

870122
32
24

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EL USO DE LAS COMPUTADORAS COMO
MEDIO AUXILIAR EN EL MANEJO DEL
CONSULTORIO DENTAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

VICTOR HUGO HEREDIA DIAZ

ASESOR: DRA. ANA ROSA NEGRETE RAMOS

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"EL USO DE LAS COMPUTADORAS COMO MEDIO AUXILIAR
EN EL MANEJO DEL CONSULTORIO DENTAL"

I N D I C E

INTRODUCCION	1
CAPITULO I: ALFABETISMO COMPUTACIONAL.	
¿QUE SON LAS COMPUTADORAS?	5
HARDWARE	9
SOFTWARE	15
CAPITULO II: APLICACIONES EN ORTODONCIA.	
CEFALOMETRIA	18
ANALISIS DE MODELOS	30
PREDICCION DE CRECIMIENTO	35
CIRUGIA ORTOGNATICA	40
CAPITULO III: APLICACION EN OTRAS AREAS.	
DIAGNOSTICO	44
RADIOLOGIA	48
PERIODONCIA	52
PROTESIS	53
ODONTOLOGIA FORENSE	56
ARCHIVO DE INFORMACION	57
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	62

I N T R O D U C C I O N

Para muchas personas la marcha aparentemente precipitada hacia la computarización, es preocupante. Consideran que nos estamos transformando en una sociedad electrónica despersonalizada controlada por computadoras y no -- por humanos. Estos temores pueden surgir de nuestra falta de comprensión de lo que hacen las computadoras y de la forma en que nos pueden ayudar. Por supuesto que existen buenas razones por las que las computadoras se están integrando a nuestro ambiente, por ejemplo:

- Las computadoras permiten velocidad sin igual y desempeñan cálculos mucho más rápido que los humanos.

- Llevan a cabo tareas aburridas y repetitivas liberándonos para el desempeño de actividades más importantes y creativas.

- Llevan a cabo tareas repetidamente sin cometer errores y evitan la fatiga que afecta a los seres humanos.

- Proporcionan información necesaria para utilizarse en la toma de decisiones.

- Constituyen un medio de entretenimiento muy interesante, así como un instrumento educativo muy eficaz.

- Permiten que la sociedad lleve a cabo actividades

en muchos campos y que logren funcionar de manera más eficiente.

Dicho de otra manera, las computadoras permiten que las personas sean más productivas. Tanto si se utilizan - en la oficina o consultorio, como si se utilizan en el hogar, ofrecen características que hace solamente quince años no se habían esperado. Ahora podemos llevar a cabo mucho más labores en el mismo tiempo.

Sin embargo, es cierto que han complicado nuestro - estilo de vida. Las computadoras proporcionan más información y aceleran el ritmo al cual debemos trabajar. En muchas actividades la disponibilidad de la información asusta a muchas de las personas que participan en ellas. Asimismo, los datos disponibles son mucho más precisos y se encuentran al alcance inmediato. Dicho sea con franqueza, muchas personas reconocen el impacto de las computadoras, pero simplemente no saben como entendedrse las con esta tecnología.

Para bien o para mal, pertenecemos a una sociedad - que se esta computarizando, cuyas acciones afectan en todos los ámbitos de nuestras vidas. La tecnología de las - computadoras desarrollada en Estados Unidos se ha diseminado por todo el mundo. Literalmente miles de millones de dolares se invierten en la investigación de las computadoras, en una labor en que Estados Unidos y Japon se encuentran enzarzados en una lucha para obtener la superioridad de esta tecnología.

Las posibilidades de la computadora se estan canalizando a fin de mejorar nuestro estilo de vida en muchos -

campos. Por ejemplo, la medicina ha utilizado los avances de la computadora para ayudar a los pacientes minusválidos a caminar y a escuchar. Son también vitales para el avance científico. Los resultados de estas investigaciones se pueden observar en muchos productos nuevos y en servicios que utilizamos cotidianamente. Solo basta echar una mirada a nuestro alrededor para darnos cuenta de las cosas que de alguna forma comparten la tecnología de las computadoras.

Ahora las computadoras han sido utilizadas en algunos campos de la práctica dental por mas de diez años. -- Grandes pasos se han dado en la tecnología de las computadoras en el campo de la odontología en estos años. Se han desarrollado computadoras menos caras, más útiles, más compactas y con muchísimo más aplicaciones que las de llevar cuentas de pacientes, recibos o simple procesamiento de palabras; así, los nuevos papeles que desempeñaran en el consultorio serán en el campo mismo de la odontología propiamente dicha.

Por ejemplo, un sistema computarizado desarrollado en Francia por el Dr. Francois Duret, permite fabricar coronas e incrustaciones sin necesidad de tomar impresiones y con una exactitud nunca antes alcanzada.

Los futuristas predicen con audacia que dentro de la próxima década los rayos laser asistidos por computadoras, suplantarán las piezas de mano de aire para la preparación de dientes.

Es de esperarse que no todo en esta tecnología sea positivo; sin embargo, los aspectos positivos superan a --

los negativos y debemos estar educados adecuadamente para manejar esta tecnología en forma óptima.

CAPITULO I

"ALFABETISMO COMPUTACIONAL"

QUE SON LAS COMPUTADORAS?

Las computadoras son dispositivos electrónicos que nacieron por la necesidad de contar con aparatos de cómputo. Ya las sociedades del pasado habían desarrollado técnicas sencillas de cómputo que se servían de la tecnología entonces disponible, como el ábaco, que se remonta a la antigua Babilonia.

No fue sino hasta 1946 en que hizo su aparición el primer aparato totalmente electrónico de cómputo, la ENIAC (Integrador y Calculador Numérico Electrónico). Este aparato se construía con tubos de vacío, grandes y voluminosos que necesitaban cuartos con aire acondicionado. Llamadas computadoras de Primera Generación, eran difíciles de programar y limitadas en sus usos.

A principios de la década de los 50's, se produjo - el desarrollo y aceptación de las cintas magnéticas, considerado un gran avance tecnológico en su época. Este medio portátil y compacto permitía el almacenamiento secuencial de millones de caracteres de datos y su rápida transferencia a la computadora. Los datos se podían utilizar -

hasta 75 veces más rápidamente que con otros métodos disponibles en aquella época. En principio el almacenamiento en cintas magnéticas opera de la misma manera que las grabadoras caseras.

La era posterior al lanzamiento del primer satélite artificial, el Sputnik, de 1959 a 1965, trajo consigo la segunda generación de computadoras. Utilizaban transistores y por consiguiente eran menos voluminosos y podían almacenar más información. Eran más fáciles de programar, permitían mayores velocidades de procesamiento y se podían aplicar a más labores de procesamiento que a las computadoras de la primera generación.

A mediados de la década de los 60's, hizo su aparición la tercera generación de computadoras construidas mediante circuitos integrados miniminiaturizados de muy pequeñas dimensiones, tenían posibilidades más grandes de dispositivos de entrada y salida y vastas áreas de almacenamiento interno; operaban en billonésimas de segundo. Con lenguajes de programación desarrollados para las máquinas de la tercera generación eran de fácil aprendizaje y por ello más personas podían aprender las habilidades de programación y aplicarlas a más funciones en diversos campos. (22)

En 1970, la compañía fabricante de computadoras IBM lanzó una serie de computadoras que utilizaba unas pastillas de silicio llamadas Chips, que es un componente electrónico compacto y barato con funciones lógicas y de almacenamiento.

El desarrollo del Chip de las computadoras precedió

el desarrollo de la microcomputadora, sistemas altamente especializados que pueden estar al alcance de todo mundo y con aplicación tanto en la oficina o el hogar.

El Chip de la computadora, una pequeña oblea de silicio, ha revolucionado la tecnología de la computación moderna. Es del tamaño de la uña de un bebé. Puede contener un millón de componentes eléctricos y realizar un número igual de cálculos en un segundo. (18)

En una comparación con la primera computadora electrónica, la ENIAC, un chip contiene diez veces más componentes que las diez toneladas de la ENIAC, es 30,000 veces más barato y 200 veces más rápido.

El Chip, también llamado microprocesador, ha proporcionado al equipo electrónico poderes especiales de procesamiento y la capacidad de retener grandes cantidades de datos. (28)

Las computadoras modernas son extremadamente fáciles de operar para almacenar, examinar, descifrar e interpretar grandes volúmenes de datos aparentemente sin relación. Esto las hace ideales para su empleo en áreas que son de interés para el Odontólogo, como es el manejo de gran información detallada que se recopila de los pacientes diariamente y mucha de la cual se puede representar por números y modelos matemáticos. (15)

CLASIFICACION

Normalmente las computadoras se clasifican en mi-

cros, minis y macrocomputadoras o computadoras a gran escala.

Anteriormente la clasificación se daba en base al tamaño de la Unidad Central del Procesamiento (CPU), que es el centro de las actividades de la computadora. El uso del Chip de silicio hizo posible incrementar la capacidad del CPU y reducir las necesidades de tamaño.

El efecto de estos cambios fue el incremento del potencial de procesamiento de casi todas las computadoras, haciendo posible clasificarlas ahora en base a estas actividades de procesamiento de cada sistema en micros, minis y computadoras a gran escala. (22)

El término de macrocomputadora se aplica a una computadora de aplicación general, las cuales pueden procesar información de negocios con la misma facilidad que procesan fórmulas matemáticas complejas. Pueden almacenar grandes cantidades de información y los programas necesarios para procesarla. Por lo general operan las 24 horas del día. Necesitan un medio ambiente y temperatura controlada y se utilizan en la organización de grandes empresas (22)

La minicomputadora es una versión más pequeña de la computadora a gran escala. Se le considera una computadora orientada a tareas específicas. Este tipo de computadora se diseñó para proporcionar ciertos servicios escogidos al usuario en vez de la amplia gama de actividades que realizan normalmente las computadoras a gran escala. El equipo que se utiliza también requiere control ambiental de humedad y temperatura, no es muy difícil de mane--

jar, pero al igual que los macros, requiere de gente especializada para su operacion.

Las microcomputadoras son las computadoras más pequeñas y baratas y debido a que se han popularizado para utilizarlas tanto en la oficina como en el hogar, donde proporcionan apoyo personal de cómputo, se les ha denominado computadoras personales o PC (Personal Computer) (22). Debido a que este tipo de computadora es la de mayor uso en los gabinetes dentales, su funcionamiento se explicará en función del Hardware y Software.

HARDWARE

Cuando se habla de hardware computacional, se hace referencia a los componentes físicos de una computadora. Normalmente los componentes del hardware se dividen en: a) Dispositivos de entrada, b) Dispositivos de salida, y c) Los que involucran el funcionamiento interno de la computadora. (18)

a) Dispositivos de Entrada.-

Los dispositivos de entrada son los componentes físicos empleados para transmitir a la computadora información, datos o ambas cosas. El teclado es el más común de estos dispositivos, que se asemejan al de una máquina de escribir.

Debido a las diferencias en el diseño de los fabricantes, cada teclado de PC variará ligeramente en su tamaño, número y tipo de caracteres y su colocación. (23)

Muchos teclados cuentan con un subteclado numérico y teclas de control de funciones.

El subteclado numérico consta únicamente de caracteres numéricos y generalmente esta colocado a la derecha - del grupo principal de teclas. Sirve para simplificar la entrada de datos puramente numéricos.

Las teclas de control de funciones sirven para dos cosas: dar órdenes a la computadora para iniciar, controlar, supervisar o detener las actividades de procesamiento. Por ejemplo, en vez de escribir la palabra RUN para iniciar el procesamiento de un programa, se oprime la tecla de control de función RUN y obtener el mismo resultado.

Las teclas de funciones también pueden activar funciones de procesamiento especiales con las que cuente la PC. Al oprimir una de estas teclas, el operador puede utilizar una función especial sin tener que escribir instrucciones largas. Por ejemplo, al oprimir la tecla GRAPH se activan los programas necesarios para preparar gráficas.
(22)

Otro dispositivo de entrada con bastante aplicación en la practica dental es el digitalizador.

El digitalizador es una tabla electrónica plana conectada a un cursor movable o lapiz electrónico. Cuando - el cursor se aplica sobre la superficie de la tabla, su - posición se resuelve en dos coordenadas, la coordenada X en el eje horizontal y la coordenada Y en el eje vertical de un plano cartesiano. Moviendo el cursor a varias posi-

ciones o puntos sobre la tabla, por ejemplo, puntos de referencia cefalométricos, se obtienen una serie de coordenadas X y Y y desde éstas, se pueden calcular medidas lineales y angulares mediante simples funciones trigonométricas que las desempeña la computadora. (7)

b) Dispositivos de Salida.-

El dispositivo más común que sirve para preparar salidas impresas es la impresora.

Se clasifican como impresoras de impacto y de no impacto. La impresora de impacto debe golpear el papel como lo hace una máquina de escribir para dejar la imagen del carácter o tipo sobre la superficie del papel.

Las impresoras de no impacto emplean un rayo laser de baja energía o técnicas térmicas o electrostáticas para imprimir los caracteres. En términos de velocidad se miden en caracteres por minuto (cpm) y líneas por minuto (lpm) respectivamente.

Ambos tipos de impresoras pueden imprimir en varios colores si se requiere. (22)

El graficador es otro dispositivo de salida muy útil en la práctica dental ya que puede preparar salidas pictóricas, que no pueden producir tanto las impresoras de impacto como las de rayo laser. El graficador puede preparar tanto diseños artísticos como soluciones gráficas que normalmente requerirían de una explicación larga. También pueden convertir datos pictóricos en una forma gráfica para ser analizados por la computadora. (22)

El tubo de rayos catódicos (CRT) es otro dispositivo que proporciona una salida efímera o temporal y despliega la información en una pantalla o monitor tipo televisión. Estas terminales permiten consultar rápida y temporalmente la información. La entrada se escribe en el teclado y la respuesta se muestra en la pantalla (23)

Existen CRT (también llamados monitores) monocromáticos y de colores. Existe también la opción entre monitores alfanuméricos y monitores para gráficas. El primero - representa básicamente letras, números y símbolos ordinarios. En caso de formas, símbolos y figuras más elaboradas como las utilizadas en historias clínicas dentales, - resulta más apropiado el monitor de gráficas.

La claridad o resolución de los monitores depende - del número de pixels (elementos de imagen) que forman un área particular de la pantalla. Mientras más pixels tenga una unidad de área, mayor será la resolución y más nítida la gráfica. (22)

c) Componentes Internos del Hardware.-

La Unidad Central de Procesamiento (CPU) es el centro de las actividades de la computadora. El CPU lleva a cabo todas las fases de procesamiento. Cuenta con tres -- componentes principales:

- 1.- La Unidad de Control.- Asegura que la entrada proveniente de un dispositivo llegue a la computadora. Ejecuta las instrucciones de los programas y una vez ejecutadas las instrucciones, la unidad de control debe guardar los resultados para efectuar la salida en la forma solicitada o para utilizarlos después.

- 2.- La Unidad Aritmética Lógica (ALU). Lleva a cabo todas las operaciones aritméticas que incluyen la adición, sustracción, multiplicación, división y exponenciación y las operaciones lógicas que son una comparación de dos valores.
- 3.- La Unidad de Almacenamiento Primario (Memoria Interna) Ni la unidad de control ni la unidad de aritmética lógica pueden almacenar información. Todos los programas y la información utilizada en el procesamiento se guardan en la unidad primaria de almacenamiento. (23)

La capacidad de la memoria interna varía en las diversas computadoras. La terminología que se emplea para designar la capacidad de almacenamiento es la letra K, la cual representa 1024 unidades o bytes de almacenamiento. Un byte es la cantidad de almacenamiento necesaria para guardar una palabra. Por ejemplo, se necesitan 5 bytes de almacenamiento para guardar la palabra MOLAR. El término megabyte se asocia con computadoras con capacidades mayores. Equivale a 1'024,000 bytes.

Los términos K y megabyte definen la capacidad de la computadora para retener grandes cantidades de información. La información es guardada utilizando un sistema de numeración binario y no en el decimal de base 10 tan familiar. El sistema base 2 está limitado a los dígitos 0 y 1, que son llamados bits (contracción de BINARY digITS) (22)

Actualmente el CPU se ha microminiaturizado con la aparición del Chip de silicio que redujo considerablemente el espacio requerido para el almacenamiento en la computadora.

Hay dos tipos principales de Chips: Los Chips de memoria de acceso aleatorio o RAM que se usan para el almacenamiento temporal o de corto plazo; permiten tanto la lectura como la escritura de información en sus celdas de bits.

Los Chips ROM o memoria sólo de lectura sólo permiten leer la información escrita en sus celdas. Generalmente son programados por el fabricante y no pueden ser alterados. Contienen las instrucciones permanentes para el funcionamiento de la computadora.

Los Chips PROM y EPROM son una extensión del ROM. El PROM (memoria de solo lectura programable) es un Chip de ROM virgen en el cual puede escribirse un microprograma y una vez introducida la información, ya no puede cambiarse. El Chip EPROM (memoria de sólo lectura borrable y programable), permite introducir instrucciones a la memoria del Chip y también borrarlas. Se considera un Chip reutilizable. (23)

Memoria Externa.-

El almacenamiento secundario o memoria externa aumenta el potencial de procesamiento de un sistema de computo para expandir la capacidad de manejo de información del CPU.

Los datos que son parte integral del procesamiento que no pueden guardarse en el almacenamiento primario, pueden guardarse en el almacenamiento secundario, de donde pueden obtenerse en milésimas de segundo.

Se le llama memoria externa porque este espacio de almacenamiento esta físicamente fuera de la computadora. (23)

Los principales medios de almacenamiento secundario son el disco magnético y la cinta magnética. Pueden alcanzar una capacidad de almacenamiento de hasta 20 megabytes con velocidades de acceso a esos datos de milésimas de segundo. Generalmente el disco y la cinta magnética la utilizan las minis y las computadoras a gran escala. (22)

La forma de almacenamiento en disco más común en el caso de las microcomputadoras o PC es el disco flexible o diskette, de tamaño de 5½ y 3½ pulgadas y pueden tener capacidad hasta de un megabyte.

Para utilizar la información del diskette se utiliza un mecanismo lector de diskettes o drive, conectado a la computadora en el cual los diskettes pueden intercambiarse para tener acceso a los diferentes archivos que se pueden almacenar en varios diskettes. (18)

Existe otra unidad de almacenamiento conocida como Winchester o disco duro. Es esencialmente una versión compacta de unidad de disco convencional, con capacidad de hasta 500 megabytes de almacenamiento. Puede guardar varios archivos, evitando la necesidad de estar intercambiando discos para tener acceso a otros datos. (23)

SOFTWARE

El Software es el conjunto de instrucciones que se

le dan a la computadora denominadas programas, utilizadas para procesar la información en un sistema de cómputo (17)

Los programas se escriben en varios lenguajes computacionales, dividiéndose en tres categorías:

El lenguaje de máquina es el que utiliza directamente la computadora durante el procesamiento. Es el empleado en la ejecución de los programas. Su uso es muy tedioso y requiere catalogar todas las localidades de memoria empleadas.

Los lenguajes de bajo nivel, representan una marcada mejoría respecto al lenguaje de máquina. El mejor empleo es el lenguaje ensamblador que es una representación mnemónica de palabras que tienen un significado para la computadora.

Los lenguajes de alto nivel, los más comunes de programación, se desarrollaron para simplificar estos lenguajes anteriores. La escritura de programas en un lenguaje de alto nivel es similar a la escritura de un conjunto de instrucciones en un lenguaje ajeno al propio. Es necesario familiarizarse con la sintaxis y con las palabras de acción llamadas Comandos, que le dan significado a una instrucción. Los lenguajes de alto nivel más usuales son el BASIC, FORTRAN, COBOL y PASCAL. (22)

El profesional en Ciencias de la Salud no tiene por qué convertirse en programador, ni tener la habilidad de escribir instrucciones en un lenguaje de alto nivel. Mejor, ha de familiarizarse con el Software disponible para realizar un trabajo para el que este se haya escrito, y -

después aprender a comprender y a usar tal Software (23)

Existen en el mercado diversos programas "prefabricados" específicamente para su uso en el consultorio dental en una microcomputadora PC. Esto confiere otra gran ventaja.

Las PC son tan sencillas que todo lo que tiene que hacer el dentista es tocar el teclado para producir reportes o solicitar información sin tener que necesitar conocimientos amplios de computación. Prácticamente las computadoras han intervenido positivamente en todas las áreas del consultorio que impliquen el copilado de información: con un programa procesador de palabras se pueden escribir muchos tipos de cartas para recordar, referir, felicitar, cobrar, entre otras cosas; se almacena en la memoria y se le solicita cuando sea requerida. El procedimiento es rápido y el trabajo limpio y sin errores. (21)

Con un programa de base de datos se manejan los archivos con la ficha de cada paciente y con su historia -- clínica, así como plan de tratamiento, presupuesto, pagos hechos y saldos por cubrir. Un programa como éste puede permitir la "explotación" de las historias clínicas para fines de investigación. (25)

CAPITULO II

"APLICACIONES EN ORTODONCIA"

C E F A L O M E T R I A

La actual aplicación de cualquier análisis cefalométrico involucra mediciones matemáticas y marcas descriptivas. Debido a que las aplicaciones matemáticas requieren exactitud y factibilidad, cualquier maloclusión puede ser descrita cuantitativamente para permitir un análisis estadístico.

En el proceso convencional de recopilar datos de la radiografía lateral usada para el análisis cefalométrico, se requieren de varios procesos: las radiografías deben ser trazadas, las marcas cefalométricas deben ser identificadas, después deben hacerse todas las mediciones, y la información resultante debe ser registrada y después almacenada. Cada uno de los pasos anteriores es una fuente potencial de error (8). Midtgaard, Bjork y Linder Aronson -- (1974) (a), reportaron que la principal fuente de errores estaba en la identificación de las marcas o puntos cefalométricos. Baumrind y Frantz (1971) (b) estudiaron las radiografías cefalométricas, y encontraron que también pasan desapercibidos los errores en la identificación de las marcas. Tales errores se multiplican cuando las líneas se trazan a mano entre los puntos y se determina la

medición de los ángulos con un protractor manual.

Bjork y Solow (1962) (c) examinaron los efectos de las mediciones de las radiografías y concluyeron que todas las medidas deben realizarse sin marcar puntos o líneas de referencia. Es decir, todas las mediciones, especialmente aquellas usadas en exámenes correlativos, deben ser realizadas directamente y no deben ser obtenidas por cálculo indirecto u otros métodos indirectos. (8)

Recientemente, con el advenimiento del digitalizador cartográfico electrónico, se ha dado un paso importante para el análisis cefalométrico de las radiografías mediante el sistema cartesiano de coordenadas. En pocos segundos, el digitalizador registra las coordenadas de cada punto y las manda a una computadora para su análisis detallado. Utilizando tales coordenadas, la computadora puede ser programada para calcular el largo de las líneas y los ángulos correspondientes entre ellas. Así, los errores cometidos en el trazado de las líneas y el cálculo de las medidas pueden ser fácilmente eliminados.

Al comparar los métodos tradicionales de análisis cefalométrico con el uso de un digitalizador, se ha encontrado que los métodos tradicionales son menos exactos y confiables. (27)

En otro estudio, usando el digitalizador, Broch, -- Slagsvold y Rosler (1981) (d) determinaron que la identificación de las marcas o puntos cefalométricos es la única fuente de error proveniente del instrumento que fué apropiadamente calibrado y correctamente operado.

Sin embargo, desde que las mediciones de las radiografías hechas a mano consumen tiempo y están sujetas al error en la transcripción de los datos, se ha presentado la alternativa de la computadora digital, la cual registra puntos como coordenadas rectangulares, permitiendo el cálculo de longitudes, ángulos, y otras relaciones entre los puntos cefalométricos. (8)

En la Ortodoncia actual, los requerimientos y necesidades aumentantes son referidos al clínico y al investigador para hallar métodos más precisos y factibles de mediciones cefalométricas.

Como el Ortodoncista ha extendido su acción en el complejo campo de la morfología craneofacial, crecimiento y desarrollo y los efectos del tratamiento ortodóntico, se ha incrementado la necesidad en la exactitud del análisis cefalométrico para el diagnóstico que el paciente necesita. Esta descripción requiere de un análisis tridimensional para lo cual la computadora es extremadamente útil. (19)

Anteriormente, Ricketts, Bench, Hilgers y Schulhof (1972) (e), reconocieron esta necesidad y en conjunción con Rocky Mountain Data Systems, desarrollaron un medio de análisis cefalométrico y predicción de crecimiento asistido por computadora. Otro análisis computarizado fue reportado por Baumrind y Miller (1980) (f) en la University of California at San Francisco, desarrollado primeramente como un medio de investigación para evaluar los efectos de los tratamientos de ortodoncia y cirugía ortognática. En 1981, Bondevik, Rosler y Slagsvold (g) reportaron un sistema digital: CM-1, que permite la lectura di-

recta de mediciones lineares y angulares y de coordenadas a una resolución de 0.1 mm y 0.1° (8)

Con la capacidad para orientar los puntos o marcas cefalométricas en un sistema de coordenadas en tres dimensiones por análisis computarizado, la cuantificación y estandarización de los datos son posibles lo cual facilita la comparación de edad a edad y de paciente a paciente. Usando la tecnología de las computadoras, los datos pueden ser tanto registrados como analizados para reconocer cambios en el crecimiento. En esencia, estas técnicas computacionales son usadas para desarrollar modelos matemáticos específicos, los cuales representan estructuras craneofaciales, y así utilizar información analizada por la computadora digital más eficientemente y hacer menos tedioso y más deseable estudiar el crecimiento a partir de los cefalogramas frontal y lateral utilizando un sistema de coordenadas. (31)

El análisis computarizado óptimo debe haber registrado las marcas cefalométricas en la forma de coordenadas cartesianas mediante entrada directa a la computadora y debe estar basada en un plano de referencia factible para su evaluación exacta, como puede ser la posición natural de la cabeza (8).

Digitalización de las Radiografías.-

Aunque los digitalizadores fueron primero introducidos para el análisis de mapas, se han desarrollado versiones especiales para propósitos ortodónticos.

En términos simples, el digitalizador registra las

coordenadas de cada punto en relación a los ejes previamente definidos.

Una ventaja es que el instrumento puede ser conectado a una máquina, la cual registrará el dato en tarjetas perforadas, cinta magnética o de papel en una forma apropiada para el análisis subsecuente por la computadora.

Dadas las coordenadas, la computadora puede ser programada para imprimir tales parámetros, el largo de las líneas y ángulos entre ellas, para pacientes individuales o pueden analizar análogamente datos por grupos o en global e imprimirlos después.

Las ventajas de tal sistema recaen en la rapidez y facilidad de la operación, la cual es especialmente útil si se han de analizar un gran número de registros. En general, no hay necesidad de hacer un trazado sobre la radiografía ni tampoco de escribir abajo las medidas siendo ambas tareas fuentes potenciales de error. (27)

Reconocimiento e Identificación de las Marcas Cefalométricas.-

El análisis cefalométrico durante los pasados 50 años ha proporcionado un medio para medir la morfología -- craneofacial en sujetos vivos mediante el uso de técnicas radiográficas estandarizadas. Cuando se usa este método, las medidas dependen de un juicio subjetivo de la radiografía para decidir donde localizar cada punto cefalométrico. (9)

La técnica de cefalometría ha permitido un gran a--

vance en el conocimiento de la anatomía craneofacial y el desarrollo, pero su uso se ve limitado por los errores en la medición. Este error se debe parte a la técnica radiográfica en sí misma, y parte a la relativa exactitud de la medición.

Cohen et al, clasifican los errores en dos categorías principales:

- 1.- Errores Sistemáticos: Son causados por la magnificación o agrandamiento de la imagen en la radiografía, y la distorsión. Estos dos factores son de importancia puesto que alteran los resultados en las mediciones.
- 2.- Errores Casuales: Se presentan con gran frecuencia -- por la inseguridad en la identificación a simple vista de los puntos cefalométricos en la radiografía. Esta inseguridad se puede deber a la inexactitud de la imagen, contraste inadecuado y el elemento subjetivo en la identificación de los rasgos de interés. (9)

Con el advenimiento de la tecnología de las computadoras y el desarrollo de los digitalizadores electrónicos que se pueden conectar a éstas, han hecho que estas tareas se efectuen con un mínimo o sin ningún error la mayoría de las veces y al mismo tiempo se hagan menos tediosas. (6)

El digitalizador es un dispositivo que convierte -- los puntos de las coordenadas X, Y en señales electrónicas indicando la localización numérica de estos puntos en un espacio geométrico. Las radiografías laterales de crá-

neo y frontal son colocadas, primero una y después otra,-- sobre un negatoscopio acoplado a la placa electrostática digital del dispositivo (digitalizador). El dentista registra cada punto de referencia tocando cada punto con una "pluma" electrónica digitalizadora que consiste en un cursor de plástico transparente, con una especie de mira pequeña. La localización es entonces transmitida al digitalizador electrónico, la cual convierte la localización física en electrónica y por consiguiente en un sistema de coordenadas X-Y. Entonces los datos entran o alimentan la memoria de la computadora para su análisis.

Posteriormente se utilizan técnicas matemáticas para establecer programas que convierten las coordenadas X-Y a dimensiones lineares y angulares entre los puntos escogidos.

Después los datos son almacenados en la memoria de la computadora únicamente como coordenadas X-Y, y cuando se requiera se pueden trazar para diferentes tipos de análisis previamente programados sin tener que digitalizar otra vez la placa radiográfica. (2)

Anteriormente los investigadores se preguntaban si la computadora podría hacer la interpretación física de la imagen de radiografía por sí misma, debido a que la localización exacta de los puntos es imprescindible para el apropiado análisis cefalométrico. Se ha asegurado que "la mayoría de las imágenes radiográficas son de mediocre calidad con respecto a su definición", es decir, con respecto a las estructuras anatómicas que presentan. (15)

En el contexto de la cefalometría, las escalas de medición son aplicadas en la mayoría de las veces a imágenes no muy nítidas y los resultados dependen del proceso de la imagen radiográfica y la resolución de la escala de los instrumentos de medición (9).

Sin embargo, este problema de la subjetividad en la interpretación humana de las imágenes radiográficas poco claras fue resuelto gracias a la tecnología espacial desarrollada por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en Inglés). La NASA desarrolló un aparato altamente sofisticado llamado Detector de Barrido y Técnica de Mejora de Imágenes, con los cuales reconstruyeron las imágenes transmitidas por la nave espacial Voyager II a su paso por Saturno. (22)

Este dispositivo puede separar fotografías en capas separadas por su densidad, perfecto para la interpretación de la topografía de la superficie de planetas distantes a partir de fotografías. Este aparato más simplificado, también sirve para identificar varios niveles de densidad en una placa radiográfica, totalmente invisibles a simple vista, y conectado a una computadora (15)

La imagen es descompuesta por el Detector de Barrido en pequeños cuadros o pixels (elementos de imagen). Cada imagen está formada por miles de pixels, y el detector asigna a cada pixel un valor relativo que va desde el negro perfecto al blanco puro. Utilizando un código binario para manejarse por computadora, cada pixel recibe un valor de 000 (negro) a 255 (blanco).

Después se utiliza un digitalizador para llevar es-

ta información en forma de coordenadas cartesianas. La computadora recibe esta imagen digitalizada y registra el valor de cada uno de los miles de pixels que forma una imagen mejorándola considerablemente para ser analizada y obtener los trazos con un nivel de exactitud y velocidad que jamás se hubiera pensado, pues el proceso tiene una duración de apenas unos pocos segundos (15).

Existen diferentes sistemas de Análisis Cefalométricos que pueden ser usados por el dentista en su consultorio en una computadora personal. Este es un paso importante para el profesional no sólo en Ortodoncia, sino en otras áreas también. Sin embargo, estos sistemas además que toman tiempo para ser operados por el personal del consultorio, muchas veces carecen de la exactitud necesaria debido principalmente a la clase de equipo utilizado. Por ejemplo, la lectura de una radiografía en un monitor de baja resolución pueden cometerse errores en la localización de un punto de 1 mm o más (17).

Una compañía de tratamiento y diagnóstico ortodóntico Computarizado (Ortho-Diagnostics, Ltd., St. Louis, - Missouri) desarrolló un sistema, el cual tiene programado verificaciones y balances para evitar errores casuales en la localización de puntos anatómicos. La computadora prepara el análisis y verifica la posición relativa de Nasion, Porion y Silla Turca. Si algunos de estos puntos recae fuera de la posición normal, la computadora misma comunica al operador el posible problema que pueda estar sucediendo con ese análisis (15).

Existen dos factores que predisponen las mediciones exactas de un examen cefalométrico. Primero, el punto de

referencia cefalométrica tiene que ser localizado e identificado y segundo, deben hacerse las mediciones. Si la marca se localiza con una exactitud digamos de ± 0.5 mm, se podría esperar que se pudiera utilizar un instrumento de medición muy exacto, pero si la variación en la exactitud de la localización del punto fuera de ± 1 mm o más, la ventaja de este instrumento de medición se perdería.

(27)

La resolución de una técnica, no es el único problema en la medición de una radiografía cefalométrica. También las imágenes difusas son difíciles de medir confiablemente, aún con una escala de resolución muy alta. Las imágenes difusas tienden a ser interpretadas en una forma variable por el observador humano, pero su análisis por las técnicas de procesamiento computarizado ofrece la oportunidad de alcanzar resultados más consistentes. (9)

Las técnicas de identificación automática de puntos cefalométricos sobre la radiografía lateral tienen el potencial de demostrar aún pequeños cambios en el crecimiento y desarrollo, los cuales de otra manera estarían ocultos tras los errores cometidos mediante el examen a simple vista y, por lo tanto, subjetivo. El procesamiento automático de la imagen también permite hacer análisis de las radiografías con una gran rapidez. (9)

Existen otras técnicas desarrolladas para computadora que permiten identificar automáticamente los puntos cefalométricos. En el año de 1984 se mencionó un sistema diseñado por el Dr. Duff (h) del Departamento de Física y Astronomía del Colegio Universitario de Londres, llamado Procesador Celular Lógico de Imágenes (CLIP4 por sus si--

glas en Inglés).

El sistema CLIP4 esta diseñado para aceptar imágenes provenientes de diversas fuentes. Los dispositivos principales del hardware incluyen un negatoscopio con una cámara de televisión montada directamente arriba, el programa CLIP4 y el monitor de televisión. (9)

El programa CLIP4 esta compuesto por 9216 procesadores de pixels (es decir, 96 por lado). La imagen procesada involucra la transformación de una imagen a otra. El resultado de la transformación es frecuentemente una función matemática del valor de la densidad de los pixels y de sus respectivos límites en la imagen. Por otro lado todas las funciones disponibles en el proceso de la imagen dentro del sistema, estan basados en el software; por consiguiente, el usuario puede desarrollar nuevas técnicas o modificarlas para resolver problemas específicos. Duff (h) (1978), Fountain (i) (1982), y Reynolds y Otto (j) (1982) han reportado diversas modificaciones al sistema. (9)

La placa radiográfica se coloca sobre el negatoscopio y el área de la radiografía donde se encuentra el punto por localizar se proyecta a la pantalla del monitor mediante la cámara de televisión, en una imagen aumentada. Entonces la computadora descompone la imagen en pixels en un numero de 96 x 96 en una escala de brillantez (por su densidad) de 64 niveles y se almacena en la memoria. Después se digitaliza y este proceso convierte la imagen de rayos X en una imagen ordenada en dos dimensiones, en este caso en un orden de numeros de 96 por lado (96 x 96).

La estructura anatómica que se analiza se puede ver

en el monitor de televisión junto con una escala de medición que se coloca sobre la radiografía. (9)

La localización de los puntos cefalométricos se obtiene mediante los siguientes procedimientos: si se requiere localizar el mentón por ejemplo, en la imagen aumentada la región de la sínfisis aparece en el monitor como una área radiopaca mezclada con un fondo homogéneo relativamente radiolúcido. Esto implica que es posible separar la región de la sínfisis del fondo, trasponiendo los valores de intensidad (densidad) en la imagen. (9)

El proceso de extracción consiste en dos pasos principales:

- A) Trasponiendo los valores de intensidad
- B) Localización del mentón señalando el punto blanco más bajo en la imagen traspuesta.

Para determinar el valor apropiado de la imagen traspuesta, se coloca un recuadro blanco (llamado ventana de expectación) sobre el área delimitada en el monitor. Entonces el valor es computado usando un algoritmo (*) seccionado para determinar el valor de la trasposición según lo determinaron Ridler y Calvard (k).

Cuando la computadora ha identificado la región, entonces procede a marcar el punto más bajo sobre la región sin la ventana de expectación. (9)

(*) Es toda descripción de un cálculo en general con un esquema de proceso que se repite. (Diccionario Rioduro de Matemáticas. Madrid, 1977)

Mediciones:

La escala colocada sobre la radiografía proporciona un marco de referencia para las mediciones de la posición del mentón. Para determinar las coordenadas del punto localizado, el operador coloca un cursor generado por la computadora, uno al principio de la escala marcada en centímetros, y luego otro al final. Estas posiciones sobre la imagen se registran en la computadora para hacer el cálculo de esta medida de la imagen aumentada.

Teniendo ya un sistema de referencia exacto y la escala apropiada, puede ser localizado cualquier punto sobre la imagen radiográfica. (9)

Las computadoras permiten al profesional realizar diversos análisis cefalométricos tradicionales como Downs, Subtenly, Bjork/Jarabak, Ricketts, Bolton; con mucho más exactitud, permitiéndole desarrollar diagnósticos más precisos ayudado de gráficas extremadamente exactas y simplificado por el uso de sistemas de teclado y manejo de un menú (lista de diversas opciones a escoger) que las hace fácilmente manejables por el odontólogo, sin tener que ser un experto en sistemas computacionales. (30)

A N A L I S I S D E M O D E L O S

El análisis de modelos es otro medio importante que se ha tomado como parte integral en un tratamiento de Ortodoncia. Junto con el examen intraoral y radiográfico, constituyen los tres pasos principales para llegar a un diagnóstico preciso y un plan de tratamiento adecuado. Con la introducción de la tecnología computacional, se

han desarrollado programas en este campo para realizar estos análisis con mucho más precisión. (4)

Con el análisis cuidadoso de los modelos, se puede obtener información diversa: como qué tan grandes están los dientes, si están rotados, espaciados o apiñados. Pero debido a que los modelos son rígidos y estáticos, existen otros datos que no se pueden obtener de ellos, por ejemplo, después del desarrollo lateral y dientes en posición correcta: habrá necesidad de desarrollo adicional en dirección antero-posterior para aliviar el apiñamiento?, cuánto se alterará la longitud de arco nivelando la curva de Spee?, y en casos de apiñamiento en dentición mixta: -- cuánto espacio se ganará o perderá por el crecimiento, -- mantenedores de espacio, rotación y angulación apropiada de los dientes?

Cada uno de estos problemas se pueden describir en términos puramente matemáticos o términos matemáticos aumentados por niveles altos de análisis estadísticos, los cuales también se derivan en una función matemática y esta, por supuesto, implica el uso de una computadora. (15)

Para generar una imagen tridimensional en la computadora, se utilizan también las coordenadas cartesianas - X-Y y una tercera, Z. Estos tres ejes se manejan dentro de los confines electrónicos de un programa computarizado, ya que las fórmulas requeridas para este proceso son básicamente de cálculo e integración, que requieren el conocimiento de expertos en cálculos numéricos, pero que pueden manejarse por el dentista muy fácilmente utilizando un -- programa en la computadora. (3)

Para que la imagen de un modelo entre a la computadora, se utiliza un digitalizador que registra las señales de las tres dimensiones de la superficie de los modelos y las almacena en la memoria de la computadora con una exactitud de décimas de milímetro. Este proceso permite la localización precisa y el tamaño exacto de los dientes, para llevar a cabo diversos análisis. (15)

Begole et al., describieron otro sistema para analizar modelos en dos dimensiones, mucho más sencillo, pero igualmente eficaz. Consiste en utilizar cinco fotografías estandarizadas de los modelos en cinco vistas diferentes a 132.6 cm. de distancia del lente (oclusales maxilar y mandibular, en oclusión lateral derecha e izquierda y lateral derecha inferior). Después se digitalizan 118 puntos en coordenadas X-Y de las fotografías y se almacenan en la memoria de la computadora. (4)

Para encontrar la información que se obtiene del análisis de modelos, la computadora lleva a cabo procedimientos de medición entre diversos puntos estratégicos para cada relación que se requiera encontrar. Mediante estos cálculos se obtienen la relación molar, overjet, overbite, líneas medias, diámetro bicanino y bimolar, longitud de arco, simetría del arco, masa dental, relación entre espacio disponible y masa dental, y coeficiente de Bolton. Todos los procedimientos se ven en la pantalla y se pueden imprimir si se requiere. (4)

Cuando se emplea una imagen tridimensional para el análisis de los modelos en la computadora, esta localiza la posición actual de los dientes, entonces estos pueden "moverse" dentro de la pantalla de la computadora, rotan-

dolos, espaciándolos, juntándolos o alterando la curva de Spee hasta encontrar la posición apropiada. Después que se determina la amplitud propia del arco, es posible entonces proporcionar las predicciones del crecimiento para el paciente, mediante información previamente almacenada de la cefalometría. (15)

Esta habilidad de la computadora para visualizar la forma apropiada del arco y la posición adecuada de los dientes, permite al dentista hacer también análisis diversos, según el caso, como son:

- Análisis de longitud de arco (Moyers)
- Análisis de Schwarz (amplitud del arco)
- Análisis de Carey
- Análisis transicional
- Análisis de dentición mixta.

La computadora alinea los incisivos superiores en su posición adecuada y el arco inferior a una relación vertical y oclusal estable y apropiada. Este es sólo un modelo que llevara 3 años y medio en alcanzarse, con el desarrollo y el tratamiento. (16)

Dentro de la práctica Ortodóntica, también se le ha dado énfasis a la descripción de la forma del arco para visualizar los cambios que pudieran ocurrir como resultado del tratamiento. Un programa computarizado también puede realizar esta tarea. Begole menciona un método que consiste en digitalizar los puntos específicos de una fotografía oclusal del modelo a escala de 1:1. Los datos en forma de coordenadas X-Y entran a la computadora, la cual genera una curva mediante funciones matemáticas de las que se obtiene una copia impresa que puede superponerse -

en la fotografía del modelo para verificar algún posible error y almacenarse para las evaluaciones subsecuentes, o al finalizar el tratamiento. (3)

Los arcos de alambre son la parte esencial del tratamiento de Ortodoncia, ya que son la parte del aparato que transmite la fuerza mediante los brackets y bandas a los dientes y periodonto, el cual resulta en movimiento ortodóntico. Los arcos de alambre diseñados inapropiadamente producen muchos problemas post-tratamiento, tales como expansión exagerada o contracción, o cambio indeseable en los arcos dentales. (5)

Debido a que hay una relación específica entre dientes, brackets, bandas y arco de alambre, el cual se puede construir basado en un sistema de coordenadas, BeGole en 1984 averiguó la naturaleza matemática de esta relación e inventó un sistema gráfico basado en computadora para producir patrones para arcos de alambre. (5)

El procedimiento se lleva a cabo mediante la digitalización de fotografías oclusales estandarizadas (utilizando una cámara de 35 mm y telefoto de 200 mm) de modelos con los brackets ya colocados. Se registran 99 puntos específicos, incluyendo de los brackets y entran a la computadora en una forma bidimensional de coordenadas X-Y. Entonces a través de la manipulación de las coordenadas de cada diente, estos se alinean por sus caras proximales en forma recta, y aquí se "pasa" el alambre por los brackets, relativamente hablando, y una vez marcados los puntos, se vuelven los dientes a su posición original, "adaptándose" el alambre en un arco apropiado. Posteriormente, se imprime la gráfica del arco para sacar el patrón en el

que se adaptará el arco de alambre real. (5)

Un programa computarizado también puede utilizarse para la predicción del espacio anterior. Hoffman (1985), refiere un programa con el cual se puede predecir si habrá espacios en el arco maxilar y el tamaño de ellos. Las medidas de los dientes alimentan a la computadora, la cual construye un arco ideal mostrando la predicable oclusión cúspide-fosa e indica cualquier espacio en el maxilar debido a discrepancias por el tamaño de los dientes.

Este procedimiento es más seguro y rápido que los métodos tradicionales como el diagrama de Bunwill-Hawley, (1), ya que este utiliza el promedio de los anchos mesiodistales de premolares y molares y no las medidas reales, como las utiliza este programa.

La computadora toma menos de 90 segundos para hacer los cálculos e imprimir un diagrama del arco y otro de las medidas dentales, el porcentaje y el grado de desviación de lo normal. Este programa se llama ESP (Easy Space Predictor) y sirve para la mayoría de las computadoras personales compatibles con la IBM. (13)

P R E D I C C I O N D E C R E C I M I E N T O

La introducción de las radiografías cefalométricas laterales estandarizadas por Broadbent y Hufnagel (m) en 1931, suministraron las bases para una evaluación seria del crecimiento facial asociado con los cambios craneofaciales. El uso de análisis cefalométricos para análisis de esqueletos, fueron posteriormente introducidos a la li

teratura ortodóntica por Bolton, Moorrees, Downs, Tweed, Steiner y Bjork,

Más tarde, las medidas cefalométricas normales fueron desarrolladas mediante variaciones óseas, dentales y de tejidos blandos. (30)

Los análisis cefalométricos computarizados fueron introducidos por Walker et al (n) en 1972, para la aplicación en el análisis de la morfología y crecimiento craneofacial.

Una técnica similar computarizada se empleó después en la Universidad de California para la evaluación de la reproducibilidad de las mediciones. Y más recientemente, el Departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial del Parkland Hospital en Dallas, Texas; ha empleado una modificación del sistema de Walker para evaluar la estabilidad de diversos procedimientos quirúrgicos. (30)

Los registros cefalométricos del crecimiento longitudinal son tal vez, la única forma válida para estudiar el crecimiento del complejo craneofacial. La colección de tales datos requiere de un proceso largo y esmerado por parte del dentista y bastante persistencia del paciente. Los análisis y mediciones de estos datos una vez tomados, son bastante lentos sin ayuda de algún sistema computarizado.

En 1985 se publicó la descripción de un Sistema de Hardware y Software integrados, para procesar este tipo de datos. (6)

El Hardware de este sistema consiste en un digitalizador conectado a una computadora, la cual almacena los datos en un diskette y en disco duro a la vez, una impresora y un graficador. El digitalizador tiene una resolución de 0.025 mm y variaciones en la exactitud de 0.125mm la cual es suficientemente sensitiva para identificar aun pequeños cambios anuales en la mayoría de las dimensiones craneofaciales.

El Software esta escrito en BASIC y tiene la capacidad de desarrollar los siguientes procedimientos: a) Digitalización de las radiografías; b) Edición y almacenaje de datos en forma de coordenadas X-Y; c) Cómputo de las mediciones y d) Análisis numérico de los datos en un desplegado gráfico. (6)

El concepto de predicción del crecimiento no es nuevo. Brodie (1941) (ñ) describió en investigaciones cefalométricas la dirección del crecimiento de varios componentes del complejo craneofacial. En estudios posteriores, Ricketts (o) introdujo pasos adicionales para la sofisticación de los conceptos de predicción de crecimiento, los cuales fueron los ingredientes básicos para la computarización posterior de la dirección y magnitud del crecimiento.

Shulhog y Bagha (p) basándose en estos conocimientos y antecedentes creados por investigaciones cefalométricas previas, utilizaron la ciencia de las biomatemáticas para computarizar los conceptos de desarrollo y crecimiento del complejo craneofacial. (10)

El programa DIGLON se utiliza para digitalizar las

radiografías. El programa permite digitalizar en cada radiografía arriba de 500 puntos mediante la creación de referencias medibles apropiadas, para su almacenamiento temporal en forma de coordenadas X-Y. Los nombres de los puntos están almacenados junto con un indicador. Este indicador se utiliza después para desplegar las marcas digitalizadas en forma de gráficas trazadas o en la pantalla de la computadora. (6)

Dado este paso, el programa DIGLON cambia a otro subprograma llamado COMLON, el cual combina todas las radiografías de un sujeto en un solo fichero. Este fichero ahora contiene la información general del paciente junto con la edad y las coordenadas de todas las radiografías ordenadas cronológicamente.

El subprograma COMLON cambia a otro subprograma llamado DRWLON que convierte las coordenadas de todas las radiografías en un sistema simple de coordenadas Silla-Nasion con la referencia en Silla y consigo la orientación del plano Silla-Nasion. (6)

Se prefiere el sistema de coordenadas Silla-Nasion por la facilidad en la identificación como puntos cefalométricos la Silla y el Nasion; generalmente se acepta la validez del plano S-N como plano de referencia para los estudios del crecimiento por las recomendaciones hechas por Brodie (1940) (5) y Ricketts et al (1979) (6) (6)

El perfil del crecimiento de cualquier medida del sujeto se puede obtener numérica o gráficamente utilizando el programa CMLON, el cual permite realizar nueve tipos de mediciones:

- 1) La distancia más corta entre dos puntos.
- 2) Altura de un punto con respecto a un plano o línea
- 3) Angulo entre tres puntos.
- 4) Angulo entre dos líneas o planos.
- 5) Medida entre uno o dos puntos proyectados en una línea
- 6) Sumar
- 7) Restar
- 8) Multiplicar
- 9) El cociente de cualquier medida ya computada. (6)

Posteriormente, con una sencilla operación matemática, se obtiene el promedio del crecimiento del perfil.

El archivero maestro de coordenadas que mensualmente se obtienen, se usan para preparar formatos computados a uno, dos, seis o doce meses; según se requiera, primero en la pantalla y luego en hojas impresas, para hacer el diagnóstico y el plan de tratamiento en Ortodoncia o Cirugía Ortognática.

Existen varias ventajas de este sistema, entre ellas el evitar perder radiografías o registros tomados a intervalos irregulares y el procesamiento automático de datos del crecimiento sin perder ningún tipo de información. (6)

La aplicación de análisis cefalométricos computarizados, permite una comparación seriada de un gran número de casos de cirugía ortognática con el fin de evaluar la eficacia de las modificaciones en las técnicas quirúrgicas, modificaciones en el post-operatorio del paciente, así como también las variaciones individuales del paciente como es el sexo, edad, tipo de deformidad y origen étnico.

co. (30)

Mediante la introducción de los datos de puntos anatómicos de tejidos duros y blandos de los cefalogramas laterales del paciente a la computadora programada para almacenar, representar gráficamente y analizarlos en un sistema de coordenadas X-Y, se pueden hacer las comparaciones a largo plazo de la estabilidad post-quirúrgica, rápida y eficientemente con un alto grado de exactitud. (30)

La capacidad que tienen los sistemas computacionales para desarrollar gráficas, permiten que las radiografías cefalométricas analizadas sean superpuestas seriadamente para visualizar los cambios post-quirúrgicos que ha ya habido. De esta forma se pueden visualizar aún cambios pequeñísimos, los cuales no podrían verse por simple superposición de radiografías separadas. (30)

C I R U G I A O R T O G N A T I C A

Schendel et al (1976) (q) fue el primero que empleo un sistema computacional mediante una versión modificada del modelo craneofacial de Walker (n) para el análisis pre y postquirúrgico del perfil osco y de tejidos blandos. Posteriormente Eisenfeld y Mishelevich (1980) (r) enfatizando en la utilidad de modelos matemáticos y estadísticos, en gráficas computarizadas encontraron una aplicación más amplia para el diagnóstico de las deformidades dentofaciales y las predicciones del perfil de tejidos blandos dentro de la Cirugía Ortognática. (7)

Con la ayuda de las computadoras se realiza el diag

nóstico y plan de tratamiento para la corrección de deformidades mandibulares y la predicción post-quirúrgica del perfil de tejidos blandos. Los programas para cirugía ortognática se han desarrollado a partir de pequeños proyectos de investigación para los análisis pre y post-quirúrgicos y de radiografías cefalométricas laterales. (7)

El Hardware utilizado en los programas para Cirugía Ortognática, consisten en el digitalizador, como dispositivo de entrada; la computadora que almacena y procesa la información recibida; el monitor en el cual se reproducen las operaciones que se realizan en el tablero y se desarrollan las respuestas a los programas en forma textual, numérica y gráfica; y una graficadora y una impresora, como dispositivos de salida en donde se obtienen copias impresas de los resultados. (7)

Los programas en general, recopilan, almacenan y analizan información proveniente de radiografías de cráneo, fotografías de la cara y dentición, mientras que solicita los requerimientos específicos de diagnóstico y plan de tratamiento para la Cirugía Ortognática. (31)

El análisis gráfico proporciona una rápida visión completa de la deformidad, y es particularmente útil si el clínico no está aún completamente familiarizado con las formas numéricas o tiene dudas acerca de su significado clínico. Los tejidos duros y blandos se dibujan en la pantalla mediante puntos continuos y separados, respectivamente. (7)

El diagnóstico de una deformidad facial se puede obtener numérica y gráficamente. En el análisis numérico, -

los valores de la deformidad son comparados con una población de parámetros que son las desviaciones medias y standard de las variables escogidas para tal efecto, obtenidas por las estadísticas, o puede ser construido basado en variables encontradas más usuales clínicamente. (7)

Básicamente, existen tres factores que influyen en el plan de tratamiento:

1.- Consideraciones dentales.- Se tornan decididamente sobre la necesidad y tipo de tratamiento ortodóntico pre-quirúrgico. Aparte del obligatorio alineamiento de los dientes, se dirige generalmente hacia la inclinación normal de los incisivos, los cuales pueden estar encubriendo o exagerando la discrepancia ósea.

Aquí la computadora corrige las inclinaciones de los incisivos a sus valores normales y las dibuja en la pantalla o sobre el diagrama si se requiere. Este movimiento dental simulado nos sirve para examinar el resultado del tratamiento ortodóntico, revela la causa de la discrepancia ósea y por consiguiente la naturaleza y extensión del problema quirúrgico.

2.- Consideraciones óseas.- Esta decide la opción de procedimiento quirúrgico.

La computadora simula los cortes quirúrgicos desplegados como líneas discontinuas para separar segmentos que ya separados pueden manipularse, movidos horizontal o verticalmente o rotados en cualquier punto o eje de la pantalla, lo cual permite al clínico tratar numerosas combinaciones.

Es decisión del cirujano si la cirugía simulada está o no en términos reales dentro de los procedimientos quirúrgicos generales.

3.- Predicción post-quirúrgica del perfil de los tejidos blandos.- El arreglo final de la cirugía simulada se dibuja en el diagrama y la extensión y dirección del movimiento de los segmentos afectados se expresa numéricamente. Esta expresión numérica se utiliza para hacer la predicción del perfil del tejido blando después de la cirugía, ya que cada punto de tejido blando es considerado como una función de diferentes puntos del tejido duro.

Por último el resultado final de la cirugía simulada se proyecta en la pantalla y en los diagramas y si el perfil de tejidos blandos no satisface al cirujano, se puede simular un procedimiento quirúrgico diferente. (31)

CAPITULO III

"APLICACION EN OTRAS AREAS"

D I A G N O S T I C O

Hace más de 20 años que se reconoció que la habilidad de las computadoras para almacenar y procesar información ofreció una posibilidad para analizar e interpretar síntomas con bastante exactitud. Los programas por computadora aplicados en la enfermedad congénita del corazón, enfermedades de la tiroides y glaucoma, han demostrado proporcionar un diagnóstico exacto comparable con la opinión de especialistas expertos.

Los primeros intentos para formular un patrón del proceso de diagnóstico se basaron en la probabilidad condicionada. Esta técnica todavía permanece útil en cualquier área en la cual los registros están disponibles para formular tablas de probabilidad seguras que engloban la relación entre síntomas y enfermedades (14)

La aplicación primaria de un sistema de diagnóstico computarizado es asistir al usuario en el diagnóstico de enfermedades o trastornos. Las computadoras pueden almacenar y recuperar con eficacia grandes cantidades de datos y ejecutar de manera rápida y precisa operaciones matemáticas y lógicas complejas. En el diagnóstico dental asisti-

do por computadora, esas capacidades para el manejo de datos se combinan con algoritmos para producir de manera ideal resultados diagnósticos que igualan o superan en precisión a los realizados por el clínico experto. (24)

En general, los procesos de diagnóstico computarizados pueden clasificarse ya sea como lógicos o como estadísticos.

Los modelos lógicos conllevan a una serie de preguntas, cuyas respuestas conducen al flujo de control del programa a través de caminos divergentes. El programa termina a la larga con la propuesta de un diagnóstico. Este método de toma de decisiones computarizado se asemeja más al proceso de diagnóstico diferencial clásico. (24)

El método lógico puede representarse mediante preguntas y respuestas. Se plantean las preguntas y se sigue una trayectoria hacia un diagnóstico (o diagnósticos) probable sobre la base de las respuestas a esas preguntas. Las preguntas planteadas se refieren a datos demográficos, datos de historia y exámenes clínicos, síntomas informados, y resultados de pruebas. La trayectoria es variable normalmente y las preguntas se vuelven más específicas y conducen finalmente a un diagnóstico en vez de más preguntas. (24)

Los métodos estadísticos realizan diagnósticos mediante una consideración matemática de las relaciones enfermedad-síntoma, así como probabilidades de enfermedad identificadas en muestras grandes de población pertinente.

El método estadístico utilizado se basa principal--

mente en el Teorema de Bayes (*). Normalmente la salida es en término de niveles de probabilidad de la enfermedad. (24)

Debido a que las tablas de probabilidad no pueden siempre derivarse de los datos existentes, se desarrollaron otras técnicas matemáticas como el sistema basado en reglas, diseñadas mediante información de libros y experiencia personal y no directamente dependiente en datos históricos clínicos. (14)

Un ejemplo de el uso de la probabilidad condicionada es para evaluar el estado de la pulpa del diente mediante un programa computarizado diseñado por Hyman y Doublecki. Para usar el programa, el dentista obtiene la historia del paciente y completa el examen clínico. Con estos datos el dentista activa o "corre" el programa y responde a sus preguntas. Basado en las respuestas del operador, el programa calcula y despliega la probabilidad que el diente involucrado este sano o padezca pulpitis reversible, irreversible o pulpa necrótica, a través de 19 sin tomas diferentes. (14)

La probabilidad condicionada de cada estado pulpar fue calculada usando el Teorema de Bayes, el cual se ex--

(*) Se basa en la probabilidad condicionada. Se determina la probabilidad de que ocurra un suceso condicionado por el hecho de que algun otro suceso haya ocurrido ya. (Estadísticas para Biología y Ciencias de la Salud, 1a. Ed., Interamericana, España (1987):97-99.

presa en estos términos, como: $P(E/S) = P(S/E) P(E)/P(S)$, donde $P(E/S)$ = la probabilidad de que una enfermedad ocurra si un síntoma particular ocurre; $P(S/E)$ = probabilidad de que un síntoma ocurra si una enfermedad particular ocurre; $P(S)$ = probabilidad de que un síntoma particular ocurra y $P(E)$ = probabilidad de que una enfermedad particular ocurra. Esto calcula la probabilidad de que una enfermedad ocurra en un paciente con un grupo conocido de síntomas. (14)

Debe comprenderse que un sistema de diagnóstico solamente funcionará como otra herramienta de diagnóstico. El cuidado propio del paciente continuará dependiendo de muchos factores. Esto incluye la producción e interpretación correcta de los síntomas del paciente, y una evaluación y análisis del diagnóstico hecho por computadora, y la realización de los requerimientos propios del tratamiento. (14)

Los sistemas de diagnóstico asisten actualmente en condición de asesores. El alcance de tal asistencia es variable y depende del usuario, el sistema, y el problema de diagnóstico. Para el dentista el sistema puede ser benéfico al proporcionar opiniones alternativas, particularmente en situaciones en las que pequeñas diferencias en un juicio de diagnóstico podrían dar por resultado tratamientos radicalmente diferentes. (24)

Para la validación de un sistema que use cualquiera de los dos métodos, el diagnóstico producido se comparará con el diagnóstico confirmado. Dependiendo de la enfermedad particular, el diagnóstico puede confirmarse por una prueba diagnóstica definitiva (en una etapa posterior al

proceso de enfermedad) por el buen resultado del tratamiento cuando éste es específico para la enfermedad, por otro evento posterior al examen o por la opinión de varios expertos. (24)

R A D I O L O G I A

El problema en un examen radiográfico es principalmente la identificación de las características de una imagen causada por un proceso patológico que se encuentran escondidas en un fondo de estructuras anatómicas normales. El problema puede considerarse así si descamos separar un signo radiográfico. Cuando en los exámenes radiográficos son importantes los cambios ocurridos en un período largo de tiempo, como cuando se sigue un proceso morboso, el signo buscado son las diferencias en el patrón radiográfico. Este signo tiene que detectarse contra un fondo de estructuras anatómicas que no han cambiado las cuales no contienen información diagnóstica de interés. Estas estructuras son llamadas "ruido estructurado". (11)

El ruido estructurado ha demostrado tener influencia considerable en la detección de las características de interés diagnóstico en la imagen radiográfica.

Revesz et al (s) argumentaron que la detección de una característica radiológica depende de las propiedades de esa característica y de aquellas características adyacentes en la cual se encuentra enclavada. Establecieron que la claridad de una lesión depende directamente de su contraste e inversamente en una medida llamada compleji-

dad de las estructuras adyacentes. (11)

Las discrepancias entre la diferencia de la densidad óptica la cual se puede percibir entre un fondo homogéneo y aquella que se puede detectar contra un fondo complejo de estructuras anatómicas indican que una reducción de la complejidad del fondo (reducción en la cantidad de ruido estructurado) aumenta la visibilidad de la lesión. Para reducir el ruido estructurado se emplea la técnica de Substracción Digital de Radiografía. (11)

En la técnica de Substracción Radiográfica se emplea una cámara de video de alta calidad con 64 niveles de densidad acoplada a un convertidor digital y a la computadora.

Se utilizan dos radiografías, una tomada inicialmente, llamada de referencia; y otra obtenida después en un período de tiempo deseado. Un requisito para la substracción radiográfica es que las proyecciones sean idénticas o casi idénticas en las dos exposiciones. (11)

Las imágenes radiográficas se descomponen en píxels y se convierten en un valor análogo de cada píxel en 64 niveles de densidad hasta que sea proporcional al promedio de la densidad óptica de las regiones correspondientes en la radiografía. Entonces la referencia radiográfica es digitalizada y convertida una imagen exacta positiva por la computadora y desplegada en la pantalla. La cámara de televisión se conecta a la pantalla y la radiografía subsecuente, en su negativo, se superpone en la imagen positiva de la referencia. (11)

Por medio de un dispositivo el cual permite a la radiografía subsecuente rotarse y moverse a lo largo de los ejes X y Y, su imagen proveniente de la cámara de televisión puede alinearse con la imagen de referencia. La radiografía subsecuente también se digitaliza.

Antes de la substracción digital de los valores de densidad en la imagen de referencia de aquellos pixels equivalentes de la imagen subsecuente, se añade un valor de densidad de 32 a cada pixel de la imagen subsecuente. Esto significa que el resultado de la substracción de la imagen tendrá un valor de densidad en el fondo de 32 que es la mitad del rango.

Cualquier diferencia entre la imagen original se -- mostrará entonces contra el fondo ya sea como áreas más oscuras o más brillantes, dependiendo de la naturaleza de los cambios de los tejidos. El contraste entre estas áreas y el fondo así como también la brillantez de la imagen puede ajustarse en realces, para mejorar las diferencias.

La aplicación del método de substracción para obtener información puede, por lo tanto, tomarse como un paso importante en el aumento de la eficiencia del diagnóstico de los métodos todavía en uso. (11)

La computadora digital ha sido apreciada ampliamente en el negocio de los radiólogos. En el adaptamiento de esta herramienta más complicada y más versátil, los radiólogos han resuelto nuevos problemas de diagnóstico y encontrado nuevas y más eficientes soluciones de algunos -- viejos problemas. En algunos casos han quedado cubiertas

aplicaciones diagnósticas que hasta hace algunos años no se consideraban posibles. (32)

Con la ayuda de las computadoras se pueden corregir distorsiones después de la exposición. Los cambios en la posición de la película en ausencia de otros defectos producen un tipo de distorsión llamada proyectiva por los matemáticos. Estas distorsiones son idénticas a las que se producen cuando se proyecta una diapositiva, por ejemplo. Una imagen de un rectángulo podría parecer como un trapecioide o un cuadrado. Estas distorsiones pueden ser corregidas "curvando" la imagen radiográfica a su forma correcta en la pantalla de la computadora. (32)

Se han hecho investigaciones para utilizar proyecciones múltiples para usarlas en técnicas de tomografías computarizadas similares a las aplicadas en medicina, produciendo una imagen tridimensional. Sin embargo, se requiere que la exposición total de la serie de radiografías sea mínima. Este requerimiento puede llevarse a cabo mediante una computadora capaz de almacenar imágenes diversas, conectada al aparato de Rayos X con un cono amplio con el cual el rayo de electrones se coloca bajo el control de la computadora. Así, la dosis de Rayos X para un examen completo en tercera dimensión de una región dental seleccionada sea menos o igual a la requerida en una sola radiografía, utilizando películas ultrarrápidas. (D-Speed Film) (32)

P E R I O D O N C I A

Existe un programa conocido como Periocheck, para la elaboración de una historia clínica parodontal, la cual es útil en la formulación de un diagnóstico preciso y detallado. El programa se desarrolla en dieciocho puntos dentro de los cuales se permite visualizar la presencia de placa, tártaro y sangrado, índice de movilidad dental, bifurcaciones y trifurcaciones comprometidas, dibujo del margen gingival, de la línea mucogingival y profundidad del sondeo. En conjunto, se pueden elaborar gráficas del estado de los tejidos parodontales de las dos arcadas y de las cuatro superficies de cada diente (proximales, palatina o lingual y vestibular). (1)

Los datos se recopilan mediante el examen instrumental: el perfil del margen gingival se obtiene midiendo la distancia del margen mismo al límite esmalte-cemento de cada diente.

La posición de la línea mucogingival se determina mediante tres medidas efectuadas en mesial, distal y el punto medio de cada diente marcando el margen gingival y la línea mucogingival.

La profundidad del sondeo se determina por doce mediciones, tres por cada lado del diente cuando la morfología dental lo permite, si no, la misma medida se repite tres veces.

Estos datos numéricos se registran en la computadora, los cuales permiten la construcción de imágenes gráficas del margen gingival, línea muco-gingival y de la pro-

fundidad de las bolsas.

Las bolsas aparecen como una línea punteada en negro, comprendido entre la línea de la profundidad del sondeo y la línea del margen gingival; este tipo de gráfica, gracias a la semejanza con la imagen radiográfica, se presta a una interpretación inmediata y análisis simultáneo del estado parodontal de las cuatro superficies de cada diente.

Esta gráfica computarizada ofrece una imagen más completa y real con respecto a la ofrecida por la radiografía. Esta última, de hecho, sólo visualiza los niveles óseos de la cresta de las superficies interproximales, contrariamente a las superficies vestibulares y linguales que quedan ocultas por la radiopacidad del diente. (1)

Para el diagnóstico de la pérdida de hueso en lesiones periodontales, se puede utilizar la técnica de sustracción digital, descrita anteriormente, que permite un diagnóstico seguro utilizando una dosis baja de radiación.

Eliminando la presencia de ruido estructurado, es posible detectar pequesísimos cambios en el nivel del hueso aún en períodos relativamente cortos de tiempo. (12)

P R O T E S I S

En el campo de la prótesis se ha producido un avance sin precedentes en las técnicas para la fabricación de restauraciones con el advenimiento de los Diseños y Fabri

cacion asistidos por Computadora (CAD/CAM software).

En 1985 en el Congreso Internacional de la Asociación Francesa, el Dr. François Duret (t) hizo una demostración de un sistema automatizado para producir restauraciones protésicas por computadora sin necesidad de tomar impresiones.

Este sistema utiliza un explorador laser para producir una imagen de la boca del paciente. El dato se procesa mediante un software de forma y reconocimiento; se visualiza en la pantalla y se transfiere a un software CAD/CAM diseñado para este propósito, y se crea un modelo tridimensional de el lugar donde la prótesis va a ser colocada.

Una sonda óptica mide las coordenadas tridimensionales de el diente preparado para la restauración y de los dientes adyacentes. La señal creada por el laser es recogida y convertida en una señal digital y registrada en la computadora. Esta señal es procesada y el resultado se despliega en la pantalla. La sonda óptica se pasa por los dientes involucrados cuatro veces y se obtienen cuatro imágenes que deben ser aceptables. Los datos procedentes del diente preparado, de los dientes adyacentes y antagonistas, se registran en menos de tres minutos.

El sistema de CAD/CAM se corre en una microcomputadora y se usa para crear un modelo sólido de la superficie donde se colocará la prótesis.

La configuración interna de la prótesis se determina por formas dinámicas del flujo, espesor y resistencia

del agente sellador (cemento). La forma externa depende - del volumen en las áreas de contacto, la convexidad vesti bular y lingual, y de la articulación. Se hace un último registro de los datos requeridos de la boca del paciente antes de que la preparación sea fabricada, permitiendo -- que la morfología del diente sea reconstruida exactamente igual, o en caso de la destrucción severa de el diente, - el reemplazo es generado de formas anatómicas ya programa das.

La computadora también registra la función de la ar ticulación temporomandibular hasta que la superficie oclu sal se forme apropiadamente. El modelado completo en la - pantalla toma de 2 a 10 minutos.

Cuando el diseño de la prótesis se completa, los co mandos del software de Fabricación Asistida por Computado ra, generan una trayectoria por control numérico mecánico para elaborar la prótesis en tres ejes milimétricos. La - prótesis se fabrica con una tolerancia de 80 milimicras y el proceso de fabricación requiere de 15 a 20 minutos.

Este sistema es capaz de fabricar inlays, onlays, - coronas tres cuartos, coronas totales, puentes de tres u- nidades y dentaduras completas a partir de un bloque sóli do.

Las coronas pueden fabricarse de oro, resina, meta- les no preciosos o cerámica. Una corona completa puede fa bricarse y colocarse en una sola cita en menos de una ho- ra. (26)

O D O N T O L O G I A F O R E N S E

En la última década se ha popularizado ampliamente la identificación de restos mortuorios con la ayuda de -- computadoras.

Las imágenes ante-mortem pueden sobreponerse en el cráneo por identificar y el tejido puede arreglarse sobre el hueso o sobre imágenes radiográficas para lograr una - reconstrucción facial completa. Este método se utiliza am pliamente en cirugía plástica y reconstructiva.

Debido a que ya está perfectamente demostrado que - factores como tamaño, forma, abrasión, rotaciones, diaste mas, giroversiones y características accidentales como -- ruptura, no existen dos dentaduras que sean exactamente i guales, por lo tanto las marcas de los dientes son únicas.

La evidencia de marcas de mordedura puede analizar- se mediante el uso de digitalizadores o cámaras de video acopladas a la computadora. Con diversas técnicas y apoya dos en las pruebas serológicas y de grupos sanguíneos, se puede encontrar una prueba legal más confiable que la de los métodos tradicionales. (21)

En el caso de desastres en masa, la labor del odon- tólogo es imprescindible para la identificación de los ca dáveres, o muchas veces sólo restos de ellos, debido a -- que las estructuras más durables y resistentes son los -- dientes, pues pueden resistir temperaturas de hasta 482°C antes de reducirse a cenizas, y es evidente que las res- tauraciones metálicas resisten aún mucho más.

En este tipo de desastres el odontólogo debe recaabar un gran volumen de información ante-mortem y post-mortem, la cual debe clasificar y relacionar. Con la ayuda de la computadora este trabajo se simplifica considerablemente debido a que se puede desplegar información visual de los registros ante-mortem y post-mortem simultáneamente en la pantalla. (20)

También puede acelerar el método tradicional de asociación y exclusión utilizado para colocar a la víctima desconocida o restos de ella en categorías más y más pequeñas hasta que resulte la identificación por sus características dentales, de sexo, edad o algún otro rasgo particular.

Una ventaja es que la computadora se puede llevar al lugar mismo del desastre pues tiene un peso de 4.5 Kg. y la versatilidad de algunas de ellas permite usar la corriente eléctrica normal de 110v o corriente de 12v suministrada por pilas alcalinas. (20)

A R C H I V O D E I N F O R M A C I O N

La información obtenida de los pacientes es de suma importancia para el diagnóstico y plan de tratamiento adecuado. La información registrada de el examen clínico es comúnmente representada en forma de símbolos y marcas en un esquema de la dentadura y almacenada en carpetas, las cuales van formando paulatinamente un archivo.

Cuando el flujo de pacientes es bastante alto, el -

archivo clínico se hace tan amplio que en lugar de ser una ayuda, se convierte en un problema.

Para estos propósitos se han diseñado una infinidad de programas computarizados para organizar más eficientemente el consultorio. (29)

Todos los software existentes para la organización del consultorio contienen funciones claves que son la base de su operación. Estas funciones incluyen registro de pacientes y conservación de la información, archivo y expedición de recibos y agenda de pacientes.

Para el registro de pacientes, los programas automáticamente preguntan por la información general como el nombre, dirección, teléfono, ocupación, agencia del seguro y signos vitales. Recopilada esta información, se despliega en la pantalla un formato para hacer los registros dentales tales como tipo y localización de las restauraciones, extensión y tipo de caries, restauraciones defectuosas, dientes ausentes y presencia de otras anomalías. (17)

Para esquematizar los registros dentales, se utiliza normalmente un cursor en la pantalla que "pinta" el diente que se requiere. De esta forma se hacen todos los registros necesarios posteriores al tratamiento para archivarlos después en cualquier forma de memoria externa que se desee.

La mayoría de los programas incluyen un procesador de palabras con el cual se pueden escribir diversos tipos de cartas para recordar, referir, felicitar, cobrar y ha-

cer otro tipo de tareas escritas. (29)

Todo el conjunto de información agrupada constituye una base de datos, con la cual se puede diseñar un archivo perfectamente ordenado, del cual se pueda solicitar -- cualquier información en cuestión de segundos. (22)

Una base de datos permite almacenar información para la evaluación de métodos de tratamiento, de investigación epidemiológica y en general de cualquier tipo de investigación científica que permita acrecentar el conocimiento en el campo odontológico y médico. (29)

C O N C L U S I O N E S

El lanzamiento de las computadoras personales han - hecho que muchas personas tomen conciencia de lo que son las computadoras y de lo que son capaces de hacer. Estas pequeñas computadoras ofrecen un medio personalizado de - procesamiento de datos a costos relativamente bajos. Hoy en día, las PC se están convirtiendo en una herramienta - indispensable para el profesionalista tanto en el consulto- rio como en el hogar.

Las aptitudes demostradas de las computadoras han - hecho que se les encuentre una amplia utilidad en el cam- po de la odontología proporcionando al dentista un medio tanto de ayuda como de superación profesional, puesto que es deber del odontólogo evitar quedarse al margen de los adelantos científicos y tecnológicos que tienen impacto - trascendente en las Ciencias de la Salud, particularmente en la profesión odontológica.

Los programas computarizados mencionados a lo largo de este trabajo, son solamente algunos ejemplos de una amplia variedad de programas que inicialmente fueron diseñados para estudios e investigaciones, y fueron en su momento, sólo proyectos; pero que al cabo del tiempo se han -- llevado a la práctica común y se encuentran ahora disponibles en el mercado debido a sus excelentes resultados.

Si bien es cierto que el desarrollo tecnológico en nuestro país se ve limitado por una economía continuamen-

te en crisis, existen ya empresas en México que han desarrollado sistemas de automatización excelentes para su uso en el consultorio a precios bastante accesibles. Es evidente que a medida que la tecnología avanza y los sistemas computacionales se abaratan, no se encuentra muy lejos el día en que cada consultorio cuente con un sistema computarizado a su servicio.

Por último, no olvidemos que la información es la médula de una sociedad civilizada. La efectividad y rapidez con que esta es generada, procesada y comunicada determina la magnitud del progreso social.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Agudio, G., Clauser, C., Cortellini, P., Pini Prato, G. P., y --
Bartolucci, E.-
"Il Computer in Parodontologia. Nota II: La Diagnosi"
En: Mondo Odontostomatologico, Vol. 6 (1986): 19-25
- 2.- Andria, L. M.-
"The Computer in a Private Office"
En: Stewart, R. E., Pediatric Dentistry, C. V. Mosby, I Ed. -
Capt. 16, St. Louis, (1982): 310-316
- 3.- BeGole, E. A.-
"A Computer Program for the Analysis of Dental Arch Form - -
using the Cubic Spline Function"
En: Computer Programs in Biomedicine, Vol. 10 No. 2 (1979):
pp. 136-142
- 4.- BeGole, E. A., Cleall, J. F., Gorny, H. C.-
"A Computer Program for the Analysis of Dental Models"
En: Computer Programs in Biomedicine, Vol. 10 No. 3 (1979): -
pp. 261-270
- 5.- BeGole, E. A.-
"Computer based Methodology for Construction of Orthodontic -
Arch Wire Templates"
En: Computer Programs in Biomedicine, Vol. 19 (1984):61-68
- 6.- Bhatia, S. N., Sowray, J. H.-
"A Computer-Aided Design for Orthognathic Surgery"
En: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Vol.-
22 No. 4 (1984): 237-253
- 7.- Bhatia, S. N.-
"An Interactive Computer Program for Recording and Analysing
longitudinal cephalometric growth material"
En: British Journal of Orthodontics, Vol. 14 No. 4 (1987):
pp. 299-304
- 8.- Bice, R. W.-
"Reproducibility of Natural Head Position as a Cephalometric
Plane of Reference"
En: Thesis of University of Missouri-Kansas City. (1985)
- 9.- Cohen, A. M., Linney, A. D.-
"A Preliminary Study of Computer Recognition and Identification
of Skeletal Landmarks as a New Method of Cephalometric Analysis"
En: British Journal of Orthodontics, Vol. 11 (1984): 143-154

- 10.- Chaconas, S. J.-
"Computerized growth forecasting"
En: Stewart, R. E., Pediatric Dentistry, Capt. 15, I Edicion,
C. V. Mosby, St. Louis (1982): 303-309
- 11.- Gröndahl, H. G., Gröndahl, K., Webber, R. L.-
"A digital subtraction technique for dental radiography"
En: Oral Surgery, Vol. 55 No. 1 (1983): 96-102
- 12.- Gröndahl, K., Gröndahl, H. G., Webber, R. L.-
"Digital subtraction radiography for diagnosis of periodontal
bone lesions with simulated high-speed systems"
En: Oral Surgery, Vol. 55 No. 3 (1983): 313-318
- 13.- Hoffman, P.-
"Anterior space prediction with a microcomputer"
En: Journal of Clinical Orthodontics, Vol. 19 No. 1 (1985),
pp. 34-35
- 14.- Hyman, J. J., Doblecki, W.-
"Computerized endodontic diagnosis"
En: Journal of the American Dental Association, Vol. 107 No. 11
(1983): 755-757
- 15.- Jones, P. L., Spahl, T. J., Smith, D. D., Ohlendorf, M., Smith, N.
"Computers: their role in Orthodontic-Orthopedic Diagnosis"
En: The Functional Orthodontist, Vol. 3 No. 3 (1986):26-34
- 16.- Kamp, A. A.-
"Moyer's analysis for arch length determination in the mixed
dentition adapted for the Apple II personal computer"
En: General Dentistry, Vol. 35 No. 1 (1987): 29-31
- 17.- Kogon, D. M.-
"Dental Management: System Software"
En: Journal of Canadian Dental Association, Vol. 54 No. 2 (1988)
pp. 93-99
- 18.- Kogon, D. M.-
"Understanding computer hardware"
En: Journal of Canadian Dental Association, Vol. 54 No. 2,
(1988): 87-89
- 19.- Lopez, F. J.-
"Diagnosis with Computer-Aided Drafting"
En: Journal of Clinical Orthodontics, Vol. 20 No. 5 (1986):
pp. 327-329

- 20.- Lorton, L., Langley, W. H.-
"Design and use of a computer-assisted postmortem identification system"
En: Journal of Forensic Sciences, Vol. 31 No. 3 (1986):972-981
- 21.- Neiburger, E. J.-
"Aplicaciones computacionales en la Odontología"
En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Vol. 4 (1986):
pp. 647-663
- 22.- Orilia, L. S.-
Las Computadoras y la Información. Edit. McGraw Hill, III Ed.,
México, (1987):10-480
- 23.- Petroski, P.-
"Alfabetismo Computacional"
En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Vol. 4 (1986):
pp. 639-645
- 24.- Ralls, S. A., Cohen, M. E., Southard, T. E.-
"Diagnóstico dental asistido por computadora"
En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Vol. 4 (1986):
pp. 715-730
- 25.- Ramos, F.-
"La computadora en el consultorio dental"
En: Práctica Odontológica, Vol. 8 No. 9 (1987): 85-86
- 26.- Rekow, D.-
"Computer-aided design and manufacturing in dentistry: A review
of the State of the art"
En: Journal of Prosthetic Dentistry, Vol. 58 No. 4 (1987):
pp. 512-516
- 27.- Richardson, A.-
"A comparison of traditional and computerized methods of ce-
phalometric analysis"
En: European Journal of Orthodontics, Vol. 3 (1981): 15-20
- 28.- Ruiz, A.-
"La computadora en el consultorio"
En: Práctica Odontológica, Vol. 8 No. 9 (1987):101
- 29.- Southard, T. E., Ralls, S. A.-
"A computerized dental examination record system"
En: Computerized Biological Medicine, Vol. 16 No. 1 (1986):
pp. 59-67

- 30.- Thomas, K. A., Cook, S. D., Westfall, R. L.-
 "CEPHS- A system for computer analysis of cephalometric radiographs"
 En: Computer Programs in Biomedicine, Vol. 18 (1984):193-216
- 31.- Walters, H., Walters, D. H.-
 "Computerised planning of maxillo-facial osteotomies: the program and its clinical applications"
 En: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Vol. 24 No. 3 (1986): 178-189
- 32.- Webber, R. L.-
 "Computers in dental radiography: a scenario for the future"
 En: Journal of the American Dental Association, Vol. 111 No. 3 (1985): 419-424

C I T A S B I B L I O G R A F I C A S

- a) Midtgard, Bjork y Linder Aronson.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position as a cephalometric plane of reference"
 En: Tesis of University of Missouri-Kansas City. (1985):3-20
- b) Baumrind y Frantz.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position as a cephalometric plane of reference" En: Tesis of University of Missouri-Kansas City. (1985):3-20
- c) Bjork y Solow.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position as a cephalometric plane of reference"
 En: Tesis of University of Missouri-Kansas City. (1985):3-20
- d) Broch, Slagsvold y Rosler.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position as a cephalometric plane of reference"
 En: Tesis of University of Missouri-Kansas City. (1985):3-20
- e) Ricketts, Bench, Hilgers, Schulhoff.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position as a cephalometric plane of reference"
 En: Tesis of University of Missouri-Kansas City. (1985):3-20

- f) Baumrind y Miller.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position - as a cephalometric plane of reference", Thesis of Univ. of Missouri-Kansas City. (1985):3-20
- g) Bondevik, Rosler y Slagsvold.-
 En: Bice, R. W., "Reproducibility of natural head position - as a cephalometric plane of reference", Tesis of Univ. of Missouri-Kansas City (1985):3-20
- h) Duff,-
 En: Cohen, A. M., Linney, A. D., "A preliminary Study of -- Computer recognition and identification of skeletal -- landmarks as a new method of cephalometric analysis" En: British J. of Orthod., Vol. 11 (1984):143-154
- i) Fountain,-
 En: Cohen, A. M., Linney, A. D.- "A preliminary study of - computer recognition and identification of skeletal - - landmarks as a new method of cephalometric analysis" En: British J. of Orthod., Vol. 11 (1984): 143-154
- j) Reynolds, y Otto.-
 En: Cohen, A. M, Linney, A. D., "A preliminary Study of -- Computer recognition and identification of skeletal - - landmarks as a new method of cephalometric analysis" En: British J. of Orthod., Vol. 11 (1984): 143-154
- k) Ridler y Calvard.-
 En: Cohen, A. M., Linney, A. D.- "A preliminary study of -- computer recognition and identification of skeletal - - landmarks as a new method of cephalometric analysis" En: British J. of Orthod., Vol. 11 (1984): 143-154
- l) Bunwill-Havley,-
 En: Hoffman, P., "Anterior space prediction with a microcomputer", En: J. of Clin. Orthod., Vol. 19 No. 1 (1985): pp. 34-35
- m) Broadbent y Hufnath.-
 En: Thomas, K. A., et al.: "CEPHS- A system for computer analysis of cephalometric radiographs" En: Com. Progr. in - Biomedicine, Vol. 18 (1984): 193-216
- n) Walker, -
 En: Thomas, K. A., et al.: "CEPHS- A system for computer analysis of cephalometric radiographs" En: Com. Progr. in - Biomedicine, Vol. 18 (1984): 193-216

- n) Brodie.-
 En: Chaconas, S. J., "Computerized growth forecasting" En: -
 Stewart, R. E., Pediatric Dentistry, Capt. 15, C. V. Mos
 by, I Ed., St. Louis (1982): 303-309
- o) Ricketts,
 En: Chaconas, S. J., "Computerized growth forecasting" En:
 Stewart, R. E., Pediatric Dentistry, Capt. 15, C. V. Mos
 by, I Ed., St. Louis (1982): 303-309
- p) Shulhof y Bagha.-
 En: Chaconas, S. J., "Computerized growth forecasting", En:
 Stewart, R. E., Pediatric Dentistry, Capt. 15, C. V. Mos
 by, I Ed., St. Louis (1982): 303-309
- q) Schendel.-
 En: Bhatia, S. N., "An interactive computer program for re--
 cording and analysing longitudinal cephalometric growth
 material" En: British J. of Orthod., Vol. 14 No. 4 (1987)
 pp. 299-304
- r) Eisenfeld y Mishelovich.-
 En: Bhatia, S. N., "An interactive computer program for re--
 cording and analysing longitudinal cephalometric growth
 material" En: British J. of Orthod., Vol. 14 No. 4 (1987)
 pp. 299-304
- s) Revesz.-
 En: Gröndahl., H. G., et al: "A digital subtraction techni--
 que for dental radiography" En: Oral Surg., Vol. 55 No. 1
 (1983): 96-102
- t) Duret.-
 En: Rekow, D., "Computer-aided design and manufacturing in -
 dentistry: a review of the state of the art" En: J. of -
 Prost. Dent., Vol. 58 No. 4 (1987): 512-516