (10) apareixen els grams pesats de cada pasta i la concentració molar teòrica de F^- , de cada mostra preparada com s'ha explicat i d'acord amb les ppm de F^- especificades a l'envàs.

NOM	GRAMS DE PASTA	ppm F^- envàs	$[F^-]_{\text{TEÒRICA}}$
BINACA	0,6212	1400 (NaF)	$4,5773 \cdot 10^{-4}$
BINACA LLET	0,5259	500 (NaF)	$1,3839 \cdot 10^{-4}$
SIGNAL	0,6355	1550 (NaF)	$5,1843 \cdot 10^{-4}$
VITIS AMB ALOE	0,5066	1500(NaF)	$3,9994 \cdot 10^{-4}$
LICOR DEL POLO	0,6177	1450(NaF)	$4,7140 \cdot 10^{-4}$
PARODONTAX	0,5832	1400(NaF)	$4,4507 \cdot 10^{-4}$
SENSODINE	0,5642	1450(NaF)	$4,3057 \cdot 10^{-4}$
LACER OROS	0,5175	2500 (Na_2PO_3F)	$6,8092 \cdot 10^{-4}$
FLUOR KIN	0,5494	1002,8(Na_2PO_3F)	$2,8996 \cdot 10^{-4}$
LACER	0,6136	2500 (Na_2PO_3F)	$8,0736 \cdot 10^{-4}$
KEMPHOR	0,5546	1000(Na_2PO_3F)	$2,9189 \cdot 10^{-4}$
COLGATE	0,6108	1000 (Na_2PO_3F); 450 (NaF)	$4,6613 \cdot 10^{-4}$

Taula 10. Grams de pasta i concentració de F^-

7.7.2. DETERMINACIÓ POTENCIOMÈTRICA DEL CONTINGUT DE F^-

Les dissolucions de les mostres de pasta s'aboquen a un vas de precipitats de 100 ml i ja estan preparades per la mesura de potencial.

Després del calibratge de l'elèctrode i obtenció de la corresponent recta, es submergeix l'elèctrode selectiu de F^- dintre del vas de 100ml (on hi ha la mostra), esperem 30 segons i anem els mV (E).

Es substitueix a l'equació de la recta i s'aïlla la $[F^-]_{REAL}$.

Si la recta de calibratge és $y = -58,501x - 92,342$ i la lectura de potencial de la mostra LICOR DEL POLO ha estat de 99,8 mV, el que farem serà:

$$x = \frac{y + 92,342}{-58,501}$$

$$x = \frac{99,8 + 92,342}{-58,501} = -3,2844$$

$$\log[F^-] = -3,2844$$

$$[F^-] = 10^{-3,2844} = 0,00051952M = 5,1952 \cdot 10^{-4}M$$



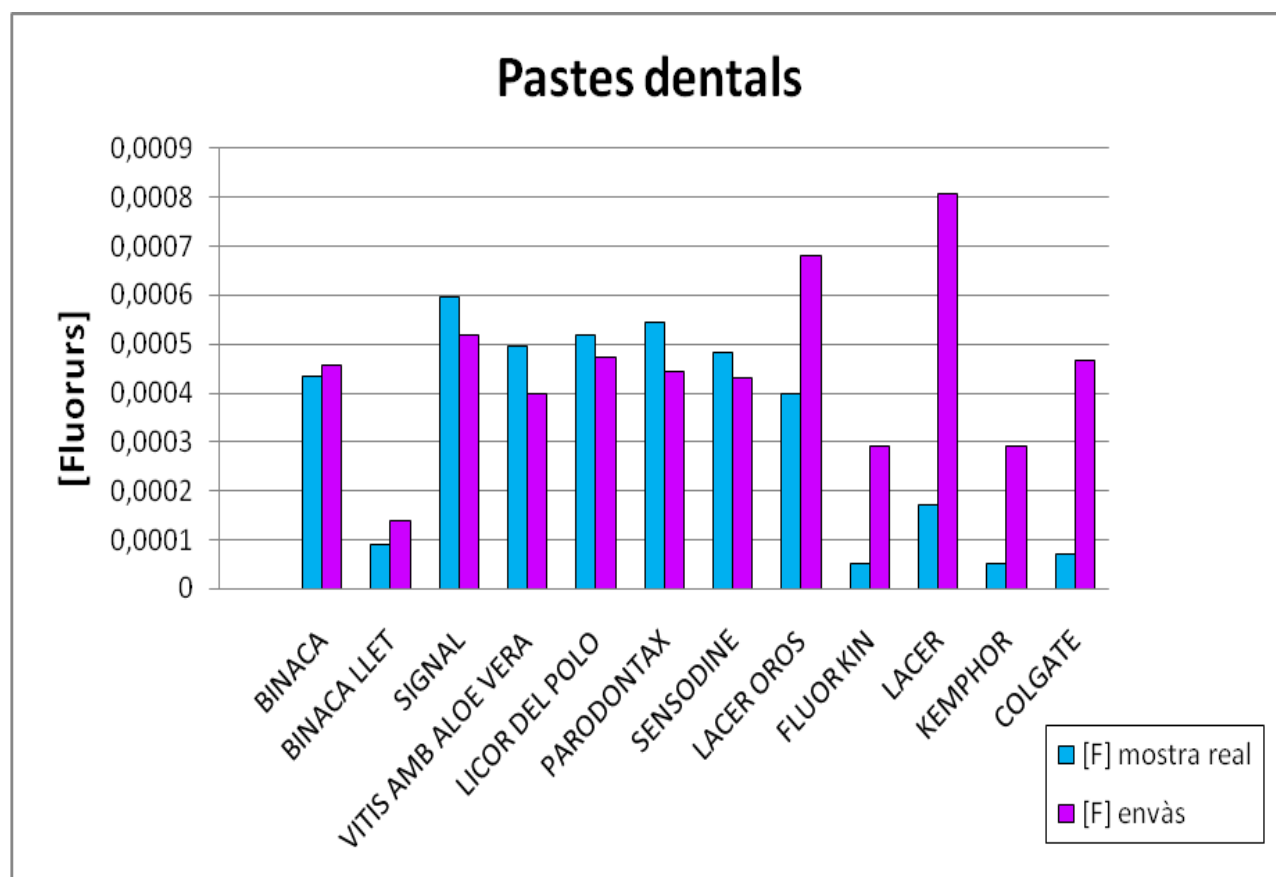
Mostres de pastes dentals (figura 17)

7.7.3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

La resta de resultats obtinguts és mostren a la taula (11) i és representen en el gràfic (4):

MARCA	e(mV)	log[F]	[F] REAL	[F] ENVÀS	Diferència [F] _E - [F] _R	Error relatiu (%)
BINACA	104,4	-3,3630	$4,3351 \cdot 10^{-4}$	$4,5773 \cdot 10^{-4}$	0,00002422	5,2
BINACA LLET	144,7	-4,0519	$8,8736 \cdot 10^{-5}$	$1,3839 \cdot 10^{-4}$	0,00004965	35,8
SIGNAL	96,3	-3,2245	$5,9634 \cdot 10^{-4}$	$5,1843 \cdot 10^{-4}$	-0,00007791	15,0
VITIS AMB ALOE VERA	101,0	-3,3049	$4,9556 \cdot 10^{-4}$	$3,9994 \cdot 10^{-4}$	-0,00009562	23,9
LICOR DEL POLO	99,8	-3,2844	$5,1952 \cdot 10^{-4}$	$4,7140 \cdot 10^{-4}$	-0,00004812	10,2
PARODONTAX	98,6	-3,2639	$5,4462 \cdot 10^{-4}$	$4,4507 \cdot 10^{-4}$	-0,00009955	22,3
SENSODINE	101,6	-3,3151	$4,8406 \cdot 10^{-4}$	$4,3057 \cdot 10^{-4}$	-0,00005349	12,4
LACER OROS	106,5	-3,3989	$3,9911 \cdot 10^{-4}$	$6,8092 \cdot 10^{-4}$	0,00028181	41,3
FLUOR KIN	159,3	-4,3014	$4,9957 \cdot 10^{-5}$	$2,8996 \cdot 10^{-4}$	0,00024000	82,7
LACER	128,0	-3,7664	$1,7123 \cdot 10^{-4}$	$8,0736 \cdot 10^{-4}$	0,00063613	78,7
KEMPHOR	158,7	-4,2912	$5,1144 \cdot 10^{-5}$	$2,9189 \cdot 10^{-4}$	0,00024074	82,4
COLGATE	150,0	-4,1425	$7,2027 \cdot 10^{-5}$	$4,6613 \cdot 10^{-4}$	0,00039410	84,5

Taula 11. Resultats pastes dentals



Gràfic 4. Comparació mostra real i envàs

S'observa que:

- Les pastes que contenen fluorur de sodi donen el contingut de fluorurs semblant a les especificacions de l'envàs. Els errors relatius són acceptables per a la tècnica utilitzada.
- En les pastes que contenen monofluorofosfat de sodi els resultats són molt més baixos que els especificats a l'envàs. La raó d'aquestes discrepàncies ja s'ha explicat en l'apartat dels col·lutoris.

7.8. CONTINGUT DE FLUORURS EN GELS

Per preparar dissolucions de gels dintre del marge de linealitat del detector es tractarà la mostra de manera similar a la pasta dental sòlida.

A continuació és mostren les marques dels gels analitzats i el contingut de fluorurs especificats en l'envàs (taula 12). En els gels s'utilitza la unitat de concentració ppm (parts per milió) que significa mil·ligrams de F^- per kilogram de gel i per això s'han convertit a ppm les concentracions expressades en %.

NOM	ESPECIFICACIONS DE L'ENVÀS	ppm F ⁻ DE L'ENVÀS
LICOR DEL POLO JUNIOR		1000 (NaF)
COLGATE		1000 (NaF)
LICOR DEL POLO MENTOL		1450 (NaF)
BEXIDENT	0,33% (NaF)	1492,85 (NaF)
SENSI KIN	0,22g (NaF)	995,24 (NaF)
DESENSIN	0,55g (NaF)	2488,09 (NaF)

Taula 12. Especificacions de l'envàs

En els tres últims gels Bexident, SensiKin i Desensin les concentracions de fluorurs venen expressats en % i grams respectivament. Per unificar les unitats les passem totes a ppm de F⁻.

Així doncs el 0,33% de NaF de BEXIDENT són aproximadament 1492,85 ppm de F⁻ segons:

$$\frac{0,33g NaF}{100g pasta} \times \frac{19g F^-}{42g NaF} \times \frac{1000mg F^-}{1g F^-} \times \frac{1000g pasta}{1Kg pasta}$$

$$= 1492,85 ppm de F^-$$

I els altres gels que es troben en grams s'han passat a ppm de F⁻. D'aquesta manera els càlculs per el SENSI KIN i el DESENSIN han estat:

$$\frac{0,22g NaF}{100g pasta} \times \frac{19g F^-}{42g NaF} \times \frac{1000mg F^-}{1g F^-} \times \frac{1000g pasta}{1kg pasta}$$

$$= 995,24 ppm de F^-$$

En l'altre mostra s'ha efectuat la mateixa operació.

7.8.1. PREPARACIÓ DE LES MOSTRES DE GELS DENTALS PER L'ANÀLISI

Es pesen, aproximadament, 0,5 g de gel dentífric en un vas de precipitats de 100ml, s'afegeixen uns 50 ml d'aigua destil·lada i s'homogeneïtza la mescla en un agitador magnètic, durant 5 minuts, per tal que els fluorurs es dissolguin. Després es transvasa a un matràs aforat de 100 ml i s'arrasa amb aigua destil·lada fins la marca d'aforament. (figura 18).

Suposant que la pasta conté 1000 ppm de F⁻ LICOR DEL POLO JUNIOR, pesar 0,5584 grams de gel i arrasar a 100 ml amb aigua destil·lada suposa preparar una dissolució $2,9389 \cdot 10^{-4} M$ en F⁻ (queda dintre del marge de linealitat del detector) d'acord amb els càlculs:

$$0,5584 \text{ g-gel} \times \frac{1 \text{ Kg-gel}}{1000 \text{ g-gel}} \times \frac{1000 \text{ mg } F^-}{1 \text{ Kg-gel}} \times \frac{1 \text{ g } F^-}{1000 \text{ mg } F^-} \times \frac{1 \text{ mol } F^-}{19 \text{ g } F^-}$$

$$= 2,9389 \cdot 10^{-5} \text{ mol de } F^-$$

$$\frac{2,9389 \cdot 10^{-5} \text{ mol de } F^-}{0,100 \text{ L}} = 2,9389 \cdot 10^{-4} \text{ M de } F^-$$

A la taula (13) apareixen els grams pesats de cada gel i la concentració molar teòrica de F^- , de cada mostra preparada com s'ha explicat i d'acord amb les ppm de F^- especificades a l'envàs.

NOM	GRAMS DE GEL	ppm F^- ENVÀS	$[F^-]$ TEÒRICA
LICOR DEL POLO JUNIOR	0,5584	1000 (NaF)	$2,9389 \cdot 10^{-4}$
COLGATE	0,5668	1000 (NaF)	$2,9831 \cdot 10^{-4}$
LICOR DEL POLO MENTOL	0,5603	1450 (NaF)	$4,2759 \cdot 10^{-4}$
BEXIDENT	0,5164	1492,85 (NaF)	$4,0574 \cdot 10^{-4}$
SENSI KIN	0,5224	995,24 (NaF)	$2,7363 \cdot 10^{-4}$
DESENSIN	0,6533	2488,09 (NaF)	$8,5551 \cdot 10^{-4}$

Taula 13. Grams de gel i concentració de F^-



Figura 18. Mostra de gels

7.8.2. DETERMINACIÓ POTENCIOMÈTRICA DEL CONTINGUT DE F^-

Les dissolucions de les mostres de gel s'aboquen a un vas de precipitats de 100 ml i ja estan preparades per la mesura de potencial.

Després del calibratge de l'elèctrode i obtenció de la corresponent recta, es submergeix l'elèctrode selectiu de F^- dintre del vas de 100ml (on hi ha la mostra), esperem 30 segons i anotem els mV (e).

Es substitueix a l'equació de la recta i s'aïlla la $[F^-]_{REAL}$.

Si la recta de calibratge és $y = -58,501 x - 92,342$ i la lectura de potencial de la mostra COLGATE ha estat de 106,3 mV, el que farem serà:

$$x = \frac{y + 92,342}{-58,501}$$

$$x = \frac{106,3 + 92,342}{-58,501} = -3,3955$$

$$\log[F^-] = -3,3955$$

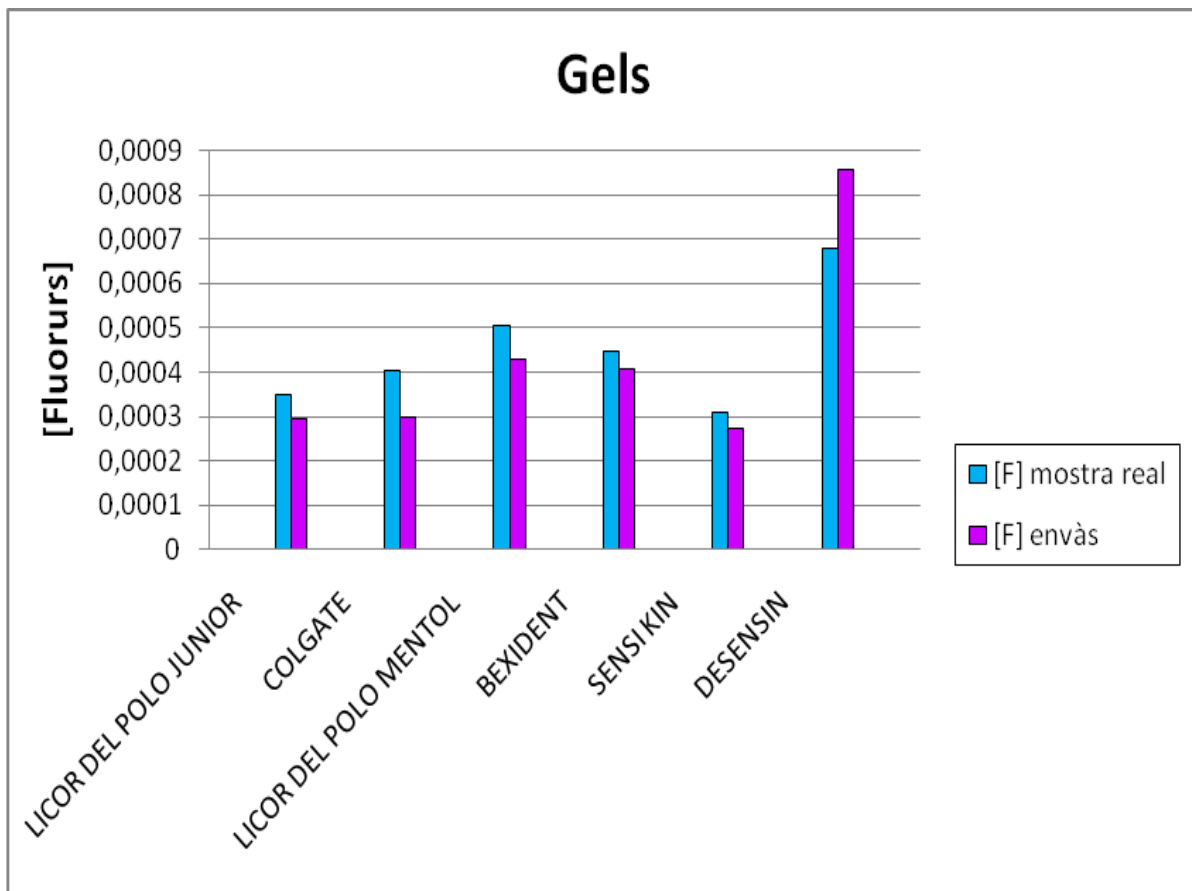
$$[F^-] = 10^{-3,3955} = 0,000402254 = 4,0225 \cdot 10^{-4} M$$

7.8.3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

La resta de resultats obtinguts es mostren a la taula(14) i es representen en el gràfic(5):

MARCA	e(mV)	log[F]	[F] _{REAL}	[F] _{ENVAS}	Diferència [F] _E - [F] _R	Error relatiu (%)
LICOR DEL POLO JUNIOR	110,3	-3,4587	$3,4777 \cdot 10^{-4}$	$2,9389 \cdot 10^{-4}$	-0,00005388	18,3
COLGATE	106,3	-3,3955	$4,0225 \cdot 10^{-4}$	$2,9831 \cdot 10^{-4}$	-0,00010394	34,8
LICOR DEL POLO MENTOL	100,5	-3,2963	$5,0547 \cdot 10^{-4}$	$4,2759 \cdot 10^{-4}$	-0,00007788	18,2
BEXIDENT	103,7	-3,3510	$4,4565 \cdot 10^{-4}$	$4,0574 \cdot 10^{-4}$	-0,00003991	9,8
SENSI KIN	113,0	-3,5100	$3,0902 \cdot 10^{-4}$	$2,7363 \cdot 10^{-4}$	-0,00003539	12,9
DESENSIN	83,0	-3,1681	$6,7904 \cdot 10^{-4}$	$8,5551 \cdot 10^{-4}$	0,00017647	20,6

Taula 14. Resultats del gels



Gràfic 5. Comparació mostra real i envàs

S'observa que:

- Els errors relatius són relativament baixos entre la columna de les mostres preparades i la de l'envàs.
- En aquest cas els valors del gels són coincidents amb els valors acceptables per a la tècnica utilitzada.
- El gel Desensin conté una quantitat elevada de fluorurs.

8. ESTUDI DE LA REPETIBILITAT DE L'ANÀLISI

Per estudiar la repetibilitat del mètode s'efectua l'anàlisi per triplicat d'una mateixa mostra, el mateix dia, i sense variar ni l'analista ni l'aparell. La mostra escollida és la pasta dentífrica BINACA.

A la taula (15) es representen les quantitats pesades, les lectures de potencial i les concentracions de fluorurs obtingudes a l'interpol·lar a la recta de calibratge. La dispersió dels resultats es calcula mitjançant la desviació estàndard (s) i el coeficient de variació (C_v) que venen donats per les fórmules:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad C_v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

PROVA	GRAMS DE PASTA	e(mV)	[F] _{REAL}	ppm F ⁻	VALOR MIG ppm F ⁻
1	0,5630	104,6	0,000430061	1451,4	1462,06 ±18,04
2	0,7895	96,0	0,000603301	1451,9	
3	0,6424	100,7	0,000501406	1482,9	

Repetibilitat de l'anàlisi (taula 15)

A partir dels tres valors es determina el valor mitjà, la desviació estàndard i el coeficient de variació del contingut de fluorurs.

$$\bar{x} = 1462,06 \text{ ppm de } F^-$$

$$s = 18,04 \text{ ppm de } F^-$$

$$C_v = 1,23$$

El valor del coeficient de variació d'1,23 es considera acceptable cosa que indica que la repetibilitat del mètode és bona.

9. CONCLUSIONS

- El paper de les dents a la boca és purament mecànic. S'encarreguen de triturar els aliments i la saliva, que conté l'enzim amilasa, comença la descomposició dels hidrats de carboni que immediatament van a parar a l'estomac. Mantenir en bon estat de salut les dents és indispensable per un bon inici de la digestió.
- La capa més externa de la dent, l'esmalt dental, està format per un mineral molt dur, la hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Aquest es troba en un constant procés de dissolució o desmineralització (passant a la saliva en forma de Ca^{2+} i HPO_4^{2-}) i formació o remineralització (tornant a formar hidroxiapatita que es diposita a la superfície). Un augment de l'acidesa, per la ingestió d'algun aliment àcid per exemple, afavoreix la desmineralització però la saliva, amb un pH proper a 7, contraresta aquest efecte evitant així la dissolució de l'esmalt. Si aquest procés de desmineralització-remineralització té lloc a una velocitat adequada la dent no es deteriora.

La presència de placa bacteriana pegada a l'esmalt pot alterar aquest equilibri de desmineralització-remineralització. Els bacteris que conté actuen sobre els glúcids dels aliments transformant-los en àcid acètic i/o làctic amb el consegüent augment d'acidesa. Si la saliva no pot neutralitzar aquest augment d'acidesa amb prou rapidesa, la hidroxiapatita es va dissolent i pot provocar l'aparició de la caries dental.

- La caries dental és la malaltia de les dents més freqüent. Hi ha diversos factors que influeixen en la seva aparició (abús de determinats aliments i begudes, factors hereditaris, higiene deficient...) però reduir el consum de sucres i una aportació de fluor, ja sigui a través dels aliments o per via tòpica, ajuda en la seva prevenció.
- El fluor transforma els cristalls d'hidroxiapatita en fluoroapatita que són més insolubles en presència d'àcids i es frena la desmineralització de l'esmalt. També té un efecte antibacterià.

El fluor s'ingereix en forma de fluorurs amb els aliments, on hi és en petites quantitats. L'ús de dentífrics i col·lutoris amb fluor són recomanables en la prevenció de caries. Un excés de fluor pot tenir efectes tòxics (fluorosi dental...), però la dosi tòxica és molt superior a la present en els productes destinats a la higiene bucal, per tant, es poden usar amb un ampli marge de seguretat.

- La normativa indica que el contingut de fluorurs en pastes dentals d'ús diari no pot superar les 1500 ppm i, si les pastes són d'ús profilàctic, el marge permès es troba entre 4000-20000 ppm. Per altra banda, en menors de 6 anys la quantitat ha de ser inferior a 550 ppm.
- Les pastes dentals, col·lutoris i gels que avui dia es troben al mercat contenen molts tipus de productes i es pot escollir segons els problemes que es tinguin a les dents i a la boca. N'hi ha que combaten l'excés de placa bacteriana, altres disminueixen la sequedat

de la boca, prevenen l'halitosis, ajuden a blanquejar les dents... Els diferents productes que podem trobar són: detergents, abrasius, humidificants, aromatitzants i edulcorants, colorants, conservadors i anticorrosius del tub, substàncies terapèutiques, substàncies desensibilitzants, substàncies blanquejadores, substàncies antiinflamatòries i epitelitzants, enzims, substàncies portadores del calci, substàncies naturals. S'han escollit pastes dental, gels i col·lutoris de diferents marques per determinar-ne el seu contingut en fluor com a substància terapèutica per combatre la caries.

- La determinació quantitativa dels contingut de fluorur en pastes dentals, gels i col·lutoris s'ha fet utilitzant la tècnica analítica de potenciometria directa amb elèctrode selectiu d'ions fluorur (ISE-F). La tècnica es basa en la resposta de l'elèctrode selectiu (en forma de potencial) directament relacionada amb la concentració d'una determinada substància en dissolució mitjançant una funció logarítmica coneguda com equació de Nernst. En aquest cas la substància en dissolució és l'ió fluorur present en les pastes dentals, gels i col·lutoris.

Abans de la determinació dels fluorurs en les mostres, es preparen patrons de fluorur de sodi en aigua destil·lada de concentracions adients a la resposta lineal del detector i es construeix una recta de calibratge. Les lectures de potencial de les mostres problema s'interpolen a la recta de calibratge i es dona el seu contingut de fluorurs.

Amb les especificacions de l'envàs com a referència, pel que fa al contingut de fluorur, es preparen les mostres de pastes dentals, gels i col·lutoris de concentracions adequades per tal que el valor de potencial mesurat correspongui a valors centrals de la recta de calibratge. D'aquesta manera es minimitza l'error.

- Els continguts de fluorur en les pastes dentals, gels i col·lutoris analitzats, donen semblants als especificats a l'envàs si incorporen el fluorur en forma de fluorur de sodi. Els errors relatius són acceptables per a la tècnica utilitzada. En canvi, quan el fluorur afegit és en forma de monofluorofosfat de sodi els resultats són molt més baixos que les especificacions.

La raó d'aquestes discrepàncies pot estar en que quan el fluorur es troba en forma de monofluorofosfat de sodi, el fluor està unit al fosfat amb un enllaç covalent. L'alliberament d'aquest fluor, quan es fan glopejos, és deguda a l'acció del enzims fosfatases presents a la boca. Al no estar presents aquest enzims a la mostra mentre es fa l'anàlisi, el fluor s'allibera molt poc i el detector dona una resposta molt baixa. Quan el fluorur ve d'un compost iònic, com el fluorur de sodi, en aigua es troba totalment dissociat i la resposta del detector és correcta.

- S'ha estudiat la repetibilitat del mètode efectuant l'anàlisi per triplicat d'una mateixa mostra, el mateix dia, i sense variar ni l'analista ni l'aparell. El valor obtingut del coeficient de variació es considera acceptable cosa que indica que la repetibilitat del mètode és bona.

10. BIBLIOGRAFIA

LLIBRES CONSULTATS:

- Història de l'odontologia; Josep M. Ustrell; Edicions, Universitat de Barcelona
- Skoog and West. "Fundamentos de Química Analítica". Editorial Reverter. Barcelona 1980.
- CASTELLS, Pere, RIBA, Núria, ANDREU, Francesc. *Química 1r Batxillerat*. Editorial: McGrawHill. Madrid 2008.
- CASTELLS, Pere, RIBA, Núria, ANDREU, Francesc. *Química 2n Batxillerat*. Editorial: McGrawHill. Madrid 2009
- Guia per a la prevenció i el control de les malalties buco-dentals; Quaderns de salut pública 7; Generalitat de Catalunya Departament de Sanitat i Seguretat Social.
- Terapèutica dental, Masson, ADA (American Dental Association):
http://books.google.es/books?id=DRPz8SucjEQC&printsec=frontcover&hl=ca&source=gs_bv2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=true

WEBS CONSULTADES:

- <http://www.odontomarketing.com/odontologiahistoria.htm> (31/10/09)
- <http://www.odontologia-online.com/php/phpBB2E/about435.html> (31/10/09)
- <http://www.sanidadnaval.cl/wsg/sitio/odontologia/pagod9.htm> (31/10/09)
- <http://www.maxilofacial.info/historiaodontologia.htm> (31/10/09)
- <http://www.monografias.com/trabajos55/odontologia/odontologia2.shtml> (04/11/09)
- <http://www.medilegis.com/BancoConocimiento/O/Odontologica-v1n6-Humanidades/humanidades-1.htm> (04/11/09)
- <http://paredesufrirconelena.blogspot.com/search/label/Historia%20de%20la%20Odontologia> (04/11/09)
- <http://www.16deabril.sld.cu/rev/221/fluoruros.html>
- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap3/38.html>
- <http://www.aguainfant.com/FLUOR/htm/fluor-fundamentos1.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos6/fluor/fluor.shtml>
- <http://www.aepap.org/previnfad/Dental.htm#caries>
- <http://www.monografias.com/trabajos55/higiene-de-boca/higiene-de-boca2.shtml>

- <http://www.greenfacts.org/es/fluoruros/index.htm>
- <http://www.odontocat.com/prevdentreficoscat.htm>
- <http://www.aaomm.org.ar/Actualizaciones-3-1.pdf>
- http://www.clinicabondejuana.com/archivos_flash/anatomia_cat.swf
- <http://wapedia.mobi/ca/Dent>
- <http://www.med.nyu.edu/patientcare/library/article.html?ChunkIID=103446>
- <http://healthinfo.akrongeneral.org/content.asp?pageid=P03972>
- <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Cryolite>
- <http://www.quiminet.com/pr6/Criolita.htm>
- <http://www.adezaragoza.org/diabetes/index.php?id=48>
- <http://www.aepap.org/previnfad/Dental.htm>
- <http://www.bioapuntes.cl/apuntes/diente2.gif>
- http://www.clinicapardinas.com/esp/es_periodontal.htm
- <http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-1201105-150117/atb1de3.pdf>
- http://www.emaimone.net/taula_per/9_Fluor.htm
- http://www.harstercliniquesdentals.com/cat/txt_info.htm
- <http://honeyeyes.blogspot.com/2009/02/fluorurs.html>
- http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Tesis/Salud/Atuncar_G_M/Marc_teor.htm
- http://www.tdx.cbuc.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-0216103-193541//jsr03de11.pdf
- <http://www.raco.cat/index.php/Gimbernat/article/viewFile/43919/53947>
- <http://www.noah-health.org/es/dentistry/procedures/prostodontics.html> (18/12/09)
- http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Tesis/Salud/Atuncar_G_M/Marc_teor.htm
(20/12/09)

ANNEXOS:

A1.HISTÒRIA DE L'ODONTOLOGIA

L'Odontologia és l'especialitat mèdica que es dedica a l'estudi i tractament de malalties relatives a les dents, genives i teixits de la cavitat oral.

L'origen de l'Odontologia es remunta a milers d'anys enrera. La primera pràctica odontològica documentada és de fa 5000 anys, a Egipte. Més a prop en el temps, els barbers eren els encarregats de l'extracció de peces dentals fins que es va institucionalitzar l'Odontologia com a ciència.

A continuació es fa un breu repàs històric.

EL MÓN ANTIC

La primera referència a la higiene i cura dental la trobem en el poble Maia (segle IX aC). Se sap que utilitzava incrustacions d'or, pedres precioses o minerals per restaurar les peces dentals i per ornamentació (Figura 19). Posteriorment els Asteques i els Inques van agafar el mètode dels Maies per reconstruir les peces dentals. També se'n coneixen tractaments terapèutics de les dents, com la medicina herbolària per eliminar el dolor.



Figura 19. Calavera maia del segle IX aC

Però la vertadera Odontologia es va iniciar a Egipte. Es tenen papirs de l'any 3700 aC on es fa referència a malalties dentals i prescripcions de substàncies que, barrejades i aplicades a la boca, apaivagaven el dolor.

L'any 3000 aC els metges egipcis incrustaven pedres precioses a les dents amb finalitats estètiques. Es creu que el primer odontòleg va ser un metge, Hesi-Re (Figura 20), que s'encarregava de guarir els dolors dentals dels faraons. L'any 2900 aC, els egipcis van ser els primers en designar un metge especialitzat en les dents i es coneix que en aquells temps feien dos forats al maxil·lar inferior per drenar un abscess dental. Nopher (2600 aC) era conegut com el fabricant de dents.



Figura 20. Hesi-Re, metge egipci

Pel que fa a la higiene, els materials per la producció de la pasta dental s'obtenien de la ribera del riu Nil. Consistien en llim del riu, sorra fina i aloe vera, i es fregaven les dents amb una

mena de fregall fet de fibres de papir (figura 21). Una prescripció per tractar les càries era: mel, llim del riu i farina encara que no era adequada, com es veurà més avant.



Figura 21. Raspall de dents Egipci

Tres segles més tard, cap al 2700 aC, a Xina i Japó tractaven els dolors de la càries amb acupuntura i amb tractaments a base de ging-sen, all, arrel de granada, arsènic, excrements i orina d'animals. Per la higiene bucal utilitzaven el bambú.

En el 700 aC els Etruscos i els Fenicis utilitzaven bandes i filferros d'or per construir pròtesis dentals. A les bandes es col·locaven dents extretes a les zones on no n'hi havia i amb el filferro es retenien a la boca (figura 4 i figura 5). També van ser els primers a utilitzar material per implants com el marfil i les petxines de mar.



Figura 22. Dents amb el filferro



Figura 23. Fixació de dents dels fenicis

A Grècia, l'any 1300 aC, Aescuplapius és considerat el primer metge que va extreure dents malaltes. Les primeres escoles mèdiques van sorgir al segle VI aC i l'any 500 aC Hipòcrites és considerat el pare de la medicina. Juntament amb Aristòtil, va escriure sobre unguents i procediments d'esterilització com utilitzar un filferro calent per tractar problemes a les dents. També va estudiar l'extracció dental i l'ús del filferro per estabilitzar fractures maxil·lars i lligar dents perdudes.

Claudio Galeno va ser el primer en reconèixer que el dolor dental podia

esdevenir de la inflamació de la polpa dental. S'utilitzava els nepenthes que eren unes herbes que disminuïen el dolor.

A Mesopotàmia, les caries també eren tractades amb medicaments i conjurs. Un dels tractaments era una pasta feta de pols de llavors d'una planta barrejades amb un tipus de resina, que es posava sobre les dents. Altres productes que utilitzaven eren la mandràgora i l'api.

EDAT MITJANA

En l'Edat Mitjana, que va dels segles V al XV, es van distingir dos períodes: el de la

medicina monàstica i el de la universitat. La medicina monàstica es realitzava als monestirs on es traduïen llibres procedents del món àrab. La primera universitat es va fundar a finals del segle XII i se centrava en l'estudi teòric de la medicina.

Albucasis és considerat el pare de la cirurgia maxil·lofacial. Va descriure l'arc dentari i procediments per corregir els defectes. Va desenvolupar un sistema de pròtesis dental a partir de dents d'animals.

D'aquesta època són Bernardo de Gordon, que va introduir la teoria de l'afluixament de les dents, Guy de Chauliac que va estimular la higiene dental i va investigar la malaltia de la caries (va comprovar que les càries tenien tres fases: la primera era la producció de dolor amb estímul extern, la segona la producció de dolor però sense estímul extern i finalment el flemó) i Giovanni da Vigo que va ser el primer en realitzar obturacions amb fulles d'or.

RENAIXEMENT

Durant aquesta època al segle XVI es van produir canvis en la docència.

L' humanisme mèdic va procedir a la recuperació dels textos i idees clàssiques amb tot el seu vigor original. Va servir per recuperar antics mètodes en que els estudiants tractaven amb els malats i els medicaments.

Més tard, durant la segona meitat del segle XVI, van aparèixer els primers escrits en

En el segle XVIII també destaquen, Pfapp (1756), que utilitzava la cera per fer impressions de les dents que posteriorment omplia de guix i John Greenwood (1785), que va començar a fer servir les dents de porcellana.

Als Estats Units, George Washington va ser un pioner en utilitzar pròtesis dentals (figura 25). La seva pròtesis estava elaborada per una base de marfil amb incrustacions de dents de

anglès de la mà de Charles Allen, anomenat "The Operator for Teeth", referits a la pràctica de l'Odontologia. Vesalio va elaborar una anatomia descriptiva en que hi havia un apart dedicat a les dents.

SEGLE XVIII I XIX

Els segles XVIII i XIX van representar un pas endavant en el camp de la higiene dental i l'ús de pròtesis.

Pierre Fauchard (1690-1762) va ser l'autor (figura 24) més important per les innovacions que va introduir en el seu llibre "The Surgeon Dentist", publicat l'any 1728. En la seva obra va descriure totes les malalties dentals, l'instrumental clínic, les operacions a realitzar, pròtesis, consells sobre higiene dental i malalties de les genives i també fa referència a l'ús del plom i l'estany per omplir cavitats a les dents. Va ser considerat el pare de l'Odontologia moderna.



Figura 24. Pierre Fauchard

cadàvers, la qual se li va rebaixar la forma còncava fins que se li adaptés a la geniva. Les dents no es col·locaven en l'ordre natural.



Figura 25. Pròtesis de George Washington

En el segle XIX hi ha avenços en el camp de la higiene bucal. En la primera meitat del segle es comencen a utilitzar els fluorurs per prevenir les càries (1815) i s'introdueix sabó a les pastes dentals (1824). Levi Spear Parmly promou l'ús de la seda dental (no és el descobridor perquè ja s'havien trobat restes de seda dental en humans prehistòrics). Cap a la segona meitat del segle es comencen a fluorar les aigües (1844), a comercialitzar la seda dental (1882) i a conscienciar la gent en l'ús de productes orals (s'introdueix el tub de pasta dental) per prevenir la caries.

En l'àmbit de les pròtesis dentals i malalties també hi ha novetats. Durant la primera meitat, Auguste Taveau (1816) desenvolupa la primera funda consistent, feta amb monedes de plata i barrejada amb mercuri i Charles Goodyear (1839) descobreix el cautxú vulcanitzat, que es convertirà en la base de les pròtesis dentals que anteriorment es feien d'or (d'aquesta manera les pròtesis resulten més econòmiques per la població i ja no queden reservades, exclusivament, per les classes més altes). Horace Wells (1840) va demostrar l'èxit de l'òxid nítrós per la sedació i amb l'ajut de Chapin Harris funden la primera escola dental i apareix l'Odontologia moderna. L'odontòleg Thomas Morton va ser el primer en demostrar l'ús de l'anestèsia per la cirurgia i en utilitzar corones metàl·liques d'or. El 1848, Waldo Hanchett, patenta la cadira odontològica (figura 26).

Durant la segona meitat del segle XIX, es recomana reomplir les cavitats de les dents amb or i fer incrustacions de porcellana en cas de cavitats extenses. Lucy Hobbs va ser la primera dona en obtenir el títol d'odontòloga (1866) i Janes Beall Morrison patenta la primera màquina per fer forats dentals. El 1896 s'adapta l'aparell de raigs X a l'Odontologia.



Figura 26. Cadira odontològica segle XIX

SEGLE XX

A començament de segle, es va realitzar la primera radiografia dental de la història i, amb l'electricitat, els consultoris s'omplen de màquines que faciliten la pràctica de l'Odontologia. William Mc Taggart (1907) inventa la màquina de la cera que permet omplir cavitats amb precisió i l'any 1923 es patenta el primer aparell dental de raigs X. L'any 1945, Grand Rapids a Michigan, va ser la primera ciutat del món en fluorar l'aigua pel consum.

De la segona meitat del segle XX és l'invent de la resina blanca per omplir cavitats dentals i Michael Buonocore (1955) descriu un mètode d'aplicació d'aquesta resina que permet als odontòlegs reparar dents fracturades anteriorment. John Borden (1957) inventa la peça d'alta velocitat d'aire de mà que retalla el temps de preparació dental per realitzar farciments i l'any 1958 es va introduir la primera cadira dental totalment reclinable que permetia al pacient millorar en comoditat.

De l'any 1970 és el raspall dental elèctric i de l'any 1980 (Ingvar Branemark) la descripció de la tècnica per fer implants dentaris.

SEGLE XXI

S'està treballant amb teràpies gèniques, això significa l'alteració de l'estructura genètica de les dents per fer-les resistents a les caries. Fins i tot alguns investigadors busquen la possibilitat de crear una nova estructura dental al voltant de la ja existent que està lesionada.

També s'ha incrementat la base del coneixement i de la tecnologia per el diagnòstic i el tractament.

A1.1. L'ODONTOLOGIA A CATALUNYA

Amb el poble àrab a Catalunya la pràctica odontològica quedava en segon terme. Va ser ben entrat el segle X quan els odontòlegs europeus, especialment els francesos i els italians, van influenciar molt en l'odontologia catalana.

Cal destacar l'odontòleg Arnau de Vilanova que en la seva obra va destacar els problemes higiènics i dentals. En un dels apartats anomenat *De ornatum mulierum i De decoratione* es parlava de com es podien blanquejar les dents i enfortir les genives. I en un altre titulat *Regimen Sanitatis ad Regem Aragonum* aconsellava que per conservar les dents calia netejar-les dues vegades al mes amb vi, en el que s'hi hagués bullit arrel de farigola.

Al començament del segle XVIII els odontòlegs van començar a tenir títols pels seus coneixements i des d'Europa venien a estudiar a Catalunya.

Guiseppe Angelo Fonzi va aportar millores a l'aplicació de les dents de porcellana, en dotar-les d'un cargol de platí que se soldava a les bases. També destaca en l'aplicació del cautxú, en fer-lo servir per recobrir la cara alveolar de les bases metàl·liques, amb la finalitat de farcir els defectes.

Baptiste Gariot va escriure el llibre *Traité des maladies de la bouche* on parlava de la invenció d'una articulació per a la confecció de les pròtesis.

Amb el temps tot va anar millorant i va aparèixer la utilització de productes anestèsics. Un dels pioners va ser Josep Meifrén Alfares que l'any 1869 va introduir l'òxid nítric en l'odontologia.

L'any 1875 es crea el títol de cirurgia dentista, una carrera en la qual incloïa coneixements necessaris i específics. Amb tot això, l'any 1883 la dona va aconseguir entrar en la professió i va ser l'any 1901 que es va crear el títol d'odontòleg.

Actualment les tècniques que s'usen en odontologia per reparar les dents són els implants dentals. Consisteixen en peces dentals que es col·loquen en els maxil·lars i ajuden a arreglar les boques que tenen poques dents.

Els implants, poc a poc, estan reemplaçant les dentadures postisses per la seva estètica i comoditat. Ajuden a:

- Reduir el moviment de la dentadura postissa.
- Faciliten la masticació.
- La seva sensació s'assembla més a unes dents naturals.

El material més utilitzat en l'odontologia actual és una amalgama de mercuri, plata, coure i estany. La inquietud que al principi és va tenir va ser la presència de mercuri, però estudis realitzats periòdicament han demostrat la seva seguretat.

Avui en dia l'estètica és molt important per les persones que volem presumir de dents blanques i netes i per això es fan tractaments de blanquejaments. El procés es pot dur a terme tant a casa com en un dentista. A casa el tractament és més lent ja que la quantitat de peròxid de carbamida (agent blanquejant) que poden contenir els productes no supera el 15%. En canvi si es realitza al dentista el procés és més ràpid gràcies a la utilització d'unes radiacions que acceleren el procés.

També dins la branca de l'estètica trobem l'ortodòncia que consisteix en col·locar les dents en la seva posició correcta. Això s'aconsegueix amb l'ús d'uns aparells que es col·loquen sobre les dents fent-li pressió constant perquè es moguin. Els aparells estan fets de filferro i bandes de goma. Els filferros ajuden a moure les dents i les gomes corregeixen l'alineament.

A2. EL FLUOR A LA NATURA

Els minerals de fluor que podem trobar a la natura són:

- **FLUORITA**

És un mineral de fluor format per fluorur de calci que cristal·litza en el sistema regular. La forma dels cristalls sol ser cúbica i poques vegades és octaèdrica. Acostuma a aparèixer en dipòsits de minerals metàl·lics, els seus colors principals són el blau, verd i violat encara que s'han trobat de tots els colors (figura 4).



Figura 4. Mostra de Fluorita

- **CRIOLITA**

També és un mineral de fluorur format per fluorur d'alumini i sodi. És incolor. Aquest mineral, també, s'obté artificialment a partir de sals minerals d'alumini i àcid fluorhídric (figura 5).



Figura 5. Mostra de Criolita

- **APATITA ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$)**

És un mineral de la classe dels fosfats, el fluor es presenta en aquesta forma a la natura. El seu color és variable encara que normalment predomina el marronós i el verdós (figura 6).

Dins d'aquest mineral trobem dos varietats:

→ Hidroxiapatita: ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) es troba en els ossos però també forma part de les dents. Es pot obtenir artificialment amb clorur de calci i fosfat de disodi.

→ Fluorapatita: ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$). És el mineral principal de l'esmalt de les dents. Resisteix millor els àcids que la apatita normal. Per això s'afegeixen fluorurs a les pastes dentals perquè puguin canviar



Figura 6. Mostra d'Apatita

els grups hidròxid de la hidroxiapatita per fluor.