



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## FLUOR

LUISA T. DE BORGARELLO \*

Siendo la prevención la meta máxima a la que podemos aspirar como profesionales de salud, hemos considerado interesante brindar a los colegas, una reseña recordatoria de las acciones y aplicaciones de los compuestos fluorados. Todos sabemos, que no constituye una panacea en la lucha contra los estragos de las caries, pero sí, que pueden ser considerados como los máximos pilares de la tríada preventiva de caries dental: Fluor - Higiene - Dieta. Damos el lugar más destacado al fluor, por que es el único que nos permite una acción preventiva a nivel amplio, independiente de la voluntad de colaboración y nivel socio económico del beneficiario.

Es un hecho conocido, que, incluso en los países que poseen la mayor proporción de odontólogos, en relación al número de habitantes, no llega a cubrirse más que una tercera parte de las necesidades de la población. Por lo tanto y teniendo en cuenta que las caries afectan al 90 % de los seres humanos, es nuestra obligación, tratar por todos los medios de establecer, no digamos un equilibrio, por que éste es muy difícil, pero por lo menos una menor desproporción entre necesidad y posibilidad de satisfacerla.

Y sin lugar a dudas, el único medio para acercarnos a este objetivo es la prevención, cuya función es evitar que se produzca el daño, o poner barreras a su avance lo más precozmente posible.

Por lo tanto es nuestro deber, no sólo conocer, sino también emplear al máximo, las cualidades de un medio preventivo, que,

\* Profesora Encargada Cátedra de Odontopediatria.

como el ion fluoruro, en sus múltiples combinaciones y compuestos, que a través de estudios y evaluaciones ha demostrado ampliamente su eficacia.

Podemos afirmar sin temor a equivocarnos, que el fluor, es el elemento que más ha sido estudiado en relación a la salud humana, debido a las grandes controversias que suscitó el empleo de la fluoración de las aguas de consumo, como medida preventiva de caries.

Ahora bien, como es nuestra obligación conocer el por qué y cómo actúan los elementos cuyo empleo preconizamos, recordemos en primer lugar: "*qué es el fluor*".

Es un elemento químico, cuyo número atómico es 9 y peso atómico 19; es un halógeno, cuya forma natural es de un gas (de color verde amarillento) cuya característica es la de combinarse con todos los elementos naturales, salvo el oxígeno y el platino.

Debido a su marcada electronegatividad y a su gran poder de reacción química, el fluor no se encuentra nunca libre en la naturaleza.

La fuente principal de obtención, es el espato-fluor o calcita (Ca Fe) aunque hay también otros cómputos que pueden proveerlo.

Recordando un poco la historia, podemos decir que los primeros estudios sobre la química del fluor fueron los realizados por Marggraf en 1768 y Scheele en 1771. Su presencia en materiales biológicos fue demostrado en 1803, cuando Morichini encontró que existía fluor en los tejidos duros de los colmillos de elefantes fosilizados, es decir que su relación con los dientes es de larga data.

A pesar de estos conocimientos previos, recién en el año 1886 pudo ser aislado por Moisson, pero su verdadero estudio data de 1930, cuando comenzaron las investigaciones específicas.

El fluor es un elemento muy difundido en la naturaleza, compone alrededor del 0.065 % del peso de la corteza terrestre y es el décimo tercero de los elementos en orden de abundancia.

Este halógeno, es un componente normal y aun indispensable del organismo humano; y si bien no constituye un alimento sino un elemento "traza" o "imponderable", es indispensable y su falta absoluta es perniciosa para la salud.

Se lo encuentra en mayor proporción en los huesos y dientes, por lo cual puede decirse, que fisiológicamente, el fluor es un buscador del tejido duro por su afinidad con los minerales que los componen. En el esqueleto y los dientes, se encuentra el 95 % del fluor incorporado al organismo. El tejido óseo, aun en zonas de baja concentración de fluor en el agua, contiene 550 partes por millón (ppm) de este ión; pudiendo éste ser aumentado con una mayor disponibilidad.

Tanto en los huesos como en los dientes, las mayores concentraciones de fluor se localizan en las superficies, que están en contacto con el medio interno, el que es capaz de suministrar el fluor, adquirido por ingestión, y distribuido por la sangre. En el esqueleto, que incorpora de 0,1 a 0,2 ppm. la mayor concentración de fluor se encuentra en el periostio de los huesos.

El aumento del porcentaje del contenido de fluor en estos tejidos está relacionada con las mayores concentraciones plasmáticas, que normalmente son de 0,14 ppm a 0,19 ppm. y éstas a su vez están relacionadas con la ingesta. Este hecho no es aceptado por todos los autores, y así Sognaes (85) afirma que esta cantidad no es influenciada mayormente, si las concentraciones de fluor en el agua no pasan de 2,5 ppm., sino que recién muestran aumentos importantes, cuando el fluor en el agua llega a más de 5 ppm.

En el esmalte dentario, donde la mayor proporción está en la superficie, la cantidad incorporada puede presentar grandes variaciones, de acuerdo a la mayor o menor disponibilidad de ión fluor. Así, por ej. se encontró que en zonas con deficiente cantidad de fluor, la superficie adamantina contiene aproximadamente 100 a 200 ppm. aumentando progresivamente el porcentaje de acuerdo a la disponibilidad, hasta llegar a 1000 ppm. que es el porcentaje mínimo necesario para una efectiva acción cario-preventiva.

Según Brudevold (15) la ingesta continua de agua fluorada, puede llevar el porcentaje de fluor en la superficie adamantina hasta 3370 ppm. También los otros tejidos dentarios contienen normalmente fluor, aunque aquí su acción preventiva es dudosa, la dentina contiene aproximadamente 200 a 300 ppm. encontrándose

la mayor concentración en las proximidades de la pulpa a través de cuya circulación se realiza el suministro, conteniendo los tejidos pulpares una concentración aproximada de 100 a 600 ppm. que depende de la disponibilidad. En el cemento, que es el tejido dentario que contiene más fluor, pueden encontrarse 4500 ppm. (60)

Como ya hemos mencionado anteriormente, el fluor es un componente normal de los tejidos humanos, por lo tanto lo encontramos no sólo en huesos y dientes, sino también en la sangre, donde existe en una proporción de 0,02 ppm, en la leche 0,02 ppm., en la saliva de 0,01 a 0,05 ppm. (pudiéndose llegar según algunos autores a 0,2 ppm.) (56); existen también vestigios en la glándula tiroides y cantidades variables en los tejidos renales.

El fluor se ingiere normalmente con los alimentos, en una cantidad promedio de 0,5 mg diarios, habiendo alimentos que lo contienen en mayor cantidad que otros (por ej.: el pescado contiene 27 ppm. el té 1 ppm.) pero la mayor parte está incorporada a compuestos insolubles, por lo cual, su influencia sobre el tenor total de iones fluor disponibles, es variable.

Más del 95 % de la absorción del fluor por ingesta ocurre en el estómago y porción superior del intestino delgado. Este proceso es influenciado por el pH del medio, y así, si éste es menor de 3, la mayor cantidad de fluor está en forma de HF cuyas moléculas, por ser de volumen más pequeño que el ión fluor, se difunden más rápidamente; por esto al ser el pH del estómago de 1 a 3, se llega a una rápida penetración y reabsorción directamente desde este órgano. (56)

La absorción como ion fluoruro se realiza mediante un mecanismo de difusión, que es modificado por la edad, e ingesta anterior.

Después de su absorción el fluor es distribuido por los líquidos extracelulares, siendo metabolizado en el organismo en dos formas: primero se produce el depósito, principalmente en el tejido óseo, y dentario. Luego, la excreción por vía renal. En la etapa de depósito, la cantidad retenida se ve influenciada en primer lugar por la edad, ya que en los niños, con tejidos duros en formación, puede haber una retención del 50 % de la dosis diaria ingerida; en el adulto, sólo

se retendrá del 2 al 10 %, mientras que en la vejez y ateniéndonos a los estudios realizados (86-87), el incremento de la fijación del ion fluoruro, contrarrestaría la osteoperosis senil.

En segundo lugar, también influye la ingesta previa, ya que cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe también una pequeña excreción fecal de fluor no absorbida; habiendo además, como hemos visto, pequeñas cantidades en la leche ( la saliva y la transpiración (pudiendo llegar esta última a cantidades apreciables en épocas y zonas calurosas).

Otro factor que hace variar la absorción del fluor, es la presencia de calcio\* cuya menor solubilidad, disminuye sensiblemente la presencia de iones fluor libres (se demostró que 16 ppm de  $\text{Ca F}_2$  suministran sólo 8 ppm. de ion fluor). Esta acción bloqueadora de calcio, fue demostrado experimentalmente por Sognaes y col. (85) quienes observaron que al suministrar fluor con agua destilada, se obtenía una absorción del 90 % mientras que, si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio, la absorción descendía al 25%.

Este hecho dio lugar a una interesante observación realizada por Forrest (38) en algunas zonas de la India, donde el contenido de fluor en el agua es elevado, constatandó que los niños con bajo nivel nutricional presentaban fluorosis o veteado, debido a este exceso, mientras que los niños bien nutridos eran afectados en menor grado, sugiriendo el autor de que esto podría deberse a que, al haber menores cantidades de calcio disponibles en la dieta de los niños mal nutridos, para fijar parcialmente al fluor, este era absorbido en mayor cantidad.

Como ya mencionamos, la mayor parte de la excreción del fluor no fijado se realiza por vía renal, siendo ésta la que mantiene el equilibrio fisiológico ya que a mayor ingesta, hay mayor excreción.

Este proceso es muy rápido y a la hora de ingerir fluor, la orina ya puede contenerlo en cantidades apreciables.

\* El cual precipita en forma de fluoruro de calcio.

La vía renal constituye un importante mecanismo de regulación, habiendo una relación entre eliminación de fluor y diuresis. Además se ha comprobado según Ekstrand (10) que la velocidad de eliminación de este ión, está relacionada con el pH urinario, ya que si éste es ácido, la eliminación es más lenta que si es alcalina.

Basándose en esta relación entre tejidos renales y fluor Binder y col. (7) hicieron estudios experimentales, para detectar posibles influencias nocivas sobre el metabolismo renal; no encontrándose ninguna alteración.

Puede ocurrir también, que las variaciones en el contenido de fluor en orina, no se deban a una excesiva ingestión, sino, por el contrario, a una falta, pues como el fluor no está unido en forma permanente al hueso, cuando la ingesta disminuye, el fluor es movilizado de los mismos y el nivel urinario permanece alto. Esto puede ocurrir también en los niños, en el período de remodelamiento óseo, durante el cual también se liberan fluoruros, los cuales podrán ser redepositados, pero también serán eliminados en parte, aumentando el nivel urinario.

Como conclusión de todo lo anterior queremos dejar establecido, "que el fluor es un componente normal del organismo humano", y por lo tanto, su empleo en la fluoración no implica introducir ningún componente extraño al mismo".

#### *Acción de los fluoruros en la prevención de las caries*

Puede decirse que si bien el conocimiento de la relación fluor-diente es muy antiguo, y la relación fluor-caries, data de 1899 en que Hempel y Scheffler (47) descubrieron que había un mayor porcentaje de fluor en el esmalte de los dientes resistentes a las caries 0,0111 %, que en los susceptibles 0,0069 %. Las investigaciones acerca del significado de este hallazgo, recién comenzaron mucho más tarde, y se llegó a ellas en forma indirecta a partir del estudio de la fluorosis dental. Enger (32) fue el primero que llamó la atención sobre esta anomalía en 1901 denominándola "diente de Chiaie" y observó que solamente la presentaban los inmigrantes italianos de

la zona de Nápoles; a raíz de lo cual, sugirió que podían deberse a factores ambientales, ya que aparentemente no era una afección contagiosa; evaluando la posibilidad de que podía deberse a las emanaciones volcánicas.

Más de una década después McKay (65) en 1916 observó una condición similar en los habitantes de Colorado Spring; destacando más adelante en 1925 que, a pesar de ser defectuosos, estos dientes no presentaban mayor prevalencia de caries. Posteriormente, en el curso de sus investigaciones en Bauxita, donde encontró la misma patología, este autor sugirió que el problema estaba relacionado con el agua, pero no pudo demostrarlo, ya que los análisis de rutina realizados no revelaban ningún componente anormal. Sin embargo, aunque en forma empírica, el hecho fue confirmado, por que al cambiarse la fuente de suministro del agua, no se observó fluorosis en los niños nacidos a partir de esa época.

Más tarde Churchill (24) en 1931 encontró que el agua en las zonas de dientes veteados contenían altas proporciones de fluor; y estudios experimentales de Smith y col. (84) en 1931 demostraron fehacientemente, que el fluor era el factor causal de la llamada desde entonces "fluorosis dental". También se comprobó que esta afección era debida a un defecto de desarrollo, que se originaba durante la época de formación dentaria, ya que fue encontrado solamente en aquellas personas que habían vivido en la zona durante los primeros años; mientras que los que llegaron después de los diez años no mostraron ninguna alteración.

En base a lo anterior y el énfasis puesto por McKay y Blak (65) sobre la menor predisposición a las caries de estos dientes veteados, es que el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos encargó en 1930 a Dean y col. (27) para que investigaran la relación entre la concentración de fluor en el agua de bebida y la fluorosis dental. Llegándose a la conclusión de que tanto la frecuencia como la severidad de esta afección se incrementaban con el aumento de la concentración de fluoruros.

Después de diez años de haber obtenido estos conocimientos, recién se estableció la relación fluor-caries, es decir, sus posibles

efectos en la reducción de esta afección cuando Dean y col. (28) en 1938 puntualizaron la menor prevalencia de caries en las zonas con una mayor proporción de 1 a 1,2 partes por millón (ppm) de fluor

Una vez establecida la exacta proporción de fluor necesaria para obtener efecto cariostático, sin producir fluorosis, se comenzó a promocionar el agregado de fluor al agua de consumo hasta obtener los niveles óptimos, surgiendo así el procedimiento universalmente conocido como "Fluoración".

Después de comprobada la relación fluor-caries, surgieron los interrogantes acerca del mecanismo de tal acción; y si bien hasta el momento, se han emitido innumerables teorías, aun no puede decirse que se ha llegado a conclusiones definitivas.

Los estudios fueron orientados básicamente en dos sentidos:

1) hacia la acción físico-química consistente en el fortalecimiento del esmalte frente a la agresión y 2) hacia la acción antibacteriana, es decir, actuando sobre el factor etiológico: la placa bacteriana.

La primera es la más aceptada y mejor fundamentada hasta el momento; y ateniéndonos a ella podemos resumir los complejos mecanismos de la reducción de caries por el fluor, en la siguiente forma:

a) Que la incorporación al esmalte del ión fluor, hace que este ion sea más insoluble frente a los ácidos, mediante la formación de cristales más grandes y con menos imperfecciones, estabilizando las uniones, y presentando menos superficie por unidad de volumen susceptible de ser disuelto.

b) El esmalte tendrá menos contenido de carbonatos, lo cual reduciría también la solubilidad.

c) Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de calcio disueltos, el fluor favorecerá su cristalización como fluor apatita.

2) Con respecto a la acción antibacteriana ésta se basaría en:

a) la inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa, que producen los ácidos a partir de los azúcares.

Para que esto ocurra el fluor debe estar presente como ión libre y no unido a la placa (53). En general en la placa se encuentran 100 ppm de fluor, pero sólo el 2 ó 3 % existe en forma iónica libre.

b) En la inhibición del acúmulo de polisacáridos intracelulares.

En esta forma se previene la acumulación de carbohidratos dentro de las células, impidiendo así la formación de ácidos aun cuando no haya ingesta.

c) Efecto bacteriostático del fluor, aunque esto sólo se manifiesta con concentraciones mayores que las ideales.

Podría llegarse así a la destrucción temporaria de algunos tipos de microorganismos, ya que la acción sólo se ejerce mientras estén en contacto con el fluor.

Se comprobó que el fluor tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos uno de cuyos tipos, el mutans, es el principal formador de la placa sacarosa dependiente. Esta acción también está en relación a la concentración, habiéndose comprobado que 1 ppm afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 ppm inhiben el crecimiento y 1000 ppm tienen efecto bactericida.

d) Reduciendo la capacidad de la superficie del esmalte para adsorber proteínas, ya que en algunos estudios realizados in vitro, se vio que la placa no se forma tan rápidamente sobre las superficies tratadas con fluoruros.

Esto, según Glanz (43) y también Erikson (34) podría deberse a que el fluor reduce la tensión superficial del diente, y por lo tanto, la tendencia de adsorber proteínas.

Confirmarían esto, las investigaciones de Peariman y col. (74) quienes lograron demostrar una significativa reducción de placa, con aplicación tópica de geles-fluorados. Mientras, en contraposición a estos autores, Fitzgerald (36) afirma que la placa no es influenciada por el pre tratamiento con fluoruros.

Se ha especulado también con las modificaciones de la morfología dentaria, como factor contribuyente a la acción cario-preven-

tiva, aunque esta se manifiesta en forma más evidente en los dientes afectados por cierto grado de fluorosis, es decir, con concentraciones mayores de fluoruros.

Así Forrest (38) observó, que en estos dientes, las cúspides eran más redondeadas y los surcos más amplios (lo que dificultaría la impactación de alimentos).

También la autora, en un estudio realizado sobre dientes temporarios en zonas con 7 ppm de fluor, encontró una marcada reducción en la altura de las cúspides, llegando en algunos casos a la total desaparición de las mismas; y surcos tan amplios que se confundían con la superficie oclusal.

Experimentalmente, estas características pudieron ser reproducidas en dientes de ratas, en las cuales se observó también una disminución de tamaño.

Otro proceso que también se ha considerado como influenciado por los fluoruros, es el de mineralización; ya que éstos favorecen la precipitación de iones de calcio y fosfato bajo la forma de apatita, en vez de fosfatos de calcio que son solubles (34). Experiencias hechas in vitro sobre remineralización de esmalte humano cariado, mostraron que la presencia de bajas concentraciones de fluoruros, estimulan sensiblemente la precipitación de los iones minerales dentro del tejido dañado(82).

Sabemos que el esmalte dentario es una apatita, y está formado por cristales en forma de prismas, cada uno de los cuales está formado aproximadamente por 500.000 unidades celulares compuestas por  $\text{Ca}^{++}$ ;  $\text{PO}_4$ ;  $\text{OH}^-$ .

Cada ión, ocupa una posición definida en relación a los otros, y la disposición especial es tal, que la unidad se repite, siendo su fórmula  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Los cristales de apatita tienen una característica de fundamental importancia y es que el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{OH}^-$  pueden ser reemplazados por otras especies iónicas, como por ej. el ión fluoruro, que al adaptarse más exactamente a la malla de la apatita que el  $(\text{OH})$  lo desplaza fácilmente, sustituyéndolo, y dando lugar a la formación de un compuesto más estable y menos soluble que es la fluorapatita.

Si bien es ilimitado el número de  $(OH^-)$  que pueden ser sustituidos sin cambiar la morfología del cristal de apatita, en condiciones fisiológicas y con una adecuada disponibilidad de fluor, sólo ocurre una sustitución parcial.

En general son sustituidos alrededor de la mitad de los  $(OH^-)$  de la superficie del esmalte, con lo cual se consigue una concentración de fluor de 3 a 4 mil ppm. (El mínimo necesario, es de 1.000 ppm en una capa de 30 micras), es decir, que en realidad lo que se forma, es una fluor-hidroxiapatita y no fluorapatita exclusivamente, ya que para ello deberían sustituirse todos los  $OH^-$ , con lo cual la concentración de fluor sería de 38.000 ppm.

Esto nos demuestra en forma resumida la reacción básica fluor-esmalte; prescindiendo de la procedencia del fluor.

#### *Posibles vías de acceso para la incorporación del fluor a los dientes*

Veamos ahora las tres vías principales de acceso del fluor al diente, y en especial al esmalte.

1. *Vía endógena*: esta vía provee especialmente el fluor para ser incorporado a los tejidos duros, en todas las fases de formación de la corona, es decir, en el estadio pre eruptivo. Esta incorporación se hace en forma centrífuga, desde la pulpa, hacia la cual el ion es vehiculizado por la sangre, de la cual es un componente normal, pero cuya concentración puede ser aumentada.

2. *Vía exógena*: incorporación del fluor a la superficie libre del esmalte, en los dientes ya erupcionados; es una vía que actúa en forma centrípeta, a partir del contacto de los fluoruros con la superficie externa del esmalte.

3. *Vía mixta*: es la más importante, porque el fluor puede abordar la superficie del esmalte antes y después de su erupción. Es la que se consigue mediante la fluoración, que provee el fluor para ser incorporado a la totalidad del diente desde las etapas de crecimiento y calcificación, y luego, una vez formada la corona, permite que

haya una incorporación superficial importante, durante la etapa pre eruptiva, y una complementaria y vitalicia, después de erupcionado el diente.

Como podemos ver entonces, el fluor puede ser provisto mediante distintos mecanismos, lo que hace necesario puntualizar también la importancia de la incorporación según el estado de evolución dentaria.

Tomando en cuenta las distintas fases del ciclo vital del diente, en que sus tejidos pueden ser enriquecidos con fluor. Mühleman (66) destaca tres períodos evolutivos:

1. Durante la formación de matriz de esmalte (etapa de aposición) y durante la mineralización (etapa de calcificación).

El contenido en fluor que el esmalte alcanza en esta época, en zonas donde no hay cantidades suficientes de fluor en el agua, es de más o menos de 60 ppm.; mientras que si el agua está fluorada (es decir contiene 1 ppm) la incorporación llega hasta 100 ppm.

La incorporación durante esta etapa, es la menos efectiva desde el punto de vista de la prevención de caries, porque el fluor está distribuido en todo el espesor del esmalte, (y también de dentina y cemento) y si bien su presencia es indispensable, al no estar concentrado en la superficie en cantidades mayores, su acción cariopreventiva es insignificante.

Es durante este período en que puede producirse la única acción nociva del fluor sobre los dientes, pero solamente cuando hay concentración excesiva en el agua de consumo, dando lugar a la fluorosis. La gravedad de las anomalías provocadas, (pigmentación e hipoplasia) está en relación directa al aumento del porcentaje de fluor. Comienza a partir de 1,5 a 2 ppm. con la formación de pequeñas zonas de hipocalcificación, defectos cualitativos que se manifiestan como manchas cretáceas. Luego, y proporcionalmente al aumento de fluor se producen primero, los progresivos grados de pigmentación a partir de concentraciones de 3 a 4 ppm; y finalmente los defectos estructurales cuantitativos, (erosiones e hipoplasias) con concentraciones de 5 a 7 ppm (30). Los defectos del es-

malte que caracterizan a la fluorosis, se deben a la acción del exceso de fluor sobre los ameloblastos; que paradójicamente, son las células del organismo más sensibles a este ión; cuyas concentraciones excesivas pueden tener un efecto tóxico sobre ellas, inhibiendo su acción.

2. Una vez terminada la actividad de los ameloblastos, con el depósito de matriz de esmalte en toda la corona; y hasta que ésta se haya mineralizado, y el diente esté en condiciones de erupcionar; (es decir, durante todo el período pre-eruptivo) la incorporación de fluor se produce en la superficie del esmalte, actuando como vehículo, los líquidos intersticiales que lo rodean.

Este enriquecimiento superficial de fluor, es el de mayor significación anticariogénica, y se produce, (si bien en cantidades insuficientes) aún en zonas con aguas poco fluoradas, en las cuales se incorpora en proporciones que oscilan entre 500 y 600 ppm. Mientras que, frente a mayor disponibilidad de fluor, la incorporación es sensiblemente mayor, pudiendo llegar como mínimo a 1000 ppm., abarcando capas de 30 a 50 micras.

Un factor positivo para esta incorporación, es el hecho de que los dientes, antes de erupcionar, no están cubiertos por la película salival que podría inhibir parcialmente la reacción.

La incorporación durante este período está influenciada también por la duración del mismo. Abarca desde las últimas fases de la etapa pre eruptiva, hasta las primeras de la pre-funcional, y sabemos que este período es variable de acuerdo a cada grupo de dientes, y de si se trata de temporarios o permanentes.

Brudevold (15) afirmó incluso, que los dientes temporarios contienen menos fluor que los permanentes, por que en ellos este período, crítico para la impregnación del esmalte con fluoruros, es más corto, ya que se extiende desde la primera semana después del nacimiento, hasta aproximadamente los dos años y medio, y aún sugirió, que los dientes de las niñas, que erupcionan más precozmente, —tienen menos fluor que los de los varones. (Este hecho se ha relacionado también con la aparente mayor sensibilidad a las caries en las niñas,

que anteriormente se atribuía a que, al erupcionar más prematuramente, estaban más tiempo en contacto con los medios agresores), pero que según este mismo autor, sólo se debía a su menor contenido de fluor.

Slubbig (80), demostró que en los dientes temporarios, la concentración de fluor en la superficie del esmalte era el doble en las zonas de fluoración que en las carenciales.

Para los dientes permanentes el período de incorporación de fluor, de acción, anticariogénica por excelencia, abarca desde alrededor de los tres hasta los doce años.

Siendo la concentración del plasma la que determina la cantidad del depósito, y estando ésta a su vez estrechamente ligada a la cantidad ingerida, podemos establecer fácilmente, la enorme importancia que tiene el porcentaje de fluor en el agua de consumo, y los beneficios que brinda la fluoración con su nivel constante de 1 ppm.

3. También debemos tener en cuenta la incorporación del ion fluor durante la fase post eruptiva, cuando ya los dientes han entrado en contacto con el medio externo.

Esta incorporación suplementaria se realiza progresivamente, aún en zonas no fluoradas donde puede dar un incremento de más o menos 600 ppm. mientras que en las fluoradas éste llega desde 1200 a 1600 ppm (15).

El ion fluoruro necesario para este enriquecimiento, proviene en forma natural de la saliva y el agua. Pero puede ser aplicado también en forma exógena por medio de topicaciones, enjuagatorios y dentríficos fluorados.

Debemos mencionar aquí, que el papel o importancia de la saliva como vehículo de un incremento positivo de fluor, es aún motivo de polémica; debido al bajo porcentaje de fluor que ésta contiene normalmente. Bettner y Muhler (30) han comprobado que, a pesar de eso, la saliva influye en el enriquecimiento de fluor de la superficie adamantina. Basándose en un trabajo experimental en ratas; que consistió en administrar a un grupo de animales com-

puesto fluorados mediante sondas, (para evitar que la solución tocara la superficie del esmalte y se incorporara en forma directa) pudieron comprobar que hubo una mayor incorporación de fluor al esmalte, lo que se atribuye a la saliva como portador. A otro grupo, en cambio se les extirpó las glándulas salivales antes de administrar fluor, y se comprobó que no hubo incremento de fluor en los dientes, con lo que consideran confirmado su teoría.

También es discutido el posible incremento de fluor en la saliva de acuerdo a la ingesta. Algunos autores afirman que existe poca relación. Otros, como Knappworst y col. (56), que hay un incremento, pero sólo en el caso de ingesta de dosis elevadas, después de las cuales alcanza un máximo a los 30 m. más o menos y luego va disminuyendo hasta alcanzar su nivel normal a las 24 horas.

Mientras que Heuchler y col. (49) al mencionar la disponibilidad biológica del fluor, afirman que hay una constante correlación de los valores plasmáticos y salivares: que el fluor se difunde libremente a través de las membranas, de las glándulas salivares, y el nivel del mismo en la saliva, está regulado por la ingesta.

Si la ingestión se realiza mediante tabletas o gotas, el nivel sube rápidamente, llegando a un pico y luego va descendiendo, contrariamente a lo que ocurre con el agua fluorada cuyo nivel es menor pero constante.

Otra forma en que el fluor puede llegar a la superficie de los dientes ya erupcionados, es a través del contacto directo con el agua de consumo, siempre que ésta lo contenga. Los más beneficiados en este sentido son los dientes anteriores por el contacto al beber. (Este hecho no es presuntivo sino que fue demostrado estadísticamente por Dean y col (28) y fue empleado como argumento determinante para demostrar la efectividad de la fluoración).

#### *Formas de aplicación de los compuestos fluorados*

Si bien el objetivo final del empleo de los compuestos fluorados, es obtener la incorporación de iones de fluor en la superficie del

esmalte, capaces de formar compuestos más resistentes a la acción de los ácidos, disponemos de diversos compuestos y formas de emplearlos.

La primera gran división que haremos a este respecto, es la referencia a cómo podemos emplear las distintas vías de acceso para hacer llegar el fluor a los dientes.

*Vía endógena:* que se basa en la ingestión de compuestos fluorados y que, como ya hemos visto, son asimilados y luego distribuidos en distintas proporciones en el organismo, fijándose en sitios selectivos, como los dientes en este caso.

La forma más racional de emplear esta vía, es la "Fluoración"; o sea, llevar la proporción de fluor contenida en el agua de consumo, al óptimo de 1 parte por millón (1 ppm). Debemos hacer constar aquí, que se indica la proporción de 1 a 1,2 ppm como óptima, porque se ha comprobado que a partir de ella, no se ha obtenido beneficios adicionales, y sí, pueden comenzar los efectos no deseados (fluorosis).

La fluoración, no es una medida terapéutica, sino preventiva (está destinada a evitar y no a curar). Es un método ideal que en este momento constituye el pilar fundamental de todo programa de prevención masiva de caries dental, pudiendo decirse al respecto, que es la medida de Salud Pública mejor estudiada en toda la historia de la humanidad.

Puede considerársela, como la medida preventiva de caries más efectiva obtenida hasta ahora, por que, si bien no es absoluta, ni constituye una panacea, ofrece la enorme ventaja de extender sus beneficios a todos los estratos de la población, sin depender de la voluntad o esfuerzo individual.

Decimos que no es absoluta, por que el promedio de inhibición de caries que se obtienen mediante su aplicación, es alrededor de un 60 %, de manera que para obtener un promedio más elevado deberá ser complementada con otras medidas (higiene, alimentación y aplicaciones locales de fluoruros).

La instauración de la fluoración es probablemente la medida preventiva que más polémica ha suscitado a partir de su estudio en 1942 hasta la fecha y por esta razón, también la más exhaustivamente estudiada. Han sido expresadas tantas dudas y esgrimidos argumentos tan inverosímiles, que su sola enunciación abarcaría cientos de páginas, sin contar aquellas empleadas por los estudiosos para rebatirlas en forma científica. Mencionaremos como ejemplo una sola de estas objeciones, que a primera vista parecería correcta, y es la que afirma que "no era justo que, para beneficiar a los niños, se obligara a los adultos y viejos a consumir agua fluorada sin ningún beneficio". Sin embargo, los trabajos de Sognaes (86) demostraron que el fluor es un elemento efectivo en la prevención de la osteoporosis senil, y Berstein (14) mediante estudios radiográficos de vértebras, estableció que la osteoporosis es significativamente más elevada en zonas de poco fluor; lo que demuestra, que no sólo es benéfica para los niños. Además no debemos olvidar el enriquecimiento de fluor y su acción sobre la remineralización de las abrasiones fisiológicas en los dientes del adulto. También es interesante mencionar al respecto los trabajos de Stare (87) quien puso de manifiesto la acción benéfica del fluor en la consolidación de fracturas. Otro de los grandes argumentos esgrimidos, son los que se basan en la toxicidad del fluor; especialmente por que hay compuestos fluorados que forman parte de algunos plaguicidas.

Al respecto diremos que todo depende de la dosis; ya que como todos sabemos a dosis excesivas no hay ningún compuesto químico (ni la sal común, ni el agua pura) que no produzca daño.

Se acepta que la dosis letal de fluor es de 5 a 10 gr. Cox y Hedge (26) dan como dosis tóxica 50 mg/kg peso, lo cual significa que para que el agua fluorada tenga alguna manifestación tóxica, habría que beber de tres a cinco mil litros en el lapso de cuatro horas. Así como las mencionadas, pueden desvirtuarse todos y cada uno de los argumentos esgrimidos contra la fluoración y a pesar de que el comentar algunos podría resultar sumamente ameno, por razones de espacio deberemos pasarlos por alto, lo mismo que todos los antecedentes, estadísticas o investigaciones, que han llevado a

considerar a la fluoración como una medida efectiva inocua y económica, cuya instalación fue aconsejada por la Organización Mundial de la Salud a todos los países miembros, a partir del año 1969. Esta sugerencia fue ratificada por el Comité Europeo de la Salud en 1974.

En nuestro país la ley de Fluoración y Defluoración del agua de consumo fue prorrogada en 1975.

Además de la Fluoración, que requiere la existencia de una red de suministro de agua, existen también otras formas de administrar compuestos fluorados por la vía oral, individuales o limitadas a grupos reducidos, como los comprimidos o las gotas, cuyo empleo ha demostrado resultados positivos siempre que fuera realizado en forma supervisada. De Paola y col. (29) informan acerca de un 30% de inhibición de caries con la administración de tabletas de 1 mg. de fluor suministradas 140 veces durante cada año escolar. Otros trabajos al respecto son los de Arnold (4) que informa sobre un 25% de inhibición de caries mediante la administración de compuestos fluorados desde el nacimiento, y los de Aasender (1) que con la administración de gotas fluoradas en cantidades progresivas durante la época de formación dentaria, manifiesta haber obtenido una disminución del 30% de caries oclusales y de 45 a 50% en superficies lisas e interproximales.

Esto nos confirma nuevamente que la incorporación del fluor en la etapa pre-eruptiva es la más importante.

Acerca de los resultados antes mencionados, deberá tenerse en cuenta que las experiencias han sido realizadas en forma supervisada, en grupos determinados, por lo cual estuvo asegurada la continuidad del empleo de estos compuestos, que constituye el principal requisito para su éxito. Pero esto es muy difícil de conseguir a nivel individual, debido a que son excepcionales los padres que tengan la constancia suficiente de administrar diariamente, y durante 8 a 10 años, gotas o tabletas fluoradas. Además existe el peligro de que ante la tan común reflexión de que cuanto mayor la dosis mejor; pueda llegarse a manifestaciones tóxicas, lo cual también puede ocurrir si se pretende suplir olvidos por aumento de dosis.

Como vemos, la mayor eficacia de esta medida reside en la precocidad y continuidad de su empleo, ya que, como mencionamos anteriormente, necesitamos dosis convenientes de fluor durante la época pre eruptiva para que el esmalte tenga suficiente fluor incorporado en el momento de la erupción del diente.

Otras formas de administración de mediano alcance, es decir, que abarca un mayor número de individuos, son: la fluoración de la sal, medio empleado especialmente en algunos cantones de Suiza a partir de 1933. La proporción es de 90 mg. de fluor por kg. de sal (o sea, que la concentración es tres veces mayor que la del agua fluorada). Según estudios realizados por Ericson (35), por este medio se incorpora el 50 % más de fluor que mediante el agua, sugiriendo que esto podría deberse a la presencia del cloruro de sodio.

La objeción que se le hace a esta forma de administración, es que la mayor necesidad de fluor coincide con el menor consumo de sal.

Por otro lado y para no sucumbir al argumento anterior, se ha propuesto fluorar la leche, que es más consumida por los niños, pero, como el contenido en calcio de la misma promueve la formación de compuestos estables con el fluor, es difícil el control de su asimilación.

Resumiendo los resultados obtenidos en innumerables investigaciones, podemos decir que la acción benéfica de las aguas de consumo fluoradas sobre los dientes, se manifiesta por:

- a) Dientes mejor conformados y cuyo color es más blanco azulado (no amarillento) y con calidad translúcida.
- b) Las caras oclusales de las molares menos anfractuosas y retentivas, debido a cúspides más redondeadas y surcos más amplios.
- c) Concentraciones de ion fluor en el esmalte, en cantidad suficiente para producir una satisfactoria inhibición de caries, la cual se manifiesta por una reducción promedio de 75 % en las superficies lisas, 60 % en las superficies proximales y 45 % en las superficies oclusales (91).

- d) La acción del agua fluorada sigue actuando también, aunque en menor grado, después de la erupción, al proveer el fluor necesario para compensar la pérdida ocasionada por el desgaste fisiológico de la capa superficial del esmalte.
- e) Se ha informado sobre una disminución en la prevalencia de gingivitis en las zonas con agua fluorada Tank (90). Hecho observado también por la autora.

### *Fluoración y práctica profesional*

Finalmente queremos mencionar los resultados obtenidos, mediante extensos trabajos estadísticos como los de Terhune y Muhler (91) y también Douglas (31) que demostraron, que la fluoración del agua, no tiene incidencia negativa en la práctica dental, pues no lleva a una disminución en la demanda de atención de los niños (como se sugirió en épocas pasadas y en la actualidad aun sigue siendo una duda subconciente de colegas no bien informados), sino que por el contrario, resulta beneficiosa por que:

1. permite realizar una mejor odontología, por menor cantidad de dientes con caries profundas o patología periapical que obliga a la extracción.
2. permite realizar odontología integral, que es la máxima aspiración de la odontopediatría moderna, ya que el profesional no se verá tan abrumado por la necesidad de restaurar caries como para no poder prestar atención también a los tejidos blandos y anomalías de oclusión.
3. la menor cantidad de caries por niño, permite que los beneficios de nuestro trabajo lleguen a mayor número de niños.
4. al no ser tantas las necesidades de atención acumuladas por cada niño, (lo cual encarece su tratamiento hasta el punto de hacerlo inaccesible a muchos padres) ampliará sensiblemente la demanda, ya que permitirá que más padres estén en condiciones de solventarlo (5-22).

### *Empleo exógeno de compuestos fluorados*

Como hemos visto, se habla de vía exógena, cuando se busca la incorporación del fluor al esmalte dentario, poniéndolo directamente en contacto con el mismo.

Esta forma de enriquecer el esmalte, como se mencionó antes, puede tener lugar durante dos etapas de la formación dentaria.

- a) La pre eruptiva, cuando la corona ya formada, puede recibir un aporte superficial de fluor de los líquidos intersticiales que la rodean, que es el más importante, y está directamente relacionada con la ingesta de cantidades suficientes de fluor.
- b) La post eruptiva, que abarca toda la vida útil del diente, pero cuya eficacia es inversamente proporcional a la edad del mismo.

Aquí, si bien también están el agua de consumo fluorada, ya sea por contacto directo o por enriquecimiento de la saliva; la máxima acción se obtiene mediante la aplicación de distintos compuestos fluorados, directamente sobre las superficies dentarias. La forma más eficaz es mediante topicaciones, aunque puede realizarse también empleando buches y en forma complementaria mediante los dentífricos.

### *Aplicación tópica de fluoruros*

Se denomina topicaciones a los procedimientos mediante los cuales se ponen los compuestos fluorados en contacto con el esmalte dentario. Aunque la expresión de aplicaciones tópicas, abarca fundamentalmente los tratamientos provistos por el profesional en el consultorio; en sentido más amplio puede abarcar todos los métodos mediante los cuales se ponen los compuestos fluorados directamente en contacto con las superficies dentarias, ej.: Enjuagatorios y dentífricos. La eficacia de estos procedimientos se evalúa en función de la fluorapatita formada. Las variantes dependen del compuesto empleado y de la correcta técnica de aplicación inherente a cada una. El

valor de esto último a menudo es subestimado, sin tener en cuenta que, una técnica deficiente disminuye en un 50% la efectividad de la topicación.

El origen de la factibilidad de este procedimiento data de 1942 en que Bibby (11) basándose en que la concentración máxima del fluor se producía en la superficie dentaria, emitió la hipótesis de que aplicando directamente soluciones concentradas, éstas reaccionarían con el esmalte, produciendo una acción cariostática. Los primeros compuestos empleados fueron el fluoruro de potasio, de sodio; predominando este último en factibilidad (10).

Los estudios acerca del tema son innumerables, ya que primero se fueron probando distintos compuestos y luego evaluando su efectividad, ventajas e inconvenientes. El primer resumen de los mismos fue realizado en 1952, y abarcan los resultados de más de veinte investigaciones que incluyeron un total de 7000 pacientes. A pesar del empleo de diferentes compuestos y técnicas, muestran que la gran mayoría está en concordancia general, acerca de que la aplicación tópica con fluoruros, puede reducir la destrucción dentaria por caries en un 40 a 60 %.

Aunque es muy difícil enumerar las diversas variables que intervienen en las aplicaciones tópicas; al evaluar sus resultados, deberá tenerse en cuenta: 1) la naturaleza del compuesto fluorado; 2) su concentración óptima; 3) el número de aplicaciones; 4) la corrección de la técnica empleada.

Las ventajas que ofrecen las aplicaciones tópicas, consisten en que amplían las posibilidades de aplicar la acción cario-preventiva del fluor, en zonas donde no existe agua fluorada, y a que en caso de que ésta exista, su aplicación, significa un complemento valioso (no existe ninguna posibilidad de generar fluorosis).

La eficacia de las topicaciones, es inversamente proporcional a la edad del diente, ya que cuanto más reciente es la erupción, mayor será la incorporación debido a la inmadurez del esmalte, mientras que, cuanto más viejos son los dientes, más impermeable se presentará el esmalte, debido a la progresiva remineralización.

Otro hecho que también se ha mencionado, es que en los dientes jóvenes la mayor incorporación es en los tercios incisales y oclusales, mientras en los más viejos es mayor en los cervicales (93).

Según las opiniones de numerosos investigadores, las topicaciones, si bien son más efectivas en los niños, en los adultos también pueden ejercer efectos benéficos, evitando la aparición de nuevas caries y en especial evitando las recidivas (76-93).

No deberán aplicarse fluoruros sobre las zonas cariadas, en primer lugar, por que no tienen efecto, ya que el ión fluoruro, frente a los tejidos cariados, decalcificados, no dispone de calcio para formar fluorapatita; y en segundo lugar, por que si se aplica sobre dentina, puede producir efectos nocivos sobre la pulpa según trabajos realizados por Maurice y Schour, quienes demostraron que el más nocivo en este sentido era el NaF, el cual produjo severas lesiones pulpares en relación directa a su concentración, con vacuolización de los odontoblastos y ausencia de dentina secundaria, también con el monofluor fosfato se han observado efectos negativos.

El SnF<sub>2</sub> (Fluoruro estañoso) en cambio aún empleado a concentraciones altas (10 %) no produjo lesiones pulpares. En lo referente a los fluoruros aminados, no se ha encontrado ninguna referencia al respecto.

Las desventajas de las topicaciones, como medidas preventivas, radican sólo en factores ajenos a su efectividad (salvo si se emplean técnicas deficientes), y se deben principalmente a que son medidas de aplicación individual, que depende de la demanda, que requiere tiempo, y no siempre se le atribuye su justo valor.

Aunque fueron múltiples los compuestos fluorados sometidos a pruebas clínicas y de laboratorio, para determinar su mayor o menor eficacia en la prevención de caries; los que han mostrado tener una efectiva acción cariopreventiva son:

Fluoruro de sodio; Fluoruro de estaño; Fluoruros aminados; Fluor Silano; Fluor fosfato acidulado.

Antes de analizar las ventajas e inconvenientes de cada uno de estos compuestos, veamos cuales son básicamente, las reacciones de los fluoruros con el mineral esmalte que pueden sintetizarse en

la siguiente fórmula que nos muestra los compuestos que se forman según la concentración de los fluoruros puestos en contacto con la hidroxiapatita. (Ver cuadro).

Esto nos demuestra, que si bien el producto final y útil es la fluorapatita, existen distintos mecanismos para llegar a su formación; y que la mayor o menor complejidad del proceso, depende en gran parte de la cantidad de fluor puesta en contacto con la hidroxiapatita (esmalte), en un determinado lapso de tiempo, como así también, de los compuestos que vehiculizan al ión fluoruro.

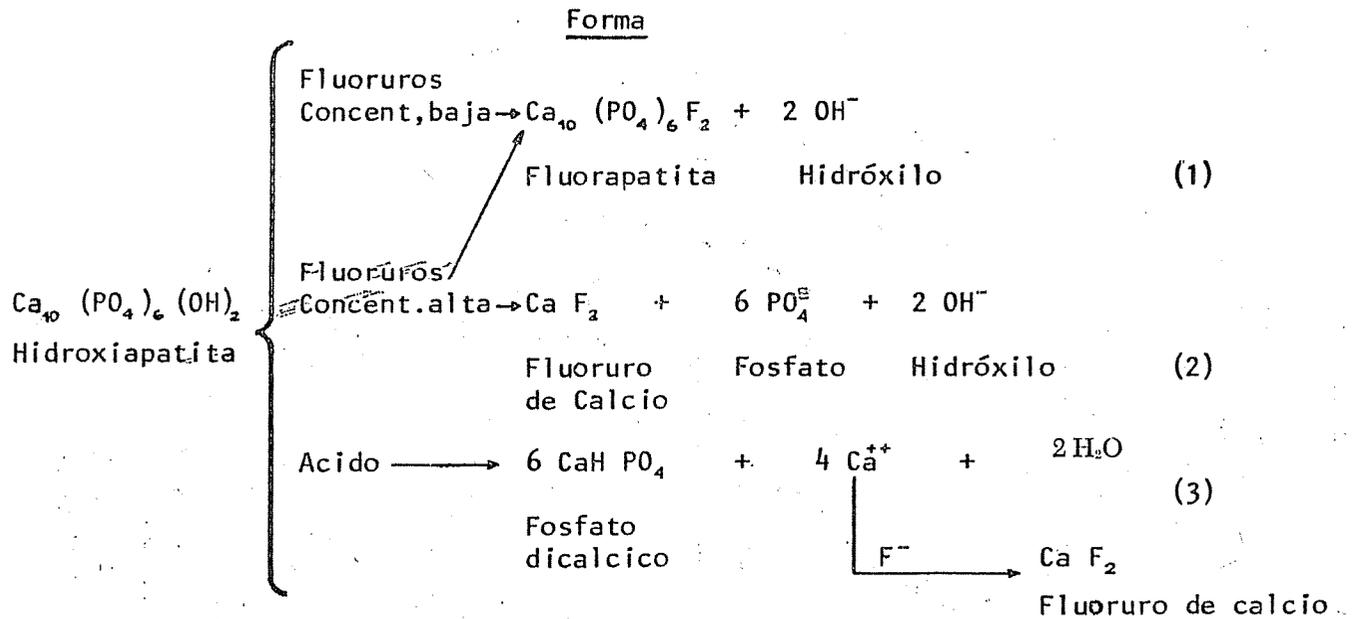
En lo referente a cantidad, vemos que las concentraciones más bajas y de acción prolongada forman solamente fluorapatita (Ecuación 1). Mientras que en concentraciones mayores (que actúan por menos tiempo) este proceso es más complejo, especialmente debido a la formación de fluoruro de calcio, cuya función aún no está completamente esclarecida en relación a la acción anticariogénica (Ecuación 2). Si bien Gray (44) y también Francis (40) afirman que tiene una acción protectora. Mac Cann (63) afirma que se pierde, por ser soluble en la saliva.

Otra variante puede ser introducida también por el pH y así vemos que, si se emplean soluciones ácidas, éstas disolverán una pequeña porción de esmalte superficial dando lugar a la formación de fosfato dicálcico. Mientras que el calcio liberado durante este proceso, precipitará con el fluor, en forma de fluoruro de calcio, el fosfato dicálcico, que es inestable, en presencia de fluor se convertirá en fluorapatita o en una unión de esta sal con fluoruro de calcio, estando esta reacción condicionada por el pH de la solución y el fluor disponible (18-23).

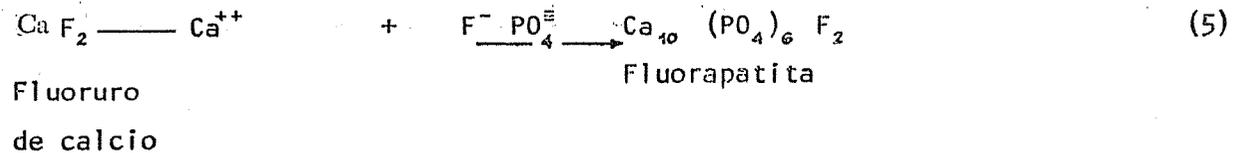
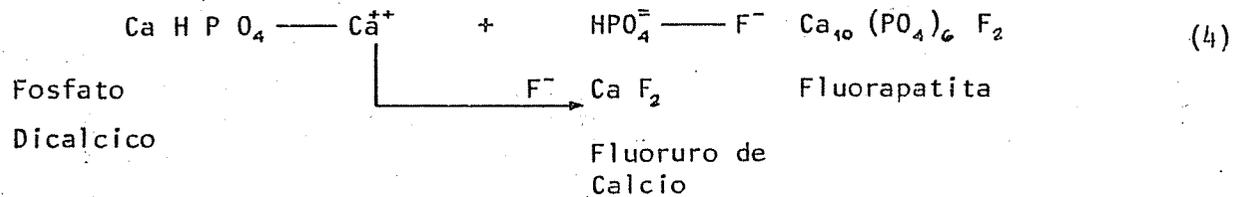
Es evidente por lo tanto, que los productos finales de éstas reacciones (fluorapatita - fluoruro de calcio), pueden ser formados en proporciones diferentes, dependiendo de la concentración del fluoruro y del pH de la solución.

#### *Fluoruro de Sodio (Na F)*

Puede decirse que este es el compuesto "pionero" en el empleo de soluciones fluoradas aplicadas en forma tópica y su selección, de



Este proceso básico a su vez puede ser complementado en la siguiente forma:



entre los múltiples compuestos probados, probablemente se deba a que es una sal muy soluble, y además fue empleado anteriormente para la fluoración del agua.

Bibby (40) fue el primero que preconizó su empleo local e individual, en el consultorio, como medida preventiva de caries, llevando directamente sobre la superficie de los dientes soluciones con concentraciones de 0.1 % fluoruro de sodio, aplicándolas tres veces al año. Con este procedimiento manifestó haber obtenido una reducción de caries de 33 % en niños de 10 a 13 años.

Después de este comienzo, se realizaron múltiples trabajos, con el objeto de encontrar la concentración y técnica óptimas, hasta llegar a Knutson (57), que puede ser considerado como el promotor de las aplicaciones tópicas. Empleando soluciones de fluoruro de sodio al 2 %; desarrolló una metodología específica que fue conocida como la técnica de "los cuatro cuatros" porque dividía la boca en 4 hemi-arcadas, dejando la solución durante 4 minutos, realizando 4 aplicaciones consecutivas por tratamiento, que se repiten a cuatro edades preestablecidas.

En la actualidad esta técnica tiene tan sólo valor histórico por que fue ampliamente superada en efectividad y simplicidad. Como ventajas del Na F puede mencionarse que sus soluciones son estables, tiene sabor aceptable, no irrita los tejidos blandos y no produce pigmentaciones.

Teniendo como desventajas, el tiempo que insumen las 4 sesiones necesarias para su aplicación, y su menor acción; un máximo de 30 % de inhibición de caries.

No queremos significar con esto, que se haya abandonado el compuesto básico fluoruro de sodio sino tan sólo la concentración y técnica originaria; ya que se lo sigue empleando con muy buenos resultados en forma de compuestos acidulados (para topicaciones), incorporado a dentífricos, en forma de mono-fluor-fosfato sódico, y en forma de enjuagatorios. Como este último método de aplicación se está promocionando mucho, por la factibilidad de realizarlo en forma colectiva, abarcando grandes grupos de niños, sigue siendo objeto de estudio e investigaciones (75).

Los enjuagatorios se emplean en concentraciones de 0,05 % de Na F para uso diario; o de 0,2 % para empleo quincenal.

Al respecto Horowitz y Heifez (50) en un estudio que comprendió 947 niños de 10 a 12 años, comunican una inhibición de caries adicional de 20 a 30 % con respecto al grupo de control; empleando buches semanales de 0,3 %.

Rugge y Gunn (78) empleando buches diarios supervisados de 0,05 % durante tres años, en un grupo de 400 niños obtuvieron una reducción de 36 %. La máxima reducción pudo observarse en superficies lisas y dientes anteriores. Al mismo tiempo estos autores comprobaron que con la frecuencia y concentración empleados, no se observaron alteraciones gingivales. Resultados semejantes fueron comunicados por Koch y col. (58) con buches bimensuales de soluciones al 0,5 % de Na F.

La mayor efectividad de este procedimiento radica en actuar en forma complementaria, ya sea de topicaciones o aún en zonas de aguas fluoradas. Pero también puede ser considerada una medida preventiva de mediano nivel (abarcando sólo determinados grupos) cuya efectividad es válida.

#### *Fluoruro de Estaño (Sn F<sub>2</sub>)*

Fue el segundo compuesto que se investigó con el objeto de emplearlo en forma tópica. Su principal promotor fue Muhler (70) quien demostró que era eficaz para reducir la solubilidad del esmalte, atribuyendo este efecto a la combinación fluor-estaño. Howell (52) demostró que, a igualdad de concentraciones, la acción del Sn F<sub>2</sub> era mayor que la del Na F, hecho que fue confirmado también por Slak y col. y Nevitt y col. (61).

Estudios ulteriores demostraron que la concentración óptima para obtener el máximo efecto cariolítico con este fluoruro, era en concentraciones del 8% aplicadas durante 4 minutos. También se ha preconizado el empleo de concentraciones al 10 % precalentadas, aplicadas durante 30 seg., pero esta técnica no llegó a generalizarse.

El  $\text{Sn F}_2$  al entrar en contacto con la superficie del esmalte, da lugar a la formación de fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ) mientras que los fosfatos liberados en este proceso se combinan con el estaño, formando compuestos de fosfatos y óxido estañoso hidratado, (79), los cuales, precipitándose sobre la superficie del esmalte, actúa como barrera de difusión y retarda la disolución ácida; por otra parte, esta barrera, que se formaría en la superficie del esmalte, cubriendo el  $\text{Ca F}_2$ , llevaría a una temporaria fijación del mismo, lo que al impedir su rápida disolución en la saliva, permitiría un más prolongado contacto con el diente, incrementando la formación de fluorapatita. En contraposición a estas afirmaciones, Brudenwold (19) y también Cooley (25) afirman que estos precipitados también retardan la difusión del fluor en el esmalte, habiendo comprobado, que penetra menos fluor de las soluciones de fluoruro de estaño, con respecto a los de fluoruro de sodio.

Muhler (71) sugirió que en estos compuestos, el ión estañoso podrá desempeñar también una función independiente, deteniendo o limitando el avance de las caries incipientes, mediante la sustitución de los iones de calcio perdidos por la decalcificación. Pero si bien el estaño se localiza en las zonas hipocalcificadas pigmentándose (lo cual constituye uno de los efectos no deseados de estos compuestos) la teoría de Muhler no ha sido demostrada satisfactoriamente.

En un principio el fluoruro de estaño fue muy promocionado y se han hecho innumerables estudios acerca de sus ventajas e inconvenientes. Numerosos autores comunicaron haber obtenido una inhibición de caries de 40 y 45 %, siempre que fuera realizado con técnica apropiada y correcta (hecho este que es válido para todos los componentes fluorados).

En la actualidad, su empleo está decayendo, especialmente debido a sus efectos colaterales indeseables, tales como:

- a) Pigmentación parduzca de todas las zonas hipocalcificadas de los dientes.

- b) Pigmentación marginal de las obturaciones.
- c) Pigmentación de las zonas donde hay persistencia de placa bacteriana.
- d) Es irritante para los tejidos gingivales (66).

El hecho de que las pigmentaciones no son hechos aislados, fue demostrado por Barker (6) y también por Dirks (30) quienes comunicaron haber encontrado distintos grados de pigmentación en los dientes del 90 % de niños después de topicaciones con fluoruro de estaño; al igual que Wellog (96) que comprobó un 60 %.

Estas pigmentaciones en muchos casos son reversibles, ya que pueden ser eliminados con un pulido (con el cual por otra parte también se eliminará el fluor incorporado). Pero pueden tener un efecto psicológico adverso sobre niños y padres; especialmente, por que según su concepto, los dientes deben lucir mejor después de las topicaciones. Además son dignas de tener en cuenta las objeciones Forrester y Auger (39) quienes afirmaron que la pigmentación de las zonas hipocalcificadas, puede ser interpretada como caries, y alterar la veracidad de las estadísticas de prevalencia de esta enfermedad.

Otras desventajas son su sabor e inestabilidad. El sabor es metálico y desagradable y no es posible agregarle elementos correctores ya que altera las características del compuesto. En cuanto a la estabilidad de esta solución, que es la que condiciona su actividad, podemos decir que es muy limitada, ya que una vez realizada la disolución de los cristales de  $\text{Sn F}_2$  (contenidos en cápsulas de 0,4 y 0,8 mg) en agua destilada (5 a 10 cc) para obtener la concentración de 8%. Esta mantiene todo su potencial hasta 20 minutos después de su preparación, comenzando a decrecer de aquí en adelante, lo cual se manifiesta por un progresivo aspecto lechoso de la solución, debido a la precipitación de hidróxido estañoso y estaño iónico. Estos nos indica entonces que las soluciones deben ser realizadas en el momento de su empleo y el remanente debe ser descartado.

Con respecto a la efectividad de este compuesto, empleado en forma de topicaciones, podemos decir que ya ha sido superado por otros como los fluoruros acidulados y amino fluoruros.

Como el empleo del fluoruro de estaño fue muy promovido, especialmente por la Escuela de Indiana en Estados Unidos, se fomentó su aplicación no sólo en forma de topicaciones sino también de pastas profilácticas, dentífricos y buches.

Las pastas profilácticas, que contenían como agente abrasivo el silicato de zinconio y fluoruro de estaño en proporciones del 9 %, fueron propuestas para realizar simultáneamente la limpieza y la topicación, buscando con ello un ahorro de tiempo, para el profesional. Sin embargo, su efectividad es relativa, ya que no permiten un control de su distribución y permanencia sobre los dientes, ni las cantidades de iones fluor liberados capaces de incorporarse al esmalte.

Estas pastas resultan útiles para el pre-tratamiento de topicaciones con  $\text{Sn F}_2$  pero no deben emplearse, cuando se va a emplear otros compuestos, por que la anteriormente citada acción bloqueadora del estaño, puede dificultar la difusión del fluor contenido en éstos.

Con respecto a los dentífricos con  $\text{Sn F}_2$  existen aún algunos en el comercio, pero su efectividad es dudosa, debido a la ya mencionada inestabilidad de este compuesto y a su capacidad de formar compuestos insolubles con los otros componentes; como por ej. su unión con el calcio del abrasivo (este problema fue solucionado parcialmente sustituyéndolo por el pirofosfato de calcio). Otro inconveniente está dado por la formación de oxifluoruro de estaño, que es un compuesto estable, incapaz de proveer iones fluor y que se origina por una reacción con el oxígeno; debido a ésto, la actividad o capacidad de suministrar iones fluor para ser incorporados al esmalte, decrece progresivamente en los dentífricos una vez que los envases han sido abiertos.

La actividad cario preventiva atribuída a estos dentífricos, por los distintos autores (20-21-42) es excesivamente variable, por lo que no es posible una evaluación objetiva. Así por ej. Muhler (72) menciona una inhibición del 17 al 50 % después de un estudio ba-

sado en cepillado supervisado; Gish (41) empleándolo en niños de áreas fluoradas, menciona un 32 %; Bixler (12) con cuatro sesiones diarias de cepillado supervisado afirma haber obtenido 52 % de inhibición; mientras que Keyes y col. (75) dan resultados tan dispares que van de 9 a 34 %.

También se han empleado buches, conteniendo 0,1 % de fluoruro de estaño, que ofrecen las ventajas antes mencionadas de la aplicación colectiva; al igual que los de fluoruro de sodio. Sin embargo su empleo no se ha generalizado tanto como el de este último.

Desde el punto de vista de las nuevas concepciones acerca de la placa bacteriana, se consideró la posibilidad de una acción directa del compuesto fluorado sobre la formación de la misma. Al respecto Rolla y Swantum (77) en un reciente estudio empleando dos enjuagues diarios de solución al 0,2 y 0,3 % de  $\text{Sn F}_2$  encontraron una evidente inhibición en la formación de placa bacteriana; cuyo mecanismo podría atribuirse a la fijación del estaño a los ácidos de las superficies de las bacterias; pero estos mismos autores consideran, que deberá hacerse aún estudios exhaustivos al respecto. También acerca de posibles efectos secundarios, ya que ellos encontraron pigmentaciones en dientes y lengua.

Como aparentemente este es el compuesto al que más aplicaciones se le ha buscado, también fue incorporado a barnices cavitarios para evitar las recidivas de caries. Los resultados obtenidos fueron buenos, empleándolo en concentraciones de 30 % (54) y aparentemente no ocasiona lesiones pulpares (como las comprobadas con el fluoruro de sodio y especialmente con el mono fluor fosfato).

### *Fluor fosfatos acidulados*

Estos compuestos presentan las ventajas del fluoruro de sodio, mejorado por el agregado de ácido ortofosfórico. El ácido baja el pH, facilitando así la reacción fluor-hidroxiapatita y el fósforo limita la excesiva acción del mismo.

Como este compuesto es conocido por la sigla A.P.F. (Acidulated Phosphate Fluoride) vamos a emplearla en lo sucesivo.



sencia de fosfatos, se produciría un rápido depósito de fluor en el esmalte; al mismo tiempo que la disolución del mismo será insignificante.

Múltiples estudios han comprobado la efectividad de estos compuestos Brudewold y col. (17) han demostrado, que las soluciones de APF en concentraciones de 1,23 % de Na F, producen un enriquecimiento de fluor en el esmalte, muy superior al obtenido por el Na F neutro o el Sn F<sub>2</sub> y por ende, una mayor inhibición de caries, que según estos autores fue del 71%. Parmeijes y col. (73) afirman haber obtenido un 50% de inhibición; Wellok (95) dió cifras equivalentes a un 70 %; otros investigadores como Catwright y col. (22) 49% y Horowitz (51) informaron sobre una disminución del 28% después de aplicaciones anuales; y 41 % con aplicaciones semestrales.

Estos compuestos, tienen la ventaja de ser químicamente estables en envases plásticos o de polietileno y que su sabor, si bien no es desagradable, puede ser mejorado mediante el agregado de aromatizantes, ya que éstos no interferirán con su acción. No pigmenta las superficies del esmalte, ni altera los tejidos gingivales.

Este compuesto básico APF, además de ser empleado en forma de solución, es presentado también en forma de gel, mediante el agregado de un polímero soluble, como la carboxi metil celulosa, a una solución acuosa de APF cuya consistencia facilita la aplicación y retención del producto sobre las superficies dentarias, aumentando así su efectividad (82).

Más recientemente fue estudiado un nuevo tipo de "GEL" de APF (13) sustituyendo el gel viscoso, (que a pesar de su adherencia se escurren de las cubetas) por un nuevo compuesto el "Gel" tixotrópico, que tiene la cualidad de quedar adherido y por su propia consistencia no se escurre de la cubeta. La aplicación de este compuesto en nuestro servicio ha provocado reflejos nauseosos y rechazo en un cierto número de niños.

Según múltiples comprobaciones realizadas por distintos autores como Bryam (14), Horowitz (51), Williams (98) se comprobó que la efectividad de los compuestos en forma de gel era igual o mayor

a la de las soluciones de APF, Na F y Sn F<sub>2</sub>. Su destacada efectividad se debe tanto a los compuestos, como a la técnica de aplicación de los mismos, mediante distintos tipos de cubetas, (cera, de acrílico y últimamente las de almohadilla neumática), que permiten una distribución uniforme y constante del compuesto en todas las superficies dentarias, beneficiándose especialmente las superficies interproximales. Otra ventaja que ofrece esta técnica es que pueden abarcarse simultáneamente todos los dientes de ambas arcadas.

El APF también ha sido incorporado a dentífricos con resultados aparentemente favorables, como lo demuestran los trabajos de Kinkel (55) quien después de un estudio de 7 años de cepillado no supervisado en niños, encontró una disminución general del 36 % de caries en relación a los controles y en lo referente al primer molar permanente ésta fue de 40 %. Este compuesto es empleado también como componente de enjuagatorios. Según estudios realizados por Aasenden y col. (2) con buches diarios durante tres años, empleando soluciones de 0,02 % de APF, se constataron un 30 % menos de caries que en los controles y además las muestras del esmalte demostraron una mayor incorporación de ión fluor, con respecto a otros fluoruros.

#### *Monofluor fosfato de sodio (Na<sub>2</sub> PO<sub>3</sub>F) (MFP)*

Este compuesto se emplea casi exclusivamente en pastas dentífricas, las cuales además del mono fluor fosfato, en proporción del 0,76 % contienen metafosfato insoluble y fosfato dicálcico anhidro como agentes abrasivos, y 2 % de N lauril sarcosinato sódico.

Se diferencian de los otros agentes tópicos, en que el fluor está ligado más en forma covalente que iónica (FPO≡<sub>3</sub>), sin embargo, cuando es introducido en la boca, libera fluoruro por hidrólisis (FPO≡<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → F<sup>-</sup> + PO≡<sub>3</sub> + 2H<sup>+</sup>) y el fluoruro liberado, tiende a formar fluorapatita. Es decir, que para ejercer su acción, debe ser previamente hidrolizado por fosfatasas microbianas, para que el fluor pueda actuar como ión, en la forma conocida (45). Su mecanismo

cariostático es igual al de los otros fluoruros inorgánicos, con la diferencia de que la fluorapatita parece ser el único producto de reacción, sin formarse fluoruro de calcio (35).

Según los estudios de este autor la reducción de caries obtenida por el empleo de estos compuestos, es de un 13 a 17 % según la frecuencia y corrección de su empleo. Según Glaz (43) la reducción es de 51%, mientras que según Gish (42) la reducción de caries del MFP es un 25 % mayor que el de los dentífricos conteniendo  $\text{Sn F}_2$  y lauril sarconido de sodio. Según estudios experimentales realizados por Ekstrand (32) la ingestión de dentífricos con MFP, ha demostrado un aumento de los niveles plasmáticos de fluor; por lo cual este autor previene acerca del empleo de estos dentífricos en niños pequeños que puedan tragarlos.

Este compuesto también fue incorporado experimentalmente a barnices cavitarios, para evitar recidivas de caries, empleándolo en concentraciones al 2%; y si bien el objeto específico obtenido fue satisfactorio, ya que se produjo una apreciable reducción de recidivas, se encontró que poseían un efecto altamente adverso manifestado por lesiones pulpares, semejantes a las producidas por el fluoruro de sodio como ya fue citado anteriormente.

#### *Fluoruros Aminados o Aminofluoruros*

Son los únicos compuestos fluorados orgánicos empleados en la prevención de caries y su conocimiento bajo este punto de vista data de 1957 en que Muhlemas y col. (68) lograron un compuesto efectivo como anticariogénico, y al mismo tiempo carente de la toxicidad de la mayoría de los compuestos aminados.

Químicamente, son hidrofluoruros de aminas alifáticas de cadena larga, cuya fórmula es Dietano-Amino-propil-Netanol-octadecilamina dehidrofluoruro.

Mediante los estudios realizados por Muhleman (68), Gulzow (46), Marthaler (62) y otros, se comprobó que estos compuestos, empleados como agentes tópicos, reducen la solubilidad del esmalte en mayor grado que el fluoruro de estaño.

Los amino fluoruros, al ser puestos en contacto con el esmalte, originan un depósito de grandes cantidades de fluoruro de calcio en la superficie del mismo (69).

Recordemos, que en los fluoruros inorgánicos, la formación de este compuesto  $\text{Ca F}_2$  era considerado de acción negativa, mientras que en los fluoruros orgánicos, al contener grupos amino, que son tensio-activos, contribuyen a la adsorción del fluoruro de calcio al esmalte, aumentando así el efecto reductor de solubilidad, por la formación de una capa protectora; esta a su vez, permite la lenta y progresiva difusión de los iones fluor, con la consiguiente formación de hidroxiapatita.

Su efectividad (demostrada por 30 años de estudios clínicos y experimentales) es superior a la de las mayoría de los fluoruros inorgánicos, habiéndose demostrado esto; no sólo en niños y jóvenes, sino también en adultos. También se constató una persistencia mucho más prolongada que en los otros compuestos (93).

Como compuesto tóxico, presenta gran estabilidad, y en lo referente a su técnica de aplicación, posee la gran ventaja de que su acción no está tan supeditada a una perfecta limpieza y sequedad de las superficies dentarias, como en los otros compuestos fluorados, y si bien estas son favorables, no son imprescindibles porque los amino fluoruros también actúan en presencia de restos de placa y aún humedad, debido a su gran poder de penetración. Según estudios de Flessa y col. (37) tienen también el poder de acumularse en la placa, la cual actuaría así como un reservorio de fluor capaz de incorporarse posteriormente.

El efecto cario-preventivo de los fluoruros aminados, según los estudios realizados al respecto, se debe a dos posibles acciones:

- a) Enriquecimiento del esmalte con iones fluor, con disminución de su solubilidad ácida semejante al de todos los compuestos fluorados (46).
- b) Acción sobre los microorganismos de la placa bacteriana, ya que por sus efectos bacteriostáticos, podría interferir activamente en las reacciones enzimáticas que provoca la metaboli-

zación de los hidratos de carbono, y en consecuencia, producir un bloqueo a la formación de ácidos orgánicos. Según Herman (48) esto se debe a la inhibición de la enolasa y de la fosfoglicero mutasa. Schneider (80) y también Herman (48) han demostrado que cantidades relativamente pequeñas (2,5 ppm) tienen acción sobre los estreptococos, produciendo una inhibición de la glicólisis.

Al respecto de la fijación en la placa, Wilmes y col. (119) han demostrado que después de una aplicación tópica de Gel de fluoruro aminado, puede encontrarse en la misma, una concentración de 230 ppm de fluor dos horas después de la aplicación.

Los compuestos aminados se emplean en forma de solución gel, dentífricos, y buches. Tanto las soluciones como los geles, son aplicados con la misma técnica de topicación, común a todos los compuestos fluorados en iguales formas de presentación.

Fueron estudiados en Suiza, donde también se hicieron múltiples investigaciones comprobatorias de sus ventajas e inconvenientes.

Lamentablemente y a pesar de su efectividad estos compuestos aún no son conocidos en nuestro medio, y por lo tanto tampoco empleados (no existen en el comercio). Las evidencias personales que tenemos al respecto se basan en su empleo a nivel de práctica privada; y en grupos experimentales reducidos.

Su aplicación más difundida es en forma de dentífricos (única forma que existe en nuestro país) y que resultan altamente efectivos. Al respecto existen innumerables estudios comprobatorios, especialmente los de Marthaler (62), Mühlman y col. (69), Candelini (20) quienes con dentífricos que contenían concentraciones de 0,125 % de fluoruro aminado, obtuvieron una reducción de solubilidad del 26 %; mientras que con  $\text{SnF}_2$  al 0,1 % se obtuvo 0,5 % de reducción.

Los dentífricos que existen en el comercio (Flemex\*) contienen 1,6% de amino fluoruro que liberan aproximadamente 0,3% de fluor en estado iónico, lo cual asegura su acción.

No contiene compuestos cálcicos y están elaborados en tubos de plásticos para evitar su inactivación por la interacción de los compuestos metálicos del plomo, que es el componente común de los envases de dentífricos.

La efectividad de los amino fluoruros incorporados a dentífricos ha sido una de sus cualidades más estudiadas (62-20-21).

Se ha demostrado que su actividad comienza a los 9 segundos, mientras que en los otros dentífricos esto recién ocurre a los 3 minutos, esto hace evidente que en el transcurso de un correcto cepillado su efecto activo se ejerce durante un lapso mucho mayor, permitiendo por lo tanto una mayor incorporación de ión fluor.

Esto fue corroborado por múltiples investigaciones realizadas con cepillado supervisado o individual y en ambos casos los resultados fueron positivos. Marthaler (62) comunicó un 36 % de reducción de caries, Künig (58) 35 %, Candelli (20) 26 %, etc.

Lamentablemente tanto en este caso, como en el de los otros dentífricos fluorados la efectividad está supeditada exclusivamente a la constancia del paciente.

*Fluor Silano* (Nombre comercial Fluor Protector \*).

Este es el último compuesto fluorado incorporado a esta línea preventiva. Su conocimiento en nuestro medio es reciente y la literatura disponible poca. Es un fluoruro de Silano, contenido en barniz de poliuretano (con una proporción de fluor de 0,7%).

En este compuesto se busca combinar la acción protectora de las topicaciones con la de los sellantes de fisura. Si bien en este sentido su permanencia es temporaria, ya que paulatinamente, se pierde por desgaste (lo cual no ocurre con los sellantes, que basan su fijación en un pre-grabado ácido y tienen más espesor y dureza).

El objeto de su presentación en forma de barniz, es evitar la rápida pérdida del fluor no incorporado durante el lapso que dura la topicación; (ya que sabemos que el excedente se pierde, al ser

\* Damos el nombre comercial porque son los únicos que existen en nuestro medio.-

puesto en contacto con la saliva) y permiten mediante su acción aislante un progresivo y posterior enriquecimiento del esmalte, y consiguiente formación de fluorapatita.

La permanencia de estos compuestos sobre la superficie del diente es variable, dependiendo especialmente de la abrasión. Por eso, desaparece más rápidamente en las cúspides (4 a 5 días) que en las superficies lisas (varias semanas) y también en los surcos donde su persistencia es mayor alrededor de 3 meses. Este hecho constituye una gran ventaja sobre los demás compuestos fluorados en los cuales los surcos constituyen las zonas menos favorecidas.

La reacción de este compuesto con el esmalte es distinta a la de los demás compuestos fluorados, ya que, al ponerse en contacto con la saliva (una vez puesto en la superficie seca del diente) libera fluor hidrogenado (2HF) que penetra más fácil y rápidamente en el esmalte que los iones fluoruros, debido a que su coeficiente de difusión es considerablemente mayor que el de éstos; una vez dentro del esmalte, reacciona y se desdobra en agua y iones fluor, hecho al cual se atribuye el que penetre más profundamente en el esmalte (3). Según los trabajos de Schrieb y Reithe (81) el enriquecimiento de fluor, obtenido mediante el fluor silano, es superior al de otros compuestos probados, demostrando estadísticamente que los dientes tratados con fluor protector presentaron al cabo de 1 año 4,5 % menos caries que los controles, que presentaron una incidencia del 15,9 %.

Otro hecho importante, dado su exclusivo empleo en niños, es su falta de toxicidad, que experimentalmente demostró ser nulo, según los trabajos realizados en la Universidad de Tuebingen por Riethe (81).

Este compuesto se presenta en ampollas cerradas, ya que debido a su forma de barniz, es muy volátil. Se lo aplica con un pincel sobre las superficies dentarias limpias (preferentemente con di gluconato de Clorhexidina) y secas. Se hace la aplicación diente a diente, de manera que, a medida que se avanza, en las superficies ya topicadas el compuesto se va endureciendo rápidamente.

Superficialmente el barniz se seca en 1 minuto, pero este proceso es más lento en la superficie interna donde recién se completa alrededor de los 20 minutos. Esto significa que el niño no necesita permanecer mucho tiempo con la boca aislada, ya que una vez endurecida la superficie externa del barniz, puede ser expuesto a la saliva, pero que es conveniente que no mastique hasta por lo menos media hora después.

Como nuestra experiencia con este producto aún es poca, no podemos opinar sobre su efectividad, pero sí sobre la simplicidad, rapidez y comodidad de su técnica de aplicación que le hace especialmente útil para ser empleado en niños pequeños.

Aunque lamentablemente, la volatilización del vehículo del barniz a veces produce rechazo, debido a que es levemente caústico.

Creemos poder finalizar así esta reseña (que, comparada con la frondosa literatura existente, puede denominarse como muy breve), acerca del tan conocido y a la vez desconocido ion fluoruro.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Aasenden R.; Pebles T.: "Effect of fluoride supplementation from birth on deciduous and permanent teeth. *Oral Biol.* 19: 271, 1974.
2. Aasenden y col.: "Study over three year period of mouthrinses with fluoride solutions. *Arch. Oral Biol.* 17: 1705, 1972.
3. Arends J.; Schuldhof L.: "Fluoride content in human enamel after application of fluorides". *Caries. Res.* 9: 363, 1975.
4. Arno'd F. y col.: "Sodium fluoride for children". *Dent Prog.* 12: 3, 1972.
5. Ast D. y col.: "Time and cost factors to provide regular veriodic dental care in fluoridated and no fluoridated area". *J. A. D. A.* 80: 770, 1970.
6. Barker D.: "Tooth pigmentation after topications with Sn F<sub>2</sub>". *J. Am. Ass.* 80: 777, 1970.
7. Binder K.; Honegger M.: "Einfluss von natrium fluorid auf den Stoffwechsel von den Ratten Nieren". *Dtsch. Zahnarzt. Zich.* 33: 182, 1978.
8. Bernier I.; Muhler J.: "Medidas preventivas para mejorar la práctica dental". *Mundi* 1977. Cap. 4.
9. Bettner H.; Muhler J. cit. Lazzari "Bioquímica Dental". Interamericana 1979. Cap. 9.
10. Bibby B.: "The effect of sodium fluoride applications on dental caries". *J. Dent. Res.* 22: 207, 1943.

11. Bibby B.: "Use of fluoride in the prevention of dental caries" J. Am. Dent. Ass. 31: 228, 1944.
12. Byler D.: "Effectiveness of stannous fluoride dentrifice". J. Am. Dents. Ass. 72: 653, 1966.
13. Braden M.: "A new type of APF thixotropic gel". J. Am. Res. Abs 53: 1089, 1974.
14. Bryan E.: cit. Silverstone L. "Preventive Dentistry". Update. 1979.
15. Brudevolt F.: "The distribution of fluoride in human enamel" J. Dent. Res. 35: 420, 1956.
16. Brudevolt F.: "Distribution in deep of fluoride in human enamel". J. Dent. Res. 33: 650, 1954.
17. Brudevolt F., De Paola P.: "Studies on topically applied acidulated phosphate fluoride". cit. Dental Clinics N. A. 1966. pg. 299.
18. Brudevolt F.: "A study of acidulated fluoride solutions". Arch. Oral Biol. 8: 167, 1963.
19. Brudevolt F. y col.: "Uptake of tin and fluoride in intact enamel". J. Am. Dent. Ass. 53: 159, 1956.
20. Candelli A. y col.: "Experimentelle untersuchungen uber Fluoraufnahme von Zahnpasten": Zahnztl. Welt 67: 393, 1966.
21. Capolleti A.: "Ricerche sperimentale sulla fissazione dei fluoruri usando dentifrici de varia compositione". Rev Ital. Stomat 19: 805, 1964.
22. Catmigh A. y col.: cit. Silverstone L. "Preventive Dentistry". 1979 cap. 4.
23. Chow L. y col.: "Reaction of dicalcium phosphate dihydrate with fluor". J. Dent Res. 52: 1220, 1973.
24. Churchll H.: cit. Katz S. "Odontología Preventiva": Panamericana. 1975 cap. 7.
25. Cooley W.: "Reaktion of tin and fluoride with enamel" J. Dent. Res. 39: 117, 1960.
26. Cox G.: Hedges H.: "Toxicity of stannous and sodium fluorides" J. Am. Dent. Ass. 40: 440, 1950.
27. Dean H. y col.: "Studies on the minimal threshold of the dental signes of endemic fluorosis" Pub. Health Rev. 50: 1718, 1935.
28. Dean H. y col.: "Domestic water and dental caries". Pub. Health Rep. 54: 842, 1939.
29. De Paola E. y col.: cit. Hotz R. "Odontopediatria". Panamericana 1977 pg. 183.
30. Diefenbach V. y col.: "Fluoridation and the appearance of teeth" Jour. Am. Dent. Ass. 71: 129, 1965.
31. Douglas B. y col.: "The impact of water fluoridation on the practice of dentistry for children". J. Dent. Child 33: 126, 1966.
32. Eager J.: "Monttled enamel: denti di chiaie" Pub. Health Rep. 12: 2576, 1901.
33. Ekstrand H. y col.: "Fluor Ausgabe durch Speichel und Niere" Fluor Simpozium. Um. Wurzenburg: 1979.
34. Ericsson J.: "Cariostatic mechanismus of fluorides" Caris Res. 11: 2, 1977.

35. Eriesson V.: Bonagiano F.: "Wirkungs Mechanismus der Salzfluoridierung". Dtsch. Zahnarztl. Z.; 34: 712, 1979.
36. Fitzgerald J.: "Plaque production in Hamster teeth, pre treated with fluor". J. Dent. Res. 52: 111, 1973.
37. Flessa H.: "Über die verweildauer von amino fluorid in den Plaquen". Dtsch. Zahnarztl. Z. 25: 259, 1970.
38. Forrester J.: Schultz E.: "Internal Workorp of fluorides". pg. 104: Maryland: 1974.
39. Forrester J.: Auger M.: "A rewiew of cuurently available topical fluoride agents". J. Dent. Child 39: 272, 1971.
40. Francis M.: "Solubility behavior of dental enamel and other calcium phosvhates". Am. N. Y. Acab. Sci. 131: 694, 1965.
41. Gisch H. y col.: "A new approach to topical aplication of fluorides" J. Dent. Res. 36: 784, 1957.
42. Gish H. y col.: "Efectiveness of stanous fluoride and APF dentifrice in fluoridated areas" Jour. Am. Dent. Ass. 73: 853, 1966.
43. Glauz S.: cit. Gernier J. "Odontología Preventiva". Mundi 1977, Cap. 4.
44. Gray J. y col.: "Chemistry of enamel disolution". Thomas Publisher. 1960. Cap. 5.
45. Gron P. y col.: "Monofluor phosphate interaction with enamel". Caries Res. 5: 202, 1971.
46. Gulzow H.: "Clinische experimentelle untersuchungen uber di Wirksamkeit der Aminofluoriden". Dtsch. Zahnarztl. Z. 22: 414, 1969.
47. Hempel W.: Schifler W.: "Über eine Methode zur Bestimmung del Fluors". Anorg. Chem. 20: 1, 1899.
48. Herrmann V.: "Inhibition of glocolisis by oranic fluorides". Odontol. Invest. Un. Tubigen: 1969.
49. Heuchler D.: "Bioverfugbargkeit von Fluorid". Dtsch. Zahnarztl. Z. 34: 713, 1979.
50. Horowitz E.: Heipez O.: "The effect of human caries of weekly rinsing with sodium fluoride mauthwasch. Arac. Oral. Biol. 16: 609, 1971.
51. Honowitz E.: Doyle J.: "The effect of topically aplied acidulated phosphate fruorides". J. Am. Dent. Ass. 82: 359, 1971.
52. Howell O.: "Fluoridation of water in the schools". Brit. Dent. J. 129: 322, 1970.
53. Jenkins J.: Speirs O.: "Distribution of fluorine in human enamel". J. Physiol 121: 21, 1963.
54. Katz S.: "Odontología Preventiva en acción". Panamericana, 1975: Cap. 7 pág.: 250.
55. Keyes F.: "Clinical trials of caries inhibition dentifrice". J. Am. Dent. Acs. 63: 789, 1971.
56. Knapvporst y col.: "Der Fluorspiegel des speichels nach einahme von Fluoriden. Dsch. Zahnarztl. Z. 32: 487, 1977.
57. Knutson J.: "Sodium fluoride solution. Tecnic. for application". J. Am. Dent. Ass. 36: 27, 1948.

58. Koch G.: Petersen M.: "Effect of sodium fluoride mouthrimses" *Odont. Rev.* 23: 437, 1972.
59. Kruncke A.: "In vivo effects of dentifrice with amino fluorids on the saliva". *Inst. Odont. Un. Tubigen*, 9170.
60. Lazzari E.: "Bioquímica Dental" (2ª edición). Interamericana: 1978. Cap. pág. 141.
61. Marthaler T. y col.: "Karieshemmung nach fünf jährigen aminofluorid anwendung". *Schw. Msch. Zahnheilk* 75: 134, 1969.
62. Marthaler T. y col.: "Kariesshemmung durch aminofluorid Zahnpaste" *Schw. Msch. Zahnheilk.* 78:134, 1969.
63. Mc. Cann H.: "The solubility of fluorapatita". *Arch. Oral. Biol.* 13: 987, 1968.
64. Mc. Kay, cit. Katz S.: "Odontología Preventiva en acción". Panamericana 1975, cap. 7, pág. 207.
65. Mc. Kay, Black J.: cit. Bernier J.: "Medidas preventivas". *Mundi* 1977, cap. 4, pág. 97.
66. Mühlemann: "Pre and post eruptive fluoridation". *Brit. Dent. J.* 114:216, 1963.
67. Mühlemann H.: "Solubility of enamel protected by sodium fluoride". *J. Dent. Res.* 26:119, 1947.
68. Mühlemann H.: "Enamel solubility reduction with organic and inorganic fluorides". *Helv. Odont. Act.* 1:25, 1957.
69. Mühlemann H., Gulzow H.: "Über die behandlung der Saurenlöslichkeit durch amino fluorid". *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 21: 885, 1969.
70. Muhler J.: "Topical treatment with stannous fluoride". *J. Dent. Child*, 25: 300, 1958.
71. Muhler J. y col.: "Stannous fluoride enamel pigmentation, evidence of caries arretement". *J. Dent. Child*, 27: 157, 1960.
72. Muhler J.: "Effect of stannous fluoride dentifrice on caries reduction in children". *J. Am. Dent. Ass.* 64: 216, 1962.
73. Parmeyer L. y col.: "A study of acidulated fluoride solutions III The cariostatic effect of sodium fluoride with and without phosphate". *Arch. Oral. Biol.*, 8: 183, 1963.
74. Pearman J. y col.: "Antiplaques action of fluoride gels". *J. Dent. Res.* 52: 953, 1973.
75. Radike A. y col.: "Clinical evaluation of stannous fluoride as an anticaries mouthrinse". *J. Am. Dent. Ass.* 85: 882, 1972.
76. Rikler L.: "The utility of fluorides in adults". *Caries Res.* 11: 243, 1977.
77. Rolla G., Swantums L.: "Effects of fluoride on initiation of plaque formation". *Caries Res.* 11: 243, 1977.
78. Rugge I., Gunn A.: "Caries prevention by daily fluoride mouthrimses". *Brit. Dent. Juor.* 135: 353, 1973.
79. Scott J.: "Electron microscopic evidence of fluoride enamel reaction". *J. Dent. Res.* 39: 117, 1960.
80. Schneider H.: "Antigliocolitis action of aminofluorid en dental plaque". *Helv. Odont. Act.* 18: 64, 1974.

81. Schrub W., Reithe D.: "Klinische untersuchungen mit verchiedenen Fluor-  
versug'ern unter Berüchtigung des neuen Fluor rotectors". Med. Un.  
Tübingen, 1976.
82. Silverstone L.: "Preventive Dentistry". Update 1978, cap. 6, pag. 93.
83. Slak R.: Nevitt F.: cit. Silverstone L. "Preventive Dentistry" Update 1979  
Cap. 4. pg. 56.
84. Smith J.: cit. Katz S. "Odontología Previentva en acción". Panamericana  
1975, Cap. 7 pg. 205.
85. Sagnaes J.: "The physiology of fluoride". Int. Dent. Jour. 12:2, 1962.
86. Sagnaes J.: Kuhlentport H.: "Acción del flúor sobre la osteoporosis senil".
87. Stare F.: "Effect of fluorides on bone reconstitution" Den. Abs. 13: 4, 1968.
88. Strübigg W.: "Karies prophylaxe mit flúoriden". Dsch. Zahnärztl. Z. 34:  
480, 1979.
89. Sweetman I.: cit. Silverstone L. "Preventive Dentistry" Update: 1978, Cap  
5. pg. 66.
90. Tank G.: Slorik F.: "Relation of fluoride to hipoplosia and gingivitis", J.  
Am. Dent. Ass. 70: 100, 1965.
91. Terhune R.: Muhler J.: "The influence of comunal fluoridation upon den-  
tal practice" J. Dent. Child 34: 228, 1967.
92. Volker F.: Russel D.: cit. Finn S. "Odontopediatria Clínicas" Mundi 1979.  
Cap. 22.
93. Weatherill J. y col.: "Asimilation of fluor throug the life of the teeth".  
Caries. Res. 11: 103, 1977.
94. Weatherill J.: "The effect of tooth wear on the distribution of fluorides".  
Arch. Oral. Biol. 18: 1175, 1973.
95. Wellog W.: Brudevól F.: "A study of acidulated phosphate fluoride solu-  
tions". Arch. Oral. Biol. 8: 179, 1963.
96. Wellog W.: "Tooth pigmentation with stanous fluoride compounds". Year  
Book of Dentistry 1978 pg. 123.
97. Williams H.: cit. Silverstone L. "Preventive Dentistry" Udate 1979. cap.  
4. pag. 66.
98. Wilmes B. y col.: "Relationen von Fluorid in Speichel und Plaque nach  
lokaler Fluorid aunahme". Dtsch. Zahnärztl. Z. 33: 178, 1978.