

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
IZTAPALAPA**

430

DIVISION CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA



Casa abierta al tiempo

**DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA EL
MANEJO DE REGISTROS NEUROFISIOLÓGICOS.
ETAPA 1: MAPEO CEREBRAL**

ALUMNA

I. B. VIRGINIA GONZALEZ VELEZ

ASESORES

DRA. VERONICA MEDINA BAÑUELOS

DR. TEODORO B. FLORES RODRIGUEZ

ENERO DE 1997

MAESTRIA EN INGENIERIA BIOMEDICA

Agradecimientos

A la Dra. Blanca Flores por su incesante entusiasmo e invaluable ayuda.

Al Dr. Teodoro Flores con toda mi admiración por sus enormes deseos de enseñar y seguir aprendiendo.

A Eloísa, por su participación oportuna y desinteresada.

A mis amigos por su apoyo constante y sincero que me ayudó a cristalizar esta meta.

A mi hermano, por enseñarme el camino.

A mi madre, por su fortaleza y ternura.

Nota para el lector

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto entre la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y el Instituto Nacional de la Comunicación Humana, ambas instituciones importantes dentro de su ramo y que han hecho posible la presencia de trabajos interdisciplinarios como éste. La experiencia en el área médica del Instituto, aunada a las herramientas manejadas por la Universidad permitieron culminar una primera etapa en el desarrollo de un proyecto tan ambicioso como fascinante.; de ahí que el título del trabajo lo defina como una primera etapa de la meta.

El sistema descrito en este texto ha quedado implantado en el área de Mapeo Cerebral del Instituto, a fin de que sea de utilidad en la labor diaria que lleva a cabo el personal adscrito a ella. Todos los detalles teóricos, de diseño y de implantación podrán encontrarse al ir recorriendo el documento. Si el lector juzgara interesante saber más acerca del sistema, puede acudir a la Universidad y consultar el disco flexible que se encuentra a resguardo en la biblioteca, o bien, puede solicitar una sesión de prueba en el área de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas con la Dra. Verónica Medina Bañuelos, asesor del proyecto. En este lugar se cuenta tanto con las versiones fuente como las compiladas.

Índice

Antecedentes	1
Introducción	3
Marco teórico	5
1 Electroencefalografía	5
1.1 Introducción	5
1.2 Valor clínico del Electroencefalograma	7
1.3 Pruebas neurofisiológicas para electrodiagnóstico	10
1.4 Mapeo de la actividad eléctrica del cerebro (BEAM)	10
2 Necesidad de contar con sistemas de mapeo cada vez más completos	14
3 Sistemas Médicos Basados en Computadora (CBMS)	15
3.1 ¿Por qué usar un Sistema Administrador de BD? (DBMS)	16
3.2 Sistemas para manejo de información clínica	17
3.3 Interfases de usuario	18
Objetivos	21
I. Estudio de necesidades	22
1.1 Logística de manejo de un paciente del INCH	22
1.2 Organización y requerimientos del Departamento de Neurofisiología	29
1.2.1 Personal involucrado	29
1.2.2 Flujo interno de información	30
II. Planteamiento de la solución	40
II.1 Especificación de recursos del Departamento	40
II.1.1 Humanos	40
II.1.2 Materiales	40

II.2 Características de la propuesta	41
II.2.1 Puntos esenciales a cubrir	41
II.2.2 Módulos planteados	42
II.2.3 Análisis funcional	44
II.2.4 Diseño lógico	51
II.3 Implantación del diseño	63
II.3.1 Criterios para elección del DBMS	63
II.3.2 Requerimientos de la aplicación	63
II.3.3 Detalles de construcción	64
III. Discusión de resultados	66
III.1 Evaluación del sistema	66
III.2 Pruebas de funcionamiento	68
III.2.1 Carga de archivos de mapeo	68
III.2.2 Módulo Mapeo estadístico	68
III.3 Problemática del enfoque adoptado	69
III.3.1 Manejo de toda la información	69
III.3.2 Recuperación de archivos de datos	69
III.3.3 Filosofía de diseño	70
III.3.4 Barreras de implantación	71
Conclusiones	75
Referencias	79
Apéndice A. Notación	82
Apéndice B. Manual de usuario	85

Antecedentes

El proyecto descrito en este documento abarca dos líneas de conocimiento, la computación y la neurofisiología, en particular, la electroencefalografía. Actualmente, poder contar con una herramienta de apoyo al diagnóstico para registros de mapeo cerebral no es difícil, ya que existen diversos equipos capaces de realizar este tipo de estudios con enormes cualidades de desempeño. Generalmente todos los equipos de mapeo permiten registrar la actividad eléctrica cerebral a diferentes frecuencias de muestreo, editar las épocas adquiridas y realizar el cálculo del espectro de frecuencia, si así se solicita. Los mapas topográficos a colores que generan van desde los correspondientes al espectro del electroencefalograma bajo diferentes entornos clínicos, hasta los que describen la actividad eléctrica en respuesta a estímulos sensoriales bien definidos. Las facilidades particulares de cada uno los hacen diferentes en operación y uso, pero esencialmente persiguen el mismo fin: dotar de un medio poderoso de auxilio en el diagnóstico de enfermedades relacionadas con el funcionamiento del cerebro.

Algunos de estos equipos comerciales ofrecen, además de ciertas cualidades en la generación de mapas de actividad eléctrica cerebral, una ayuda en el manejo de la información que sustenta el registro; ésto es fácil de entender, ya que un estudio médico no tiene mayor valor si no es correctamente asociado al paciente y a las características de su desorden clínico. Sin embargo, la forma como se permite el manejo de esta información es algo acorde a la firma que diseña el equipo, por lo que no corresponde forzosamente a las necesidades del gabinete que lo utiliza. Casi todos los equipos permiten almacenar el registro junto con los datos personales básicos del paciente al que pertenecen [Stel92, Neur94], mientras que sólo en algunos hay forma de utilizar simultáneamente el registro eléctrico y los datos personales e históricos de los sujetos en cuestión [Nico92].

Las tendencias en cuanto al diseño de equipos de apoyo a las áreas de Neurofisiología de una institución de salud son diversas, y van desde la sustitución del papel por el monitor de una computadora [Nico92, Neur94] hasta el despliegue de mapas de actividad eléctrica en tres dimensiones [Neur95]. En cuanto a las interfases de usuario, los diseños tienden a ser cada vez más gráficos y menos textuales, de manera que el médico sea capaz de acceder a los procesos que requiera mediante el manejo de un ratón o un lápiz óptico [Neur94, Nico92].; en algunos casos ésto va junto con el uso de plataformas estándares que le permitan al usuario comunicar su equipo con otras computadoras [Neur95]. Finalmente, por lo que se refiere al manejo de información de paciente, las propuestas se dirigen a permitir, cada vez con mayor facilidad, el almacenamiento y recuperación de aquella información requerida por el médico para interpretar el estudio; algunos equipos incluso ofrecen comparaciones estadísticas con grupos normativos de pacientes de diferentes patologías, como guía en la interpretación de resultados [Nico92].

Tomando en cuenta las carencias que un equipo comercial presenta en cuanto a manejo de información clínica de interés para el médico, y tratando de explotar las cualidades ofrecidas por los equipos existentes en el Departamento de Neurofisiología del Instituto Nacional de la Comunicación Humana (INCH) (ver figura A.1), se propuso un proyecto que permitiera la utilización de la información con que se cuenta, toda vez que aportara una base sólida para el desarrollo de una herramienta de ayuda en la interpretación de los estudios de mapeo cerebral que se realizan ahí. La idea fundamental fue construir un sistema de manejo de registros neurofisiológicos que incluyera pruebas neurofisiológicas tales como la Electromiografía, las pruebas de Estimulación Repetitiva, las pruebas de Conducción Nerviosa, los Potenciales Evocados y el Mapeo Cerebral, haciendo especial énfasis en esta última para orientar el proyecto hacia el uso del mapeo estadístico dentro del área de Mapeo Cerebral del Instituto. Sin

embargo, durante la fase de análisis fue necesario considerar todas ellas ya que el objetivo final es que el trabajo sea fácilmente extensible a las otras pruebas de interés y que son estudios de rutina de cualquier gabinete de Neurofisiología Clínica.

El sistema descrito en este trabajo representa una importante ayuda en el área de Mapeo Cerebral donde diariamente se llevan a cabo estudios en personas con desórdenes neurológicos, de comunicación y de aprendizaje, los cuales no pueden ser fácilmente caracterizados, y que sin embargo, clínicamente son dignos de ser estudiados. Durante los años que lleva realizando su labor esta área, se ha hecho uso de diferentes equipos semiautomatizados de apoyo al diagnóstico; uno de ellos, el más antiguo, ha hecho posible la construcción de un conjunto de registros de más de 4000 ítems. La cantidad y calidad de estos registros son sumamente valiosas para los especialistas del Departamento, por lo que es necesario contar con un sistema que permita el adecuado manejo, procesamiento y análisis estadístico de dicho conjunto, que aumenta día con día. Más aún, con estos datos se han formado grupos de pacientes que comparten un cierto diagnóstico y que analizados en conjunto a partir de sus mapeos, hacen posible que los médicos cuenten con un elemento más para tener un seguimiento clínico veraz.

La enorme cantidad de información generada diariamente en el departamento, así como su heterogeneidad e interrelación, han hecho que se requiera de algún medio automatizado que permita el mejor uso de ella, toda vez que se almacene de manera que se facilite su recuperación. La concepción de diseño del sistema fue permitir la adecuada utilización de toda la información al tiempo que se pudiera estandarizar la manera como deberá comunicarse a las otras áreas involucradas con la de Mapeo Cerebral, que es el área con quien se ha colaborado desde el principio del trabajo y quien es el usuario final.

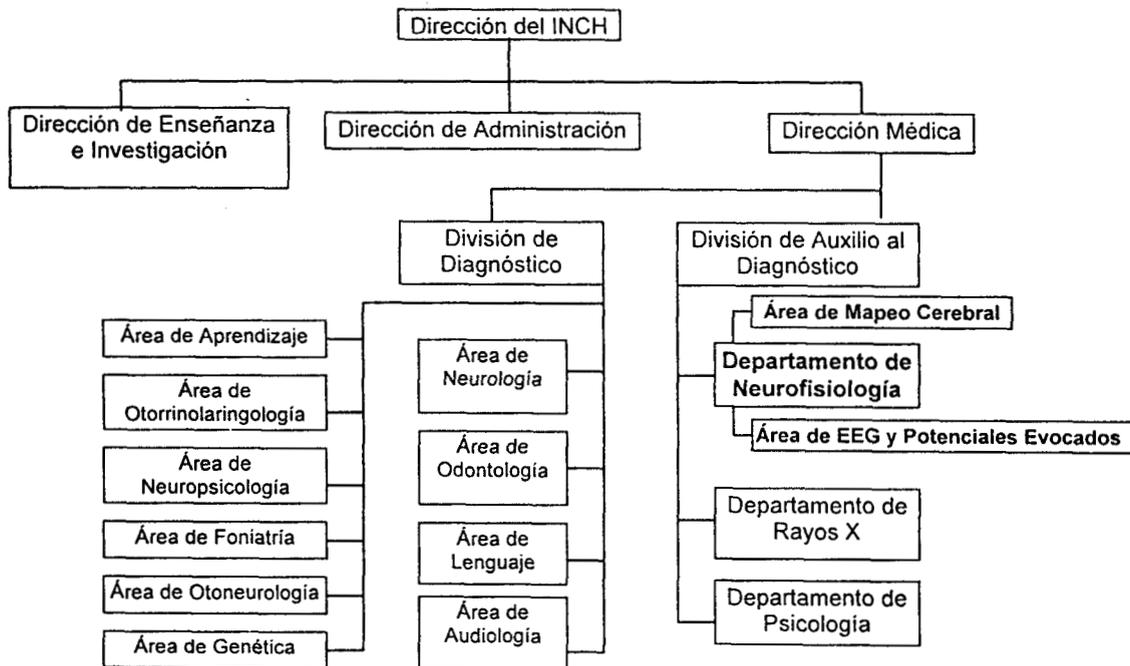


Figura A.1 Organigrama del Instituto Nacional de la Comunicación Humana, SS, México.

Introducción

En la actualidad es común encontrarse con sistemas automatizados o semiautomatizados de registro y análisis de diversas variables fisiológicas, lo cual es particularmente claro en instituciones hospitalarias cuyos objetivos abarcan tanto la clínica como la investigación médica. Las pruebas neurofisiológicas para electrodiagnóstico son primordiales en la valoración de una persona con sospecha de daño neurológico ya que permiten, de una manera objetiva, medir las capacidades de respuesta del cerebro ante diversos estímulos.

El Mapeo Cerebral, visto siempre como una extensión del electroencefalograma (EEG), constituye un acercamiento multidisciplinario utilizado para integrar información acerca de la estructura del cerebro y su funcionamiento. Desde la organización microscópica hasta la macroscópica del cerebro, el mapeo cerebral puede realizarse registrando, gracias al uso de dispositivos especiales para la adquisición de señales eléctricas, el comportamiento eléctrico que presenta el cerebro humano en condiciones sanas, de enfermedad y postmórtem; claramente, si se obtiene el mismo registro en animales, también se conocerá la estructura y funcionamiento de sus cerebros.

A diferencia de otros acercamientos reduccionistas utilizados en la ciencia médica, en donde la explosión de información ha resultado en una creciente subespecialización y diversificación, el mapeo cerebral integra muchas fuentes de conocimiento para producir una vista panorámica cuyo valor es mayor a la suma del valor de cada parte que la conforman; requiere de una única combinación de talentos y habilidades de especialistas en neurociencia, ciencia computacional e informática [Web88]. Esta rica colaboración interdisciplinaria ha creado un pilar a partir del cual el campo del mapeo cerebral ha crecido, a tal grado que dentro de un laboratorio de Neurofisiología o Neuroimagenología, el mapeo cerebral ha sido aceptado como un proyecto multidisciplinario que rompe con las barreras convencionales entre individuos, departamentos e incluso, instituciones. Con ello, puede verse que la tendencia es la construcción de conjuntos de datos válidos y específicos que describan la parte neurológica de manera gráfica y, por supuesto, estadística. Una de las metas finales del mapeo cerebral es entonces, proporcionar los medios para que los investigadores y estudiantes puedan aprender sobre el funcionamiento del cerebro bajo diversas condiciones, a través de un conjunto integrado de datos recolectados y almacenados adecuadamente en librerías digitalizadas que siguen la filosofía de las bases de datos.

Usando la técnica básica de Mapeo de la Actividad Eléctrica Cerebral [DBL79] se desarrolló un sistema que permitiera la visualización clara y objetiva de características clínicamente relevantes en estudios relacionados con la comunicación humana, tomando como sustento el resultado presentado en mapas espectrales en las bandas de frecuencia convencionales. Permitiendo comparar los parámetros estadísticos de una persona con los de un grupo (*prueba z*) con el fin de conocer su grado de pertenencia a él, y los de dos grupos distintos (*prueba t*), se pretende establecer su distancia en términos clínicos. Asociado a estas pruebas se genera un cálculo extra que incrementa la objetividad de los valores obtenidos llamada *prueba p*.

Con la idea de conjuntar toda la información que es requerida por los especialistas para valorar el mapa que observa en la pantalla de la computadora, el sistema da acceso a esa información de manera bien estructurada, en tiempo y en forma. Para ello, se diseñó *exprofeso* una base de datos que permite la

comunicación con las etapas de análisis estadístico y de despliegue, utilizando la misma plataforma de desarrollo. Bajo esta perspectiva, el paciente es visto como la entidad central que le da coherencia a toda la información que es manejada al interior del sistema. Todo lo que en él se almacena tiene que ver necesaria y estrictamente con lo requerido para comprender, analizar y diagnosticar el estado de salud neurológica de la persona y que pudiera estar vinculada con la comunicación establecida con su entorno.

Organización del texto

Esta tesis está elaborada de manera que explique cómo surgió la necesidad de crear el proyecto descrito en ella, incluyendo los detalles de creación y validación del mismo. Al revisar los antecedentes y la introducción el lector podrá formarse una idea clara de la necesidad cubierta además de la forma como se acordó hacerlo, ubicando el área con la cual se colaboró durante todo el desarrollo.

En el marco teórico se ha pretendido dar un panorama muy resumido de los conocimientos previos a los que hubo que acceder para cristalizar la idea original. Por ello se tiene un capítulo que contiene discusiones sobre temas de varias áreas del conocimiento, tales como Neurofisiología y Computación, que son los ejes que soportaron el desarrollo del proyecto.

Una vez que se comentan los objetivos del trabajo y que se conoce la necesidad a cubrirse y los elementos teóricos que lo sustentarán, se entra propiamente a la descripción *in extenso* del proyecto, la cual se dividió en tres capítulos:

Estudio de necesidades

Aquí se profundiza en los elementos que definen la línea que se siguió en la solución propuesta, así como la manera como se conocieron estos elementos,

Planteamiento de la solución y construcción del sistema

En este capítulo se explica la solución propuesta y se plantean las ventajas y limitantes de la estrategia adoptada; ésto tomando en cuenta tanto las necesidades del usuario, previamente analizadas en la primera etapa, como los enfoques seguidos por otros trabajos similares; además, se comentan algunas pruebas de los procesos cruciales del sistema, siendo éste un apartado de gran importancia para entender la problemática involucrada. Además, en este capítulo puede encontrarse los detalles de la metodología empleada para la construcción del sistema y que permitieron que se cristalizara la primera etapa del proyecto, Mapeo Cerebral, siguiendo un diseño que cubriera los requerimientos dejando las bases que le permitan dar continuidad.

Discusión de resultados

Se describen la metodología de evaluación del sistema y las pruebas de funcionamiento realizadas para concluir con los factores críticos relevantes que surgieron como consecuencia del desarrollo del trabajo.

Finalmente en las conclusiones se conocerán cuáles pruebas de funcionamiento se realizaron así como las perspectivas de continuidad que se tienen para el proyecto; así mismo, se incluyen algunas sugerencias que pretenden guiar el curso de dicho crecimiento. Como un apéndice, se agregó un manual de usuario, que en unas cuantas páginas define paso a paso la manera como deberá hacerse uso del sistema. Al inicio de éste, puede encontrarse un resumen de los objetivos del trabajo y sus alcances, así como las tareas que es capaz de realizar.

Marco teórico

En este capítulo se encontrará una descripción resumida de las herramientas teóricas que sustentaron el desarrollo del proyecto, así como las líneas que orientaron la forma como se dio solución a la problemática encontrada. Está constituido por tres apartados generales: Electroencefalografía, Computación y el enlace entre ellas, incluido para comprender la clasificación técnica de los trabajos como el presentado en este texto, la cual explica por qué es un tópico de interés para la Ingeniería Biomédica.

1 Electroencefalografía

1.1 Introducción

1.1.1 Aspectos históricos

El electroencefalograma (EEG) humano fue descubierto por el neuropsiquiatra Hans Berger (1873-1941); lo que entonces implicaba la neuropsiquiatría tiene muy poco que ver con lo que hoy se entiende por esta rama de la ciencia, ya que en esa época la neurología y la psiquiatría constituían una sola rama dentro de los países europeos, por lo que los departamentos en los hospitales universitarios tenían un solo piso para ambas especialidades, ya que se suponía que un maestro debía dominar ambas ramas. Sería hasta unos años después que la neurología pura surgiría como una disciplina independiente, comenzando en los países de habla germana. El primer trabajo publicado por Berger data de 1929 [NiLo93-1], donde mostró trazos de un EEG humano impresos en papel fotográfico y de duración entre 1 y 3 minutos. Su técnica de registro fue bipolar colocando electrodos en regiones fronto-occipitales, con un registro simultáneo del electrocardiograma como marcador de tiempo; fue por estos tiempos que Berger obtuvo los primeros registros claros de ondas alfa [NiLo93-1].

Por los años setenta [NiLo93-1], la técnica de potenciales evocados (PE) tuvo un gran auge, justo con la introducción del fotoestimulador de patrones cambiantes, lo que permitió obtener potenciales visuales muy repetibles. En cuanto a los PE auditivos, la aportación más importante está en los trabajos realizados alrededor de los potenciales de tallo cerebral; cabe mencionar también a los potenciales somatosensoriales que durante esta época comenzaron a ser explorados [NiLo93-1].

El desarrollo del trabajo clínico y experimental sobre el EEG alcanzó su clímax alrededor de 1960, 30 años después de un constante progreso en el tema, y a partir de entonces, dicho progreso se vería fuertemente reducido. El interés de los especialistas dentro de las instituciones académicas tendió hacia el análisis automatizado de la información lo que llevó a una nueva concepción de las cosas, de forma que ya por 1967 se hablaba de que la clásica lectura del EEG en papel sería reemplazada en poco tiempo por la interpretación totalmente automatizada. Sin embargo, aún hoy, se sabe que el EEG es demasiado complejo como para que se logre tal automatización; su interpretación requiere necesariamente de la participación humana, aún cuando sea apoyado por algunos tipos de análisis basados en computadora. De hecho, el desarrollo de la técnica de mapeo cerebral, debida principalmente al grupo de Frank Duffy [DBL79], ha sido

incorporada como parte esencial en la historia de la electroencefalografía, sin olvidar que de nuevo, al igual que el EEG clásico, sólo puede ser entendido por un experto en la materia [NiLo93-59].

1.1.2 Bases neurofisiológicas del EEG

El especialista clínico relaciona ciertas funciones del sistema nervioso central, así como disfunciones y patologías, con patrones específicos del EEG de una manera experimental. Con la finalidad de generalizar lo más posible la interpretación de ciertos patrones y de evitar la mala interpretación de otros, es necesario que él conozca los procesos internos que dan origen al EEG.

El origen de los potenciales registrados fuera del sistema nervioso central son los llamados *potenciales de campo*, a los cuales se les suele dividir en varias clases. Si el potencial es registrado contra un punto de referencia inactivo, dentro de una frecuencia menor a 100 Hz, la clase de potencial tiene a su vez dos tipos, dependiendo de la constante de tiempo del dispositivo de amplificación: si es de 1 segundo o menos, los potenciales de campo corresponden al comúnmente llamado EEG, registro que sólo captura ondas de *baja amplitud y alta frecuencia* generadas al interior del cerebro. Por otro lado, si la constante de tiempo es infinita, es decir se utiliza un amplificador de corriente directa (DC), a las señales obtenidas se les llama *potenciales de DC*. La razón de que éstos últimos sean menos utilizados en humanos que el EEG es básicamente técnica, siendo más comunes los registros de DC en experimentos con animales. Su utilidad es que reflejan directamente el estado de actividad del sistema nervioso central, contribuyendo a explicar los mecanismos de generación de los potenciales de campo del cerebro.

El hecho de que se hable únicamente de células a nivel corteza como fundamento en la génesis del EEG es debido a la gran atenuación que sufren otras fuentes de actividad eléctrica que se encuentran más profundas. Aquí, cabe recordar que el potencial medido en algún punto de la cabeza depende básicamente de dos propiedades: de la naturaleza, localización y orientación de la fuente generadora, y de las propiedades geométricas y eléctricas de la cabeza que determinan las características de conducción de la corriente. Se considera entonces que las fuentes profundas de actividad eléctrica cuya amplitud es moderada, sólo podrán hacer contribuciones significativas al potencial superficial si existe una ausencia de actividad cortical, como ocurre en los PE [Nun81, NiLo93-8]. Dado que los eventos que ocurren en el interior del cerebro son los responsables de las señales obtenidas en el EEG, la idea de conocer la fuente generadora de esta actividad sigue siendo un cuestionamiento vigente de muchos trabajos [LNW93, Nak94]. Para dar respuesta a las preguntas de ¿quién es el responsable de esta señal? ¿dónde se localiza la fuente generadora de tal respuesta?, se han planteado diversas aproximaciones, las cuales incluyen aquéllas que obtienen información a partir de las RE [AKF81, PHG83, Mil94, Tow94, Tow95] hasta las que hacen una estimación matemática de la señal que se obtendría si se tuviera tal o cual fuente, asumiendo algún modelo de cabeza humana [BeSc94].

1.1.3 Ritmos presentes en el EEG normal

Un ritmo es definido como el conjunto de ondas regularmente recurrentes y de forma y duración similar. Aunque desde los primeros registros de EEG en humanos y animales siempre se reconoció su existencia, el mecanismo que les da origen fue descrito hasta por los años ochenta [Nun81] gracias al advenimiento de equipos que permitían estudiar las propiedades eléctricas de las células de manera individual, descubriendo las operaciones a nivel de red que se llevan a cabo en las poblaciones neuronales.

El EEG contiene un amplio espectro de frecuencias en donde es difícil dilucidar qué significa cada amplitud en cada una de ellas. La existencia de ritmos permite establecer cierto orden en ese caos, clasificando un intervalo de frecuencias, con sus amplitudes, como perteneciente a un cierto ritmo. Sin embargo, la idea de clasificar por ritmos no implica de ninguna manera que el EEG debe tender a ser rítmico; se sabe que la ritmicidad puede ser también señal de anormalidad [Lop91]. Acerca de la existencia de ritmos, varios aspectos no deben ser olvidados: 1) los ritmos deben entenderse en el contexto de redes cerebrales interconectadas que permiten la sincronización de las actividades de varios conjuntos de neuronas; 2) cada ritmo corresponde o se define con base

en cierto estado de conducta del sujeto; y 3) el conocimiento de los mecanismos celulares que dan origen a cada ritmo debe ser la compilación del conocimiento general de funcionamiento del cerebro.

El intervalo de frecuencias para el EEG no está perfectamente definido, pero basándose en aspectos psicofisiológicos de interés, generalmente se define entre 0.1 y 100 Hz, pudiendo ser más estrecho en adultos normales (0.3 a 30 Hz). Las bandas o ritmos en que generalmente se subdivide al EEG con fines clínicos son las siguientes, ordenadas por la banda de frecuencia que se les asocia: *delta*, *teta*, *alfa* y *beta* [IFS74]. Sin embargo, se reconoce la existencia de otros ritmos, como el μ , el kappa, el alfoide temporal independiente, el lambda y el "breach" [NiLo93-9]. En un EEG normal en papel, se observa una gráfica de voltaje contra tiempo, en donde las amplitudes oscilan entre 10 y 100 μ V; tanto la amplitud como la rapidez de cambio de las ondas son parámetros de interés para el especialista que lo interpreta.

El ritmo **delta** es aquel que se encuentra conforme el sueño se hace más profundo, provocando que el patrón de fondo del EEG disminuya en frecuencia y aumente su amplitud; el término delta de sueño se aplica a las etapas 3 y 4 del sueño en humanos. Su intervalo de frecuencias se encuentra entre 1 y 4 Hz, aunque algunos especialistas opinan que el límite inferior debe ser 0.1 o 0.5, ondas a las cuales se les conoce también como ondas lentas.

El ritmo **teta** denota el ritmo cuyo intervalo de frecuencias va desde 4 Hz y por debajo de 8 Hz, que fue considerado parte de ritmo delta hasta 1944 [NiLo93-9]. Este ritmo, rara vez encontrado en adultos normales despiertos, es de gran importancia en niños así como en estados de sueño y aletargamiento, debido a que está relacionado con la maduración fisiológica.

El ritmo **alfa** es definido como un ritmo entre 8 y 13 Hz que aparece durante el estado de vigilia en las regiones posteriores de la cabeza, presentando su máxima amplitud en las áreas occipitales. Su amplitud es variable pero generalmente cae por debajo de los 50 μ V en adultos. Es fácilmente observable si el sujeto cierra los ojos, se relaja físicamente y entra en un estado de inactividad mental, ya que es bloqueado o atenuado por la presencia de atención, especialmente visual y del esfuerzo mental.

El ritmo **beta** es considerado como el intervalo de frecuencias por arriba de los 13 Hz, llegando hasta la máxima frecuencia capturada por el equipo de registro; generalmente se le considera hasta los 35 Hz, aproximadamente. Algunos especialistas aceptan la existencia de más de una banda beta, a veces llamadas beta uno, dos y tres, ordenadas según la frecuencia que presentan; sin embargo, las características de cada una de ellas es la misma viéndolas como ritmo beta. La actividad beta se encuentra principalmente en regiones frontales y centrales de la cabeza; en particular, el ritmo central se relaciona con el ritmo μ Rolándico, y es bloqueado con actividad motora y estimulación táctil. La amplitud del ritmo beta rara vez excede los 30 μ V, pero puede ser amplificadas por la presencia de defectos craneales, o bien, la ingestión de barbitúricos, sedantes y tranquilizantes. Se le encuentra en casi todos los adultos sanos.

1.2 Valor clínico del Electroencefalograma

1.2.1 Aspectos técnicos del registro de EEG

El contacto eléctrico entre las terminales de entrada de un equipo de registro y el tejido del cual se quiere conocer su actividad eléctrica, es establecido por medio de electrodos; en especial para el registro de actividad cerebral, existen varios tipos cuya elección depende del lugar donde se vaya a colocar (superficial o invasivo) y de la situación particular en la que vaya a efectuarse el estudio [NiLo93-7]. Una cualidad básica que deberá cumplir el electrodo elegido es que permita un buen contacto entre el tejido y el equipo, lo cual generalmente se logra haciendo uso de algún tipo de jalea o crema cuyas propiedades electrolíticas mejoran la impedancia de la interfase piel-electrodo.

Conforme fueron aumentando los trabajos de investigación posteriores al de Berger en el área de la electroencefalografía, se fue descubriendo que la actividad variaba dependiendo de la localización de los electrodos. A partir del trabajo de Jasper en 1958, la *International Federation of Societies for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* (IFSECN) ha recomendado el uso de cierta cantidad y posicionamiento de electrodos para la realización de pruebas; dicha especificación ha recibido el nombre de *Sistema Internacional 10-20* [Jas58]. La posición de los electrodos en este sistema está basada en porcentajes de medidas específicas, tomando en cuenta estructuras anatómicas únicas y normalmente consta de 21 electrodos, permitiendo añadir algunos otros usando la misma estrategia [HaSa74]; de esta manera, un *montaje* es definido como una combinación particular de localizaciones. El sistema 10-20 ha permitido la repetibilidad y consistencia de la información obtenida a lo largo de los años, adquiriendo gran significado clínico [Tow93,SOM91,KLZ90].

Los montajes más frecuentemente utilizados para registrar el EEG pueden clasificarse en dos tipos: en el primero, los electrodos localizados sobre el cuero cabelludo son referidos a un electrodo común por lo que se le llama *montaje referencial*; en el segundo, las mediciones de interés son las diferencias entre pares de electrodos, por lo que se le llama *montaje bipolar*. Debe ser claro entonces, que existen muchas variedades de montajes referenciales y bipolares, dependiendo de cuáles localizaciones se estén utilizando. Más aún, la actividad registrada variará dependiendo cuál sea la referencia usada, existiendo varias posibilidades para ello.

Normalmente un registro de EEG se ve contaminado por la presencia de artefactos, los cuales pueden ser de varios tipos: los debidos al equipo de registro y a la impedancia de la interfase piel-electrodo, los debidos a la presencia de frecuencias de 60 Hz por falta de tierra física, y los de tipo fisiológico, tales como el electrocardiograma, el pulsar de la sangre, el movimiento de los ojos o la tensión muscular. Durante las últimas cinco décadas los médicos clínicos y los investigadores han aprendido a reconocer estos artefactos biofísicos, instrumentales y ambientales dentro de un registro de señales de EEG en papel, e incluso, cotidianamente aplican procedimientos de eliminación o reducción de algunos de ellos [Kol91]. Hoy en día la mayor parte de los artefactos sistemáticos se han visto reducidos en amplitud al grado de ser casi imperceptibles, y otros, han sido tan bien caracterizados que aunque siempre se presentan, no afectan la interpretación clínica del estudio. Sin embargo, debe ponerse especial atención en todas las formas de artefactos presentes en un EEG dado que aún los artefactos más sutiles pueden ocasionar valoraciones erróneas [NiLo93-7].

Un punto clave en el registro de EEG es el equipo utilizado para ello, particularmente si se trata de uno computarizado, ya que deberá de cubrir además de las cualidades básicas (alta impedancia de entrada, amplificación confiable, adecuada respuesta en frecuencia, sensibilidad, linealidad y buen nivel de seguridad eléctrica [NiLo93-6]), otras que respalden la calidad de los registros adquiridos. Algunos de estos aspectos son: ser expansible, modularidad, confiabilidad, capacidad de permitir la validación humana para el análisis, sencillez, etc. [NiLo93-44].

1.2.2 Métodos de activación

Para lograr resaltar algunas anomalías preexistentes en un sujeto, o bien, para inducir hallazgos anormales en lo que pudiera parecer un EEG normal, se recurre a métodos como la hiperventilación, la fotoestimulación intermitente y el sueño; tales métodos son conocidos en la práctica clínica como métodos de activación [NiLo93-15].

La maniobra de **hiperventilación** consiste en la respiración profunda y regular a una frecuencia de aproximadamente 20 respiraciones por minuto durante un lapso de 2 a 4 minutos; es muy utilizada ya que se sabe que puede dejar ver descargas de espigas sincronas y generalizadas en el sujeto registrado. La respuesta del EEG a este procedimiento consiste en un incremento fluctuante de la actividad lenta sincrona bilateral del sujeto, así como en el alentamiento de los ritmos alfa y beta; esta respuesta es más evidente en los niños.

La **estimulación fótica** consiste en presentar al sujeto una luz intermitente con duración y frecuencia controlada, a una distancia de 20 a 30 cm, estando él con los ojos cerrados. La respuesta que se observa en el EEG consiste en una actividad rítmica principalmente encontrada sobre las regiones posteriores de la cabeza, aunque no únicamente; además, pueden existir otras respuestas eléctricas encontradas junto con ésta. Existen también otras maneras de estimular visualmente a un sujeto; la simple maniobra de **cerrar los ojos** induce los transientes lentos en regiones posteriores, especialmente en niños. Cuando se compara la **estimulación auditiva** con la visual, se puede encontrar que la activación de descargas logradas con la primera es mucho menor, aunque esto no pueda decirse de manera radical. En algunos casos, el **escuchar palabras o música**, puede inducir descargas o espigas en el registro. La **estimulación táctil** local puede llegar a provocar puntas y espigas, así como la vibración o el estiramiento de un músculo. Otras formas de somatoestimulación son los olores, el gusto y el contacto con agua. Otras formas de activar el EEG son: administración de **fármacos**, **movimientos de ojos**, **movimientos de cuerpo**, ejecutar **tareas relacionadas con el lenguaje**, ejecutar **tareas mentales**, la privación del **sueño**, etc. [NiLo93-15].

1.2.3 Análisis de los patrones de comportamiento

Mucha de la información aportada por un registro de EEG depende del análisis que se realice con él, es decir, de la extracción de las características relevantes del trazo observado. Cuando se parte de un trazo en tiempo, debe hacerse tanto un análisis de amplitudes como de intervalos y frecuencias; sin embargo, el valor clínico del EEG está muy limitado por la presentación de los resultados en su forma pura, tal como son registrados en el paciente, ya que la información que contienen estos registros es muy amplia. El análisis de ellos, a fin de extraer alguna información preliminar para el posterior diagnóstico de un paciente, no es algo sencillo, ya que implica conocer las condiciones bajo las cuales fueron hechos, los antecedentes clínicos del paciente, así como la morfología general de un registro normal adecuado al sujeto en cuestión y contra el cual se pueda comparar; esto aunado a la variabilidad inherente a los registros de un mismo individuo [SOM91]. Esto es, la interpretación clínica contempla el análisis comparativo de parámetros como son la frecuencia, la amplitud en tiempo y en frecuencia, así como los patrones de ocurrencia de eventos encontrados como anormales en un registro. Todos estos datos integrados son los que el especialista requiere para emitir una cierta aseveración, lo cual no es fácil tomando en cuenta que una limitante crucial es que la manifestación de una cierta condición patológica en el EEG puede verse oculta tras la llamada actividad de fondo o por la presencia de artefactos; de la capacidad que se tenga para lograr su separación dependerá en mucho la exactitud de la clasificación clínica [KLZ90,Kol91].

Los dos parámetros que son esenciales en la interpretación de las señales de EEG son la *resolución espacial* y la *resolución temporal* que se tenga de los eventos eléctricos. El primero tiene que ver con la capacidad de explorar todas las zonas de la corteza cerebral con un mínimo de pérdidas posibles y está fundamentalmente determinado por la distribución y montajes de electrodos de superficie colocados en el cuero cabelludo. El segundo parámetro, por otro lado, es de gran trascendencia para evaluar la importancia de cada fenómeno que ocurra, ya que un mismo evento puede considerarse como normal o anormal dependiendo entre otras cosas, de la duración en tiempo que presente. Algunos trabajos se han preocupado por incrementar la resolución espacial de un EEG utilizando métodos como los *Laplacianos* y la imagenología cortical [Nun94]. No obstante y aún con la cantidad de conocimiento y experiencia que se requiere para interpretar un registro de EEG, éste ha sido ampliamente usado para el diagnóstico de lesiones no sólo de tipo anatómico, como tumores o abscesos, sino también para lesiones funcionales como la epilepsia. Y aunque esta herramienta no ha resultado de utilidad en un 15% de las lesiones tumorales [All77], sigue siendo la mejor e incluso la única prueba para determinar la existencia de ciertos desórdenes funcionales como la muerte cerebral y la epilepsia [EbLe83].

1.3 Pruebas neurofisiológicas para electrodiagnóstico

Las **pruebas de conducción nerviosa** consisten en el registro y análisis de la propagación de los potenciales de acción que ocurren a lo largo de los nervios periféricos, con lo cual se tiene una prueba sencilla y repetible de su funcionamiento; rutinariamente es utilizada en muchos gabinetes de Neurofisiología por constituir una prueba contundente para el diagnóstico de lesiones a nivel nervio, por ejemplo, en neuropatías de origen diabético. Los principales sitios donde se llevan a cabo estas mediciones son los nervios periféricos, las uniones mioneuronales y los músculos esqueléticos, de donde emergen potenciales como respuesta a la estimulación dosificada, por lo que se requiere de un electromiógrafo con estimulador y electrodos integrados. Generalmente, se estimula el nervio en un cierto lugar y se registra la respuesta, ya sea en el músculo inervado por él, o bien, sobre el mismo nervio a cierta distancia [Lam62].

Los **potenciales evocados (PE)** constituyen la prueba más clásica después del EEG en Neurofisiología; ambas registran la actividad eléctrica del cerebro mediante electrodos, sólo que el primero lo hace sobre la actividad espontáneamente generada, mientras que los últimos registran la actividad provocada (de ahí el término de evocados) por algún tipo de estímulo repetido. Sincronizando la respuesta con la presencia del estímulo es posible promediar, o sumar, la actividad cortical que finalmente dará como resultado el PE. La idea de promediar surge del hecho de que la señal de interés es de muy baja amplitud y puede verse enmascarada por la actividad de fondo, esencialmente aleatoria; aprovechando esta característica, el promedio eleva considerablemente la relación señal a ruido del PE. Por el tipo de estímulo que da origen a la actividad, los PE pueden ser clasificados en *auditivos*, *somatosensoriales* y *visuales*; dentro de estas clases generales, existen varias subdivisiones debidas primordialmente a la máxima latencia de las señales analizadas [NiLo93-49,56].

La **electromiografía** es definida como la disciplina que se ocupa de la detección, análisis y utilización de la actividad eléctrica generada por los músculos. Dentro de ella quedan incluidas las **pruebas de estimulación repetitiva** que pretenden determinar la respuesta adaptativa del músculo a un estímulo recurrente. Una de las tendencias actuales más importantes en esta área es descomponer la señal electromiográfica en cada una de las actividades eléctricas individuales correspondientes a cada fibra muscular, de forma que se puedan conocer los esquemas específicos de control de que se vale el sistema nervioso para producir una contracción muscular [NiLo93-46].

1.4 Mapeo de la actividad eléctrica del cerebro (BEAM)

El análisis de los registros de EEG siempre conlleva a cuestiones de cuantificación, ya sea de los valores precisos de frecuencias dominantes como de la similitud que existe realmente entre dos patrones de onda. Como se dijo anteriormente, este análisis de señales requiere de conocimientos teóricos y prácticos que deben ponerse en juego para lograr una buena interpretación del registro; pero también debe ser clara la dificultad que implica lograrlo cuando se trata de registros de gran cantidad de tiempo.

El primer paso para lograr un correcto análisis es soportar la evaluación del especialista con datos objetivos en forma numérica o gráfica. Esto puede lograrse más fácilmente si la presentación del trazo se vuelve más clara, requiriendo de menor "buen ojo" por parte del médico. Dada esta necesidad, se pensó en cómo mejorar la presentación del EEG, o parte de él, a fin de que sea más evidente para el médico. Con esta finalidad, se introduce la técnica de *Mapeo de la Actividad Eléctrica del Cerebro (BEAM)* por sus siglas en inglés) por el grupo de Frank H. Duffy en 1978 [DBL79].

El método de BEAM requiere el registro de la actividad eléctrica cerebral por medio de electrodos de superficie colocados en el cuero cabelludo siguiendo la configuración marcada por el Sistema Internacional 10-20. Posteriormente, esta actividad eléctrica debe ser desplegada de forma gráfica en dos dimensiones utilizando un mapa de colores sobre una proyección de un modelo de cabeza humana, en donde cada punto de color corresponde, ya sea a la amplitud de la actividad registrada directamente en cada uno de los electrodos, o bien al valor estimado obtenido mediante

algún algoritmo de interpolación. En particular, Duffy y su grupo [DBL79] colocaron 24 electrodos de superficie, y usando un amplificador y un registrador, obtuvieron un conjunto de datos que luego procesaron fuera de línea. Dicho procesamiento incluía la transformación de los datos al dominio de la frecuencia utilizando el algoritmo de la *Transformada Rápida de Fourier* (FFT), el filtrado de señales, la cuantificación de la energía en cada banda de EEG, y la interpolación de datos con un algoritmo lineal para generar un número suficiente de puntos para desplegar los mapas. En este contexto, se nombran como *mapas topográficos* a la representación de la cabeza mediante un modelo sobre el cual por medio de colores se muestra la actividad eléctrica cerebral, asociando los tonos con la amplitud de la actividad eléctrica del cerebro en cada punto mostrado.

En la actualidad el mapeo topográfico es una herramienta ampliamente utilizada en la neuroelectrofisiología ya que permite tener una representación pictórica del campo electromagnético medido a nivel de superficie craneal, ya sea espontáneo o evocado. La variable representada en el mapa puede ser la amplitud de un cierto pico, una variable espectral o una medida de correlación, el proceso para mostrarlo es el mismo: extraer la variable de interés de la señal eléctrica presente en una muestra de tiempo en cada electrodo colocado y construir un mapa con la distribución de los diferentes valores para cada zona del cuero cabelludo.

La popularidad del mapeo topográfico se debe, como ya puede suponerse, al hecho de que resume en una sola imagen toda una vista global de la actividad del cerebro en un cierto momento. Sin embargo, esta representación se ve influida por varios factores:

- La densidad espacial de muestreo, es decir, el número de electrodos que se colocan sobre el cuero cabelludo y la forma como se distribuyen, de forma que no se ignore la contribución de cada parte de la corteza ni se permita que la actividad generada en un sitio contribuya en más de un electrodo [SGM89, HPM94].
- La elección de la referencia, ya que ésta afecta profundamente la apariencia que tomará el mapa construido.
- El método de interpolación utilizado, del cual se hablará en la sección 1.4.2.

En particular, si lo que se desea registrar es la actividad basal del cerebro sin ninguna estimulación sincrónica repetitiva, como en el caso de los potenciales evocados, deberán colocarse los electrodos sobre la cabeza del paciente en reposo y comenzar a registrar. Algunas veces, y con el propósito de descubrir ciertas anormalidades, se llevan a cabo procedimientos de activación como los mencionados anteriormente; en cualquier caso, la actividad registrada sigue siendo el llamado *EEG basal*.

Es claro entonces que la técnica de mapeo cerebral logra auxiliar al médico en la interpretación de los registros de EEG tomando como base las características de normalidad correspondientes a cada sujeto bajo ciertas condiciones de estudio. Esta interpretación puede llegar a apoyarse en técnicas sofisticadas de clasificación tales como índices estadísticos, análisis discriminante o incluso, redes neuronales [And94]. Sin embargo, y esto debe ser muy claro para quienes hacen uso de esta técnica, no aporta ninguna información nueva y es absolutamente dependiente, en el caso de registrar magnitudes referenciales, de la elección de la referencia [DCT90, Gon90, TNOD90] y de la densidad espacial de muestreo (distribución de los electrodos sobre el cuero cabelludo) [SGM89].

1.4.1 Técnicas de mapeo

Puede hablarse de tres diferentes técnicas de mapeo, a saber, mapeo de amplitud, mapeo espectral y mapeo probabilístico. El primero genera una representación cartográfica de las amplitudes del registro a un cierto tiempo. El segundo se relaciona con la presentación cartográfica de los parámetros espectrales calculados a partir de la transformación a la frecuencia de un conjunto de segmentos de EEG; estos parámetros pueden ser amplitud o potencia absoluta, potencia media, potencia relativa o coherencia de una cierta banda de frecuencias. Finalmente, el

mapeo probabilístico se basa en la representación de la probabilidad de error de acuerdo a ciertas pruebas estadísticas (índices t y z) que se realizan sobre los valores de un parámetro espectral.

Para el mapeo espectral y el probabilístico es de gran importancia la frecuencia a la cual se muestrea la señal electroencefalográfica continua, ya que este parámetro puede alterar los resultados que se obtengan al transformar los datos en tiempo en datos de potencia. El valor correcto de la frecuencia de muestreo depende enteramente del contenido espectral de la señal muestreada, en este caso EEG, de acuerdo con el criterio de Nyquist [OpSc75,Jai89]. Una vez que se ha muestreado la señal a la frecuencia correcta, se definen bandas de interés clínico tales como delta, teta, alfa y beta, de forma que cada una de ellas corresponde a un intervalo fijo de frecuencias, y sobre ellas se calculan los parámetros espectrales de interés [DBB81].

1.4.2 Métodos de interpolación y mapeo tridimensional

Un algoritmo de interpolación transforma un número limitado de valores correspondientes a la amplitud registrada en cada electrodo, en una distribución uniforme sobre todo el cuero cabelludo, teniendo su exactitud gran impacto en la calidad de interpretación de un mapa. La calidad de un método de interpolación se mide por la diferencia que hay entre el mapa interpolado que se despliega en pantalla y la actividad real del cerebro. Desafortunadamente, la distribución real de la actividad cerebral es desconocida dado el limitado número de canales de registro del EEG, así como la no factibilidad técnica para poner un número infinito de electrodos sobre el cuero cabelludo. Por ello, la exactitud es evaluada comparando un mapa interpolado a partir de N electrodos contra uno obtenido usando M electrodos, donde $M \gg N$ [SLSK93,Sou91], o bien, usando como referencia un mapa estimado con algoritmos para simulación de generación de EEG.

Hasta hace poco, el mapeo cerebral había sido una representación en dos dimensiones de la proyección desde un punto de la actividad registrada. Sin embargo, desde hace varios años se cuenta ya con estudios que pueden generar mapas en tres dimensiones de la misma actividad [Med94,Bab90,HMDL94,Sou91]. Es importante mencionar que el aumentar una dimensión tiene repercusiones no sólo en la parte gráfica del sistema, sino que implica el uso de algoritmos de interpolación adecuados a la nueva gráfica, así como otras formas de proyectar los datos ya interpolados, de forma que si estos elementos son correctamente seleccionados, el resultado es un sistema con mucho mejor resolución espacial que el mapeo plano [Sou91].

Se conocen varios algoritmos aplicables tales como el método **lineal**, el de los **vecinos más cercanos**, el **baricéntrico**, el **polinomial** y el de **splines** [Sou91], siendo los tres últimos de particular importancia si se desean crear mapas en tres dimensiones (3D). Los métodos esféricos modelan el cuero cabelludo como una semiesfera, la cual es una buena aproximación anatómica, colocando los ejes Ox , Oy , Oz de tal forma que crucen por los puntos de interés anatómico, es decir, Cz (0,0,1), nasion (1,0,0) e inion(-1,0,0). La interpolación de valores se llevará a cabo sobre la semiesfera y el mapa de EEG será obtenido después de haber proyectado radialmente los valores resultantes sobre el modelo en 3D.

Los splines han encontrado numerosas aplicaciones en el campo de la física, la aeronáutica y la meteorología, y su capacidad para estimar valores muy cercanos a la realidad ha sido mencionada por diversos autores durante casi 30 años [Sou91]. Los *splines bicúbicos* permiten la interpolación bidimensional a partir de puntos confinados en una malla rectangular; sin embargo, la teoría de los *splines de superficie* puede ser aplicada a puntos de medición libremente distribuidos. Más aún, Duchon mostró que dicha teoría podía ser extendida a más dimensiones, específicamente para interpolaciones en 3D, realizando algunas modificaciones a las fórmulas matemáticas básicas [Sou91].

Posteriormente en los ochenta, Wahba [Wah81] retomó la teoría de los splines de superficie y la adaptó con el fin de evaluar splines esféricos para aplicaciones meteorológicas, trabajo que sirvió a Perrin [Per87, Per89] para aplicarlas al mapeo de potenciales evocados.

1.4.3 Tendencias

Dado el amplio uso del mapeo topográfico en muchos laboratorios neurofisiológicos, la Sociedad Americana de EEG (AEEGS, por sus siglas en inglés) formuló en 1987 un llamado para que este proceso, junto con el de análisis cuantitativo de EEG, sean vistos como una extensión al EEG clínico rutinario y no como un sustituto de éste [CoMo88]. Debe recordarse que el motivo principal que hizo que los especialistas clínicos pusieran sus ojos en el mapeo cerebral fue la introducción del mapeo estadístico; ésto aunado a la cualidad de poder cuantificar de manera más precisa los eventos de interés.

Cuando se trata del análisis en tiempo de un registro, un sistema que realice análisis total o parcialmente automático de EEG, deberá tomar como parámetros la media, la desviación estándar y la correlación, al menos, para ser de utilidad clínica. Por otro lado, cuando se basa en mapeo espectral, siempre se incluye la intensidad de potencia en las bandas clásicas y la frecuencia promedio. Otras variables que un sistema puede analizar son la potencia absoluta, la potencia relativa, las frecuencias pico y la potencia promedio en una banda.

El hecho de poder decidir cuándo un registro de EEG puede considerarse normal o anormal sigue siendo la pregunta central de la mayoría de los trabajos en esta área [Kol91], y sigue vigente porque la respuesta no es sencilla; las razones, son múltiples. Además de la variabilidad intra e inter individual presente [SOM91], se tienen las limitaciones técnicas. Se ha observado que a pesar de los trabajos realizados en el área no ha podido conformarse un banco de datos suficiente y confiable que respalde las valoraciones hechas por diferentes grupos de trabajo, ésto dado que los registros que los conforman están almacenados en formatos propios de un cierto fabricante, de acuerdo al equipo utilizado para obtenerlos y su composición es prácticamente ilegible. Más aún, para crear un banco que pueda llamarse completo, deben incluirse pacientes de todas las edades, desde niños hasta ancianos, con diversas patologías y registrados bajo diferentes entornos clínicos, con el fin de facilitar la clasificación de los nuevos trazos.

2 Necesidad de contar con sistemas de mapeo cerebral cada vez más completos

El impacto que un sistema de mapeo pueda tener dentro de un área clínica y de investigación depende no únicamente de sus cualidades en términos estrictamente técnicos, sino también de las facilidades de uso que proporcione a los especialistas y de otras funciones que les permitan realizar su trabajo de manera más eficiente. Es claro que el proceso de interpretación del estudio queda para el especialista en última instancia, pero es buena idea que el sistema en que se apoye le ofrezca la mayor cantidad de opciones que le permitan estructurar y soportar su decisión.

Cada vez que un médico realiza un estudio de electroencefalografía de cualquier tipo, se espera de él una opinión bien fundamentada que oriente el tratamiento que deberá dársele al paciente. Para lograr esta opinión, el médico deberá hacer uso de todos sus conocimientos y experiencia en el área, al tiempo que analiza los resultados obtenidos durante el estudio practicado. Dicho análisis requiere contar con todos los antecedentes clínicos del paciente, tanto personales como familiares, tanto patológicos como no patológicos; en fin, que hace uso de una cantidad de información que comúnmente no se tiene a mano.

Una de las necesidades más frecuentemente encontradas en un área que se dedique a la atención directa de los pacientes, por un lado, y a la investigación, por otro, es el contar oportunamente con toda la información requerida por los especialistas para hacer su trabajo. Dentro de las principales instituciones de salud esto es aún más importante por requerirse la comunicación, lo más pronto posible, de las opiniones de los especialistas.

De gran ayuda sería contar con algún tipo de apoyo que, sin tener que reemplazar los equipos especializados que ya se tengan, permita un fluido manejo de la información, tanto textual como gráfica que se genera día con día en las áreas clínicas. Para ello, es conveniente seguir las propuestas hechas por trabajos en el área denominada de sistemas médicos basados en computadora, o CBMS, por sus siglas en inglés, las cuales van orientadas a construir una filosofía de diseño aplicable a los proyectos de orientación médica que hacen uso intenso de las computadoras. La meta a largo plazo de estos trabajos es permitir la compatibilidad entre diversos sistemas que resuelvan el mismo problema.

3 Sistemas Médicos Basados en Computadora (CBMS)

Para estructurar el almacenamiento de información de tipo médico puede hacerse uso de algunas propuestas de estándares en sistemas similares, todos orientados al área médica, y que de una u otra forma cubren muchos de los aspectos implícitos en el desarrollo de un proyecto interdisciplinario como éste. Tomando en cuenta que las aplicaciones médicas involucran el procesamiento tanto de descripciones simples, similares a las que se requieren en aplicaciones relacionadas con la física o la química, como de descripciones extremadamente complejas, el área médica requiere ver a los seres humanos como un todo, abarcando definiciones muy precisas y no ambiguas como el valor de una temperatura, hasta descripciones sutiles y difusas como "bien", "muy inflamado", "fuerte dolor", etc. Algunos aspectos clave que afectan el desarrollo y asimilación de aplicaciones computacionales en la práctica médica son: 1) los desarrollos del software y del hardware que permiten obtener una computadora más poderosa a menor costo, además de ir estandarizando las tecnologías de forma que se facilite el compartir e integrar la información necesaria para llevar a cabo las funciones dentro de la institución de salud; 2) un incremento gradual del número de profesionistas con entrenamiento en ambas áreas, lo que permite el desarrollo de sistemas útiles y sencillos por usuarios no expertos; y 3) los cambios en la política presupuestal de los organismos dedicados al cuidado de la salud, que se ven reflejados en la tendencia a contar con la adecuada tecnología para llevar a cabo sus funciones [ShPe90].

Los datos constituyen un elemento sumamente importante en el proceso de toma de decisiones en el área médica, ya que todas las actividades realizadas implican el almacenamiento, análisis y uso de esos datos; esos datos dan la base para ubicar a un paciente en una categoría dentro de una población de pacientes. Además, los datos acumulados permiten definir qué acciones deben ser tomadas para ir definiendo, de manera iterativa, cuál es el problema del paciente y encontrar un tratamiento cada vez más adecuado. Se puede considerar como información de interés a toda la colección de datos u observaciones acerca de un paciente, cada una de las cuales estará definida por cuatro elementos:

- La persona a quien pertenecen (el paciente)
- El parámetro que está siendo observado
- El valor del parámetro que está siendo observado
- El tiempo en que ocurre el evento

Esto lleva a pensar que es tan importante el dato como las circunstancias bajo las cuales se verificó. Uno de los puntos cruciales en la información médica es la inexactitud con que muchos datos son almacenados, y que es inherente, al menos en parte, a mucha de la información manejada al interior de una institución de salud. Más aún, si se piensa en cómo son los datos de que estamos hablando, será fácil reconocer que existe información textual, narrativa, numérica, de señales y de imágenes. Ninguna de éstas puede ser ignorada si ha de construirse un modelo que efectivamente cubra las necesidades de manejo de información, aunque sí puede irse mezclando, de manera conveniente, a fin de permitir una mejor estructura.

Es necesario considerar que los médicos son los personajes clave en el proceso de recolección e interpretación de los datos. Son ellos quienes conversan con el paciente para obtener hechos de importancia clínica que le permitan ir perfilando la ubicación que deberá tener, decidiendo qué datos deben almacenarse o desecharse, cómo interpretarlos, etc.. Sin embargo, no son los únicos que contribuyen a la recolección de datos; muchos de los trabajadores de una institución pueden aportar información que afecte el proceso de seguimiento del paciente, tales como las áreas de trabajo social o recepción, por ejemplo.

La información médica es almacenada con varios propósitos: para soportar el cuidado apropiado de los pacientes (seguimiento), para retroalimentarlo a la sociedad para prevenirla o instruírla, para predecir comportamientos específicos, etc.; uno de los problemas más importantes que presenta la actual forma de manejo de información es el complicar la verificación de las tareas mencionadas. Dicho de otra manera, el uso óptimo de la información depende de la oportuna respuesta a las necesidades de los especialistas, en tiempo y en forma, lo cual implica el evitar redundancia, tanto al guardar el dato como al obtenerlo, enfatizar los datos relevantes y de uso continuo, y permitir eventualmente el almacenamiento activo de información.

Una función central del almacenamiento de información médica es el permitir que varios especialistas se coordinen para dar un adecuado seguimiento a un paciente. En especial dentro de las instituciones de salud ésto se vuelve aún más importante, debido a que los pacientes pueden llegar a permanecer vigentes durante años y a que cada institución está subdividida en varias áreas, cada una de las cuales debe conocer las acciones que las otras hayan tomado. Los médicos están convencidos de que esta función es primordial, por lo que tratan de asegurar la calidad y continuidad del cuidado proporcionado al paciente.

En este contexto, una *base de datos* (BD) es una colección de observaciones individuales (datos) sin ningún tipo de análisis incluido, y un sistema de registros médicos basados en computadora puede verse primordialmente como una BD. Cabe señalar que la recolección de datos implica selectividad, es decir, implica un proceso de toma de decisiones simultáneo a la obtención de datos. Debe tomarse ésto muy en cuenta al definir cuáles datos deben incluirse en el modelo, y sobre todo, cómo deben almacenarse.

Una vez diseñado el sistema, la manera como se obtienen los datos que lo conforman puede seguir varias modalidades, entre las cuales está la automática, si se habla de poder conectar un equipo directamente a la BD, y la directa, que es la capturada por algún usuario. Una buena aproximación a la primera se logra con la utilización de programas ejecutables especialmente diseñados para "cargar" los archivos provenientes de un instrumento ajeno a la BD en ella.

La interfase de usuario constituye uno de los elementos decisivos en la aceptación de una aplicación, debido a que será ésta quien motive o inhiba el uso cotidiano y correcto del sistema diseñado. Gran parte de las aplicaciones utilizan la estrategia de "apuntar y seleccionar" (*point-and-select*) ya que exigen menos del usuario en términos de la cantidad de "claves" que tenga que memorizar, al tiempo que le dan respuesta a sus cuestionantes. El hecho de reducir la cantidad de datos que deberán ser capturados, permite la mejor estructuración de la información, el correcto almacenamiento y el ahorro de tiempo; sin embargo, en las aplicaciones médicas no pueden eliminarse por completo las partes tipo narración.

3.1 ¿Por qué usar un Sistema Administrador de BD (DBMS)?

El uso de computadora permite la organización y acceso a la información adecuados para soportar el proceso de interpretación y toma de decisiones que un médico requiere hacer. Para lograrlo se requiere de programas que aseguren que los datos están completos y libres de errores, así como la confiabilidad y flexibilidad. En este sentido, la tecnología de BD constituye una estupenda opción para la integración y organización de la información, asistiendo a los usuarios en la captura de datos y en el almacenamiento y recuperación de la información.

El significado de cada elemento de información y sus interrelaciones son captados en la llamada *estructura de la BD*, sabiendo que la BD es una colección de datos organizada en *campos*, *registros* y *archivos*. Un campo es el elemento primitivo, el que representa la forma más simple de almacenamiento (ej.: fecha de nacimiento, sexo), mientras que un registro es la agrupación de varios campos pertenecientes a un mismo elemento más genérico y más abstracto, llamado *entidad*. Siempre hay forma de identificar un registro específico de entre muchos otros de su mismo género, gracias al uso de campos *llave*; varios registros similares constituyen un archivo. Gráficamente la estructura de una BD puede verse en un *modelo entidad-relación* o E-R [KoSi91].

Una vez construida la estructura de la BD es necesario definir cómo se utilizará, es decir, cómo se accede para capturarla, borrarla, modificarla, etc. Esto implica conocer cuál es la lógica de uso de esa información, quién y cómo la utiliza, qué registros necesitan estar juntos, cuál es la mejor forma de presentarlos, etc.. En general, ésto se delinea al modelar los procesos que son llevados a cabo en la actualidad y que, dada la aparición del nuevo sistema, pueden verse modificados o aumentados. Debe conocerse claramente quiénes son los actores principales (usuarios) de la aplicación, cuáles campos requieren conocer y cómo deben conjuntarse con otros, cuándo permitir sólo su consulta y cuándo su alteración. El modelo que representa esta logística es llamado Diagrama de Flujo de Datos o DFD.

Un sistema administrador de BD (DBMS, por sus siglas en inglés) es un conjunto integrado de programas creado para ayudar a los usuarios a almacenar y manipular información de manera fácil y eficiente. Bajo esta perspectiva, quien diseñe la BD puede ocuparse más de la vista conceptual de ella, especificando cuáles son los resultados que deben obtenerse, que de la vista física, o bien, de cómo lograr esos resultados, pues el DBMS será quien se encargue de la administración y acceso a los datos [ShPe90]. Todo DBMS requiere de un esquema, es decir, una definición de los contenidos y forma de organización de los registros dentro de un archivo de datos; en particular, el esquema relacional es actualmente uno de los más utilizados en todas las áreas donde se implantan BD gracias a su sencillez [KpSi91, McCI91-1, McCI91-2]. Un DBMS permite la consulta de información en una BD a través de lenguajes estructurados estándares que le permiten al usuario definir lo que desean sin preocuparse demasiado del cómo obtenerlo; qué tanto facilitan el acceso al usuario es un punto de gran relevancia en la elección de un DBMS, en particular en aplicaciones médicas.

3.2 Sistemas para manejo de información clínica

En términos generales, los objetivos principales de los sistemas para manejo de información clínica son: la organización y recuperación de datos del paciente, el apoyo en la toma de decisiones y el análisis de experiencias médicas anteriores, por lo que se han ideado formas para organizar la información relevante para lograr alcanzar esas funciones; esta información incluye ítems tales como los datos personales del paciente, los antecedentes clínicos personales y familiares del mismo, fichas de reportes, archivos de medicinas, listas de cuidados, etc. Sin embargo, muchos de los sistemas actualmente utilizados son insatisfactorios pues existe gran redundancia en la información que manejan bajo el argumento de no perderla [ShPe90].

Los principales usuarios de los sistemas para manejo de información clínica (Computer-Stored Medical Records, CSMR) son los médicos, las personas involucradas en urgencias y primeros auxilios aún cuando no sean médicos, los grupos de auxilio (paramédicos, socorristas) y los enfermeros. No obstante el impacto que un sistema de estas características puede tener dentro de una institución hospitalaria puede llegar incluso a las áreas administrativa y operativa básica. Por ello, debe recordarse que todos los usuarios tendrán que ser considerados para obtener el máximo beneficio de un CSMR.

Dada la dificultad de armar pedazos de registros médicos correspondientes a la información generada por cada unidad dentro de un hospital (radiología, laboratorio, enfermería), la información del CSMR asociada a un paciente es eficientemente manejada si se hace uso de una estructura de base de datos unificada con un método de automatización de registros consistente [McTi88, ShPe90]. Es importante señalar que el soporte de los registros médicos almacenados se debe llevar a cabo mediante operaciones de revisión variadas, lo que significa un constante mantenimiento de los mismos.

Aunque los registros médicos en computadora tienden a convertirse en una técnica muy conveniente para los hospitales y centros médicos, se requieren estándares para el intercambio de información clínica entre computadoras independientes a fin de eliminar los costos de desarrollo de interfaces y la doble entrada de los datos. No siempre es necesario reemplazar los registros manuales. Lo que caracteriza a un sistema de registro médico es su capacidad de almacenar información clínica proveniente de una gran variedad de fuentes en una estructura común para dar acceso a los registros de observaciones y tratamientos y conservar esta información en línea por muchos años, además de poder organizar esta información en los reportes que se requieran para cuidados médicos, administración e investigación.

Una alternativa para manejar toda la información de interés para los médicos es la utilización de un sistema compuesto de registros tanto manuales como electrónicos, de tal forma que las computadoras se encarguen de almacenar sólo una parte de todos los registros, complementando a los manuales sin tener que reemplazarlos. Así, se tendría un sistema híbrido en donde los reportes pueden ser guardados en la computadora siempre y cuando no interfieran con la

estructura de los registros manuales. Otras alternativas de almacenamiento de información las constituyen el video y el papel.

Un recurso tecnológico conveniente para aquellos médicos a los que se les dificulte capturar datos en una computadora es el uso de sistemas de dictado, los cuales adquieren un mensaje hablado y lo conservan. El médico tal vez necesite hacer ciertas observaciones y/o indicaciones y puede hacerlo por medio de menús especiales; no obstante y a pesar de todas las facilidades, el médico siempre tendrá que editar ciertas anotaciones pues estos sistemas no "comprenden" el mensaje hablado. Ésto enfatiza la importancia de la interfase que debe tener un sistema de aplicación médica; en especial, debe conocerse la clase de usuario que estará en contacto con él, para que el beneficio sea pleno.

3.3 Interfases de usuario

3.3.1 Interfase Hombre-Computadora

Una posible aproximación al estudio de la IHC es comenzar por definir los términos más usados [Gru93], tales como:

- *Interfase*. Conjunto de técnicas y mecanismos que una persona utiliza para interactuar con un objeto [Tac95].
- *Usuario*. Aquel que interactúa directamente con la computadora.
- *IHC*. Dispositivos de entrada/salida y procesos, así como los programas que los controlan. La interfase de usuario hacia la computadora se centra en el diálogo controlado por el programa, aunque incluye toda la documentación y entrenamiento que constituyen parte del uso de la computadora. Así mismo contempla la existencia de colegas, consultores, administradores del sistema, soporte a clientes y representantes de servicio.
- *Diseñador*. Individuo que asume la responsabilidad de todos los aspectos del diseño de la interfase, teniendo amplio conocimiento tanto de usuarios de computadoras como de sistemas.

El término desarrollo abarca un dominio muy amplio el cual engloba: diseño y análisis de sistemas, análisis de usuario, análisis de requerimientos, análisis de necesidades, análisis de tareas, análisis funcional, especificación y representación del diseño, creación de prototipos, evaluación, diseño de un modelo de implantación, programación, manufactura (pulido y optimización), liberación, documentación y refinamiento iterativo [Som89].

Para tener una idea más clara del escenario, dentro de todo el contexto de desarrollo de sistemas interactivos existe una parte que es de gran importancia: el desarrollo de la interfase de usuario. Dicha parte no tiene gran significado como ente independiente, pero juega un papel vital dentro del proceso completo de desarrollo de sistemas. Su desarrollo cae dentro de una área llamada Interacción Humano-Computadora (IHC), o bien, Interfase Hombre-Máquina, la cual es definida como "el conjunto de técnicas y mecanismos que una persona utiliza para interactuar con un objeto" [Tac95]. Por otro lado, hay definiciones tradicionales y muy parciales que hablan de la interfase de usuario como "aquello que el usuario debe aprender para operar una máquina, lo cual incluye a la computadora, su teclado, pantalla y ratón, aunada a esos aspectos específicos del programa" [StGa90]. Dichas propuestas, aunque orientadas al uso de PC y estaciones de trabajo, pueden ser fácilmente extendidas a Unidades de Despliegue en Video.

Investigaciones actuales han demostrado que aquellas definiciones similares a la anteriormente mencionada tienden a ignorar al usuario, ya que irónicamente, el término "interfase de usuario" está centrado en la parte tecnológica. Es decir, debe hacerse la distinción entre este término el cual describe la interfase de la computadora hacia el usuario, y lo que debiera ser la

realidad, la interfase del usuario hacia la computadora. A continuación se presenta un estudio completo de la representación de la IHC propuesto por Grudin en 1993 [Gru93].

3.3.2 Metas de diseño

Existen dos aspectos fundamentales: las metas primarias, como funcionalidad y facilidad de uso, y las metas que implican factores humanos. La *funcionalidad* constituye el determinante del éxito de un sistema; de acuerdo con un diccionario de la lengua española [RaMo92] algo funcional es "aquello que se atiene exclusiva o principalmente a su utilidad y comodidad". Además, se dice que los usuarios prefieren aquellos sistemas que tienen las funciones que realizan sus tareas y que poseen un buen diseño de interfase que aumenta su funcionalidad [Goo87].

Por su parte, la *facilidad de uso* está muy relacionada con la funcionalidad, ya que la manera como las funciones son implantadas tienen gran impacto en el uso del sistema [Goo87]. Un posible criterio para determinar si un sistema es usable fue propuesto por Barnard et al en 1981 [Bar81], quienes establecieron que para que un sistema sea usable, deberá ser compatible no sólo con la acción y percepción humanas, sino también con las aptitudes cognoscitivas del usuario en cuanto a comunicación, entendimiento, memoria y resolución de problemas.

Por otra parte, los factores humanos son también de gran importancia en el diseño. Algunos que se consideran básicos son los siguientes: *velocidad de aprendizaje*, que es el tiempo que tardará un usuario novato en convertirse en experto, *velocidad de uso*, que es el tiempo que tardará un usuario experto en realizar una tarea específica con el sistema, *tasa de error*, que es el número de errores del usuario por interacción que pueden ser aceptados, *facilidad de ser recordado* y *aparición atractiva*.

3.3.3 Clasificación de usuarios

Aunque no existe una taxonomía estándar para clasificar a los usuarios, se muestra una de las posibles con el fin de estudiar las diferentes conductas ante el uso de una computadora, dividiendo a los usuarios en **novato**, **naive**, **intermedio** y **avanzado**, de acuerdo con su experiencia y competencia en programación y ciencias computacionales [Fis91]. En particular, podemos definir cada una de estas categorías como sigue:

- *Novato*. En un sentido amplio, denota una persona que es nueva o inexperta en cierta tarea o situación; es decir principiante o nuevo usuario.
- *Naive*. Generalmente se trata de una persona que carece de poder de análisis, razonamiento o capacidad crítica para una situación en particular. En este caso se ejemplifica con el usuario que necesita usar la computadora para ciertas tareas muy específicas y de manera que le reporte beneficios significativos, pero que no necesita (o desea) aprender más sobre la aplicación que usa o sobre el sistema operativo, por ejemplo.
- *Experimentado*. Es aquel que ha desarrollado habilidades o conocimiento a partir de mucha experiencia (con el tiempo). Sin embargo, debe notarse que no se habla de la calidad de esta experiencia, por lo que puede tratarse de un usuario cuyas habilidades se ven limitadas a las demandas de las tareas que realiza.
- *Experto*. Define al usuario que tiene y utiliza sus conocimientos y habilidades en el uso del sistema operativo a niveles dinámicos, sus interacciones, etc.

3.3.4 Tipos de interfases de usuario

Existen varios tipos de interfases de usuario para computadoras [Tac95]: las **de lenguaje de comandos**, las **de selección por menús** y las **gráficas** (*Graphical User Interface*, GUI). Las primeras, de lenguaje de comandos, son encontradas en los sistemas operativos y resultan ser

bastante comunes por su facilidad de implantación y rapidez para usuarios expertos; su desventaja principal es la gran demanda de práctica y tiempo de aprendizaje que requieren del usuario.

Los sistemas de selección por menús son muy populares ya que resultan muy sencillos de manejar y aprender pues sólo demandan del usuario la selección de opciones. El tiempo de aprendizaje del usuario es sensiblemente reducido en comparación a las interfases de comandos; sin embargo, debe tenerse cuidado ya que el usuario puede aburrirse o desesperarse si los menús presentados contienen demasiados niveles de submenús dentro de ellos.

Las interfases gráficas se basan en el uso del ratón para señalar y seleccionar una opción dentro del sistema (point-and-select), esto junto con la presencia de ventanas, iconos y menús desplegables (WIMP por sus siglas en inglés) que las hacen muy atractivas a ojos del usuario. Este tipo de interfase es la más sencilla de utilizarse, y por lo tanto, la que requiere menor tiempo de aprendizaje; es altamente "visual" y se ha vuelto muy popular gracias a que proporciona una plataforma agradable y sencilla para los usuarios de cualquier nivel. Más aún, permiten la estandarización de las aplicaciones que pueden ejecutarse sobre ellas de manera que el usuario sólo tiene que aprender una vez la forma como deberá utilizarla. Su dificultad radica en la construcción del sistema que tenga este tipo de interfase.

3.3.5 Evaluación de la interfase

¿Cómo podemos saber que una interfase es aceptable? Debemos hacer uso de los métodos prácticos de evaluación de interfases de usuario en las cuales incluiremos los factores de funcionalidad, facilidad de uso y el humano [ReOp93]. Algunos métodos de evaluación aceptados [WWD91] son:

- *Reportes de usuario.* Se basan directamente en el juicio del usuario, viéndosele como la fuente de evaluación y de iniciativa de cambios. El tipo de información que se obtiene con este método es referida como "suave" ya que es completamente subjetiva; por ejemplo, el sistema es comprensible, fácil, etc. Para obtener un reporte de usuario deberá extraerse la información del usuario siguiendo alguna de las siguientes formas:
 1. Cuestionario directo
 2. Verbalización de los pensamientos generados mientras se trabaja con el sistema y
 3. Interacción constructiva, consistente en describir los comentarios hechos por dos usuarios que hagan uso simultáneo del sistema.
- *Analítico.* Se basa en el desempeño del sistema, por lo que se dice que produce información "dura" u objetiva. El hecho de que solamente se observen las cualidades de funcionamiento del sistema sin tomar en cuenta el estado del usuario mientras esto ocurre, provoca que los resultados obtenidos sean limitados.
- *Reportes de especialista.* El sistema es examinado por un experto siguiendo guías muy precisas de evaluación; el resultado es subjetivo ya que depende del juicio del especialista. Puede llevarse a cabo rápidamente, con pocos recursos y puede llegar a aportar una opinión global de interés para el diseñador.
- *Por observaciones.* Está principalmente representado por los *benchmarks*, por lo que se tendrán que definir, primeramente, las variables involucradas en el experimento y el ambiente de prueba. Tales requerimientos, aunados a la carencia de teoría que soporte la validez de la prueba, son las principales desventajas de este método.
- *Híbrido.* Se refiere a la evaluación automatizada Evadis II [ReOp93] y comprende los cuatro métodos descritos anteriormente.

Objetivos

1. Permitir la conversión y recuperación de los registros en tiempo y en frecuencia que actualmente se tienen en el área de Mapeo Cerebral del INCH e integrarlos al resto de la información que les da contexto.
2. Solucionar el problema de administración de la información textual y gráfica de interés para cada prueba neurofisiológica realizada en el departamento de Neurofisiología del INCH, al tiempo que se generen los documentos necesarios para comunicar el estado actual de un paciente a las otras áreas del Instituto.
3. Protocolizar tanto la forma y vía de acceso a la información almacenada como la elaboración de documentos de comunicación para otras áreas del INCH relacionadas con la de Mapeo Cerebral.
4. Soportar la creación, el almacenamiento y la utilización de grupos estadísticos de pacientes que tengan las mismas características clínicas, a juicio del especialista, utilizando algunos de sus registros de mapeo cerebral considerados para las bandas clásicas en electroencefalografía.
5. Construir una estructura sólida de manejo y procesamiento de datos que permita la sencilla adaptación de un módulo de despliegue de mapas tridimensionales, tanto del espectro de los registros de mapeo cerebral como de los índices estadísticos solicitados.
6. Diseñar un sistema que funcione bajo la plataforma *Windows* y que permita el enlace con programas escritos en lenguaje C++.

I. Estudio de necesidades

Con la finalidad de poder entender la problemática del Departamento de Neurofisiología, es necesario conocer a detalle la manera como una persona puede llegar a ser considerada paciente de él, así como ubicar qué papel juega el INCH dentro de las instituciones de salud pública de México. Dentro de este capítulo se ubica funcionalmente al Departamento de Neurofisiología, modelando los diferentes procesos ejecutados a diario por su personal.

Expuestos los requerimientos de este departamento, análogos a cualquier otro similar, será claro entender el impacto de un sistema como el descrito en este texto, y que constituye una ayuda en el manejo de información clínica e histórica de datos y registros; además, podrá vislumbrarse el alcance que tiene como herramienta estadística de apoyo a la interpretación de estudios neurofisiológicos. El primer apartado define a detalle lo que se entiende por *Paciente* en este contexto y hace mención de las demás áreas del Instituto con las que tiene que interactuar el Departamento. En el segundo apartado se explica la organización y necesidades del Departamento, compuesto por dos áreas y se hace énfasis en el área de Mapeo Cerebral, por ser ésta el sitio donde se desarrolló e implantó este trabajo.

I.1 Logística¹ de manejo de un paciente del INCH

El Instituto Nacional de la Comunicación Humana (INCH) surge a raíz de la unión del Instituto Nacional de Audiología y Foniatría, La Escuela Nacional de Sordomudos y otros centros de rehabilitación, hacia el año 1969, y es considerado una institución de salud de tercer nivel. Su misión es prevenir, detectar, diagnosticar, tratar, rehabilitar y hacer investigación sobre problemas relacionados con la audición, el lenguaje, la voz, el habla y el aprendizaje. Para 1987, la Secretaría de Salubridad y Asistencia decide nombrarlo Centro Regional Latinoamericano para la prevención, diagnóstico y tratamiento de los desórdenes auditivos, foniátricos y del cuidado de la voz.

El INCH es el primer instituto en su género a nivel mundial, aunque la importancia de esta área de la medicina está siendo cada vez más reconocida por diversos países. Sus actividades actuales cubren aspectos como el cuidado, rehabilitación, enseñanza e investigación clínica, sociomédica y tecnológica. Sus principales temas de investigación son los concernientes a la rehabilitación del niño sordo, a los desórdenes del aprendizaje y la laringe, a la otitis, a los desórdenes auditivos y a la afasia, entre otros.

La primer característica que toda persona que llega al Departamento cumple es, haber sido aceptada como paciente del Instituto, o bien, estar en proceso de. En las figuras 1 a 7, se muestra el modelo del proceso que debe seguir toda persona que desee ser considerada paciente del INCH mediante diagramas de flujo de datos (DFD) [MaOd92] (ver apéndice A).

¹ Aunque el término "Logística" se refiere a la asignación de recursos con la finalidad de permitir el transporte y abastecimiento continuo y eficiente de un bien, se hace uso de él para denotar toda la serie de procesos que requiere el adecuado manejo de una persona que ingresa al INCH como paciente. El objetivo es describir todos los recursos materiales y humanos que se ven involucrados en esos procesos.

La entidad **Diagnóstico**, se refiere al área del Instituto que se encarga de solicitar estudios de apoyo a los demás departamentos clínicos, los cuales son: Audiología, Lenguaje, Aprendizaje, Neurología, Neuropsicología, Otoneurología, Genética, Foniatria, Odontología, Otorrinolaringología, Neurofisiología y Psicología. Las pruebas que cada departamento realiza y la forma como están organizados al interior, no está incluido en este trabajo por no ser de interés para el problema estudiado. Por otro lado, estos departamentos reciben no sólo personas que están siendo valoradas para definir si son o no aceptadas como pacientes, sino que también atienden pacientes ya aceptados a lo largo de su tratamiento dentro del Instituto.

Todo el tiempo que un paciente está vigente para el Instituto deberá hacerse responsable del buen uso de su **Carnet de Citas** siendo posible obtenerlo de nuevo en caso de pérdida. Durante este mismo período su **Historia Clínica** será actualizada anualmente siendo responsables de este proceso las área de Recepción y Archivo y de Trabajo social; la primera se encarga de hacerle llegar a la segunda los expedientes que requieren ser actualizados. Aquí es necesario notar que el depósito establecido para los expedientes es la zona de Archivo y que el personal de esa área es quien se encarga de su manejo en forma correcta.

El **expediente** de un paciente aceptado se compone de los siguientes documentos:

- Ficha socioeconómica inicial
- Hoja de preconsulta
- Historia clínica
- Nota de evolución (una o más)
- Control de estudios
- Reportes de resultados de estudio en áreas de apoyo al diagnóstico

Un expediente puede ser sacado del archivo por alguna de las siguientes razones: 1) Porque el paciente tiene cita con su médico asignado, 2) Porque necesita renovarse, o bien, 3) Porque alguien lo solicita. En cualquiera de los tres casos el personal de archivo es el único que puede sacarlo, sin embargo, sólo en el tercer caso se requiere de un documento, llamado hoja de cargo, en donde el trabajador que lo requiere firma para hacerse responsable de su manejo. Es decir, si alguno de los médicos que laboran en cualquiera de los departamentos clínicos del Instituto quiere conocer más datos sobre el historial clínico del paciente tiene forzosamente que cubrir este requisito. Por el contrario, en los dos primeros casos, la salida es automáticamente autorizada y realizada por el mismo personal de Archivo.

En la figura 1 puede verse que toda persona que desee ser considerada **Paciente** para el INCH debe cumplir con un proceso llamado **Valorar ingreso** del cual sólo hay dos salidas posibles: la aceptación, la cual implica enviar su **Expediente** al **Almacén de expedientes** y darle en su mano un **Carnet de citas**, o bien, la reubicación en la institución de salud pública que se considere más adecuada para tratar su enfermedad junto con un informe que explica las características de dicha patología. Nótese que sólo si la persona es aceptada se considera un **Paciente** dentro del Instituto y para efectos de este trabajo.

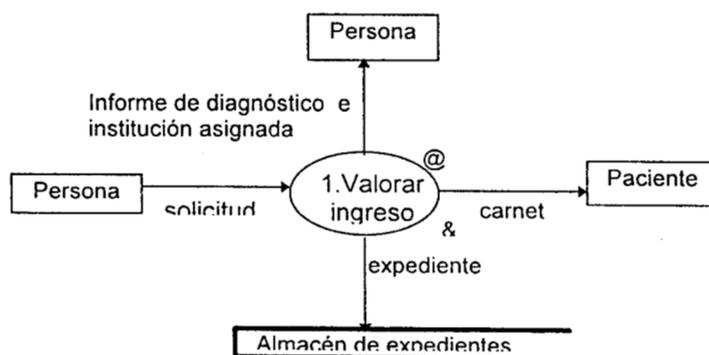


Figura 1. Proceso de ingreso de un paciente al INCH (nivel 0)

En la figura 2 se encuentran los procesos que permiten valorar el ingreso o no de una persona. Este proceso comienza cuando una persona acude al Instituto para solicitar su ingreso; cuando realiza su pago, acude a que se le realice la **preconsulta** con la cual se inicia propiamente el proceso de valoración, del cual saldrá la aceptación, o bien, una nota de evolución que permita reubicarlo en otra institución de salud.

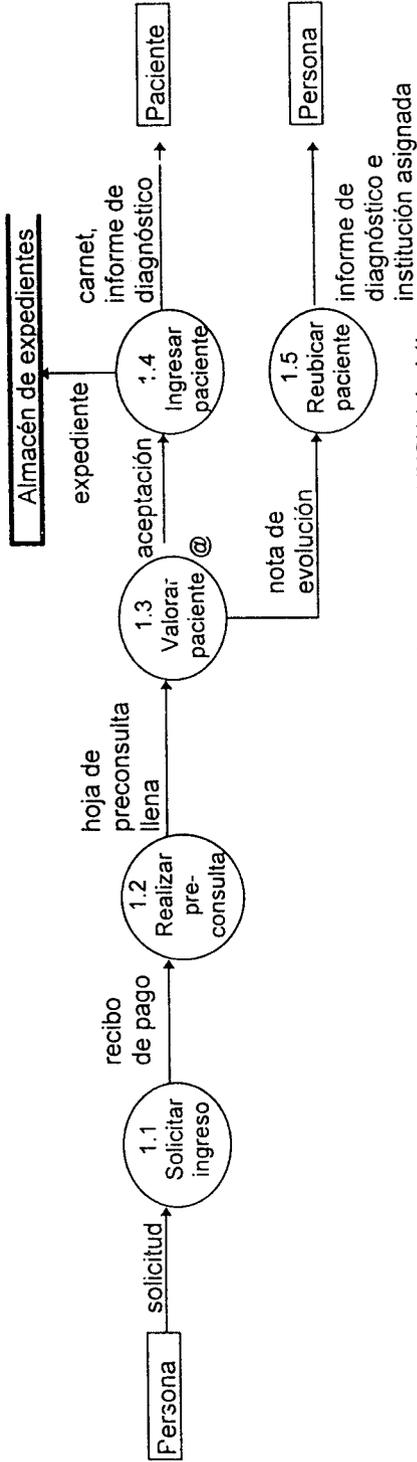


Figura 2. Proceso de ingreso de un paciente al INCH (nivel 1)

El proceso de solicitud de ingreso consiste básicamente de tres pasos, según se ve en la figura 3: llenar la ficha de cita con los datos personales del solicitante, realizar el pago correspondiente y obtener el recibo de pago que lo avala. Nótese la introducción de la entidad **Trabajo social**, quien durante todo el proceso de ingreso de un paciente funge como intermediaria entre las áreas clínicas, representadas aquí como la entidad Diagnóstico, y los pacientes.

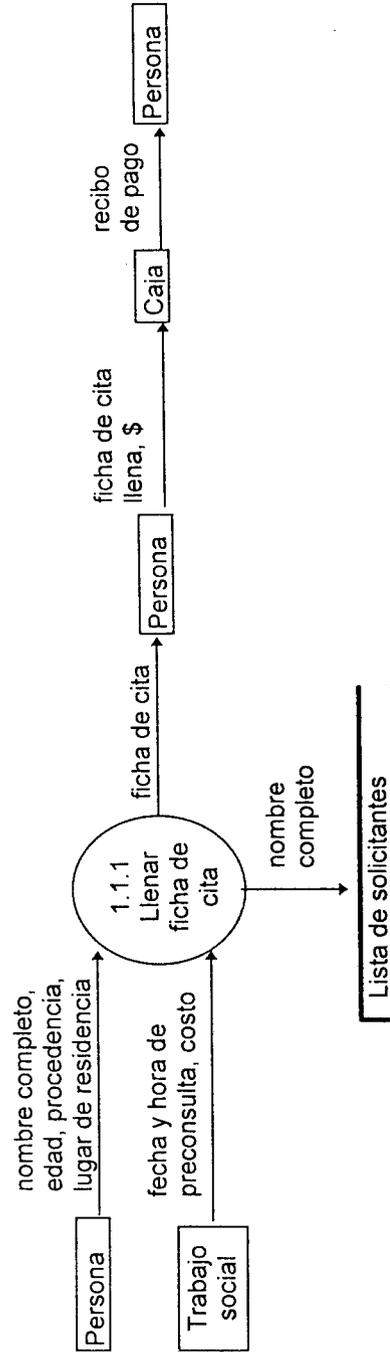


Figura 3. Proceso de solicitud de ingreso como paciente al INCH (nivel 2)

La preconsulta es una etapa por la cual toda persona debe pasar para conocer a detalle las razones por las cuales desea ingresar al Instituto. La salida de este proceso es una **hoja de preconsulta** llena como se ve en la figura 4, es decir, con los datos principales de la persona (nombre completo, edad, sexo y procedencia), fecha en que se realiza, qué médico interrogó a la persona, cuáles son los síntomas principales, los antecedentes de importancia de la persona, así como las observaciones y el resultado sugerido por el médico, con el cual se empieza a perfilar la decisión de aceptarlo o no como paciente del Instituto. aunque es el médico quien llena todos los datos clínicos de la hoja, es Trabajo social quien decide a cuál médico se le asigna esa persona. Este proceso de **Asignar médico** es de gran importancia, ya que cada paciente aceptado sólo tiene un **Médico asignado**, y para tomar la decisión, Trabajo social debe consultar todo un listado de médicos posibles, la especialidad que se adecúa más al problema del paciente, así como la cantidad de pacientes y citas que cada uno de ellos tiene. Dicho especialista corresponde a lo que se llamará dentro de este trabajo **Médico asignado** o responsable de la historia clínica de un paciente.

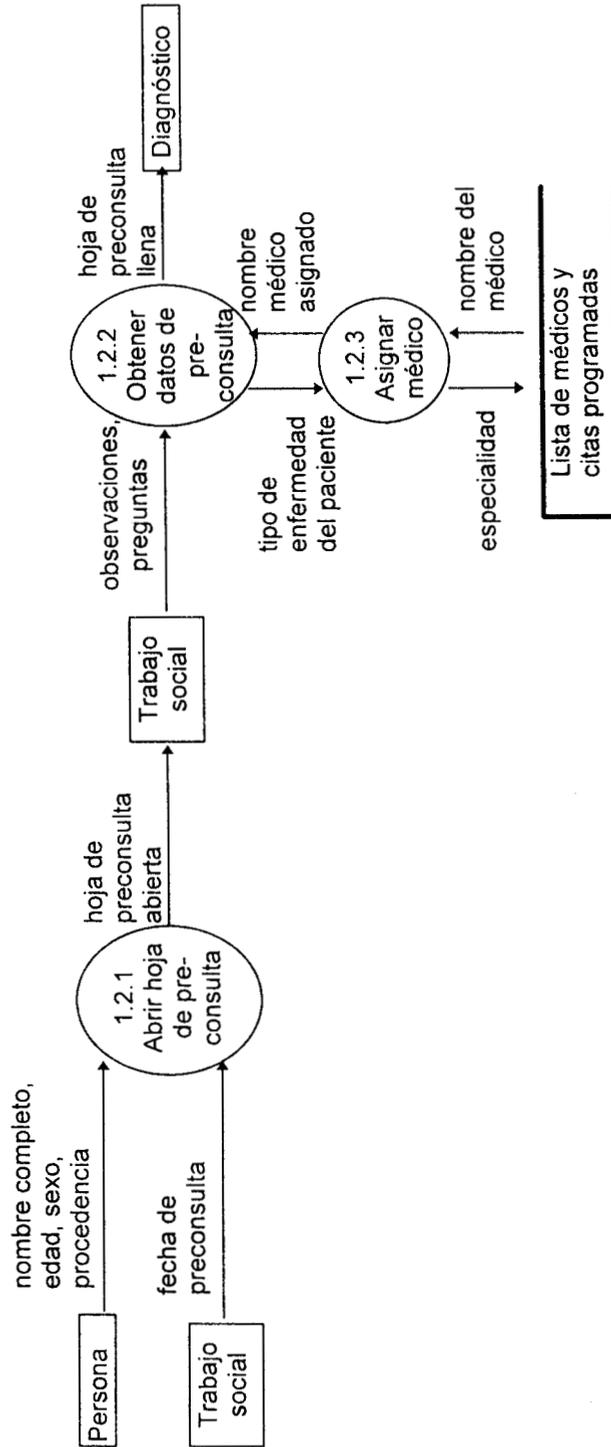


Figura 4. Proceso de preconsulta de una persona para ingreso como paciente al INCH (nivel 2)

La valoración clínica de un paciente tiene como objetivo profundizar más en la enfermedad de la persona, lo cual se logra llenando tres formatos: **Historia clínica**, **Hoja de control de estudios** y **Nota de evolución** (ver figura 5). La primera es abierta por el médico asignado quien a través de preguntas y observaciones pertinentes logra extraer información clínica capaz de bosquejar con mayor detalle las características de normalidad y anomalía de la persona enferma; esta hoja contiene datos como una ficha de identificación de la persona y sus progenitores, antecedentes hereditarios y familiares y árbol genealógico, antecedentes personales patológicos y no patológicos, resumen del padecimiento actual, resultados de una exploración física general, así como un posible diagnóstico, sugerencias de manejo y pronóstico de salud. La hoja de control de estudios

es solamente un listado de los **Estudios interconsulta** que hayan sido solicitados por el médico asignado para soportar su valoración clínica global de la persona enferma; en ella pueden verse las fechas de solicitud y realización del estudio, quién lo practicó y el sello de la caja de pago. Todos los estudios interconsulta son manejados por **Diagnóstico**, que es quien realmente concierne la cita con el área correspondiente; dichas áreas son todas aquellas mencionadas como **Áreas de apoyo al diagnóstico**, las cuales emiten un **Reporte de resultados de estudio en un formato libre y distinto para cada área**. Cada reporte de resultados es analizado en conjunto con los datos clínicos de la persona por el médico a cargo con el fin de emitir una nota de evolución. Este proceso puede repetirse tantas veces como el médico asignado lo considere pertinente para emitir una decisión acerca de la permanencia o no de la persona dentro del Instituto

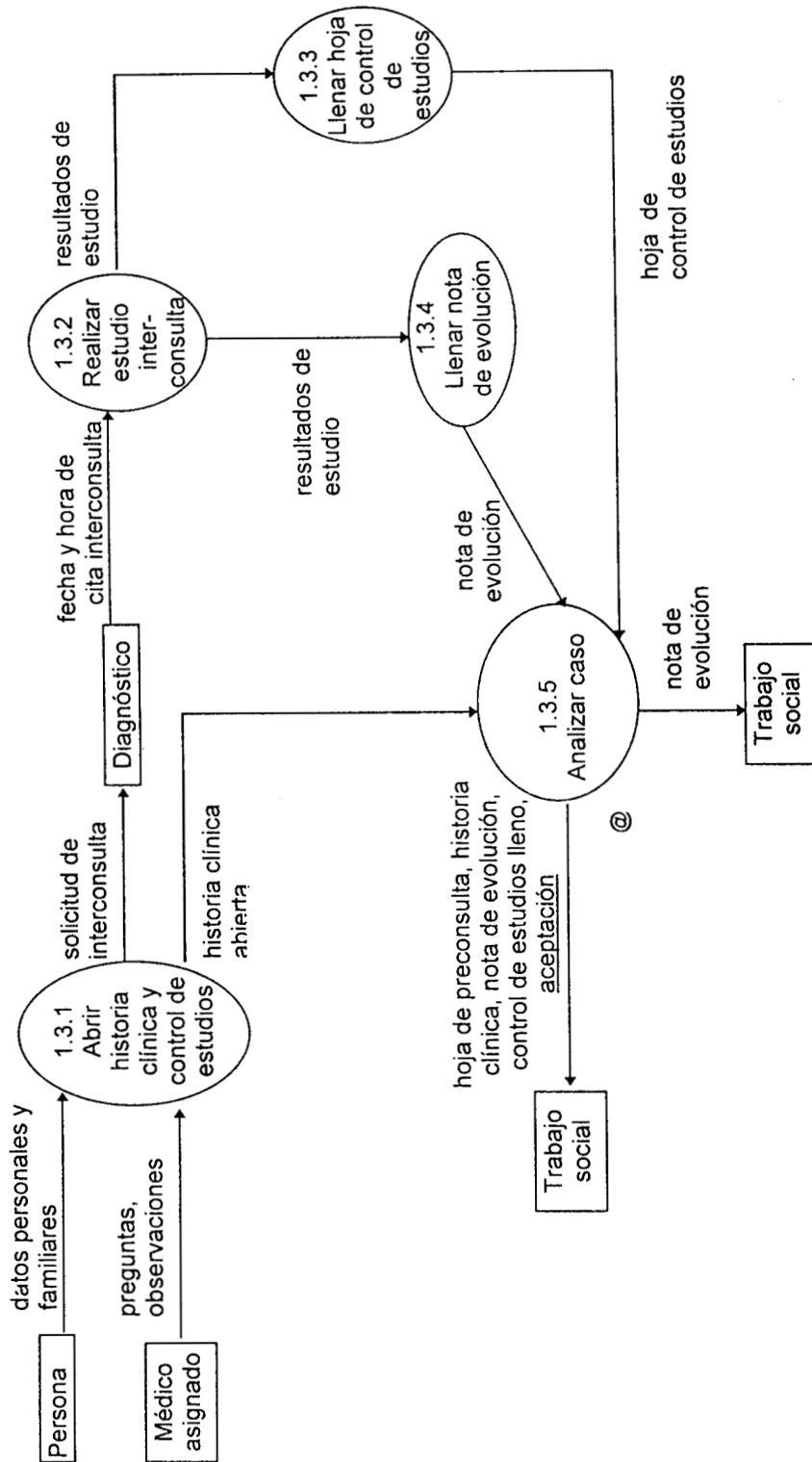


Figura 5. Proceso de valoración clínica de una persona para ingreso como paciente al INCH (nivel 2)

Una vez que se ha valorado clínicamente a la persona, y en el caso de haber sido aceptada para ingresar como paciente del INCH, corresponde a la entidad **Trabajo social** formalizar esta decisión, como se muestra en la figura 6. Lo primero que se realiza es un estudio socioeconómico guiado por un formato llamado **Ficha socioeconómica inicial**, a continuación, comienza el proceso **Asignar número de expediente**. El **Número de expediente** es una clave única de identificación interna formada por un número secuencial, un carácter de separación y el año en que ingresa el paciente a la Institución (ejemplo: 3118-1987); este número es de especial importancia ya que es la única manera de acceder a la información clínica del paciente y por supuesto, la única vía de reconocimiento dentro del INCH. El proceso de asignación de esta clave consiste en revisar un **Consecutivo de números** ya asignados para ver cuál es el que le correspondería al nuevo paciente y anotarlo. A continuación, **Trabajo social** forma el **expediente del paciente** con todos los formatos que el Médico asignado le devolvió más la ficha socioeconómica, anotando en cada uno de ellos el número de expediente asignado, para pasarlo al **Almacén de expedientes** custodiado por el área de **Archivo**. Finalmente se llena un carnet de citas nuevo y se le entrega al paciente junto con un **Informe de diagnóstico** para que él conozca más de su enfermedad. Sólo hasta este momento la entidad **Persona** se transforma en la entidad **Paciente**, para fines de la Institución y de este trabajo.

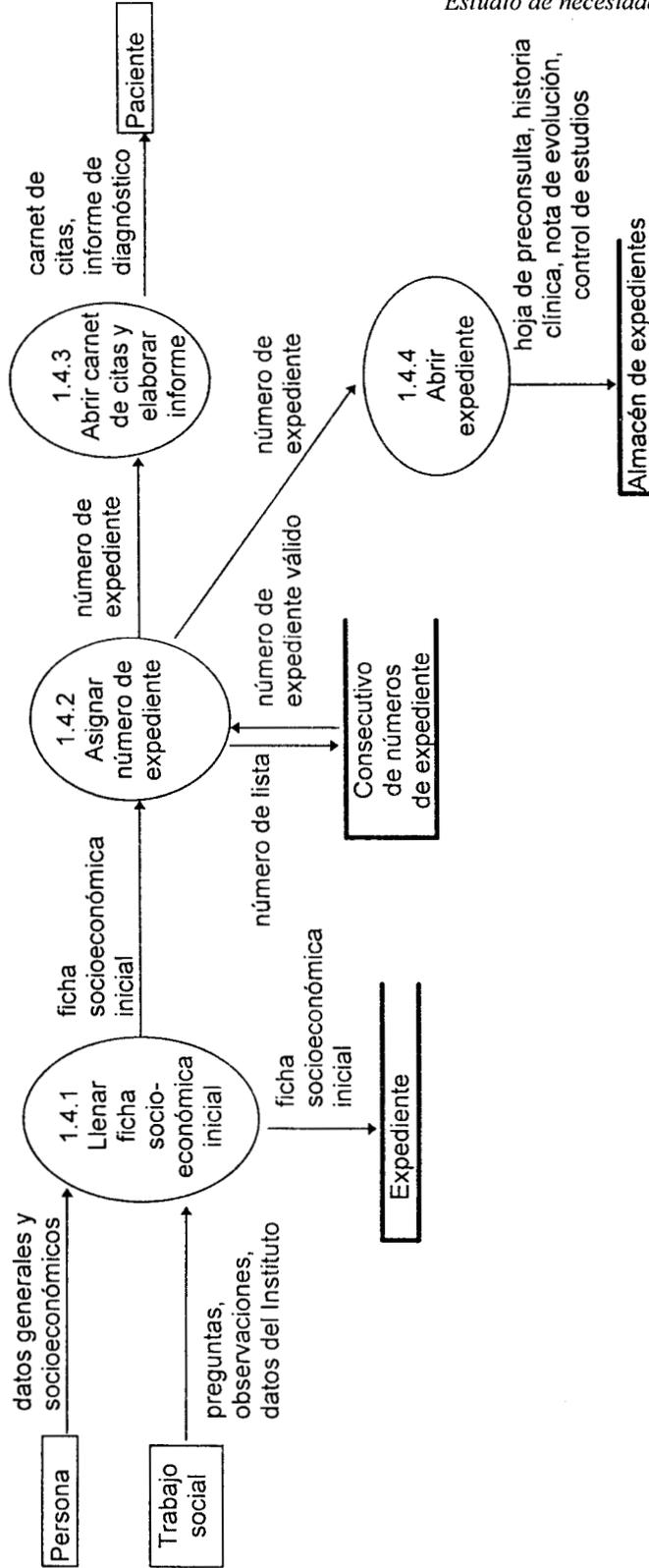


Figura 6. Proceso de aceptación de ingreso como paciente al INCH (nivel 2)

Si la persona no es aceptada como paciente del INCH debido a las características propias de su enfermedad y que lo ubican fuera de los alcances del Instituto, el Médico asignado pasa a Trabajo social una nota de evolución que define cómo elaborar el informe de diagnóstico al tiempo que perfila qué institución podría atender el caso. Trabajo social es quien decide cuál institución de salud es adecuada para el problema específico y concierne con ella la recepción de la persona. Finalmente entrega a la persona el informe de diagnóstico e institución asignada.

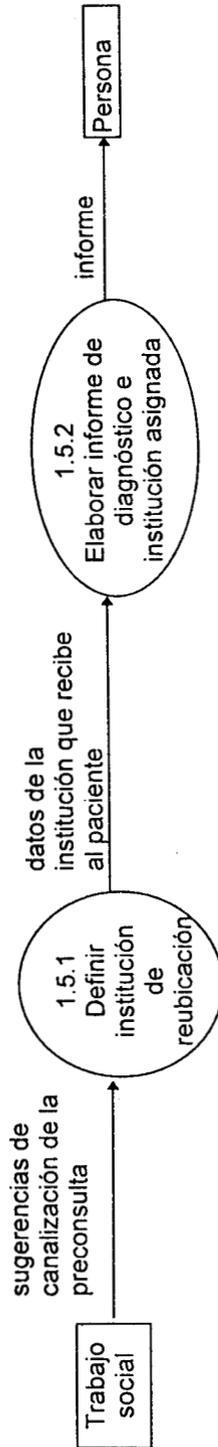


Figura 7. Proceso de reubicación de un paciente a otra institución de salud (nivel 2)

En este momento ya se ha ubicado lo que es un Paciente dentro del Instituto y quiénes son los que participan en su aceptación como tal, al tiempo que se han mencionado los formatos que deben ser llenados para formar el expediente inicial de ese paciente. Durante el tiempo que el enfermo es atendido dentro del INCH, se van generando una serie de citas solicitadas por su médico a cargo y a las cuales tiene la obligación de acudir puntualmente y con la preparación indicada por los especialistas del área que lo va a estudiar.

Las áreas que pueden realizar estudios al paciente durante su permanencia dentro del Instituto son las ya mencionadas como de apoyo al diagnóstico y que fueron enlistadas al principio de este capítulo. Dentro de ellas se encuentra el Departamento de Neurofisiología, lugar donde se realizó este trabajo. Con los antecedentes funcionales descritos anteriormente en los DFDs correspondientes a áreas del Instituto tales como Trabajo social o Diagnóstico, a continuación se detallan la organización, funciones y necesidades de este departamento a fin de conocer la problemática actual que en él se encontró.

I.2 Organización y requerimientos del Departamento de Neurofisiología

I.2.1 Personal involucrado

La problemática descrita en los antecedentes e introducción hablan del Departamento de Neurofisiología del INCH, lugar en donde se tiene un uso intensivo de la información almacenada dentro de los expedientes de pacientes así como de la creada por ellos mismos con y sin ayuda de los equipos de diagnóstico con los que cuentan. A diario se realizan gran cantidad de pruebas en gran número de pacientes, los cuales pueden o no volver, y si lo hacen, puede ser por un largo periodo de tiempo.

Puede decirse que el personal del Departamento incluye dos tipos de trabajadores:

- **Especializados**, que son los que día con día utilizan gran cantidad de datos internos y externos para realizar su labor, de análisis e interpretación, generando nueva información y consultando la existente, y
- **Básicos**, que son los que realizan su trabajo haciendo uso casi exclusivamente de datos internos y probablemente generarán algunos datos nuevos.

En ambos casos se habla de personal con formación médica, sólo que en el primer caso son especialistas con gran experiencia clínica y de nivel experimentado en cuanto a computación se refiere, mientras que en el segundo, son gente con menor experiencia clínica, o bien en formación, y con nivel "naive" en manejo de computadoras. Estas personas se encuentran organizados dentro del Departamento de acuerdo con el organigrama mostrado en la figura 8.

Como puede observarse en esta figura, dentro del área de Mapeo Cerebral se encuentran únicamente usuarios especializados, mientras que en la otra área se concentran los usuarios básicos, por lo que la solución a proponerse tenía que ser sencilla, desde el punto de vista del manejo, y fácil de acceder, desde el punto de vista funcional. Las elicitaciones realizadas con el personal clave del Departamento hicieron posible conocer la ubicación cognitiva mostrada para decidir el enfoque que la propuesta debería tener al ser diseñada, así como al plantear cómo debería llevarse a cabo la validación. Un buen manejo por parte del usuario garantiza un correcto desempeño de las funciones que se construyan; esto implica un correcto entendimiento por nuestra parte de sus necesidades, y por su parte, una óptima comprensión de las bondades y limitaciones de la solución propuesta.

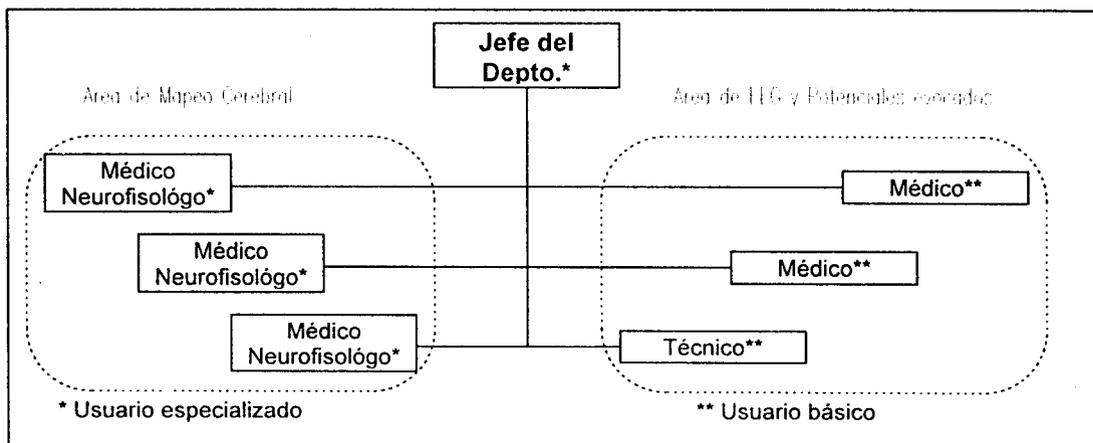


Figura 8. Organigrama del Depto. de Neurofisiología del INCH.

1.2.2 Flujo interno de información

Este Departamento, según se mostró en el organigrama del INCH (Figura A.1) pertenece al conjunto de áreas de apoyo al diagnóstico dentro del Instituto y está constituido por dos áreas según se vio en la figura 8. Por la importancia que tienen las pruebas neurofisiológicas y la electroencefalografía para el diagnóstico de los desórdenes de comunicación, este Departamento recibe un flujo muy grande de pacientes durante todo el año y bajo muy diversas condiciones y diagnósticos.

Con mucha frecuencia, las personas que llegan a él presentan afecciones conductuales y algunas veces, sintomáticas no bien definidas, por lo que corresponde al Departamento proporcionar indicios que permitan definir cuál es el tratamiento más adecuado para su padecimiento. Si llegan por algún tipo de desorden mental, algunas veces traen consigo una prueba que evidencia la causa del mal, como radiografía, tomografía o resonancia, pero en su mayoría sólo se reciben con datos clínicos de la enfermedad; dichos datos se encuentran especificados dentro del expediente, al cual no se tiene acceso inmediatamente, como se comentó antes. También pueden presentarse pacientes con alteraciones en el proceso de aprendizaje o de comunicación hablada o escrita.

Dentro de las funciones primordiales que el personal del Departamento debe llevar a cabo de manera cotidiana, están el emitir una opinión médica que complementa las observaciones del médico que se encarga de cada uno de los pacientes (**Médico asignado**), así como el revisar con cierta periodicidad, los casos clínicos de interés para aportar datos a líneas de investigación ya existentes o nuevas. Para este último proceso, es de gran utilidad agrupar a los pacientes con patologías similares coadyuvándose con los resultados de las pruebas neurofisiológicas realizadas por ellos.

La cantidad y calidad de información generada dentro del Departamento responde tanto al número de personas atendidas a diario como al hecho de que con cada una de ellas se sigue un proceso más o menos estricto para la prueba solicitada por el médico a cargo. Dentro de las dos áreas del Departamento cada uno de los especialistas siempre hace uso de algún equipo automatizado o semiautomatizado de registro, realizando los entornos clínicos que hayan sido especificados, o bien, que ya están establecidos de antemano.

1.2.2.1 Área de EEG y Potenciales evocados

Constituida por tres personas, esta área recibe a los pacientes cuyos médicos a cargo han solicitado un estudio de electroencefalografía, ya sea basal o bajo cierto tipo de estímulo, dependiendo la vía sensorial que desea ser explorada. Las pruebas neurofisiológicas que son a menudo realizadas en esta área, así como su frecuencia, se ven en la figura 9.

Prueba neurofisiológica	Frecuencia de realización
EEG	8-10 pacientes / día
Potenciales evocados auditivos	8-10 pacientes / día
Potenciales evocados somatosensoriales	1-2 pacientes / mes
Potenciales evocados visuales	2 pacientes / mes
Electromiografía	1 paciente / mes
Velocidad de conducción nerviosa	1 paciente / mes

Figura 9. Tabla de pruebas neurofisiológicas realizadas dentro del Área de EEG y Potenciales evocados del Departamento de Neurofisiología del INCH, donde se muestra la periodicidad con que se llevan a cabo.

Las pruebas para las cuales se tiene el equipo necesario pero que se realizan muy esporádicamente son:

- Electroencefalografía
- Potenciales evocados cognitivos
- Electromiografía evocada

Los equipos con que cuenta el área son ocho en total, cinco que pueden realizar cualquiera de las pruebas antes mencionadas, excepto EEG, y tres electroencefalógrafos. Como se muestra en la figura 10 todos estos equipos son de marcas diferentes y algunos no están completamente automatizados (*). De entre los que sí lo están, unos cuantos tienen salida a disco flexible con formato propietario (**), por lo que sólo pueden recuperarse las señales con el mismo aparato que les dio origen.

Marca del equipo	Pruebas que puede realizar
**Neuropack	Todas excepto EEG
**Neuropack	Todas excepto EEG
**Neuropack	Todas excepto EEG
Cadwell 5200	Todas excepto EEG
*Cadwell Freedom (20 canales)	EEG
*Nihon Kohden (8 canales)	EEG
*Medcraft (8 canales)	EEG

Figura 10. Tabla de equipo de apoyo utilizados para realizar las pruebas neurofisiológicas del Área de EEG y Potenciales evocados del Departamento de Neurofisiología del INCH.

La información que esta área requiere para poder efectuar su labor de apoyo al diagnóstico, incluye datos personales y clínicos del paciente tales como:

- Número de expediente*
- Nombre completo*
- Edad**
- Diagnóstico inicial**
- Resultados de otras pruebas realizadas (ej.: audiometría, impedancimetría)**
- Antecedentes personales y familiares**

Algunos de estos datos pueden ser obtenidos directamente del carnet que el paciente debe traer consigo (*), mientras que casi todos tendrán que consultarse en el expediente (**).

1.2.2.2 Área de Mapeo Cerebral

Constituida por tres médicos con la especialidad de Medicina de la Comunicación Humana, esta área adquiere únicamente registros de mapeo cerebral estudiados bajo diferentes *entornos* tales como vigilia, ojos abiertos o cerrados y sueño. También pueden realizar estudios de potenciales evocados, igual que la otra área, sólo que la respuesta a ellos es visualizada en forma de mapas de actividad eléctrica cerebral. Cabe señalar que un estudio de mapeo generalmente es practicado cuando se tiene ya un EEG del paciente y se encuentran formas de onda atípicas que sugieren la necesidad de un estudio que haga más específico el diagnóstico. Sin embargo, no es indispensable que el paciente cuente con un EEG previo para que se le practique un estudio de mapeo.

Esta área cuenta con dos equipos básicos para realizar pruebas de mapeo, ambos de la misma firma comercial, Nicolet Instruments, además de una computadora tipo PC. Uno de ellos, el más recientemente adquirido (*BEAM*), ha generado algunos registros de interés para el personal, aunque su uso actual aún no es tan intenso como el del otro equipo (*Brainlab*), el cual tiene más tiempo dentro del Instituto (aproximadamente 5 años) y es con el que ha sido posible generar el conjunto de registros mencionados en los antecedentes de este trabajo, quien tiene una cardinalidad cercana a los 5000 ítems. Cada uno de esos registros corresponde a un solo paciente, aunque todo paciente tiene más de un registro en ese conjunto. Esto se debe a que en cada sesión o cita a la que acude un paciente, de rutina, se le practica más de una maniobra, generando con cada una de ellas un registro de señales y mapas (ver figura 16).

El equipo **Brainlab** permite recuperar, haciendo uso de su propio software, los archivos de mapas de actividad eléctrica creados durante una sesión de estudio. Sin embargo, su manejo de información presenta varias desventajas cruciales que limitan el rendimiento y usufructo que se obtenga de ella; algunos de estos inconvenientes, entre muchos otros, son:

- Para recuperar un mapa forzosamente hay que utilizar el mismo software que lo generó, no es posible leerlo con ningún otro paquete.
- Cuando se almacenan los mapas y valores numéricos del estudio de un paciente, siempre tiene que juntarse con los de otros para poder guardarlos como "base de datos" legible para el equipo.
- Los datos del registro en tiempo y en frecuencia se almacenan por separado.
- Para buscar y visualizar los datos de un paciente dentro de una "base de datos", forzosamente se requiere el número de control interno con que se "dio de alta" en el equipo; es decir, este número es la única llave de acceso a la información.
- El número de control interno conocido para el equipo no tiene ninguna correspondencia con el paciente, ya que es un número secuencial.
- No existe ningún tipo de consulta a la información del paciente y del estudio (fecha y hora del registro, nombre del paciente, edad, sexo, fecha de nacimiento, diagnóstico, maniobra) la cual fue almacenada junto con el registro.
- Todo dato almacenado junto con el registro debe ser capturado en su totalidad.
- No existe ninguna validación de la captura de datos.

Las características de los estudios practicados por esta área son las siguientes:

- Se tienen mínimo 2 pacientes por día.
- Se practican de 4 a 6 registros (ojos cerrados, ojos abiertos, hiperventilación, recuperación) por paciente por día.
- Un paciente es estudiado por lo menos una vez.
- Un tipo de registro (bajo cierta maniobra) puede hacerse a un paciente más de una vez, mientras sea paciente vigente para el Instituto, es decir, que no haya sido dado de baja. Una baja procede si el paciente tiene más de 5 años de no asistir a consulta al Instituto.
- En un mismo día, puede hacerse el mismo tipo de registro más de una vez, al mismo paciente.
- El mismo tipo de registro puede practicarse a más de un paciente.

La labor de rutina desempeñada dentro del área puede modelarse como se muestra en las figuras 11 a 18. En ellas puede verse claramente la función del personal del Departamento incluyendo al jefe del mismo. Nótese que para cada uno de los subprocesos implícitos se hace uso de información externa al Área y/o al Departamento, lo que conlleva a un retraso casi habitual en cada uno de ellos.

Así mismo, vale la pena observar con cuidado el proceso de **elaboración de un reporte de resultados** (figura 18), el cual constituye la única vía formal de comunicación, hacia el resto del Instituto y al interior del Departamento, de resultados, interpretaciones, recomendaciones y observaciones que los especialistas consideran pertinentes para cada paciente; esta comunicación, realizada a diario más de una vez, es un problema crucial que permite valorar la problemática de gestión de información interna y externa. Hoy en día su elaboración es completamente manual, lo que lleva a grandes inconvenientes de tiempo, acceso a la información, validez, modificaciones, etc.

Por la cantidad de información manipulada y la dificultad que presenta en este momento acceder a ella, los mismos especialistas han bosquejado sus necesidades de gestión de datos de la siguiente manera:

- Relacionar los registros de un mismo paciente, de manera que con una sola vez que sea dado de alta para el Departamento sea suficiente para acceder a cualquier prueba que se le haya practicado.
- Buscar información personal o clínica de un paciente a partir de su nombre o algún otro dato relacionado con él.
- Relacionar la información de grupos con la de los pacientes que lo forman (*ver explicación más adelante).
- No tener necesidad del número de control interno, sino hacer uso del número de expediente del Instituto.
- Tener acceso a la siguiente información global:

1. Información de paciente

- Número de expediente
- Nombre completo
- Edad
- Sexo
- Fecha de nacimiento
- Raza
- Religión
- Ocupación
- Teléfono
- Historia clínica
- Antecedentes personales y familiares
- Padecimiento actual
- Datos relevantes de exploración
- Diagnóstico probable
- Diagnóstico definitivo
- Estudios neurofisiológicos practicados
- Otros estudios practicados

2. Información de estudio

- Maniobra clínica con la que se obtuvo el registro
- Fecha del registro
- Hora del registro
- Tipo de montaje
- Condición del paciente durante el registro
- Datos y antecedentes clínicos del paciente al que pertenece el registro
- Datos del registro en tiempo
- Datos del registro en frecuencia

3. Información para reportar

- Descripción del estudio, la cual incluya qué maniobras se realizaron durante la sesión, cómo fue la respuesta a ellas, en qué regiones del cerebro y cómo se proyectaron, qué amplitudes y frecuencias tuvieron las respuestas y cómo se organizaron.
- Interpretación del estudio, donde se señale si se considera normal o no el estudio, justificando por qué.
- Sugerencias y observaciones para el médico asignado al paciente, según el análisis efectuado por el especialista.
- Quién solicitó el estudio y quién elaboró el reporte.
- Datos del paciente y en especial, de los registros a los cuales corresponde este reporte.

En cuanto al punto que se refiere a la información de **grupos** de pacientes (*), se requieren varias cosas. Primero es necesario especificar a qué se refiere un grupo en este contexto: un grupo es el conjunto de pacientes que comparten una misma patología, y que bajo ciertas condiciones, presentan registros de mapeo que los hacen comparables. Nótese que la definición de grupo tiene una fuerte connotación numérica y clínica; numérica porque el grupo va a quedar "creado" en cuanto se calculen sus **parámetros estadísticos** (media y varianza), y clínica porque para hacerlo hay que seguir ciertos **lineamientos clínicos** cuando se realizan los estudios.

Un **grupo estadístico**, como se le llama correctamente, es entonces la representación estadística del comportamiento de un conjunto homogéneo de personas estudiadas bajo ciertas condiciones bien específicas. Para los especialistas del área, son de interés tanto los parámetros del grupo, junto con otros datos como nombre y detalles clínicos, como los de cada uno de los sujetos que lo componen. Actualmente el manejo de grupos estadísticos no ha sido completamente explotado dadas las dificultades a nivel individual que se tienen para el estudio de una persona; no obstante, se cuenta con gran experiencia en la agrupación, sin validez estadística, de pacientes con mapas que evidencian desórdenes o irregularidades similares. Cabe señalar que estas uniones de pacientes le permiten al médico analizar con mayor facilidad las señales de EEG que se le presentan en pantalla, auxiliándole en la interpretación y comentarios que pueda construir.

Ahora bien, la existencia de grupos estadísticos tiene como fin último auxiliar en el diagnóstico de una persona, a partir de las comparaciones que con ellos se puedan establecer. Las **pruebas estadísticas clásicas** que apoyan esta función son las pruebas **t-score** y **z-score**, las que permiten comparar dos grupos para conocer sus diferencias, o bien un mismo grupo bajo dos diferentes condiciones clínicas, y comparar un sujeto contra un grupo, para ver qué tanto pudiera "pertenecer" a él, respectivamente.

Como se recordará del marco teórico, a esta unión de la estadística con la técnica de mapeo cerebral, se le llama mapeo estadístico. El área de Mapeo actualmente ya hace uso de mapeo estadístico, pero cabe reiterar que sigue sin ser totalmente explotado dada la falta de soporte de manejo y recuperación de datos que se tiene actualmente. Nótese que en la descripción de procesos de rutina no se incluye el uso del mapeo estadístico, lo cual según el propio personal del área, sería de gran utilidad.

La figura 11 muestra de manera global la labor del área de Mapeo cerebral, la cual es llevar a cabo el proceso **Realizar estudios de mapeo**; para lograrlo, debe esperar que éste le sea solicitado, y una vez practicado, generará un **reporte de resultados** tanto para el expediente del paciente como para un control interno del área.

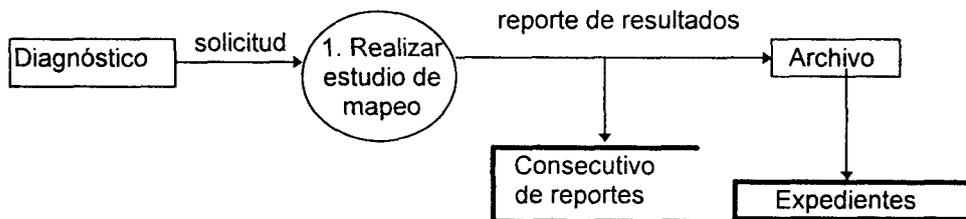


Figura 11. Proceso para efectuar estudios neurofisiológicos de mapeo cerebral en el INCH (nivel 0)

Los pasos que conforman la realización de un estudio de mapeo se detallan en la figura 12. En total son seis pasos, cada uno de los cuales es efectuado por los médicos especialistas del área, y en el caso de la autorización del reporte, se requiere también de la participación del jefe del Departamento. Nótese que el reporte de resultados creado como salida del proceso final, se genera en original y copia tanto para el control del Instituto como para el control interno del Departamento.

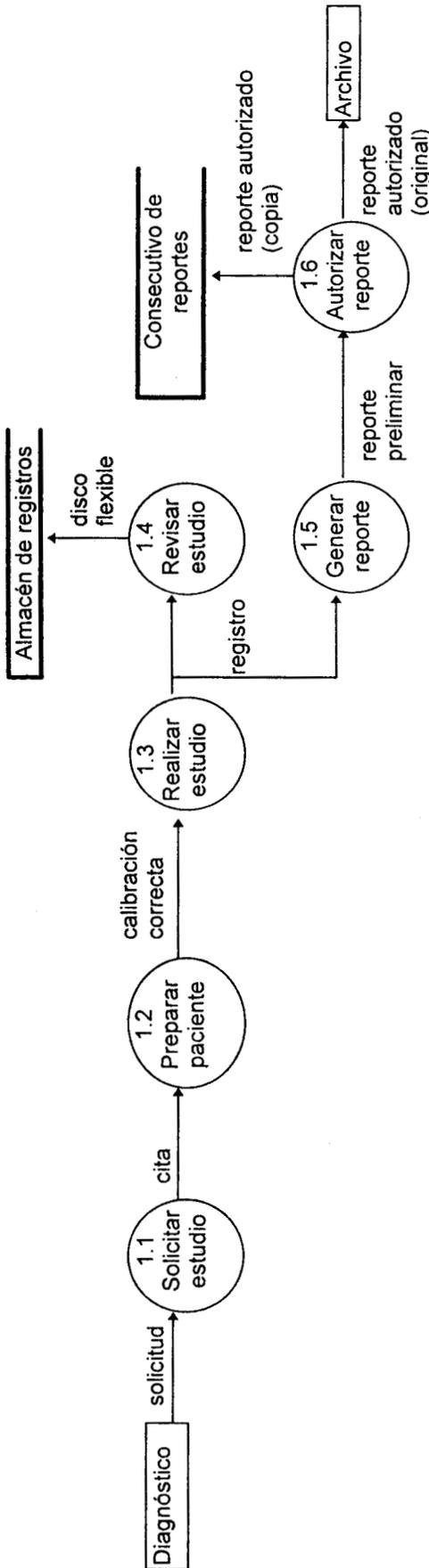


Figura 12. Proceso para efectuar estudios neurofisiológicos de mapeo cerebral en el INCH (nivel 1)

El solicitar un estudio de mapeo requiere que el paciente acuda personalmente al Área, siguiendo las órdenes del médico asignado expresadas a través del área de Diagnóstico (figura 13). Presentando su carnet de citas, cualquiera de los médicos del Área pueden **Asignarle una cita**, proceso que implica registrar en la **Agenda** los datos principales del paciente así como anotar en su carnet el día y hora concertados. Nótese la presencia de un **Número de control interno** del cual se hablará más adelante y el cual se ha marcado con asterisco pues sólo se anota si el paciente lo sabe, lo que no sucede siempre. Hecho ésto, el médico procede a **Instruir al paciente** para que el día del estudio llegue en condiciones adecuadas como para realizarlo; ésto es de particular importancia cuando el paciente es un menor de edad.

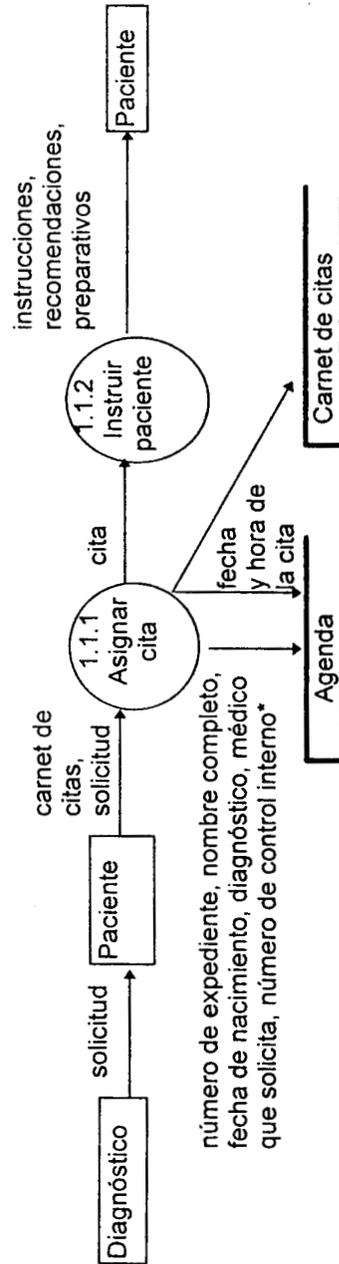


Figura 13. Proceso de solicitud de estudios neurofisiológicos de mapeo cerebral en el INCH (nivel 2)

El día en que se efectúa el estudio de mapeo el paciente debe presentarse con su carnet de citas en mano y bajo las condiciones previamente ordenadas por el **médico neurofisiólogo (Médico NF)**, como se le llama en los siguientes diagramas). El Médico NF mediante instrucciones ordenadas al paciente, lo **Acomoda adecuadamente** como para poder **Colocar los electrodos**. Una vez que se han colocado correctamente, se **Adecúa la impedancia** de la interfase electrodo-piel de modo que sea menor a los 5 kΩ, y así permitir que el equipo realice su **Autocalibración** (ver figura 14).

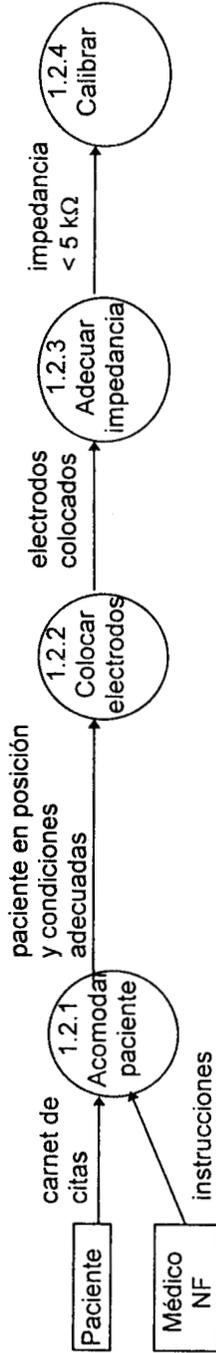


Figura 14. Proceso de preparación del paciente para realizar estudios neurofisiológicos de mapeo cerebral en el INCH (nivel 2)

Para iniciar la sesión de estudio, el Médico NF debe **Capturar los datos del paciente** que son requeridos por el equipo para iniciar un registro de mapeo (figura 15). De entre estos datos destaca uno, llamado en este trabajo **Número de control interno** y que se refiere a un número **secuencial asignado al paciente dentro del Área**. Idealmente este número tiene una correspondencia univoca con un paciente, pero dado que su asignación es de forma manual y sin seguir ningún criterio que lo asocie con la persona a la cual pertenece, existe gran cantidad de errores a causa de su existencia. La pregunta sería, si hay tantos problemas, ¿por qué se creó o por qué se utiliza? La respuesta es simple, el equipo requiere forzosamente de un número "clave" para iniciar el registro, y peor aún, para recuperarlo posteriormente.

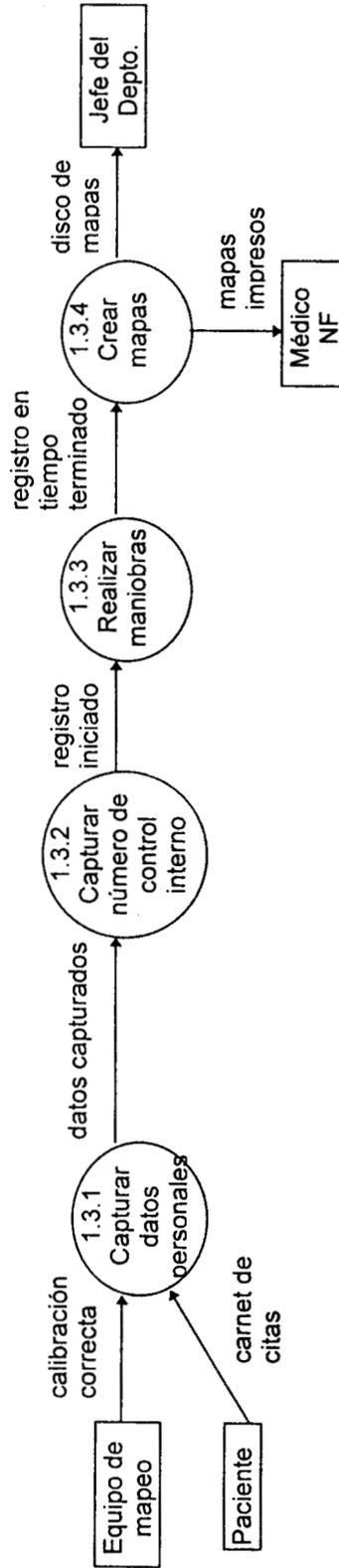


Figura 15. Proceso de realización de estudios neurofisiológicos de mapeo cerebral en el INCH (nivel 2)

En fin, erróneo o correcto, una vez capturado, se inicia propiamente el estudio durante el cual se **Realizan las maniobras** descritas en la figura 16, justo en ese orden; al final de estas maniobras siempre deben **marcarse las épocas de EEG** que a juicio del médico presentan artefactos a fin de que no sean tomadas en cuenta para el **Cálculo de la FFT**. Es necesario mencionar que el registro en tiempo se graba tanto en disco flexible como en papel.

El proceso matemático de cálculo de la FFT da inicio al proceso **Crear mapas** (figura 17) en el que, a partir del **espectro de potencia** de la señal de EEG en tiempo obtenida bajo cada una de las maniobras realizadas, se generan los valores numéricos correspondientes a la energía de la señal en cada frecuencia discreta. Ésto es, cada mapa creado por el equipo corresponde a un registro constituido por 15 épocas, de 4 segundos cada una, bajo un cierto entorno clínico. El equipo calcula, además del espectro por frecuencias discretas, algunos otros parámetros (potencia promedio, potencia relativa, potencia absoluta, etc.) con los cuales el médico puede también crear un mapa multicolor. Finalmente, deberá **grabar en disco la matriz de espectros** calculada por el equipo para que posteriormente pueda ser analizada.

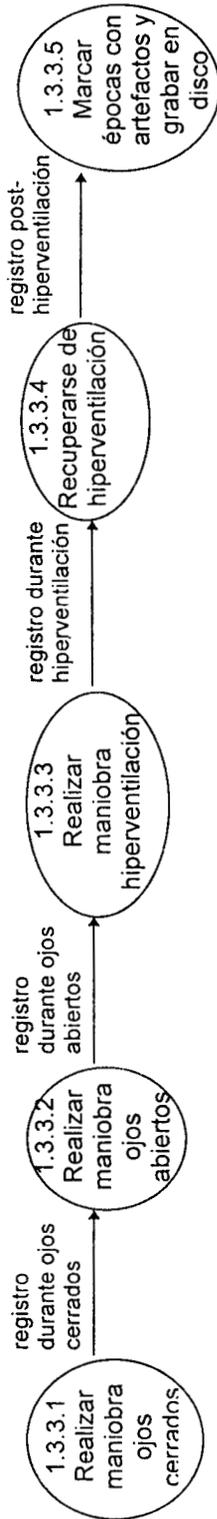


Figura 16. Proceso de realización de maniobras durante un estudio de mapeo cerebral en el INCH (nivel 3)

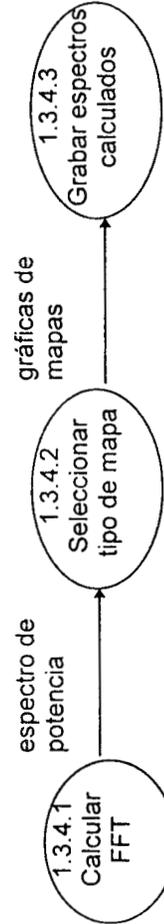


Figura 17. Proceso de creación de mapas de un estudio de mapeo cerebral en el INCH (nivel 3)

Una vez terminada la sesión de estudio y con los registros grabados en disco flexible, debe darse inicio al proceso de **Revisión del estudio** en el cual el médico verifica que los datos grabados sean correctos, no tengan artefactos y correspondan exactamente a las maniobras de rutina. Si esto no presenta problemas, el disco formará parte del **Almacén de registros** que es el antecedente clínico más importante que se tiene de los pacientes que acuden al Área; sin embargo, si se encontrara algún error, habrá que repetir el proceso de **Realización de estudio** (figura 12).

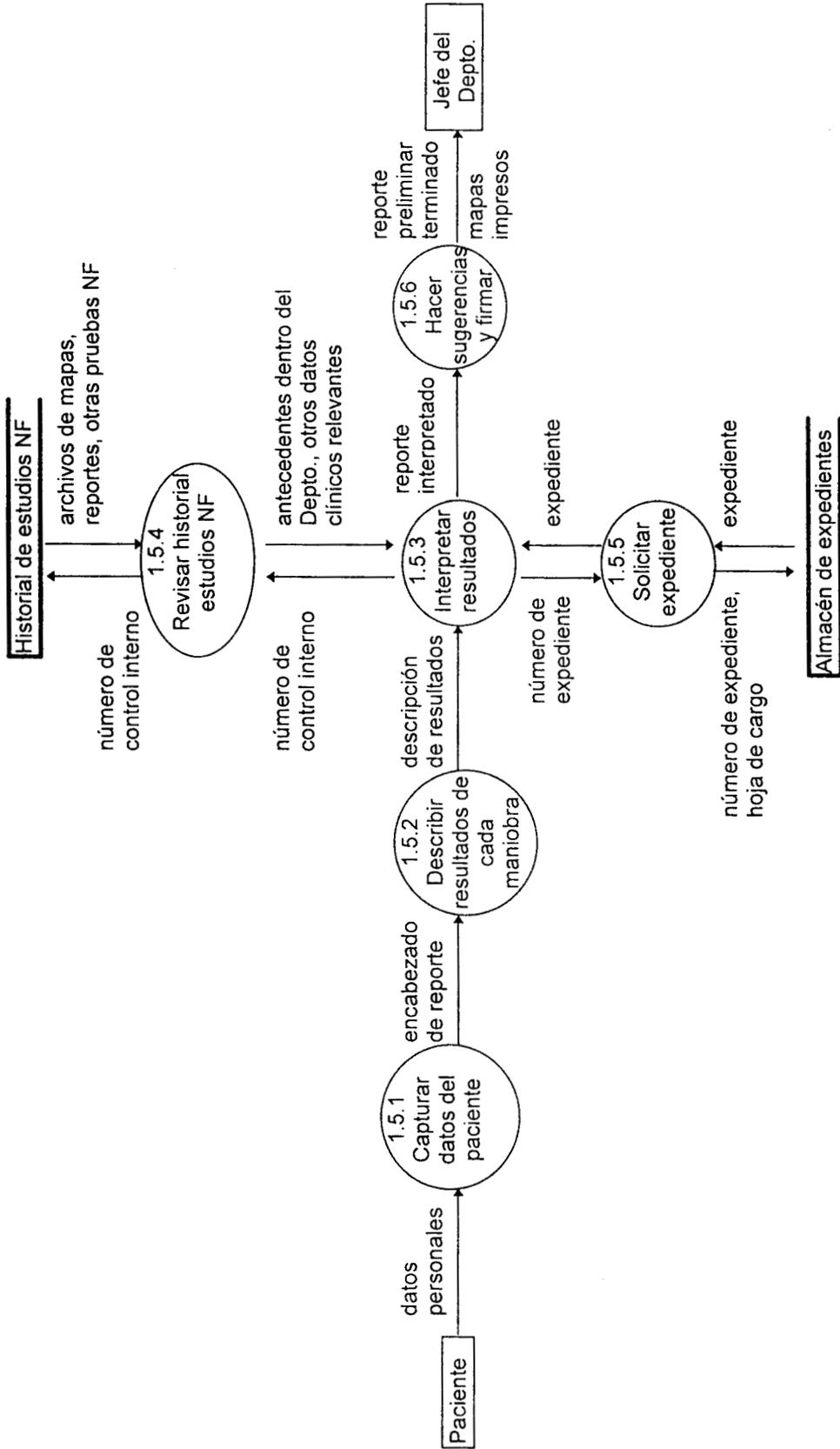


Figura 18. Proceso de elaboración de un reporte de resultados de los estudios de mapeo cerebral de cada paciente (nivel 2)

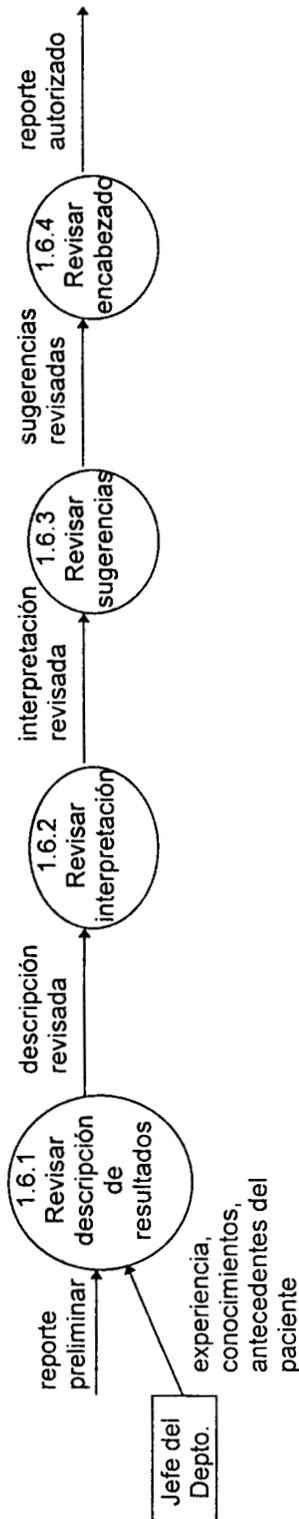


Figura 19. Proceso de autorización de un informe de resultados de los estudios de mapeo cerebral (nivel 2)

Teniendo los archivos correctos ya en disco, se da inicio a la **Elaboración del reporte de resultados**, proceso que se detalla en la figura 18. Obsérvese que, de nuevo, el médico debe capturar los datos personales y clínicos de interés del paciente para formar el **Encabezado de reporte** y así continuar con la **Descripción de resultados**. Esto último consiste en explicar cuáles maniobras se realizaron y cómo fueron las respuestas encontradas en el EEG registrado, siempre y cuando dichas respuestas presentan características de interés, es decir, atípicas. Aquí se habla de la **frecuencia, amplitud, localización, proyección y organización** de las formas de onda, así como algunas **otras características** en caso de considerarse necesario.

Una vez que se ha descrito lo realizado durante la sesión de estudio, deben **Interpretarse los resultados**; finalmente, es la interpretación lo que el médico a cargo está esperando para guiar el curso del tratamiento de su paciente. Para poder llevar a cabo este proceso debe hacerse una revisión minuciosa de los **Antecedentes clínicos del paciente**, tanto dentro del Área como dentro del Instituto; es decir, deben conocerse también los **Resultados de otros estudios no neurofisiológicos**. El historial de mapeos sólo puede obtenerse accediendo a los **Archivos de tiempo y de frecuencia** correspondientes a algunas otras sesiones de mapeo practicadas al paciente así como a **reportes anteriores**; ésto es posible sólaamente si se conoce el número de control interno al Área. En contraste, para saber de los antecedentes del paciente dentro del Instituto no existe otra opción más que consultar directamente el expediente; como se recordará del apartado primero de este capítulo, los expedientes se encuentran en el **almacén**, lejos del Departamento, al que habrá que hacerle llegar una **hoja de cargo** donde el médico NF se haga responsable de su uso.

Los datos que el médico NF requiere para llevar a cabo su labor de estudio, análisis e interpretación de resultados, incluyen aquéllos encontrados en el **Historial de estudios neurofisiológicos** del Área, en la **agenda de citas**, en el **consecutivo de reportes**, en los registros mismos, en el **expediente del paciente** y en el **carnet de citas** (figuras 11, 12, 13 y 18). Los cuatro primeros depósitos se encuentran físicamente en el Departamento a diferencia de los otros dos que son externos a él. Por otro lado, los dos primeros son actualizados en forma manual por el mismo personal del Departamento. Una vez que se logra la interpretación del estudio deben **Hacerse sugerencias y firmar** el formato para, junto con los mapas seleccionados impresos, pasarlo al Jefe del Departamento para que lo autorice (figura 19). El proceso de **autorización** consiste básicamente en revisar la congruencia de la información presentada en el reporte de resultados, pudiendo apoyarse en los registros grabados en disco flexible, en caso de que el Jefe lo considere necesario. Si el Jefe da su autorización, el reporte es entregado a Archivo para que forme parte del expediente del paciente, guardándose una copia en el consecutivo de reportes del Departamento.

II. Planteamiento de la solución

De acuerdo con la problemática descubierta por el estudio de necesidades, se planteó un proyecto que diera solución a las principales cuestionantes descritas. Tomando en cuenta que las necesidades eran complejas y diversas, hubo que jerarquizar las tareas a resolver, de manera que el desarrollo del proyecto fuera factible. Para ello, los dos aspectos centrales que se tomaron en cuenta para la distribución del trabajo, fueron 1) mejorar el desempeño en las acciones básicas para el funcionamiento del Departamento y 2) apoyar la realización de tareas complementarias, que sin ser de vital importancia, son de gran interés para éste.

II.1 Especificación de recursos del Departamento

II.1.1 Humanos

El usuario directo es personal con formación médica. Cuatro de ellos son los que se mencionaron como de nivel especializado en el estudio de necesidades y tres de ellos de nivel básico. Todos saben manejar el sistema operativo MS-DOS y Windows, además de los equipos especializados de su área.

II.1.2 Materiales

II.1.2.1 De hardware

- El equipo de apoyo al diagnóstico descrito en el estudio de necesidades (ver apartados II.2.2.1 y II.2.2.2).
- Una computadora tipo PC, marca AcerMate, con procesador Intel 80486 a 66 MHz, disco duro de 200 MB, 4 MB de memoria RAM, monitor Acer SVGA, teclado y ratón estándar. Manejador de disco flexible de 3 ½". Dos puertos seriales y un puerto paralelo.
- Una computadora tipo PC, marca Compaq Deskpro, con procesador Pentium a 120 MHz, disco duro de 1.2 GB, 16 MB de memoria RAM, monitor Compaq SVGA, teclado y ratón estándar. Manejador de disco flexible de 3 ½". Dos puertos seriales y un puerto paralelo.

II.1.2.2 De software

- En las computadoras Acer y Compaq se tiene instalado el sistema operativo MS-DOS (versiones 6.22 y 7.0), la plataforma Windows (versiones 3.11 y 95) y paquetería Microsoft Office (procesador de palabras, hoja de cálculo y generador de presentaciones) en las versiones correspondientes.

- En la computadora Acer es posible acceder a los mapas generados por el software del equipo *Brainlab*, aunque es una computadora dedicada donde se tiene instalado.

II.1.2.3 De información

- Datos de espectros en frecuencia de EEG de todos los pacientes atendidos por el Área de Mapeo Cerebral con el equipo *Brainlab*, a partir de 1993, en discos flexibles de 3 ½" y en formato propietario desconocido. Se cuenta con la posibilidad de recuperar estos datos con el software especial y guardarlos en formato Lotus.
- Datos de señal en tiempo de EEG de todos los pacientes atendidos por el Área de Mapeo Cerebral con el equipo *Brainlab*, a partir de 1993, en discos flexibles de 3 ½" y en formato propietario desconocido.
- Datos de potenciales evocados de algunos de los pacientes atendidos por el Área de EEG y Potenciales Evocados con los tres equipos *Neuropack*, en discos flexibles de 3 ½" y en formato propietario.
- Registro en papel del EEG de todos los pacientes atendidos por el Área de EEG y Potenciales Evocados.
- Copias de los reportes generados por el área de Mapeo Cerebral a partir de 1993.
- Originales de agendas de citas desde 1994.
- Consecutivo de números de control interno con el nombre del paciente al que pertenecen, desde que se tienen los archivos en disco flexible de los registros de mapeo.

II.2 Características de la propuesta

La solución consistió en un sistema automatizado que permitiera la adecuada utilización de toda la información del Departamento para optimizar su análisis, estandarizando la manera como se comunica con las otras áreas del Instituto. En particular, el enfoque adoptado fue solucionar la problemática del Área de Mapeo Cerebral tomando en cuenta desde un principio las otras entidades fuera del Área y que también forman parte del Departamento de Neurofisiología.

II.2.1 Puntos esenciales a cubrir

II.2.1.1 Uso de toda la información

La información requerida por el Departamento puede clasificarse en dos tipos, de acuerdo con la manera como surge y la función que cumple, según se ve a continuación:

- La información generada por cada uno de los especialistas que pertenecen al Departamento como consecuencia del desempeño diario de su labor y de aquéllos que, sin estar adscritos a él, complementan los datos clínicos de que se valen los primeros para efectuar su función de realizar pruebas complementarias de diagnóstico dentro del Instituto. Ésto necesariamente incluye datos personales, familiares y clínicos del paciente, datos descriptivos del desarrollo de una prueba, sus resultados e interpretación, etc., y
- La información creada por los equipos automatizados de apoyo al diagnóstico con que se cuenta dentro del Departamento y que forman el soporte de los resultados comunicados al exterior de él; aquí debe tomarse en cuenta que los equipos en cuestión provienen de distintos orígenes y que los registros que arrojan no siguen ningún tipo de estándar o formato. En este sentido, la propuesta requiere, entonces, una forma de poder acceder a esos datos de manera que puedan ser procesados posteriormente. Sin embargo, se

reconoce la enorme dificultad que ello implica, y que como se discutirá más adelante, puede constituir un punto crucial de éxito para el sistema.

El lograr un adecuado manejo y vinculación de estas dos informaciones constituye el módulo esencial de cualquier propuesta de solución que se vislumbre; ésto dada la importancia que tienen para el correcto funcionamiento interno del Departamento.

II.2.1.2 Optimización del análisis

Se refiere a explotar los datos relevantes que utiliza el especialista diariamente. Por supuesto, para poder cumplir con este punto se requiere de que el punto anterior esté perfectamente resuelto, ya que el análisis se basa en todo dato anterior al momento en que se quiere realizar, para que pueda ser válido. La manera natural como se puede hacer más eficiente este proceso, es proporcionándole al médico la información que necesita en tiempo y en forma propicias. Para ello, el punto anterior debe cubrir los requerimientos de organización, sencillez e interrelación dentro y fuera del Departamento, lo que habla de una correcta administración de la información.

Además el proyecto proporciona una herramienta extra de análisis de los registros de Mapeo Cerebral basada en la técnica de Mapeo Estadístico, con algunas opciones que puedan complementar las observaciones hechas por los médicos sobre los registros de EEG en tiempo. De nuevo, la finalidad es facilitar y soportar la tarea de interpretación de resultados realizada a diario, al tiempo que pueda darse origen a líneas de investigación dentro del Instituto.

II.2.1.3 Comunicación de resultados hacia otras áreas del Instituto

En este tópico se quiso planear el uso correcto de toda la información administrada y de la herramienta complementaria de análisis a fin de que se faciliten las vías de salida de resultados hacia el exterior del Departamento. Actualmente toda comunicación se hace por escrito, de forma manual, siguiendo un formato preestablecido. La idea es entonces, hacer eficiente este proceso, sin que el personal del Departamento tenga que modificar demasiado sus "hábitos" para poder lograrlo; es decir, se propone seguir de cerca la forma y la técnica que está vigente.

No sólo se quiere facilitar la labor de comunicación de resultados, sino también mejorar, por no decir que implantar, una estructura que asegure la validez de dicha comunicación. No permitir que existan datos no relacionados dentro de un documento de salida, o que se soslayan alteraciones que conlleven a la confusión de resultados.

II.2.2 Módulos planteados

Se requiere una interfase de usuario que logre que el usuario se percate fácilmente de cómo puede hacer uso de las tres funciones globales mencionadas anteriormente y que impactan cada uno de los procesos en los que él participa de manera activa. Además, se debían tomar en cuenta los recursos humanos y materiales del Departamento para definir la factibilidad del proyecto. El diagrama a bloques del diseño de la propuesta se observa en la figura 20.

Nótese que el proyecto sigue una filosofía modular de diseño, en donde cada módulo tiene sus especificaciones y limitantes claramente definidas y se comunica con alguno o algunos de los otros. Una descripción más detallada de cada uno de ellos se comenta a continuación:

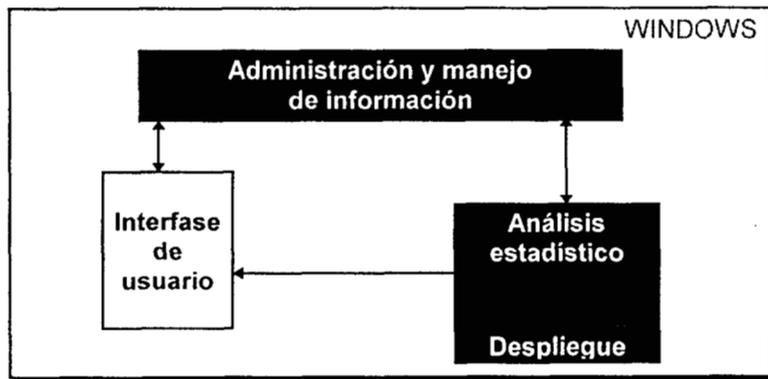


Figura 20. Diagrama a bloques de la solución propuesta

II.2.2.1 Módulo de administración y manejo de información

1. Realiza las funciones de almacenamiento, validación, recuperación y manipulación de los datos relevantes para el Departamento.
2. Contempla la verificación de entradas y la generación de salidas correctas a partir de los datos almacenados, los cuales conforman toda la información permitida para hacer análisis e interpretación de estudios y seguimiento de pacientes.
3. Permite la explotación de los datos al hacer posible su interrelación de forma organizada.

II.2.2.2 Módulo de análisis estadístico y despliegue

1. Permite hacer uso de ciertas herramientas del mapeo estadístico (*t-score*, *z-score* y *p-score*) para llevar a cabo comparaciones entre pacientes aislados y grupos bien definidos, o bien, entre grupos.
2. Facilita la creación de grupos al realizar el cálculo de los parámetros estadísticos que lo definen como tal. Incluye opciones para añadir un paciente a un grupo a partir de un registro de mapeo bajo ciertas condiciones y entornos clínicos.
3. Establece la comunicación con un archivo en disco flexible que contenga los datos de señal en tiempo y en frecuencia del registro de mapeo de un paciente.
4. Adecúa la salida numérica para su despliegue.
5. Permite visualizar los resultados numéricos obtenidos a partir del análisis estadístico valiéndose de los métodos de interpolación y de graficación óptimos.
6. Dibuja mapas policromáticos en pantalla adecuados a los datos obtenidos.

II.2.2.3 Módulo de interfase de usuario

1. Es la única salida visible para el usuario de cualquiera de los otros módulos.
2. Controla el acceso a la información y a las funciones incluidas en el sistema.
3. Hace posible la comunicación del sistema con nuevos módulos que no sean desarrollados en la misma herramienta que el módulo de manejo de información, pero sí en la misma plataforma Windows, los cuales posiblemente lleguen a requerirse.

II.2.3 Análisis funcional

En este apartado se detallan las tareas que el sistema propuesto es capaz de ejecutar. Al principio se encuentran dos diagramas que presentan tanto los procesos que lo componen y que se agrupan de acuerdo con la entidad central de cada uno de ellos (Paciente, Grupo, Reporte, Mapeo y Estudios Neurofisiológicos), como las entradas y salidas de información del sistema. Inmediatamente después se encontrará un diagrama donde se mencionan cada una de las posibilidades ofrecidas para cada grupo de procesos, y finalmente se especifican los pasos que permiten efectuar una cierta tarea.

II.2.3.1 Diagramas de Flujo de Datos (DFD)

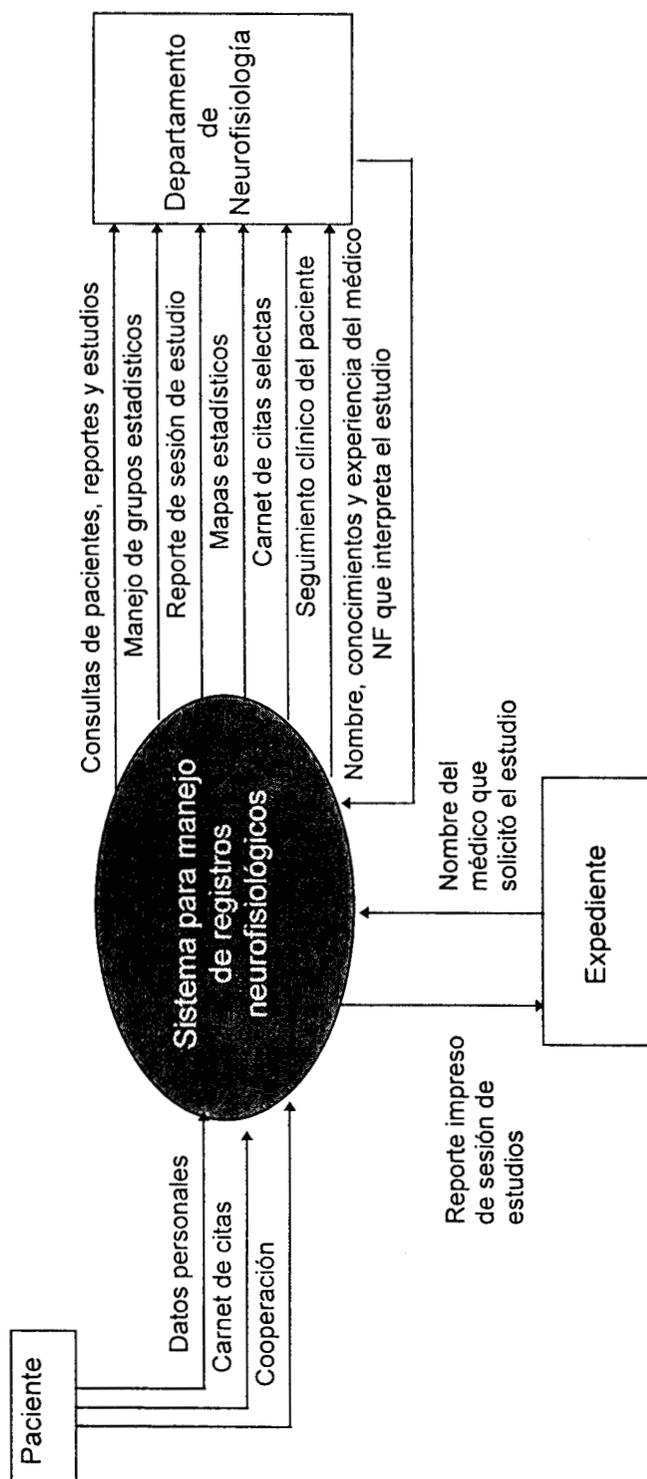


Figura 21. Diagrama de contexto del sistema propuesto.

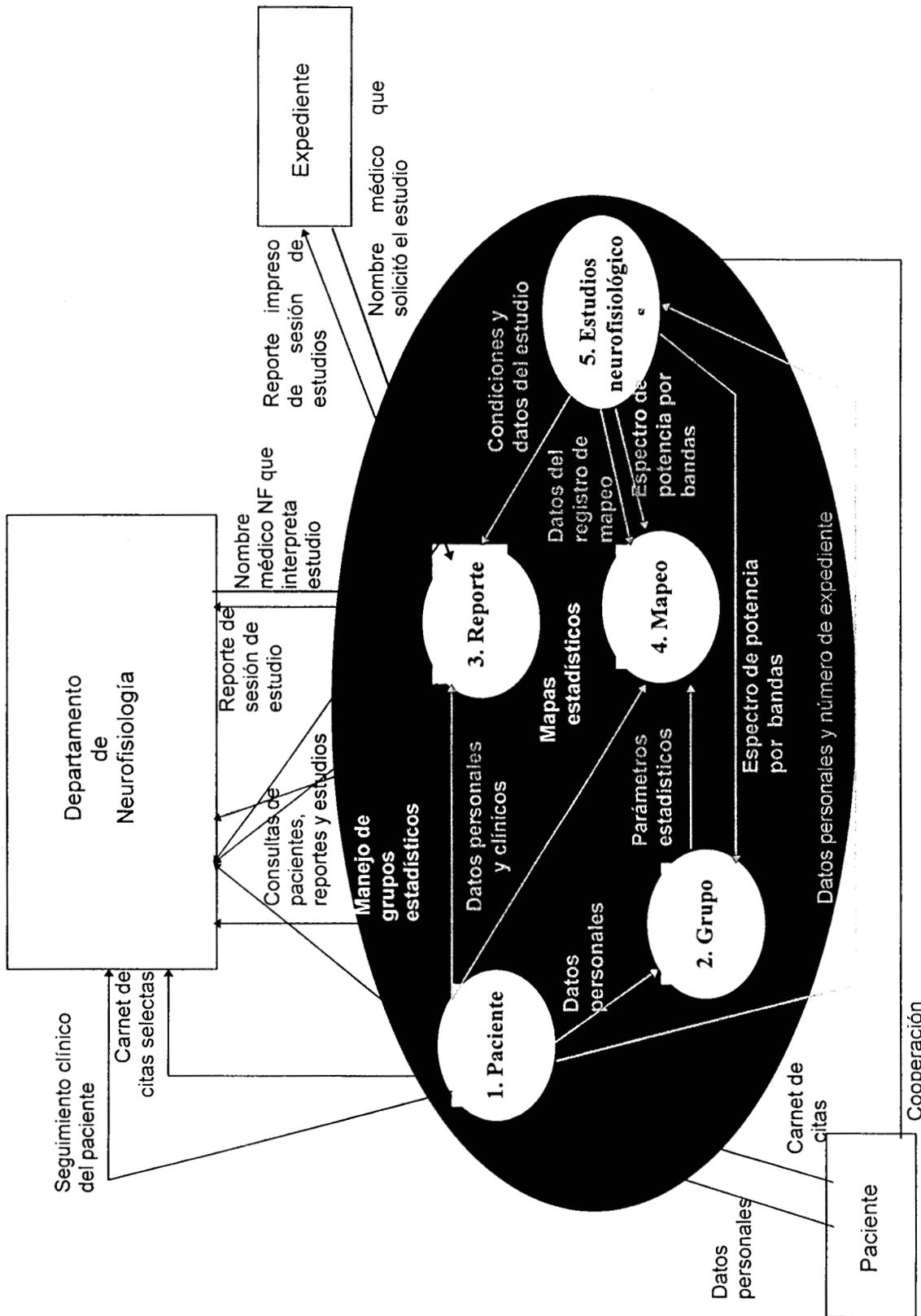


Figura 22. Diagrama de nivel 0 del Sistema para Manejo de Registros Neurofisiológicos

II.2.3.2 Diagrama de descomposición funcional

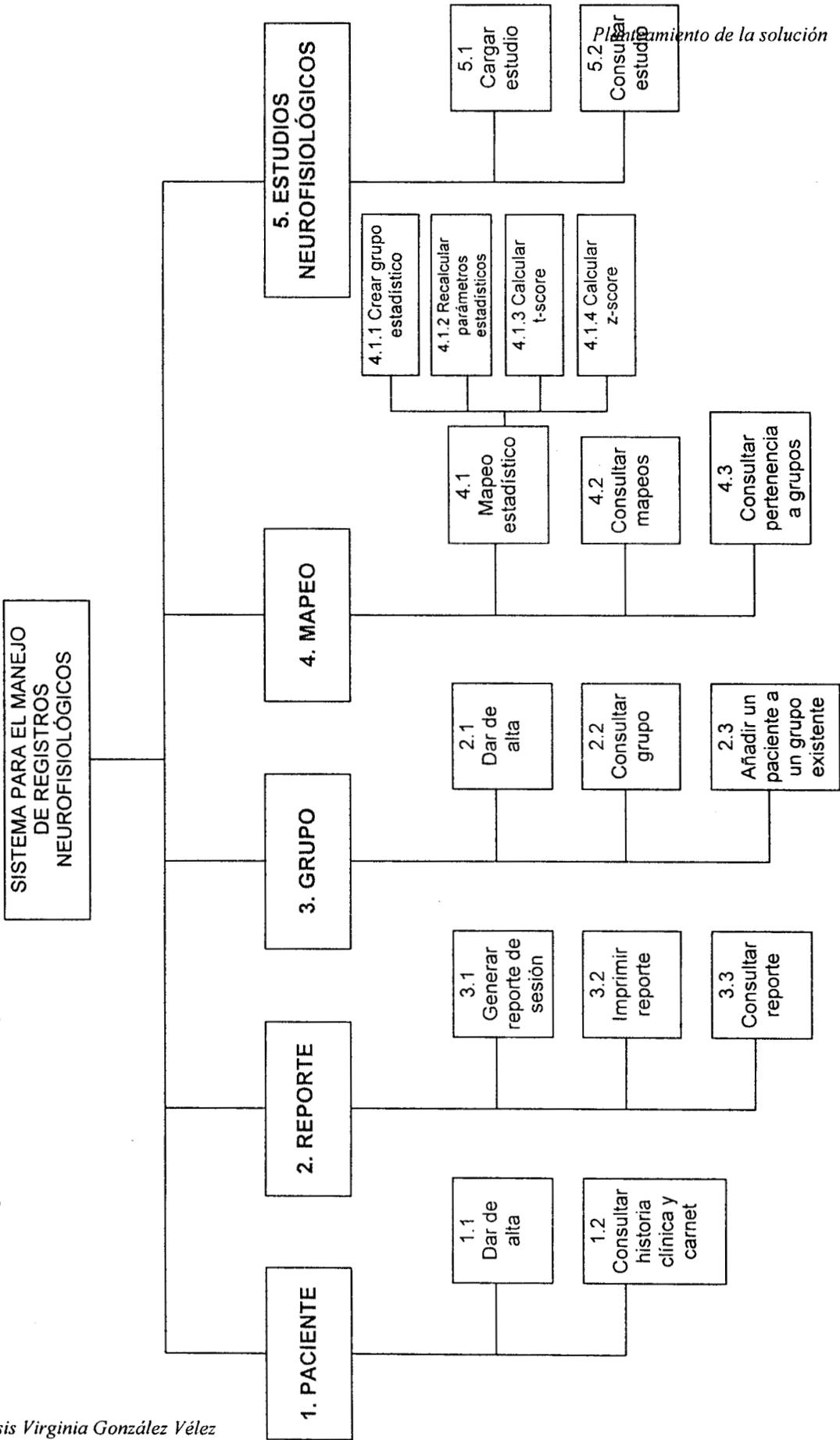


Figura 23. Diagrama de funciones ofrecidas por el Sistema para el Manejo de Registros Neurofisiológicos

II.2.3.2.1 Submódulo Paciente: vínculo con las demás áreas y seguimiento del paciente

Dentro de los procesos englobados en Paciente están todos aquéllos que tienen que ver con la solicitud del estudio de mapeo (figura 13), la obtención de los datos personales para iniciar el estudio (proceso 1.3.1, figura 15) y la captura de los datos personales para el llenado del reporte (proceso 1.5.1, figura 18). El objetivo fue reducir dicha captura a una sola, de forma tal que, sólo se escriben los datos personales y de historia clínica de un paciente cuando acude por primera vez al área, y sólo se mantienen actualizados el resto del tiempo. El proceso de actualización de historia clínica y del carnet de citas se puede hacer cada vez que se requiera una vez dado de alta el paciente para el Área. Todos estos datos, simultáneamente se relacionan con el resto de los procesos que los requieran de manera que no es necesario reescribir nada para llenar el reporte o anexar un paciente a un grupo.

II.2.3.2.2 Submódulo Reporte: comunicación al interior y exterior del Área de Mapeo

Los procesos referidos como Reporte se refieren a la elaboración de un reporte de resultados (figura 18) incluyendo algunas opciones de consulta e impresión que facilitan su comunicación hacia el exterior. Vale la pena comentar que este submódulo fue uno de los que más trabajo implicó ya que si bien actualmente los reportes siguen cierta metodología para ser elaborados, no se contaba con una forma estructurada y bien definida para organizarlos a fin de darles un mejor uso. Hubo que hacer propuestas al respecto, propuestas que iban desde la forma de presentarlos en pantalla o en papel, hasta la manera como se almacenarían en la computadora. Puede verse del diagrama entidad-relación (figuras 24, 25 y 26) que cada reporte elaborado tiene relación con entidades como médico, médico neurofisiólogo y estudios, de manera directa, y con paciente, historia clínica y carnet de citas, de manera indirecta.

La propuesta hecha consistió en poner gran énfasis a la descripción de resultados, dado que eso es lo que los médicos hacen de rutina, tratando de estructurar la forma de hacerlo. De ahí que en el modelo de datos aparezca una entidad más, Actividades durante el estudio, estrechamente vinculada con el reporte, que permite reseñar con mucho detalle las formas de onda obtenidas bajo ciertas maniobras realizadas por el paciente bajo supervisión del médico.

Los campos tipo memo se limitaron al mínimo quedando vigentes únicamente para datos como: características especiales de una actividad durante estudio, resumen de resultados de una cita en carnet, descripción clínica de un grupo, antecedentes familiares, antecedentes personales, características del diagnóstico inicial y actual y datos de exploración de la historia clínica, e interpretación y sugerencias del reporte de sesión de estudio. Por otro lado, se especificaron listas desplegables predefinidas para campos como diagnóstico inicial y actual en historia clínica, médicos neurofisiólogos y no neurofisiólogos en reporte e historia clínica, y estado civil, raza y religión en paciente.

Se llegó a un formato que, por un lado sigue de cerca "la fisonomía" del reporte en papel, tal como ellos están habituados, y por otro, permite almacenar la gran cantidad de información que contiene haciendo posible el consultarla y usarla posteriormente sin mayor problema.

II.2.3.2.3 Submódulos Grupo y Mapeo: comunicación con módulos de análisis estadístico y despliegue

Los submódulos de Grupo y Mapeo están estrechamente conectados ya que se orientan hacia las tareas que permiten el análisis estadístico de los registros de mapeo de los pacientes dados de alta. Definitivamente son el camino de unión al módulo de análisis estadístico y despliegue, pensados ambos para ser programados con una herramienta diferente al DBMS, dadas las limitantes de cualquiera de estos sistemas en el sentido de cálculos estadísticos y generación de gráficas.

Desde el submódulo de Grupo es posible acceder a los grupos estadísticos construidos por los médicos del Área, que permiten consultar cada uno de sus campos así como cada uno de los pacientes que lo conforman. Su actualización se realiza sin afectar directamente los parámetros estadísticos del grupo como tal.

El submódulo Mapeo engloba todas las funciones necesarias para hacer uso de una aplicación externa de mapeo estadístico, con lo cual se pueden realizar comparaciones grupo-grupo y grupo-paciente, además de tener acceso al cálculo de parámetros estadísticos de los grupos. Se diseñó de forma que el médico pueda ver un paciente específico y los grupos a los cuales pertenece, y si así lo desea, otros grupos contra los cuales quisiera compararlos. De cada paciente se muestra una lista de los registros que se le han practicado para que el médico decida con cuál de ellos trabajar.

II.2.3.2.4 Submódulo Estudios neurofisiológicos

El objetivo de este módulo es permitir la *carga*¹ de los estudios adquiridos con alguno de los equipos para apoyo al diagnóstico del Área, y que proporcionan una salida a disco flexible. Mediante el proceso de carga, se permite el uso de los archivos de datos generados para un paciente para su uso posterior. Así mismo, se permite la consulta de dichos registros mediante los datos de paciente y/o grupo que se hayan capturado previamente.

II.2.3.3 Especificaciones de procesos²

- I. PACIENTE
 - A. Dar de alta
 1. Obtener carnet de citas del paciente
 2. Registrar número de expediente
 3. Registrar datos personales
 - a) Capturar nombre
 - b) Capturar apellido paterno
 - c) Capturar apellido materno
 - d) Capturar fecha de nacimiento
 - e) Capturar ocupación
 - f) Capturar teléfono
 - g) Seleccionar sexo
 - h) Seleccionar estado civil
 - i) Seleccionar religión
 - j) Seleccionar raza
 4. Obtener expediente
 - a) Llenar hoja de cargo
 - b) Solicitar en Archivo
 - c) Recoger expediente
 5. Abrir hoja de historia clínica
 6. Depurar y registrar datos de interés clínico para el Departamento
 - a) Capturar fecha de ingreso al INCH
 - b) Capturar antecedentes familiares
 - c) Capturar antecedentes personales
 - d) Capturar datos de exploración
 - e) Capturar características descriptivas del diagnóstico inicial
 - f) Capturar características descriptivas del diagnóstico actual
 - g) Seleccionar diagnóstico inicial

¹ Se hace un abuso del término *cargar* por el uso común que tiene en computación para denotar la lectura, recuperación e incorporación de un objeto a un cierto lugar dentro de la computadora valiéndose de un software. El uso del término se debe a que cargar es la traducción literal de *load*, que es la palabra original en idioma inglés.

² En esta sección *obtener* significa tener a mano antes de continuar el proceso, *capturar* se refiere a escribir desde el teclado de la computadora, *seleccionar* es señalar con el ratón una de las opciones mostradas en pantalla, *registrar* es una función de mayor jerarquía que se descompone en capturas y selecciones de datos, *avanzar* hace alusión a ciertas opciones del menú propio del proceso que permiten ver los registros que conforman un archivo de uno en uno, y *consultar* habla de ver los datos en pantalla y/o modificar o borrar aquéllos en que se permita la actualización.

- h) Seleccionar diagnóstico actual
- i) Seleccionar médico asignado al paciente
- j) Seleccionar/capturar tratamiento actual
 - (1) Capturar descripción del tratamiento
 - (2) Seleccionar medicamentos que lo componen
- 7. Depurar y registrar citas de estudios no neurofisiológicos de interés para el Departamento
 - a) Capturar fecha de la cita
 - b) Capturar hora de la cita
 - c) Capturar resumen de resultados
 - d) Seleccionar nombre de quien realizó el estudio
 - e) Seleccionar área del INCH donde se realizó el estudio
- B. Modificar datos personales
 - 1. Buscar paciente
 - a) Seleccionar tipo de búsqueda
 - b) Capturar clave de búsqueda
 - 2. Activar³ campo a modificar
 - 3. Capturar/seleccionar dato correcto
 - 4. Salir
- C. Modificar historia clínica y/o carnet de citas
 - 1. Buscar paciente
 - a) Seleccionar tipo de búsqueda
 - b) Capturar clave de búsqueda
 - 2. Activar⁴ campo a modificar
 - 3. Capturar/seleccionar dato correcto
 - 4. Guardar cambios en el registro
- D. Consultar historia clínica y carnet de citas
 - 1. Buscar paciente
 - a) Seleccionar tipo de búsqueda
 - b) Capturar clave de búsqueda
 - c) Avanzar en archivo de historias clínicas y carnets de citas

II. GRUPO

- A. Crear grupo⁵
 - 1. Registrar datos del grupo
 - a) Capturar nombre
 - b) Capturar descripción clínica
 - 2. Seleccionar pacientes que lo conforman
- B. Consultar grupo
 - 1. Seleccionar tipo de consulta
 - 2. Capturar clave de búsqueda
- C. Añadir (insertar) un paciente a un grupo existente⁶
 - 1. Seleccionar grupo
 - 2. Seleccionar paciente
 - 3. Confirmar selección

³ En este contexto, *activar* se refiere a poner el cursor, con ayuda del ratón o del tabulador, en una zona específica de la ventana en la que se está trabajando.

⁴ En este contexto, *activar* se refiere a poner el cursor, con ayuda del ratón o del tabulador, en una zona específica de la ventana en la que se está trabajando.

⁵ En este caso, *crear* un grupo significa escribir los datos que registran un grupo más en la lista de existentes, pero no implica el cálculo de parámetros estadísticos propios del grupo. Para ello, habrá que entrar a la subfunción "Crear grupo estadístico" de Mapeo estadístico ubicada dentro de los procesos de Mapeo.

⁶ Al igual que en la creación de grupos, en este caso la *inserción* de un paciente sólo lo pone en la lista de los que lo conforman, actualizando las consultas, pero no implica el efectuar los cálculos. De nuevo, habrá que entrar a la subfunción "Recalcular parámetros estadísticos" de Mapeo estadístico ubicada dentro de los procesos de Mapeo.

III. REPORTE

- A. Generar reporte de sesión
 - 1. Seleccionar paciente a quien pertenece el reporte
 - 2. Seleccionar registros que serán incluidos en el reporte
 - 3. Seleccionar médico que solicitó el estudio
 - 4. Describir el estudio
 - a) Abrir nueva hoja para descripción de resultados
 - b) Capturar datos relevantes
 - (1) Capturar frecuencia de la señal
 - (2) Capturar amplitud de la señal
 - (3) Seleccionar región donde se localiza la señal
 - (4) Seleccionar proyección de la respuesta
 - (5) Seleccionar tipo de organización de la respuesta
 - (6) Capturar otras características extras
 - c) Cerrar hoja de descripción de resultados
 - 5. Interpretar el estudio
 - a) Capturar decisión de estudio anormal o normal
 - b) Justificar la decisión
 - 6. Hacer sugerencias
 - 7. Seleccionar médico que avala el reporte
- B. Imprimir reporte
 - 1. Preparar impresora
 - 2. Capturar número de reporte a imprimirse
 - 3. Registrar características de impresión
 - a) Seleccionar continuidad en la impresión
 - b) Capturar número de copias deseadas
 - 4. Confirmar impresión
- C. Consultar reporte
 - 1. Seleccionar tipo de consulta
 - 2. Capturar clave de búsqueda

IV. MAPEO

- A. Mapeo estadístico
 - 1. Crear grupo estadístico
 - a) Seleccionar grupo
 - b) Confirmar inicio de cálculo de parámetros estadísticos
 - 2. Recalcular parámetros estadísticos
 - a) Seleccionar grupo
 - b) Confirmar nuevos pacientes
 - 3. Calcular t-score
 - a) Seleccionar dos grupos estadísticos
 - b) Confirmar inicio de cálculo y despliegue
 - 4. Calcular z-score
 - a) Seleccionar grupo estadístico
 - b) Seleccionar paciente
 - c) Seleccionar registro
 - d) Confirmar inicio de cálculo y despliegue
 - 5. Consultar mapeos
 - a) Seleccionar paciente
 - b) Avanzar en archivo de registros de mapeo de ese paciente
 - 6. Consultar pertenencia a grupos
 - a) Seleccionar paciente
 - b) Avanzar en archivo de grupos a los que pertenece el paciente

- V. ESTUDIOS NEUROFISIOLÓGICOS
- A. Cargar estudio
1. Insertar disco flexible
 2. Seleccionar paciente
 3. Seleccionar archivo
 4. Seleccionar tipo de archivo de datos
 5. Registrar datos del estudio
 - a) Capturar condición del paciente
 - b) Capturar entorno clínico
- B. Consultar estudio
1. Seleccionar tipo de consulta
 2. Capturar clave de búsqueda

II.2.4 Diseño lógico

Ya se presentó el análisis funcional que se llevó a cabo para conocer a fondo las actividades y datos involucrados en el manejo diario del Departamento de Neurofisiología. Se describieron los procesos siguiendo una visión que va de los procesos globales a las especificaciones detalladas que habrá que seguir para que se logren. El siguiente paso en el proceso de creación del sistema propuesto es lograr el diseño lógico de las tareas ya conceptualizadas, involucrando todos los datos antes especificados. Para ello, se creó el modelo de datos completo haciendo uso del modelo entidad-relación, bajo la notación comentada en el apéndice A. Después de varios refinamientos se llegó al modelo mostrado más adelante. En él pueden observarse todas las entidades involucradas con sus respectivos atributos; nótese además que aparecen datos generados al interior y al exterior del Departamento, según se planteó en el estudio de necesidades.

Los modelos mostrados abajo son la representación completa de los datos necesarios para el manejo y análisis de información requerido por el usuario, y aunque este modelo engloba todos los estudios neurofisiológicos que se practican dentro del Departamento, como una primera etapa dentro de este proyecto, sólo se implementó la base de datos para los estudios de mapeo cerebral. Cabe señalar que todas las demás entidades siguen siendo iguales a como se muestran en los diagramas, y dado que se siguió un proceso de normalización hasta la 3FN [KoSi91,Ull88], las tablas descritas más adelante permiten la fácil inclusión en su momento de las demás entidades. Las tablas detalladas hacen uso de sus nombres reales como archivos, así como el de cada uno de sus atributos. Para cada uno de ellos, se particularizan las características que los definen para formar cada registro de la base de datos.

II.2.4.1 Modelos Entidad-Relación

Las figuras 24,25 y 26 muestran el modelo E-R para la BD creada y normalizada. La primer figura contiene todas las entidades que componen el problema y que, en su mayoría, pueden obtenerse directamente del DFD. Aquéllas que no aparecieron en diagramas anteriores son el resultado de aplicar las reglas de normalización al modelo inicialmente propuesto; tal es el caso de las entidades *pac-gpo*, *tratamiento*, *trat-med*, *medicamento* y *actividades durante estudio*. La entidad *pac-gpo* responde a la necesidad de contar con grupos estadísticos compuestos por varios pacientes, atendiendo al hecho de que un paciente, bajo criterio del médico, puede pertenecer a varios grupos dado que su enfermedad puede mostrar características estadísticamente diferentes. Las siguientes tres entidades surgen de la necesidad de hablar en la historia clínica del tratamiento bajo el cual está el paciente, donde un tratamiento está compuesto por uno o más medicamentos específicos; como lo que finalmente se desea conocer es cada uno de esos medicamentos, hubo que descomponer una entidad en tres. Finalmente, *actividades durante estudio* es la entidad que permite conocer los detalles que describen a cada una de las maniobras de interés realizadas a un paciente durante un estudio neurofisiológico y que se incluyen en el reporte de sesión. Aquí, hubo

que tomar en cuenta que un reporte no siempre contendrá estas descripciones, y si lo hace, pueden ser una o más de ellas.

La figura 25 muestra todos los posibles tipos de estudios neurofisiológicos incluidos. En ella pueden observarse tanto los atributos comunes a todos ellos, y que se ven dentro de la entidad *Estudio neurofisiológico*, como los atributos particulares de cada uno y que se escribieron dentro de cada entidad. Cabe recordar que las tablas que se muestran más adelante en este capítulo sólo incluyen la entidad *Mapeo cerebral* con los atributos correspondientes.

Por último, la figura 26 es un modelo que habla de los diversos tipos de estudios que pueden practicarse a un paciente dentro del INCH, excluyendo los neurofisiológicos. Como se recordará de la figura A.1, existe un departamento de Rayos X que no se menciona en este diagrama; ésto debido a razones de tipo interno al Instituto. Los estudios que pueden verse en esta figura son aquéllos que pueden aparecer dentro de la entidad cita en carnet, y que le proporciona al médico neurofisiólogo más elementos de juicio para interpretar el estudio realizado.

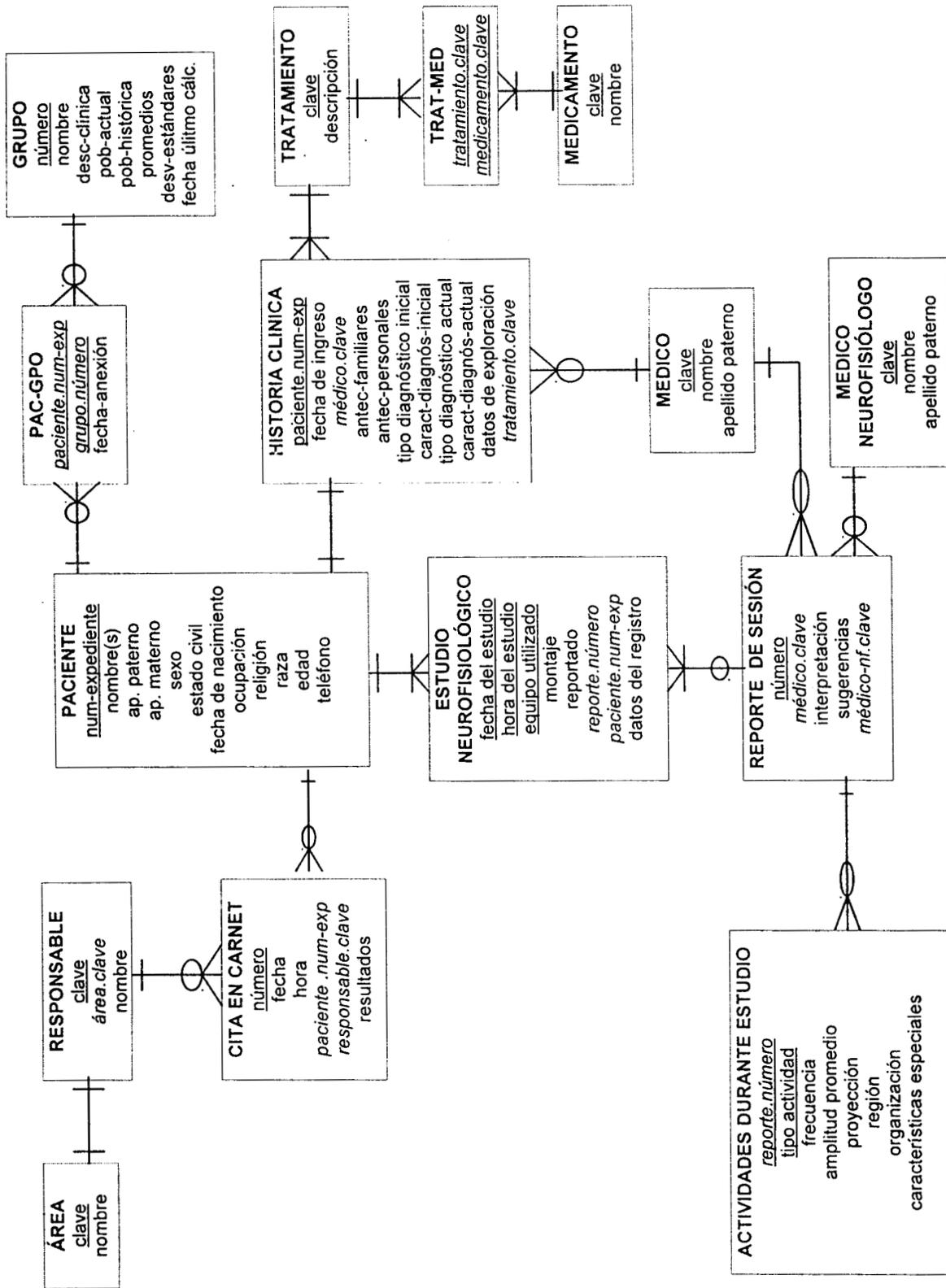


Figura 24. Diagrama Entidad-Relación normalizado

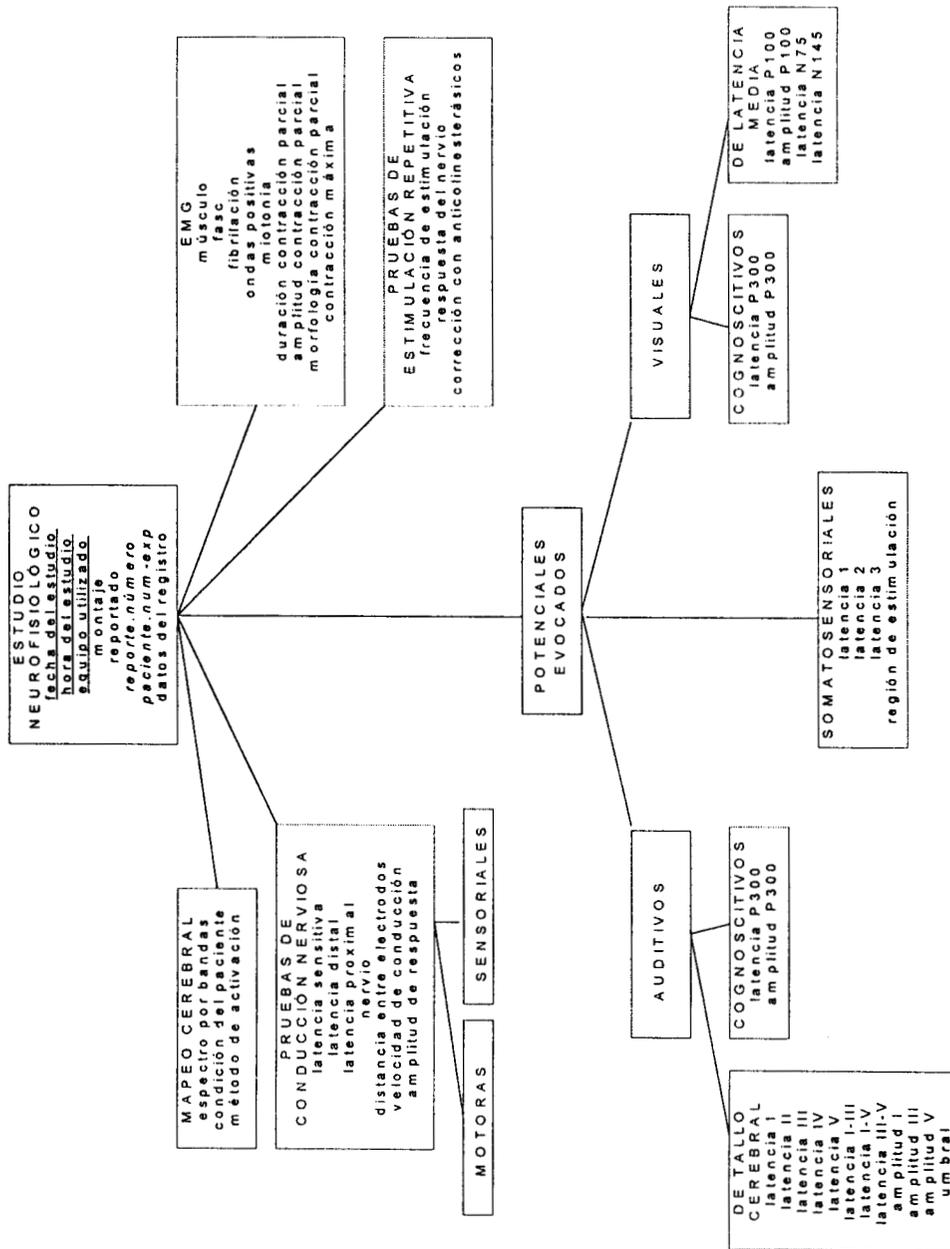


Figura 25. Tipos de estudios neurofisiológicos incluidos en el modelo Entidad-Relación

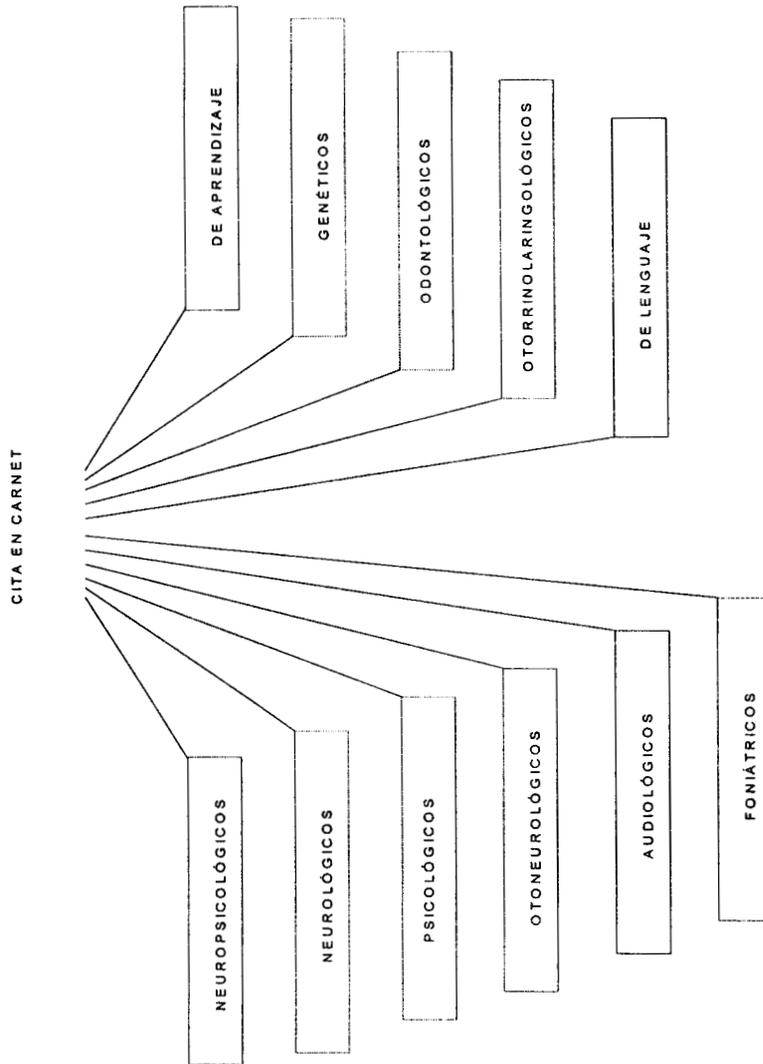


Figura 26. Tipos de estudios no neurofisiológicos de interés para el Departamento de Neurofisiología y que fueron incluidos en el diseño final.

II.2.4.2 Tablas normalizadas (ver notación en el apéndice A)

II.2.4.2.1 TABLA ACT-EEG

Tabla principal: REPNF

Descripción

Representa cada uno de los métodos de activación o entornos bajo los cuales se realiza un estudio, y que provocaron actividades dentro del EEG que son de interés como para ser descritas dentro del reporte de sesión.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
REPNF-número de reporte	N		S	P,F	ent	1,2,....
ACT-tipo actividad	A	17	S	P		ESTÍMULO AUDITIVO FOTOESTÍMULO HIPERVENTILACIÓN SUEÑO OJOS ABIERTOS OJOS CERRADOS OTROS
ACT-frecuencia	N				.2f	
ACT-amplitud prom.	N				.2f	
ACT-proyección	A	30			*&	
ACT-región	A	50			*&	LATERAL GENERAL FOCAL FRONTAL CENTRAL TEMPORAL PARIETAL OCCIPITAL PARIETO-OCCIPITAL
ACT-organización	A	10			*&	SIMETRICA ASIMETRICA
ACT-caract. especiales	F					

II.2.4.2.2 TABLA AREAS

Tabla dependiente: RESPAREA

Descripción

Almacena los nombres de todas las áreas del Instituto sin incluir el Departamento de Neurofisiología.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
AREAS-clave	A	4	S	P	&*	
AREAS-nombre	A	15			&*	AUDIOLOGIA LENGUAJE APRENDIZAJE NEUROLOGIA NEUROPSICOLOGIA OTONEUROLOGIA GENETICA FONIATRIA ODONTOLOGIA PSICOLOGIA IOTORRINARINGOLOGIA

II.2.4.2.3 TABLA CARNET

Tabla principal: PACIENTE, RESPAREA

Descripción

Representa todas las citas de interés de un paciente del Instituto en cualquier área fuera de Neurofisiología

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
CARNET-número de cita	N			P		
CARNET-fecha de la cita	A	10			##/##/19##	
CARNET-hora de la cita	A	5			#[#].##	
PAC-número de expediente	A	10		F	#[#][#]-19##	
RESP-clave	A	4		F	&*	
CARNET-resultados	F					

II.2.4.2.4 TABLA DIAGNOS

Tabla dependiente: HISTCLIN

Descripción

Diagnósticos asociables a una historia clínica.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
Nombre	A	20	S	P		

II.2.4.2.5 TABLA EDOCIVIL

Tabla dependiente: PACIENTE

Descripción

Estados civiles reconocidos.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
Nombre	A	13	S	P		CASADO DIVORCIADO SOLTERO UNION LIBRE VIUDO

II.2.4.2.6 TABLA GRUPO

Tabla dependiente: PAC-GPO
Descripción

Almacena la información referente a los grupos estadísticos formados por los pacientes del área de Mapeo Cerebral.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
GPO-número	N		S	P	ent	1,2,...
GPO-nombre	A	30	S			
GPO-descripción clínica	F					
GPO-población actual	N				ent	
GPO-población histórica	N				ent	
GPO promedios	B					
GPO-desv. estándar	B					

II.2.4.2.7 TABLA HISTCLIN

Tabla principal: PACIENTE, TRATAM, MED, DIAGNOS
Descripción

Almacena las partes de interés del historial clínico de cada paciente vigente para el Departamento. Permite dar seguimiento a los pacientes que acuden más de una vez.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
PAC-número de expediente	A	10	S	P, F	#[#][#][#]-19##	
HIST-fecha de ingreso	A	10			###/###/19##	
MED-clave médico asignado	A	4	S	F	*&	
HIST-anteced. familiares	F					
HIST-anteced. personales	F					
HIST-tipo diagn. inicial	A	20		F		
HIST-caract. diagn. inicial	F					
HIST-tipo diagn. actual	A	20		F		
HIST-caract. diagn. actual	F					
HIST-datos de exploración	F					
TRAT-clave de tratamiento	N			F	ent	1,2,...

TABLA MAPEO

Tabla principal: PACIENTE, REPNF
Descripción

Representa cada registro de mapeo de cada paciente vigente para el Departamento generado durante una sesión de estudio

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
MAP-fecha de estudio	A	10	S	P	###/###/19##	
MAP-hora de estudio	A	10	S	P	#[#].[##].[##]	
MAP-montaje	A	12				REFERENCIAL BIPOLAR
MAP-condición paciente	A	25				
MAP-método de activación	A	20				ESTÍMULO AUDITIVO FOTOSTÍMULO HIPERVENTILACIÓN SUEÑO OJOS ABIERTOS OJOS CERRADOS OTROS
MAP-reportado	A	1			&	SIN
REPNF-número	N			F	ent	1,2,....
MAP-datos de EEG	B					
MAP-espectro por bandas	B					
PAC-número de expediente	A	10	S	F	#[#]#[#]-19##	

TABLA MEDICAM

Tabla dependiente: TRAT-MED
Descripción

Medicamentos actualmente prescritos para los pacientes del Instituto.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
MEDICAM-clave	N		S	P	ent	1,2,....
MEDICAM-nombre	A	50	S		&*	

TABLA MED

Tabla dependiente: HISTCLIN, REPNF
Descripción

Nombres de los médicos asignados al cuidado de los pacientes del Instituto.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
MED-clave	A	4	S	P	*&	
MED-nombre	A	20	S			
MED-apellido paterno	A	20	S			

II.2.4.2.11 TABLA MEDNF

Tabla dependiente: REPNF

Descripción

Nombres de los médicos que pueden firmar un reporte de sesión de estudio neurofisiológico y que pertenecen al Departamento.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
MED-clave	A	4	S	P	*&	
MED-nombre	A	20	S			
MED-apellido paterno	A	20	S			

II.2.4.2.12 TABLA PACIENTE

Tabla dependiente: CARNET, HISTCLIN, MAPEO, PAC-GPO

Descripción

Datos personales de los pacientes vigentes para el Departamento.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
PAC-número de expediente	A	10	S	P	#[#][#]-19##	
PAC-apellido paterno	A	20				
PAC-apellido materno	A	20				
PAC-nombre(s)	A	20				
PAC-sexo	A	1			&	M F
PAC-estado civil	A	13		F		
PAC-fecha de nacimiento	A	10			##/##/19##	
PAC-ocupación	A	20				
PAC-religión	A	17		F		
PAC-raza	A	8		F		
PAC-edad	N				(fecha actual)- (fecha de nac)	
PAC- teléfono	A	14			[[[#][#][#]]*#	

II.2.4.2.13 TABLA PAC-GPO

Tabla principal: PACIENTE, GRUPO

Descripción

Asociaciones entre un paciente con al menos un registro de mapeo y un grupo estadístico vigente.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
PAC-número de expediente	A	10	S	F	###[#]-19##	
GPO-número	N		S	P,F	ent	1,2,...
PACGPO-fecha de anexión	A	10			##/##/19##	

II.2.4.2.14 TABLA RAZAS

Tabla dependiente: PACIENTE

Descripción

Razas reconocidas.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
Nombre	A	8	S	P		AMARILLA BLANCA INDÍGENA JUDÍ A MESTIZA NEGRA

II.2.4.2.15 TABLA RELIGION

Tabla dependiente: PACIENTE

Descripción

Religiones reconocidas

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
Nombre	A	17	S	P		ATEO TESTIGO DE JEHOVA PROTESTANTE JUDÍO CATÓLICO

II.2.4.2.16 TABLA.REPNE

Tabla principal: MED, MEDNF

Tabla dependiente: MAPEO, ACT-EEG

Descripción

Reportes generados al final de una sesión de estudio dentro del Departamento.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
REPNE-número	N		S	P	ent	1,2,...
MED-clave médico solícita	A	4		F	*&	
REPNE-interpretación EFG	F					
REPNE-sugerencias	F					
MEDNF-clave médico firma	A	4		F	*&	

II.2.4.2.17 TABLA.RESPAREA

Tabla principal: AREAS

Tabla dependiente: CARNET

Descripción

Nombres de las personas que laboran en cada área o departamento del Instituto sin incluir el departamento de Neurofisiología.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
RESP-clave	A	4	S	P	&*	
AREAS-clave	A	4	S	F	&*	
RESP-nombre(s)	A	25	S		&*	

II.2.4.2.18 TABLA.TRATAM

Tabla dependiente: HISTCLIN, TRAT-MED

Descripción

Posibles tratamientos que aparecen en una historia clínica, entendiendo como tratamiento el conjunto de uno o más medicamentos existentes en la tabla Medicamento.

Nombre	Tipo	Long	Nec	Llave	RestVal	ValPerm
TRAT-clave	N		S	P		1,2,...
TRAT-descripción	A	50	S			

II.3 Implantación del diseño

En la elección de un DBMS se tomaron en cuenta las necesidades de información que debían satisfacerse, el número y clase de usuarios y el alcance del proyecto. A pesar de que en general el costo del hardware ha ido disminuyendo, es importante determinar los recursos con los que se cuenta para su uso. Asumiendo que, como una primera etapa y al mediano plazo, el manejo de la base de datos diseñada será local, se pueden establecer algunos puntos de comparación entre varios DBMS que pueden ayudar a tomar una decisión como ésta [Pal94]. Deben considerarse aspectos tales como la interfase de usuario, que como se explicó anteriormente es de gran importancia, los recursos que utiliza, las capacidades de seguridad con que cuenta, su potencialidad en desarrollo de aplicaciones, y por supuesto, su relación costo-beneficio.

II.3.1 Criterios para elección del DBMS

Después de estudiar cuidadosamente tanto cuadros comparativos como especificaciones de varios DBMS [Acc-M, dBa-WP, Par-M, Pal94, Pau-WP], se consideró conveniente elegir el software Paradox v1.0 para Windows como el sistema para implantar este trabajo. De manera concreta se pueden enunciar como beneficios los siguientes:

- Posee una interfase amigable.
- Ofrece buen nivel de seguridad.
- Su desempeño local es satisfactorio.
- Su relación costo-beneficio es alta.
- Maneja múltiples tipos de datos y de archivos.
- Maneja tablas en vez de archivos.
- Realiza validación de datos e integridad referencial.
- Maneja índices primarios y secundarios.
- Maneja tipos de tablas Paradox y dBase.
- Incluye el modelado de datos en forma visual para crear objetos de diseño.
- Ofrece conectividad a servidores como Oracle, Sybase e Informix.
- Ofrece comunicación directa, a través de un paquete complementario, con rutinas creadas en C y C++.
- Facilita el desarrollo de aplicaciones específicas con su lenguaje basado en objetos y de alto nivel, llamado ObjectPAL. Este lenguaje presenta métodos estándar para cada objeto incluido, permitiendo diseñar métodos personalizados de acuerdo a las necesidades particulares, los cuales son compilables.
- Permite importar y exportar datos tipo texto limitado, texto de longitud fija, archivos de Lotus, Excel, Quattro Pro y dBase.

II.3.2 Requerimientos de la aplicación

- Computadora tipo PC con procesador Intel 386 mínimo.
- Software Windows 3.1 mínimo.
- 6 MB de memoria RAM mínimo, 8 MB recomendados.
- 20 MB de espacio en disco duro para una instalación completa.
- Monitor de alta resolución, mínimo EGA.

Aquí vale la pena comentar que entre las razones más poderosas para la decisión fueron lo atractivo de la interfase, la facilidad para establecer comunicación con módulos desarrollados en otro lenguaje y su similitud y facilidad de interconexión con tablas de dBase. Ésto último es relevante dado que algunos de los usuarios poseen cierta experiencia en el manejo de este paquete, por lo que su adaptación al sistema en desarrollo fue óptima.

II.3.3 Detalles de construcción

II.3.3.1 Funciones estadísticas

El acceso a las funciones estadísticas externas que permite el sistema se lleva a cabo mediante llamadas hacia el exterior del DBMS haciendo uso del lenguaje de comunicación estándar de Windows (DDE y OLE)⁷, lo cual por supuesto, fue uno más de los criterios de decisión para elegir el DBMS (apartado II.3.1).

Como un primer acercamiento al uso de las funciones estadísticas se construyó un módulo que ofrece directamente las opciones:

- Cálculo de espectro por bandas
- Cálculo de *t-score*
- Cálculo de *z-score*
- Cálculo de *p-score*
- Cálculo de la estadística de grupo por primera vez (creación de un grupo)
- Recálculo de parámetros estadísticos de medias y desviaciones estándares cuando se agrega un paciente a un grupo existente
- Cálculo del espectro por bandas

Este módulo fue realizado en el lenguaje Matlab for Windows, ya que era capaz de leer confiablemente los datos enviados por el DBMS, realizar las operaciones necesarias sobre las matrices de datos y seguir las especificaciones de formato requeridas para escribir los archivos de salida adecuados al módulo de despliegue.

El menú estadístico construido en Matlab decide, de acuerdo con los archivos enviados por la aplicación de Paradox, cuál es la operación solicitada según se muestra en la tabla de la figura 26a. Como se recordará de la figura 20, el módulo de administración y manejo de información debe mandar todo lo que el módulo de análisis estadístico requiera para funcionar, y dentro de éste, se hará lo necesario para generar el despliegue; así mismo, ambos módulos tendrán que hacer uso de la plataforma de implantación para poder lograr la comunicación. Para que el módulo estadístico de prueba funcionara, se tuvo que definir una forma de enviar y recibir archivos de datos accesibles para ambas aplicaciones.

La forma como se estableció la comunicación fue haciendo uso de archivos y adaptando el formato de éstos al estándar manejado por Matlab, aunque para la aplicación de Paradox fueran ilegibles. Si bien Paradox permite calcular varios parámetros estadísticos con campos de tipo numérico, ninguno de ellos incluye algo tan sofisticado como un *p-score*, por ejemplo. Por su lado, el paquete Matlab incluye muchísimas funciones matemáticas entre las cuales están todas las necesarias para realizar con facilidad cualquier cálculo de los requeridos.

La secuencia de comunicación es lo que se llama una sesión DDE (Intercambio Dinámico de Datos) mediante la cual, al verificarse un evento dentro de la aplicación en Paradox, puede establecerse un diálogo con otra aplicación que también funcione sobre Windows. Una vez que esta aplicación termine su función, puede cerrarse devolviendo el control a Paradox. De esta forma, se logró que el módulo de prueba funcionara autónomamente al ser llamado por cualquiera de los botones de la versión de prueba de la ventana Mapeo estadístico.

⁷ Ambos son métodos que permiten acceder a datos de otras aplicaciones que funcionen sobre Windows, siguiendo la filosofía cliente-servidor.

MÓDULO ESTADÍSTICO (Matlab)	ENTRADAS			SALIDAS	
	Archivos enviados por Paradox			Archivos devueltos por Matlab	Archivos enviados para despliegue
Función realizada	Parámetros de paciente	Parámetros de grupo	Nombre de la banda		
Calcular espectro por bandas	✓			✓	
Calcular t-score		✓	✓		✓
Calcular z-score	✓	✓	✓		✓
Calcular estadística nuevo grupo	✓			✓	
Recalcular estadística de grupo	✓	✓		✓	

Figura 26a. Relación entre los archivos enviados por Paradox, así como los devueltos por Matlab, y las funciones estadísticas realizadas por el módulo de mapeo estadístico de prueba.

II.3.3.2 Lectura de archivos de registros de mapeo

La cuestionante primordial para el uso del sistema es el que pueda hacer uso de los archivos que ya se tienen en el área de Mapeo, requiriendo la mínima intervención del usuario. Como ya se comentó antes, dada la imposibilidad de recuperar directamente los datos del EEG en tiempo, hubo que adaptar la aplicación para que pudiera leer archivos en formato Lotus, que es la salida más estándar que se puede obtener del equipo Brainlab.

Dado que la posibilidad de importar archivos de hojas de cálculo fue uno de los criterios de decisión (apartado II.3.1), y Paradox lo cumple dando una enorme facilidad para ello, fue posible recuperar los archivos de datos de espectros por bandas de los pacientes. El proceso es el siguiente:

1. Con el paquete Microsoft Excel se recuperan los archivos con extensión DB que genera el *Brainlab* y que contienen los datos de varios pacientes (comúnmente más de 10).
2. Haciendo uso de una macro especial se calculan y separan los datos de potencia por bandas (**delta, teta, alfa, beta1, beta2 y beta3**) de un paciente seleccionado, poniendo todos los valores numéricos en un solo archivo, y los datos del paciente, en otro de tipo texto.
3. Si el paciente ya está dado de alta en el sistema, se oprime el botón **Leer nuevo registro de mapeo** de la ventana **Principal** de la aplicación, e inmediatamente ésta busca en la unidad Λ de la computadora. Lee los archivos de datos, recuperando datos, fecha y hora de creación, y solicita únicamente número de expediente del paciente al que pertenece el estudio, condición del paciente y método de activación bajo los cuales se realizó.

Si el paciente no existe, es necesario darlo de alta. En este sentido se hicieron algunas pruebas para tratar de recuperar datos como nombre, edad, fecha de nacimiento, pero el problema enfrentado es que por el diseño, es indispensable cargar un número de expediente válido, y dado que no todos los pacientes que se recuperan tienen el suyo, la carga automática se ha dificultado. Éste es una cuestión difícil de manejar y por ahora, las pruebas se han limitado a los archivos de datos hasta que se llegue a una opción factible de carga de datos personales.

III. Discusión de resultados

III.1 Evaluación del sistema

Como el objetivo inmediato abarcaba el cubrir las necesidades del área de Mapeo, se diseñó un sistema que proporciona acceso a una serie de procesos que siguen fielmente las actividades que el personal cumple día con día (ver DFDs del área de Mapeo, figuras 11 a 19). En el menú principal se ven claramente las funciones que el médico puede ejecutar para desempeñar su labor (figura 2, Manual de usuario), organizadas por la entidad más representativa de cada una de ellas: *Paciente, Grupo, Mapeo y Reporte*.

El sistema quedó instalado en la computadora AcerMate (apartado II.1.2.1) del área de Mapeo Cerebral del INCH bajo la supervisión del jefe del Departamento de Neurofisiología, siendo probado por él y por uno de los integrantes de su equipo de trabajo; ésto únicamente por cuestiones de tiempo de dedicación extra a su labor. Ambos son usuarios especializados (figura 8) por lo que el entrenamiento que se les dio para el manejo del software no tuvo ningún contratiempo.

El hecho de que la plataforma de implantación del sistema sea Windows facilitó enormemente el aprendizaje, ya que ambos usuarios conocen en gran medida la forma de operación de esta plataforma así como las capacidades de su computadora. Más aún, ellos ya han generado algunos tipos simples de bases de datos haciendo uso de los paquetes Microsoft Excel y dBase III. Ésto explica por qué uno de los criterios de decisión para elegir el DBMS a utilizarse (apartado II.3.1) fue el hecho de que sus tablas tuvieran cierta similitud, e incluso compatibilidad, con tablas de dBase.

El método utilizado para la evaluación del sistema fue por reportes de usuario, externados mediante verbalización de pensamientos de cada usuario y por interacción constructiva entre los dos usuarios involucrados. Durante las sesiones para revisión de detalles técnicos y funcionales surgieron varias discusiones de comentarios:

1. La primer versión de la ventana **Datos del paciente** mostraba un campo de la tabla **Paciente** llamado **Edad gestacional**. Se decidió que no era un dato de importancia para el tipo de pacientes que son estudiados, ya que la mayoría eran "de tiempo", y sólo en casos excepcionales, eran prematuros. La decisión acordada fue eliminar el campo de la tabla y en caso de que ésto último ocurriera, se incluiría dentro del campo **Antecedentes personales**.
2. Dentro de esta misma ventana y tabla no se tenía definido un campo especial para la edad del paciente, ya que al principio se decidió almacenar únicamente la **fecha de nacimiento**. Sin embargo, al probar el desempeño que tenía el sistema calculando la edad cada vez que se quería buscar un paciente con esta llave de búsqueda, se optó por crear un campo extra en la tabla **Paciente**. Este campo es actualizado automáticamente cada vez que se abre la ventana **Datos del paciente**, y queda visible en ella para facilidad del usuario.

3. Para la tabla Historia clínica se les propuso dividir la información referente al diagnóstico de un paciente en dos campos: uno tipo texto (tipo de diagnóstico inicial/actual), limitado en extensión, y uno con formato libre (características diagnóstico inicial/actual). Ésto surge por la necesidad que tienen los médicos de narrar las características de la enfermedad y que los hace comprender, en unas líneas, el estado actual de la misma. El punto era que también deseaban tener una forma de clasificar y, sobre todo, consultar esta información con fines diversos. La propuesta fue aceptada.
4. Actualmente, el llenado de un reporte es completamente manual, al igual que la captura de datos personales necesaria para iniciar un registro de mapeo (figura 15, proceso 1.3.1), por lo que se tienen gran cantidad de errores de escritura. Ésto es particularmente nocivo en lo que se refiere al diagnóstico del paciente, ya que "...resulta muy difícil conocer qué clase de pacientes tenemos", según los médicos usuarios externaron. No es difícil que una misma enfermedad sea capturada de varias maneras diferentes, con lo cual resulta imposible relacionar a esas personas. La propuesta fue que se tuviera una tabla especial para los diagnósticos de manera que sólo se actualizara a juicio del jefe del Departamento; para los demás usuarios sólo permitir escoger entre los que estuvieran en esa tabla. Por razones análogas se justifica la existencia de las tablas Diagnóstico, Estado civil, Razas y Religión, no presentes en el modelo entidad-relación (figura 24).
5. Se definieron más claramente los tipos de consulta que les eran de utilidad, a saber: por nombre, apellido paterno, número de expediente, diagnóstico o edad para el caso de un paciente; y por número de expediente o diagnóstico, para los reportes. Todas estas opciones quedaron incluidas en las ventanas Datos del paciente y Reporte de estudio de mapeo cerebral, respectivamente.
6. Se requería la presencia de un campo Método de activación de la tabla Mapeo, que mantuviera relación entre el entorno bajo el cual se había realizado el registro, y la manera como se describía en el reporte. Para dar cabida a esta petición se propuso que este campo sólo pudiera llenarse con ciertas activaciones predefinidas. La sugerencia, con su justificación, propuesta por los especialistas fue la siguiente:

Un estudio de mapeo cerebral se puede activar de dos maneras, a fin de resaltar algunas anomalías preexistentes en el sujeto: con y sin fármacos. La primera forma incluye maniobras como la hiperventilación, la fotoestimulación intermitente y la privación del sueño, mientras que la segunda implica la presencia de un medicamento dosificado al paciente.

Dado que en el área de Mapeo del INCH la forma más comúnmente utilizada es la primera (no farmacológica), se propuso sólo incluir las maniobras clásicas y que son practicadas por ellos a diario. Tales maniobras incluían la hiperventilación, el sueño, la fotoestimulación, la estimulación auditiva y la apertura y cierre de ojos; con el fin de no llegar a ignorar algún otro método de activación que pudiera usarse por razones especiales, se incluyó también la posibilidad de hablar de otros métodos.

Finalmente se incluyeron botones con esos mismos nombres, dentro de un cuadro llamado Método de activación, en la hoja de Reporte de estudio de mapeo cerebral.

III.2 Pruebas de funcionamiento

III.2.1 Carga de archivos de mapeo

Utilizando los programas de recuperación de archivos en formato Lotus generados por el equipo *Brainlab*, fue posible cargar un conjunto de prueba de pacientes, junto con sus registros de mapeo. Siguiendo el proceso descrito anteriormente (apartado II.3.3.2), y conociendo de antemano los números de expediente de los pacientes escogidos, se recuperó el espectro por bandas de frecuencia de un registro de mapeo por paciente.

Se capturaron directamente los datos de número de expediente, método de activación y condición del paciente para cada uno de los registros; por supuesto, primero se siguió el proceso para dar de alta a cada uno de los pacientes. Los valores del espectro quedaron dentro de la BD como una matriz dentro de un campo tipo *binario*, el cual puede ser manejado, que no procesado, por Paradox sin ningún problema.

La carga de los registros resulta ser muy sencilla una vez que se ha ejecutado el programa en Excel que genera la matriz de potencias por banda de frecuencia. La facilidad de que la BD lea directamente de un disco flexible resultó ser de gran utilidad ya que dentro del Área todo se almacena de esta forma. Sin embargo, se requiere que el usuario esté familiarizado con las restricciones de validación así como los valores permitidos para los campos método de activación (apartado II.2.4.2.8) y condición del paciente, a fin de que la captura sea válida; esta información puede encontrarse en el manual de usuario en la sección de *Mapeo estadístico*, en el apartado *¿Cargar un mapeo?*.

III.2.2 Módulo Mapeo estadístico

Haciendo uso de algunos datos generados exprofeso aleatoriamente, se probó que el sistema es capaz de establecer una correcta comunicación con el módulo estadístico sin ningún inconveniente, requiriendo únicamente la instalación extra del paquete Matlab for Windows en la misma computadora en que se desee usar el sistema construido. Con ello se demostró la factibilidad de cumplir con los objetivos planteados en un principio.

Posteriormente se hicieron pruebas con un software comercial llamado Statmap, utilizando datos reales de pacientes del área de Mapeo Cerebral y provenientes del equipo *Brainlab*. En particular, se hicieron pruebas con los índices estadísticos clásicos que desde un principio se plantearon como de interés: *t-score*, para comparación entre grupos, *z-score*, para comparación entre individuos y grupos [DBB81], y *p-score*, para localizar con mayor veracidad las zonas del mapa t ó z que presentan diferencias estadísticamente significativas [HPM94].

Para valorar el funcionamiento de la prueba t se muestran varias comparaciones:

- Se realizó la prueba *t-score independiente* para estimar las diferencias entre dos grupos de sujetos bajo el mismo entorno clínico: *ojos cerrados* (figura 27). Se muestran un grupo de niños varones sanos entre 9 y 15 años, llamado *grupo control*, y un grupo de niños de la misma edad pero con problemas de aprendizaje, llamado *grupo PALE*. Esta prueba es aplicable cuando los grupos tienen diferentes valores de varianza. Junto con los mapas de cada grupo y el del *t-score* se encuentra el correspondiente al *p-score*, índice que es de gran ayuda para la interpretación de los resultados de la prueba.
- Se realizó la prueba *t-score pareada* que permite encontrar diferencias en un mismo grupo estudiado bajo dos diferentes entornos clínicos. En este caso se muestra el resultado de esta prueba para el *grupo control* ya mencionado, variando las condiciones de estudio de *ojos cerrados* a *escuchando música*

(figura 28). Esta prueba sólo es aplicable si los grupos están correlacionados; de nuevo el *p-score* respalda las conclusiones que puedan obtenerse del mapa de *t-score*.

- Se realizó la prueba *z-score* para estimar el grado de pertenencia de un sujeto a un grupo a partir de los mapas obtenidos bajo el mismo método de activación (figura 29).

De entre las facilidades que el software Statmap nos ofrece cabe mencionar: 1) la flexibilidad del formato de archivos de datos que maneja, con lo cual el trabajo sólo consiste en asegurar que los datos enviados por la aplicación cumplan con él, y 2) la excelente presentación de los resultados, ya sea en forma de tablas de números, o bien, de mapas de colores. Por ahora su limitante es que no funciona sobre Windows, sin embargo, los mapas obtenidos arrojaron resultados válidos para los médicos involucrados en las pruebas y que son profesionistas con gran experiencia en el campo. Debe señalarse que estas pruebas carecen de validez estadística en el sentido estricto, y por lo tanto, no sugieren necesariamente una conclusión de interés clínico.

III.3 Problemática del enfoque adoptado

III.3.1 Manejo de toda la información

Al ir pasando por las diferentes etapas en el desarrollo del sistema, desde el análisis hasta la implantación, el enfoque adoptado siguió una línea: incluir toda la información requerida por el Departamento para llevar a cabo su trabajo, además de dotarle de algunas opciones extra para facilitar su labor. Las implicaciones de esto son sumamente fuertes, ya que se habla de información proveniente tanto de los equipos de apoyo al diagnóstico que ya existen, como de la práctica diaria del conocimiento por parte del personal. En ambos casos, el camino no estaba trazado; por el contrario hubo que empezar a recolectar datos sobre las características de esta información, para definir cómo se le acoplaría al sistema.

Dado que el Departamento cuenta actualmente con 10 equipos utilizados con cierta frecuencia (apartados I.2.2.1 y I.2.2.2), y puesto que uno de los módulos presentes en el proyecto planteado originalmente (figura 19) se refiere exclusivamente a los estudios de mapeo cerebral, se optó por implantar el sistema como meta cercana únicamente para los estudios de mapeo cerebral. Se restringió a los registros obtenidos con el equipo *Brainlab* debido al enorme número de ítems con los que actualmente se cuenta y que hacían urgente el desarrollo de una herramienta que ayudara a darles un mejor uso.

III.3.2 Recuperación de archivos de datos

El hecho que impactó con mayor fuerza el fluido curso del proyecto fue precisamente la incorporación de los registros provenientes de ese equipo de mapeo ya que hasta la fecha, se desconoce el formato en el que fueron escritos. Si bien para lo que sería propiamente el sistema no implicaba ningún problema leerlos pasándolos como ilegibles para Paradox, sí afectaba considerablemente la adaptación del módulo de análisis estadístico y despliegue.

Se hicieron varios intentos de recuperar las señales de EEG por distintos medios (graficación bajo diferentes suposiciones, estadística de datos, decodificación con diversos paquetes, lectura en varios sistemas operativos) sin obtener ningún resultado concreto, sólo algunas "pistas" de cómo podría estar organizada la información. Se trató de establecer contacto con la firma que comercializó el software, y después de bastante tiempo de haberles planteado el problema, fue comunicado que ellos no lo habían elaborado y por tanto, también desconocían el formato. Durante

varios meses se buscó la empresa que lo había hecho y ya que se contactó, lo único que se nos hizo llegar fueron algunas líneas de código que confirmaron una hipótesis basada en el análisis que ya se había efectuado con los archivos: los datos están comprimidos. La técnica de compresión, obviamente, no fue enviada por lo que ya no fue posible avanzar más.

La única posibilidad de acceso a los registros generados por el área de Mapeo era volverlos a leer con el software del equipo y desde ahí convertirlos a un formato tipo *Lotus* que los hiciera legibles. Esto sobrepasa el inconveniente de no conocer el formato del archivo, aunque limita el acceso a únicamente los valores del espectro de potencia del registro, ya que los datos del registro en tiempo siguen siendo completamente inaccesibles.

La solución inmediata que se le dio a este problema, y ante las limitantes encontradas, fue lograr que el módulo de base de datos leyera automáticamente un archivo de espectro siempre que se le solicite, almacenando la información en su campo correspondiente, y la fecha y hora de creación para acomodarlas en los campos de fecha y hora del estudio. Por ahora, el equipo por omisión es *Brainlab*, así que no existe riesgo de confundir los registros (campo equipo utilizado, entidad *Estudio neurofisiológico*, figura 24).

III.3.3 Filosofía de diseño

Se optó por seguir la filosofía de bases de datos, dado que esta herramienta satisface los dos puntos centrales para el desarrollo: la sencillez al exterior y la solidez y entereza al interior. En el primer caso, se puede hablar de la simplicidad de convertir un modelo conceptual de datos en un conjunto de tablas sobre las cuales se puede aplicar toda la teoría de bases de datos relacionales que ya existe [KoSi91,Ull88], y que ha probado ser bastante sólida y suficiente para representar y hacer uso de toda la información que se tenga.

Más aún, el desarrollo se convirtió en confiable con el uso del DBMS *Paradox* para Windows, el cual pudo ofrecer una solución al problema de la interfase gráfica de usuario, al enlace que necesariamente se requiere con módulos externos no contruidos sobre él, pero sí sobre la misma plataforma, y por supuesto, a la necesidad de contar con excelentes cualidades de administración de datos. La capacidad de crecimiento y desarrollo de otras entradas y salidas al sistema es también una cualidad esencial. Aquí, vale la pena hacer algunos comentarios.

Como ya se refirió anteriormente, por ahora sólo se trabajó en la implantación del proyecto para los registros de mapeo, poniendo especial cuidado en los nexos que tiene todo tipo de información generada al interior y al exterior del Área. Sin embargo, el análisis se llevó a cabo para todo el departamento de Neurofisiología, por lo que se espera a mediano plazo continuar con la inclusión de las demás pruebas neurofisiológicas. Y aquí es donde la cualidad de expansible con sencillez moderada, es de gran trascendencia en la elección de un DBMS. Necesariamente habrá que construir los procesos faltantes pero cabe señalar que ya se tienen las demás tablas diseñadas de forma que permiten sofisticar el diseño.

Por supuesto que conforme se vayan incluyendo esas otras pruebas puede cambiar la apariencia del sistema en cuanto a que se vuelva más completa y con más rutas de acceso a la información; no obstante, se pretende que la adaptación requerida para manejar el sistema de primer alcance sea suficiente para manejar uno más complejo. Ésto se fue logrando al discutir constantemente con el usuario principal la técnica que le parecía más conveniente para manipular sus datos, presentando al tiempo propuestas en papel o en computadora que le hicieran más palpable las opciones.

III.3.4 Barreras de implantación

- Dificultad de capturar y organizar los datos clínicos de los pacientes en una estructura unificada y recuperable. La dificultad radica, en parte, en la diversidad de las fuentes de los datos.
- La heterogeneidad de los documentos fuente y el número de formas de hacer una misma prueba médica debido a la no definición de procedimientos para cada uno de los estudios practicados.
- Necesidad de contar con un tiempo destinado a la capacitación del personal encargado de manejar el sistema. Ésto necesariamente implica buscar formas de motivarlo a fin de que se sienta comprometido con el correcto desarrollo del proyecto.
- La inversión en equipo de cómputo capaz de soportar la aplicación para cada área donde sea requerida.

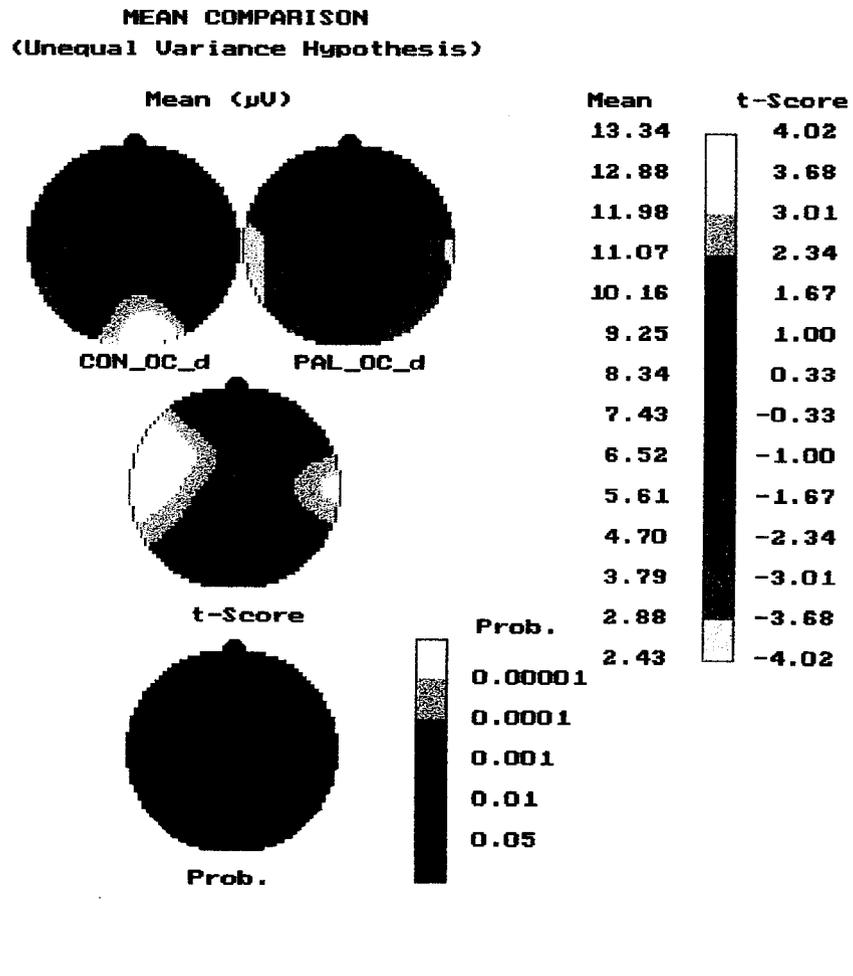


Figura 27. Comparación de la banda delta entre un grupo de niños, varones sanos de nueve a quince años de edad (CON_OC_d) y un grupo homogéneo con problemas de aprendizaje (PAL_OC_d). Los mapas se obtuvieron con ojos cerrados y se utilizó la prueba t-score independiente.

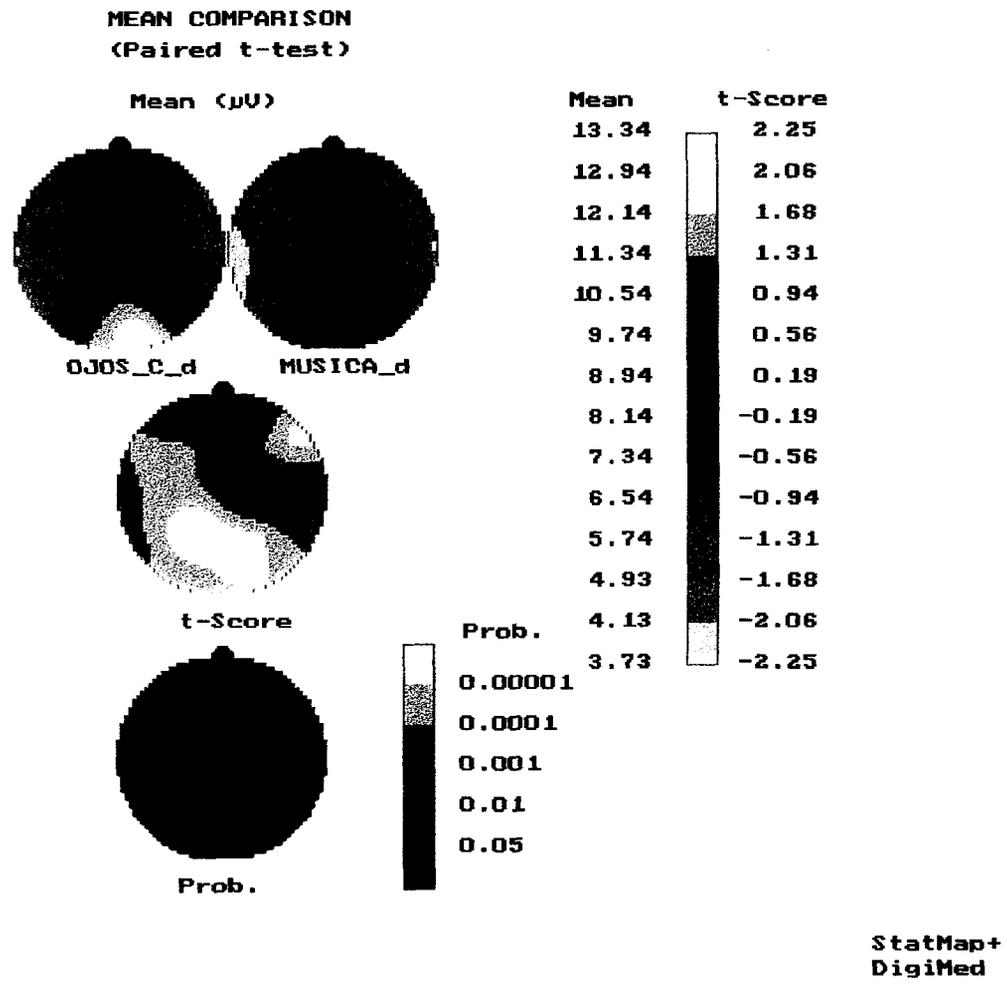


Figura 28. Comparación de la banda delta en un grupo de niños, varones sanos de nueve a quince años de edad con ojos cerrados (OJOS_C_d) y escuchando música (MUSICA_d), utilizando la prueba t-score pareada.

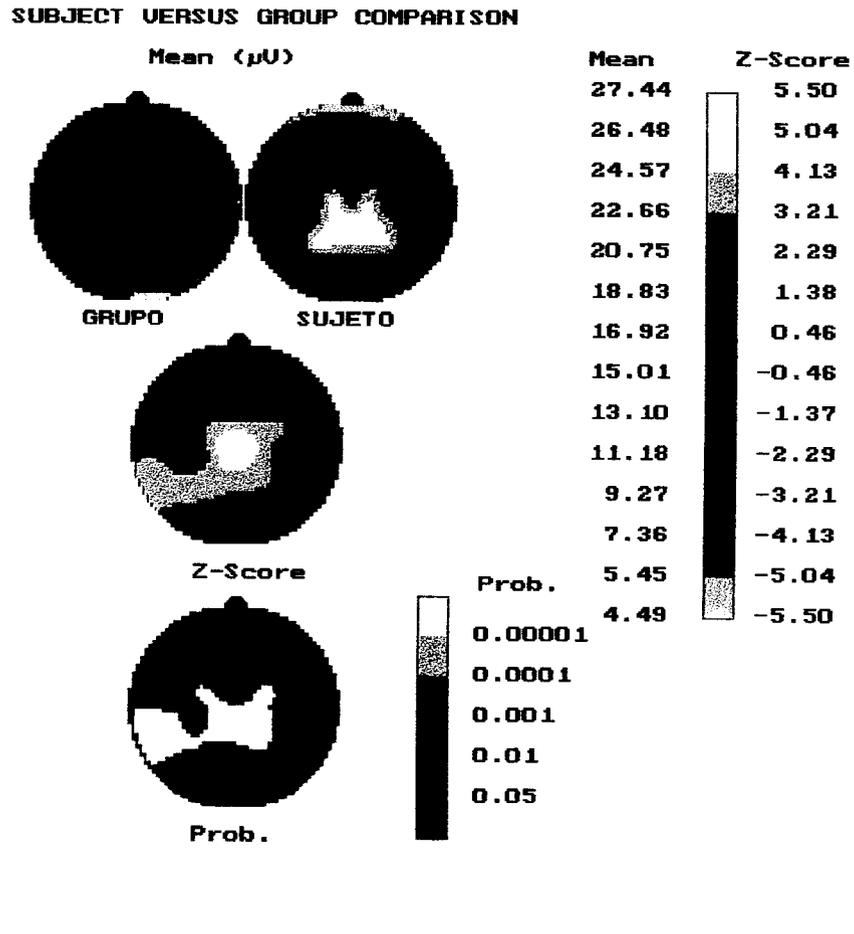


Figura 29. Determinación del grado de pertenencia de un paciente (SUJETO) a un grupo (GRUPO) utilizando la prueba z-score.

Conclusiones

Acerca del manejo de información

Conforme se fue avanzando en el estudio de necesidades del Departamento de Neurofisiología, lo que implicó una participación activa en los procesos que el personal realiza a diario, en especial en el área de Mapeo Cerebral, se hizo patente la urgencia que se tenía de contar con una alternativa confiable de manejo de información. Toda propuesta bajo este entorno debía seguir fielmente la logística definida para el manejo del paciente al interior del Instituto y, por supuesto, al interior del Área. Debía además contemplar qué hacer con la información ya existente definiendo políticas claras a seguir para el eficiente uso de ella.

El proyecto no sólo tiene una gran importancia en el sentido estrictamente tecnológico por dotar de herramientas actuales que optimizan el trabajo del médico, sino que resuelve una problemática de fondo que no podía pasarse por alto con la justificación de lograr su pronto desarrollo: la cuestión de recolección, validación y procesamiento de la información para su uso interno y externo al Departamento. Fue claro entonces que mientras estas cuestiones no quedaran perfectamente acotadas y solucionadas o en vías de solucionarse, no se iba a poder avanzar en el desarrollo exitoso del resto del proyecto. El **módulo de manejo y administración de información**, junto con la **interfase de usuario** por supuesto, tomaron una fuerza imposible de opacar pero que permitía la coexistencia del módulo que le dio razón de ser a este trabajo.

Dado que hubo que considerar la información generada por los equipos y dispositivos específicos con los que los especialistas valoran a un paciente, el factor de construcción o diseño de cada equipo definió la línea a seguir para poder utilizar la información por él generada. El manejo de estándares en la forma de comunicación de cada uno de estos instrumentos debiera ser un punto relevante en la decisión de compra de un equipo.

Las ventajas principales que el sistema desarrollado ofrece son las siguientes:

- La recuperación de datos personales y clínicos así como de registros, mejorando el desempeño actual que se tiene con el manejo manual de la información, con el cual una consulta puede tardar minutos o hasta horas.
- Muchos usuarios pueden acceder a un registro sin tener que saber todos los datos correspondientes a él, sino con una clave que le permite lograr la consulta.
- Los registros en computadora nunca se traspapelan.
- Puede mostrarse de manera conveniente y agradable cualquier información, una vez que ha sido almacenada en la computadora.

Con el uso intensivo y adecuado del sistema se pueden esperar varios beneficios importantes:

1. Una mejoría de la logística y la organización de la información de interés para lograr una atención más rápida y eficaz por parte del personal del Departamento, ya que la computadora puede organizar los datos en reportes especiales y presentaciones convenientes.
2. La factibilidad de lograr una revisión automática de los datos almacenados para limitar errores y controlar la validez de la BD.
3. La posibilidad de llevar a cabo un análisis sistemático de las experiencias médicas anteriores para guiarse en prácticas de corto plazo y estrategias futuras.
4. El respaldo suficiente para establecer el seguimiento y agrupación de los pacientes atendidos a fin de definir líneas de investigación que exploten la información almacenada.

Acerca de la participación del usuario

Las pruebas realizadas en conjunto con el personal del Área arrojaron resultados muy alentadores; se verificó la respuesta a los principales vacíos vigentes dando, como era de esperarse, origen a muchas otras expectativas a futuro. En este momento es clara la perspectiva a mediano y a largo plazo: incluir todo lo necesario para el trabajo de los otros procesos del Departamento, en especial de la otra área que lo conforma, así como extender las capacidades de manejo a otras áreas cuya labor es análoga a la del Departamento. En este punto cabe señalar el enorme interés mostrado por varios médicos ajenos al Área pero inmersos en la problemática a nivel Instituto, quienes hicieron patentes sus comentarios que delineaban contextos similares al descrito en este trabajo. Y aquí es donde se justifica el hecho de haber considerado propuestas y lineamientos hechos por trabajos anteriores dentro de la misma área del conocimiento, y cuyo fin último es lograr precisamente la estandarización, en algún sentido, de la metodología seguida y del contenido de un proyecto con las mismas metas.

Es importante comentar acerca de la participación de los usuarios durante el tiempo de desarrollo del proyecto. Esta participación se hizo patente de forma constante y modulada, permitiendo resolver cuestiones prácticas no fácilmente visibles para alguien que no desempeña la labor que los médicos del Área efectúan; el involucrarse con ellos en su desenvolvimiento profesional cotidiano dentro del Instituto es una gran experiencia, en todos sentidos, que permitió gestar propuestas de solución viables para su entono. Toda esta interacción facilitó el curso del análisis, del diseño, de la implantación y, definitivamente, de las pruebas alrededor del sistema, además de permitir encontrar una alternativa para los problemas técnicos que fueron presentándose en el camino; todos las limitantes fueron discutidas ampliamente con ellos a fin de mantenerlos al tanto de los resultados parciales obtenidos.

Acerca de la interfase de usuario

Dado que los usuarios directos del sistema desarrollado pertenecen a las categorías naive y experimentado, se decidió usar una línea de diseño que destacara la sencillez por encima de los requerimientos, sin omitirlos. Para ello, se evaluaron las aptitudes cognoscitivas de un par de usuarios, con los cuales se estableció la prueba estricta del sistema y se observó que ambos poseen:

- excelente nivel de comunicación entre ellos y con otras personas
- excelente poder de discernimiento y resolución de problemas
- suficiente grado de retención de elementos no gráficos
- buen grado de retención de elementos gráficos

Estas aptitudes, junto con el bagaje de conocimientos de los usuarios, orientaron el diseño hacia el uso de una interfase gráfica, en este caso una interfase tipo WIMP bajo la plataforma Microsoft Windows. En particular, ambos usuarios poseen un buen nivel de uso de esta plataforma, lo que aumentó

enormemente la velocidad de uso y la facilidad de ser recordado. La estructura completa de los menús del sistema es jerárquica con no más de tres niveles de profundidad en cualquier opción elegida, y las tareas que se definieron como más frecuentemente utilizadas se muestran en forma de botones oprimibles, de tal forma que, el usuario las localice y ejecute rápidamente. Así mismo, se respetaron dentro de lo posible, los términos comunes en la práctica diaria de sus labores para reducir la cantidad de términos por memorizar.

La interfase del sistema es entonces del tipo gráfico, dirigida al uso con ratón, mostrando ventanas apilables y menús desplegables, todos términos que les son familiares al personal del Departamento. El sistema también requiere, en algunos casos, de la captura directa del usuario, lo que implica un adecuado manejo del teclado de la computadora; todos los usuarios cumplen con esto. Cabe mencionar que cada ventana mostrada contiene su propio menú con las funciones relacionadas con el título de la misma. Sin embargo, todas siguen el mismo orden de opciones: se comienza, de izquierda a derecha, con la opción que permite guardar y/o salir de la ventana, y se continúa con las opciones de búsqueda y manejo de información. Los nombres de las opciones se eligieron por la entidad más representativa de los procesos contenidos.

Acerca del crecimiento del proyecto

Con las herramientas adoptadas en el curso del proyecto, la orientación de cualquier módulo extra que se quisiera incluir para complementarlo debería funcionar bajo la misma plataforma Windows, y si las tareas que va a realizar son muy especiales, hacer uso de lenguajes de alto nivel compatibles con la filosofía de programación de ella. Puede hacerse uso de las sesiones DDE como la utilizada para el módulo de prueba de mapeo estadístico, o bien, incorporarlo completamente a la aplicación con ayuda de la herramienta ofrecida por la firma Borland Database Engine. Este software asegura el acceso abierto, completo y transparente a los datos de la base de datos, si se desarrolla una aplicación en cualquier lenguaje capaz de llamar a las librerías DLL de Windows; por ejemplo, C, C++ y Pascal.

Las pruebas de despliegue realizadas con algunos datos del Área dejan ver las características que se esperan de un módulo de cálculo y despliegue estadístico que se desarrolle o adapte. El manejo de diversas funciones estadísticas, el manejo de los gráficos así como la forma de presentar los resultados, numérica y gráfica, le dan al médico una opción muy completa que soporte su diagnóstico al aportarle nueva información de manera rápida. Otra vez se hace patente la necesidad de adecuar el formato de los datos sin mayor participación del médico, es decir, se requiere crear programas que automáticamente conviertan los espectros ya almacenados en disco en valores legibles para el módulo estadístico. Por ahora el desempeño presentado por las macros programadas en Excel ha sido satisfactorio, pero eventualmente, pudiera ser útil contar con una pequeña rutina, parte de la aplicación, que lo hiciera aún más transparente para el usuario.

Acerca de la utilidad clínica del sistema

Un punto clave para utilizar los registros de mapeo con la aplicación de mapeo estadístico es especificar los criterios de constitución de un grupo estadístico válido. Si bien se tienen una gran cantidad de estudios, es difícil establecer una comparación estadísticamente válida entre grupos dado que éstos deberían cumplir con:

- Estar contruidos con pacientes de la misma edad.
- Tener exactamente el mismo número de pacientes.
- Que los pacientes no hayan presentado ninguna enfermedad en los últimos 3 o 4 meses, así como no haber ingerido ningún medicamento en ese mismo tiempo.
- Que ninguno de los pacientes tenga antecedentes de enfermedades neurofisiológicas, psiquiátricas o de epilepsia.

Entonces, para probar el módulo de mapeo estadístico confiablemente, habrá que seguir un protocolo de validación clínica con estudios que se realicen de aquí en adelante, bajo condiciones muy controladas. Cabe enfatizar que las comparaciones mostradas en la discusión de resultados son únicamente pruebas de funcionamiento y factibilidad de desarrollo y comunicación, y de ninguna manera, pretenden tener validez estadística.

Es interesante observar cómo a pesar del creciente uso de las computadoras en las áreas dedicadas al cuidado de la salud, gran parte de la posibilidad real de aplicación de ellas en estas áreas es en gran medida desconocida; por un lado hace falta conocer las necesidades reales de un servicio de salud, y por otro, sólo se tiene una vaga idea del uso potencial de las herramientas tecnológicas con que se cuenta en la actualidad. No se trata de convertir al profesional de un área en especialista de la otra, sino más bien en permitir el enlace natural y bien dirigido de ambos conocimientos, a fin de generar proyectos interesantes para ambos y que resuelvan problemas reales. Un proyecto como éste es también una línea de desarrollo válida para el profesional de ingeniería biomédica, quien todavía tiene mucho que aprender de los puntos que puede atacar con su formación al lado de especialistas del área médica, y que tiene mucho que enseñar haciendo gala del entusiasmo que generan proyectos como el presentado aquí.

Referencias

- [Acc-M] *Microsoft Access for Windows* (manual de usuario).
- [AKF81] Ary, J.P., Klein, S.A., Fender, D.H. Location of sources of evoked scalp potentials: Corrections for skull and scalp thicknesses, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 28(6):447-452, 1981.
- [All77] Allison, T., Matsumiya, Y., Goff, G.D., et al. *The scalp topography of human visual evoked potentials.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 42:185-197, 1977.
- [And94] Anderer, P., Saletu, B., Klöpel, B., Semlitsch, H.V., Werner, H. *Discrimination between demented patients and normals based on topographic EEG slow wave activity: comparison between z statistics, discriminant analysis and artificial neural network classifiers.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 91:108-117, 1994.
- [Bab90] Babiloni, F., Cracas, S., Johnson, P.B., Salinari, S., Urbano, A. *Computerized mapping system of cerebral evoked potentials.* *Comp Biomed Res*, 23:165-178, 1990.
- [Bar81] Barnard P.J. et al. *Consistency and compatibility in human-computer dialogue.* *International Journal of Man-Machine Studies*, 15(1):87-134, 1981.
- [dBa-WP] Borland dBase *A Solution for Today, a Foundation for the Future* (white paper)
- [DBB81] Duffy, F.H., Bartels, P.H., Burchfiel, J.L. *Significance Probability Mapping: An aid in the Topographic Analysis of Brain Electrical Activity.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 51:455-462, 1981.
- [DBL79] Duffy, F.H., Burchfiel, J.L., Lombroso, C.T. *Brain Electrical Activity Mapping (BEAM): A Method for extending the clinical utility of EEG and Evoked Potential data.* *Ann Neurol* 5(4):309-321, 1979.
- [DCT90] Desmedt, J.E., Chalklin, V., Tomberg, C. *Emulation of Somatosensory Evoked Potential (SEP) components with the 3-shell head model and the problem of 'Ghost potential fields' when using an average reference in brain mapping.* *Electroenceph Clin Neurophysiol* 77:243-258, 1990.
- [EbLe83] Ebersole J.S., Leroy, R.F. *An evaluation of ambulatory, cassette EEG monitoring: II. Detection of interictal abnormalities.* *Neurol.*, 33: 8-18, 1983
- [Fis91] Fisher J. *Defining the novice user.* *Behaviour & Information Technology*, 10(5):437-441, 1991.
- [GoLe85] Gould J., Lewis C. *Designing for usability: Key principles and what designers think.* *Communications for the ACM*, 28(3):300-311, 1985.
- [Gon90] Gonzalez-Andino, S.L., Pascual-Marqui, R.D. et al. *Brain electrical field measurements unaffected by linked earlobes reference.* *Electroenceph Clin Neurophysiol* 75:155-160, 1990.
- [Goo87] Goodwin N. *Functionality and usability.* *Communications of the ACM*, 30(3):229-233, 1987.
- [Gru93] Grudin J. *Interface: An evolving concept.* *Communications of the ACM*, 36(4):111-119, 1993.
- [HaSa74] Harner, P.F., Sanrit, Theda, B.S. *A review of the International Ten-Twenty System of electrode placement.* Grass Instrument Co., 1974.
- [HMDL94] Hassainia, F., Medina, V., Donadey, A., Langevin, F. *Scalp potential and current density mapping with an enhanced spherical spline interpolation.* *Med. Prog. Tech.*, 1994.
- [HPM94] Hassainia, F., Pet'it, D., Montplaisir, J. *Significance Probability Mapping: The Final Touch in t-Statistic Mapping.* 1994.
- [IFS74] International Federation of Societies for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology (IFSECN) *A glossary of terms commonly used by clinical electroencephalographers.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 37:538-548, 1974.
- [Jai89] Jain, A.K. *Fundamentals of digital image processing.* New Jersey: Prentice Hall, 1989.
- [Jas58] Jasper, H. *Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 10:370-375, 1958.
- [KLZ90] Koles, Z.J., Lazar, M.S., Zhou, S.Z. *Spatial patterns underlying population differences in the background EEG.* *Brain Topogr.*, 2(4):275-283, 1990
- [Kol91] Koles, Z.J. *The quantitative extraction and topographic mapping of the abnormal components in the clinical EEG.* *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 79: 440-447, 1991
- [KoSi91] Korth, H.F., Silberschatz, A. *Database System Concepts* Mc Graw Hill International Editions. Computer Science Series, 2nd Edition, 1991.

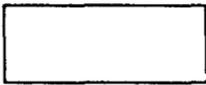
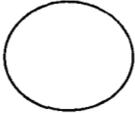
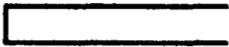
- [Lam62] Lambert, E.H. *Diagnostic value of electrical stimulation of motor nerves*. *Electroenceph Clin Neurophysiol., Suppl.*, 22:9, 1962.
- [LNW93] Law, S.K., Nunez, P.L., Wijesinghe, R.S. *High-resolution EEG using spline generated surface Laplacians on spherical and ellipsoidal surfaces*. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 40(2):145-153, 1993
- [Lop91] Lopes da Silva, F.H. *Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 79:81-93, 1991.
- [MaOd92] Martin, J., Odell, J.J. *Análisis y diseño orientado a objetos*. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1992.
- [McCl91-1] McClanahan, David R. *Relational database design*. *DBMS*:63-68, Oct 1991.
- [McCl91-2] McClanahan, David R. *Database design: relational rules*. *DBMS*:54-58, Nov 1991.
- [McTi88] Mc-Donald CJ & Tierney W.M.: *Computer-Stored Medical Records: Their future in medical practice*. *JAMA*; 259:3433-3440, 1988
- [Med94] Medina, V., Grall, Y., Menguy, C., Langevin, F., Gaillard, P. *Topographical characterization of normal visual evoked responses*. *Med. Prog. Tech.*, 1994.
- [Mil94] Miltner, W., Braun, C., Johnson R., Simpson, G.V., Ruchkin, D.S. *A test of brain electrical source analysis (BESA): a simulation study*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 91:295-310, 1994
- [Nak94] Nakasato, N., Levesque, M.F., Barth, D.S., Baumgartner, C., Rogers, R.L., Sutherling, W.W. *Comparisons of MEG, EEG, and ECoG source localization in neocortical partial epilepsy in humans*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 171:171-178, 1994.
- [Neur94] Neuroscan, Inc., *Scan 3.0: EEG and Evoked Potentials Workstation*, 1994.
- [Neur95] Neuroscan, Inc., *Scan 4.0: EEG and Evoked Potentials Workstation 3D Space*, 1995.
- [Nico92] Nicolet Biomedical Instruments, *Voyager: Digital electroencephalographer & BEAM: Brain Mapping with Normative Database*, 1992.
- [NiLo93] Niedermeyer, E., Lopes da Silva, F. *Electroencephalography: Basic principles, Clinical applications and Related fields*, Cap. 1,6,7,8,9,15,44,46,49,56,59,60. Baltimore-Munich:Urban & Schwarzenberg, 1993.
- [Nun81] Nunez, Paul L. *Electrical fields of the brain*. New York: Oxford University Press, 1981.
- [Nun94] Nunez, P.L., Silberstein, R.B., Cadusch, P.J., Wijesinghe, R.S., Westdorp, A.F., Srinivasan, R. *A theoretical and experimental study of high resolution EEG based on surface Laplacians and cortical imaging*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 90:40-57, 1994
- [OpSc75] Oppenheim, A.V., Schafer, R.W. *Digital signal processing*. New Jersey: Prentice Hall, 1975.
- [Pal94] Palomino Haddas, C. *Bases de datos para PC: Análisis comparativo*. Soluciones Avanzadas, 9, mayo 1994.
- [Par-M] *Borland Paradox para Windows v1.0*. Manuales del paquete.
- [Pau-WP] Pauker, M. *Paradox for Windows Roadmap* (white paper)
- [Per87] Perrin, F., Pernier, J., Bertrand, O., Echallier, J.F. *Mapping of scalp potentials by surface spline interpolation*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 66:75-81, 1987
- [Per89] Perrin, F., Pernier, J., Bertrand, O., Echallier, J.F. *Spherical splines for scalp potential and current density mapping*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 72:184-187, 1989
- [PHG83] Pratt, H., Har'el, Z., Golos, E. *Three-channel Lissajous' trajectory of human auditory brain stem evoked potentials*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 56:682-688, 1983.
- [RaMo92] Raluy P., A., Monterde, F. *Diccionario Porrúa de la lengua española*, Editorial Porrúa, S.A., México, 1992.
- [ReOp93] Reiterer H., Oppermann R. *Evaluation of user interfaces: Evadis II - a comprehensive evaluation approach*. *Behaviour & Information Technology*, 12(3):137-148, 1993.
- [SGM89] Steinmetz, H., Gunter, F., Meyer, B. *Cranio cerebral topography within the International 10-20 System*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 72:499-506, 1989.
- [ShPe90] Shortliffe, E.H., Perreault, L.E. *Medical Informatics: Computer applications in health care*. Addison Wesley Publishing Co., USA, 1990.
- [SLSK93] Soong, A.C.K., Lind, J.C., Shaw, G.R., Koles, Z.J. *Systematic comparisons of interpolation techniques in topographic brain mapping*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 87:185-195, 1993.
- [Som89] Sommerville, I. *Software engineering*. England: Addison Wesley, 1989.
- [SOM91] Salinsky, M.C., Oken, B.S., Morehead, L. *Test-retest reliability in EEG frequency analysis*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 79: 382-392, 1991.
- [Sou91] Soufflet, L., Toussaint, M., Luthringer, R., Gresser, J., Minot, R., Macher, J.P. *A statistical evaluation of the main interpolation methods applied to 3-dimensional EEG mapping*. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 79:393-402, 1991.
- [Stel92] Stellate Systems, *Rhythm: EEG Analysis Software for Personal Computers*, 1992.
- [Tac95] Tack, G., Roselli, R.J., Overholser, A., Harris, T.R. *The use of Microsoft Excel as a user interface for biological simulations*, *Comp Biom Res*, 28: 24-37, 1995.
- [TNOD90] Tomberg, C., Noel, P., Ozaki, I., Desmedt, J.E. *Inadequacy of the average reference for the topographic mapping of focal enhancements of brain potentials*. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 77:259-265, 1990.
- [Tow93] Towle, V.L. et al. *The spatial location of EEG electrodes: locating the best-fitting sphere relative to cortical anatomy*, *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 86:1-6, 1993.

- [Tow94] Towle, Vernon L. et al. *Locating evoked potential dipoles in Magnetic Resonance Images*. Functional Neuroimaging, 1994. (In press)
- [Tow95] Towle, V.L., Cakmur, R., Cao, Y. Brigell, M., Parmeggiani, L. *Locating VEP equivalent dipoles in Magnetic Resonance Images*. Inter J Neurosci, 80:105-116,1995.
- [Ull88] Ullman, Jeffrey D. *Principles of Database and Knowledge-Base Systems. Vol. I y II*. Rockville, Maryland, USA: Computer Science Press, 1988.
- [Wah81] Wahba, G. *Spline interpolation and smoothing on the sphere*. J Sci Stat Comput, 2:5-16,1981. Erratum, 3:385-386,1982
- [Web88] Webster, J.G. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, Wiley Interscience, Vol.2: 1084-1107, 1988.
- [WWD91] Whitefield A., Wilson F., and Dowell J. *A framework for human factors evaluation*. Behaviour & Information Technology, 10(1):65-79, 1991.

Apéndice A. Notación

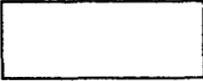
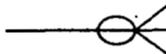
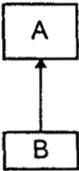
DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS

La notación utilizada es la propuesta por Martin y Estrin en 1967 [MaEs67] y reconocida en [MaOd92]. Esta notación para el diseño de DFDs incluye cuatro símbolos básicos:

SÍMBOLO	NOMBRE	SIGNIFICADO
	Entidad externa	Representa una entidad, externa al proceso, que aporta una entrada o recibe información de éste. Puede ser una persona, un departamento, etc. Su nombre reside dentro del símbolo.
	Proceso	Representa un procesamiento de datos. Su descripción reside dentro del símbolo, y generalmente, se denota comenzando con un verbo.
	Almacén o depósito de datos	Representa un lugar en el que se mantienen los datos, y su nombre aparece dentro del símbolo.
	Flujo de datos	Representa un dato que viaja hacia o desde una entidad externa, un proceso o un depósito. Su descripción se encuentra sobre la línea.
	Conjunción	Representa la unión de dos datos al entrar o salir de un proceso.
	Disyunción	Representa el hecho de que sólo uno de varios flujos de datos entra o sale de un proceso.

DIAGRAMAS ENTIDAD-RELACIÓN

La notación utilizada es la propuesta por Martin, comentada en [MaOd92]. Los elementos básicos de los diagramas son los siguientes:

SÍMBOLO	NOMBRE	SIGNIFICADO
	Entidad	Representa una entidad, externa al proceso, que aporta una entrada o recibe información de éste. Puede ser una persona, un departamento, etc. Su nombre reside dentro del símbolo.
	Relación sólo 1	Relaciona un elemento del lado izquierdo con sólo un elemento del lado derecho. El mínimo y el máximo número de elementos posibles es 1.
	Relación 1 a n	Relaciona un elemento del lado izquierdo con uno o muchos elementos del lado derecho. El mínimo número de elementos posibles es 1 y el máximo es n.
	Relación 0 a 1	Relaciona un elemento del lado izquierdo con sólo un elemento del lado derecho o ninguno. El mínimo número de elementos posibles es 0 y el máximo es 1.
	Relación 0 ó 1 a n	Relaciona un elemento del lado izquierdo con uno o más elementos del lado derecho o ninguno. El mínimo número de elementos posibles es 0 y el máximo es n.
	Generalización	Representa una relación especial entre dos entidades, tal que, una se puede ver como un subtipo de la otra, heredando sus atributos. La dirección de la flecha indica la dirección de generalización, pero éstas no se necesitan cuando la generalización se representa de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha. Se lee "B es un subtipo de A" o bien "A es un supertipo de B".
	Entidad	Representa lo mismo que las entidades en el DFD. En el modelo de datos se muestran, junto con el nombre de la entidad (negritas), el campo llave (subrayado), los campos llave foránea ¹ (cursivas) y los demás atributos.

¹ La notación original indica subrayar con línea punteada las llaves foráneas, pero por cuestiones de claridad en el texto se hace uso de las cursivas.

TABLAS

La notación utilizada para las tablas mostradas en el capítulo II puede encontrarse comunmente en los DBMS comerciales, particularmente en el paquete Borland Paradox para Windows [Par-M]. Se adoptó para este trabajo por su sencillez y claridad. Los símbolos usados son los siguientes:

El símbolo	En la columna	Significa
N	Tipo	Campo tipo numérico
A	Tipo	Campo tipo alfanumérico
F	Tipo	Campo tipo memo almacenado con formato
B	Tipo	Campo tipo binario
P	Llave	Llave primaria de la entidad
F	Llave	Llave foránea dentro de la entidad
ent	RestVal	Campo tipo numérico con formato entero
.2f	RestVal	Campo tipo numérico con formato de punto flotante, mostrando hasta dos cifras significativas
*	RestVal	Repetición de caracter
&	RestVal	Caracter de letra
#	RestVal	Caracter de dígito
[]	RestVal	Caracter opcional

Nombres de columnas de las tablas creadas:

Nombre= nombre del campo.

Tipo= tipo de valores guardados en el campo.

Long= longitud máxima del campo (sólo para campos alfanuméricos).

Nec= ¿campo necesario?

Llave= tipo de llave del campo.

RestVal= restricciones de validación para el campo.

ValPerm= valores permitidos en el campo.

Manual de usuario

SISMAPEO

Manual de usuario *SISMAPEO*

Contenido

CONTENIDO.....	2
INTRODUCCIÓN	3
PARA QUÉ ESTÁ DISEÑADO	3
QUIÉN PUEDE UTILIZARLO Y QUÉ NECESITA	3
CUÁLES SON LAS FUNCIONES BÁSICAS	3
¿CÓMO SE MANEJA?	4
CONVENCIONES TIPOGRÁFICAS	6
TRABAJANDO CON LOS PACIENTES	7
EL MÓDULO <i>PACIENTE</i>	7
QUÉ INFORMACIÓN CONTIENE.....	8
QUÉ PODEMOS HACER	8
<i>Un paciente nuevo</i>	8
<i>Busquemos a un paciente</i>	9
<i>¿Qué datos personales debo capturar?</i>	11
<i>Hablando de su historial clínico</i>	13
<i>Recorriendo la lista de pacientes o de expedientes</i>	14
MAPEO ESTADÍSTICO	15
EL MÓDULO MAPEO ESTADÍSTICO.....	15
QUÉ INFORMACIÓN CONTIENE.....	15
¿CARGAR UN MAPEO?.....	17
QUÉ PROCESOS PUEDEN EJECUTARSE	19
<i>Un nuevo grupo</i>	19
<i>¿Cuáles son los grupos que tenemos?</i>	19
<i>Agreguemos un paciente</i>	21
<i>Haciendo uso de los índices estadísticos</i>	22
COMUNICANDO LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO	23
DISTINGAMOS ENTRE REGISTRO Y SESIÓN DE ESTUDIO.....	23
NO TENEMOS LO MISMO EN PANTALLA QUE EN PAPEL!	23
QUÉ INFORMACIÓN PUEDE VERSE	24
<i>Llenando el encabezado del reporte</i>	24
<i>Describiendo lo que se realizó durante una sesión de estudio</i>	27
<i>Interpretando el estudio</i>	29
<i>Quién nos pidió el estudio</i>	29
<i>Quién firma el reporte</i>	31
QUÉ PROCESOS PUEDEN EJECUTARSE	31
<i>Un nuevo reporte</i>	31
<i>Busquemos un reporte</i>	33
<i>Imprimiendo un reporte</i>	35

Introducción

Para qué está diseñado

El Sistema para Manejo de Registros Neurofisiológicos de Mapeo Cerebral **SISMAPEO** es un sistema de bases de datos que permite administrar la información personal y clínica de los pacientes atendidos en un gabinete donde se practiquen estudios de mapeo cerebral, permitiendo el acceso a otras aplicaciones de análisis estadístico y despliegue de estos registros, proporcionando una herramienta extra de ayuda al especialista.

Quién puede utilizarlo y qué necesita

SISMAPEO está orientado al uso cotidiano de los médicos neurofisiólogos que requieren de toda la información relativa a su paciente para poder emitir una opinión completa a partir de los estudios de mapeo que le hayan practicado. Si usted sabe manejar el sistema operativo DOS y Microsoft Windows, sólo necesita instalarlo en una computadora tipo PC con las siguientes características:

- Microprocesador 80386 o superior
 - 4 MB de memoria RAM (el rendimiento aumenta con la cantidad de memoria)
 - 15 MB de espacio en disco duro
 - Monitor EGA o superior
 - Microsoft Windows 3.1 o posterior
 - Ratón
-

Cuáles son las funciones básicas

SISMAPEO le permite guardar y consultar todos los datos personales de un paciente, tales como nombre, edad, sexo, teléfono, ocupación, religión, raza y estado civil. **SISMAPEO** está orientado al uso en grandes instituciones de salud en donde cada persona posee un número de expediente que lo identifica de manera única. Con este número, usted podrá consultar cualquier información que le pertenezca, aunque no es la única forma de hacerlo, ya que **SISMAPEO** le permite, por ejemplo, conocer cuáles estudios se le han practicado, en qué fechas y cuáles fueron los resultados a partir del apellido paterno del paciente.

SISMAPEO incluye el manejo de un historial clínico detallado donde se describan los antecedentes de interés del paciente junto con el tratamiento actual a que está sometido. Este historial está completamente relacionado con la ficha de paciente de manera que no puede confundirse con el de otro. Pueden consultarse también los resultados de los estudios no

neurofisiológicos que el médico considere importantes para incluirlos en el expediente del paciente.

Al final de una sesión de estudio, el médico podrá generar su reporte de resultados sin preocuparse por el formato. Sólo tiene que describir las maniobras realizadas, su interpretación y sus sugerencias, eligiendo directamente del menú los datos del paciente y del registro que correspondan; finalmente buscará su nombre para firmar el reporte. Una vez generado el reporte, puede o no imprimirlo, y hacerlo tantas veces como considere necesario.

SISMAPEO no es sólo un lugar donde guardar la información que usted genera cada vez que atiende un paciente, sino es además una herramienta de apoyo a su labor de diagnóstico. Soporta la creación de grupos estadísticos conformados por pacientes con características patológicas similares y estudiados bajo condiciones específicas, de manera que, a partir de comparaciones con indicadores estadísticos, le aporte una guía de clasificación de un paciente. Así mismo, *SISMAPEO* puede ayudarle a respaldar estadísticamente los cambios encontrados en un grupo estudiado antes y después de un cierto tratamiento, por ejemplo.



Figura 1. Carpeta e icono de *SISMAPEO* en el Administrador de Programas de Windows

¿Cómo se maneja?

Una vez instalado el paquete, para comenzar a usar *SISMAPEO* sólo tiene que ejecutar el icono que encontrará dentro de la carpeta con el mismo nombre en el Administrador de Programas de Windows (figura 1). Todas las pantallas de *SISMAPEO* poseen características similares para facilitar su manejo. Siguen el formato estándar de ventanas de Windows así que el minimizar, maximizar o cerrar una ventana con el ratón no será nada nuevo para usted. Toda ventana presenta su propio menú, al estilo Windows, en donde por medio de menús desplegables

apuntados por el ratón, usted podrá acceder a todas las funciones implantadas para esa pantalla. Siempre el primer elemento del menú contiene la manera recomendable de salir de esa ventana. A veces, algunas funciones se presentan también en forma de botón tipo Windows y la función que disparan es la misma que si usted la acciona desde el menú superior.

Dentro de una ventana de *SISMAPEO* existen varios tipos de campos de datos. Todos los *campos modificables* son fácilmente reconocibles porque usted podrá colocarse en ellos y ver aparecer el cursor; a continuación, podrá escribir en ellos libremente. Los *campos seleccionables* son aquellos en los que sólo puede escoger un elemento de una lista predefinida; son fácilmente reconocibles por la presencia de una flecha hacia abajo al final del campo. Finalmente, existen campos que pueden verse pero que no pueden modificarse para evitar errores de manejo y almacenamiento; a éstos se les llama *campos visibles*.

Las funciones globales que *SISMAPEO* puede llevar a cabo están organizadas en cuatro grupos que tienen que ver con *quién* es el actor principal en tales procesos (figura 2). Así, usted encontrará procesos relativos al *paciente*, tales como consulta de datos e historia clínica y carnet de citas, los relativos a los *grupos* y al *mapeo estadístico*, y los relativos a los *reportes de sesión*. Si la cantidad de memoria RAM de su computadora se lo permite, usted puede tener abiertas todas las ventanas al mismo tiempo para consultarlas con mayor rapidez (figura 3).

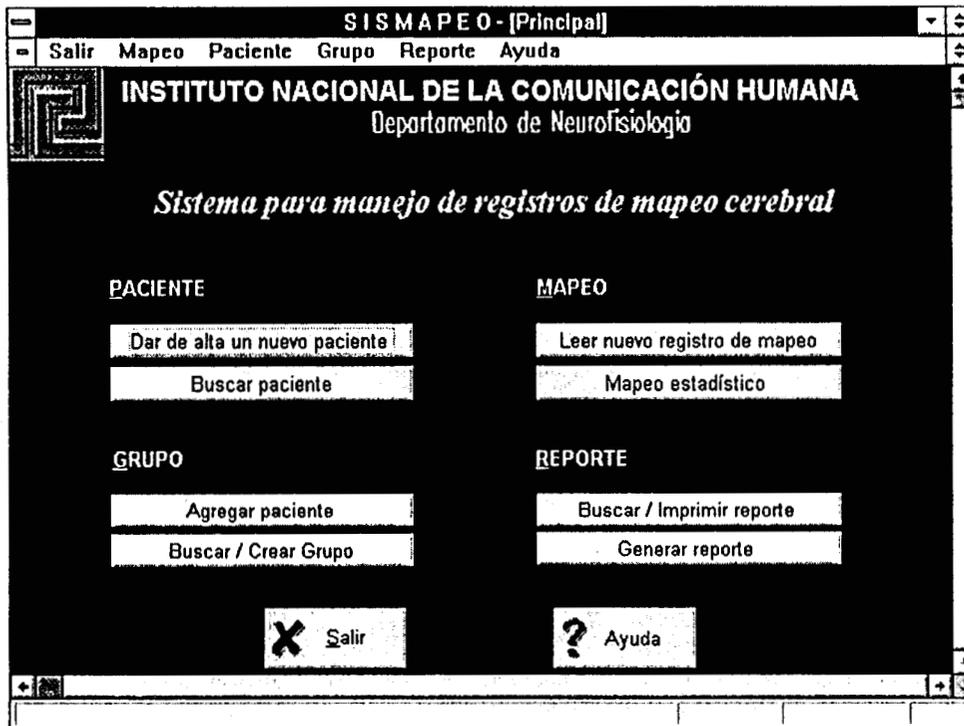


Figura 2. Ventana principal de SISMAPEO donde se muestran los cuatro conjuntos de procesos Paciente, Mapeo, Grupo y Reporte.

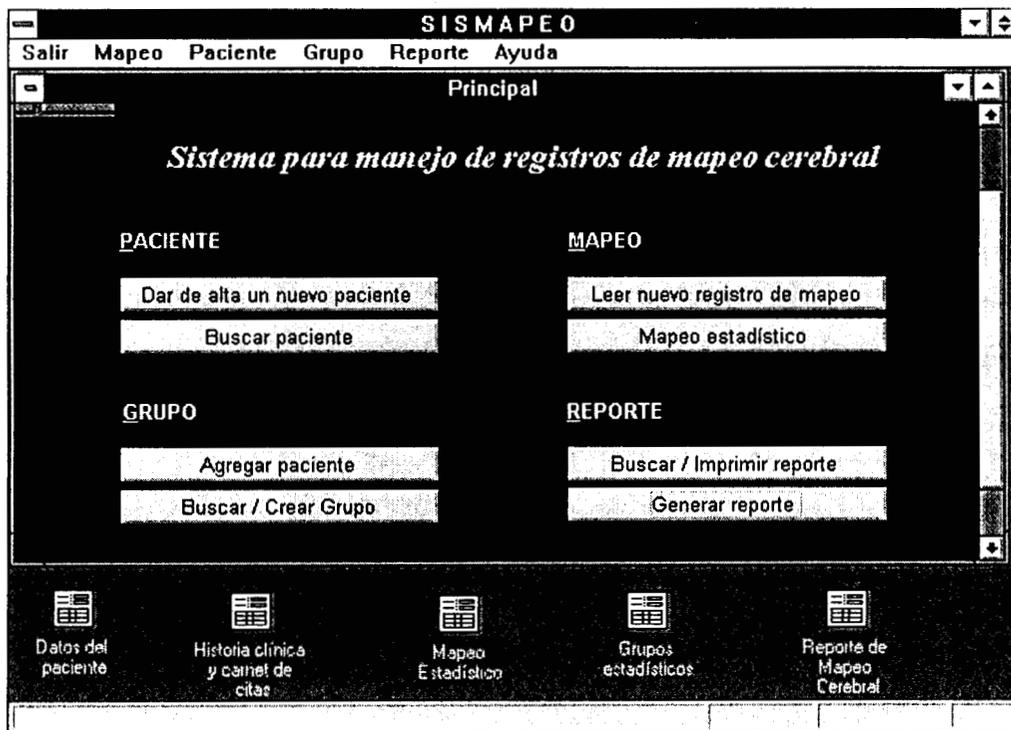


Figura 3. Ventana principal y ventanas secundarias que componen a SISMAPEO. Si la cantidad de memoria RAM se lo permite, puede tenerlas todas abiertas y minimizadas para trabajar más rápido.

Convenciones tipográficas

PRESENTACIÓN	SIGNIFICADO
<i>Énfasis</i>	Énfasis o referencia a funciones y nombres que deberán serle familiares al médico usuario.
nombre tecla	Nombre de una tecla.
<u>Apartado</u>	Referencia a un apartado de este manual por su título.
<i>Nombre de ventana</i>	Nombres de ventanas o pantallas del sistema.
Nombre del campo	Nombres de campos que aparecen en una ventana del sistema.
Nombre del botón Opción del menú	Nombres de funciones que el sistema permite realizar. Pueden ser nombres de <i>botones</i> , o bien, <i>opciones</i> del menú de una ventana.
<i>Nombre sección</i>	Nombre de una sección dentro de una ventana del sistema.
Posibles valores	Posibles valores de un campo de datos.

Trabajando con los pacientes

El módulo *Paciente*

El módulo **Paciente** de *SISMAPEO* es el encargado de administrar la información de interés de un paciente de la institución. El único requisito para poder manejarlo es contar con un número de expediente válido y único para ese paciente; para el INCH este número está formado por un número secuencial, un separador y el año de ingreso al Instituto. Teniendo este dato en mano, usted podrá dar de alta un nuevo paciente, consultar los datos personales de alguien o modificarlos. Así mismo, podrá tener acceso al historial clínico del paciente, el mismo día en que lo da de alta o posteriormente, para capturar en él todos los datos que le parezcan relevantes, en un formato completamente libre que le facilita su adaptación al sistema.

SISMAPEO - [Datos del paciente]		
Salir Dar de alta Buscar Anterior Siguiete		
Nombre(s)	MARIA TERESA	Sexo
Apellido paterno	ABREGO	M
Apellido materno	NARANJO	F
No. de expediente 3118-1987		
Teléfono	(22) 46-9000	Edad 80
Ocupación	AMA DE CASA	
Edo. Civil DIVORCIADO(A)		
Raza INDIGENA		
Religión CATOLICO		
Historia clínica y carnet de citas		
1 de 6 [TRABAJO:PACIENTE.DB]		

Figura 4. Ventana Datos del paciente de *SISMAPEO*.

Qué información contiene

Existen dos ventanas que puede abrir dentro del módulo Paciente: *Datos del paciente* e *Historia clínica y Carnet de citas*.

La ventana *Datos del paciente* (Figura 4) le mostrará datos personales del paciente tales como nombre, apellido paterno, apellido materno, sexo, teléfono, ocupación, edad, fecha de nacimiento, estado civil, raza y religión. Dependiendo de si usted accionó el botón **Dar de alta un nuevo paciente** o **Buscar paciente** de la ventana *Principal*, podrá modificar o sólo ver el número de expediente de ese paciente. Desde ella puede acceder a la ventana *Historia clínica y Carnet de citas* (figura 5), la cual contiene los datos clínicos de interés para la interpretación de los estudios de mapeo realizados, incluyendo fecha de ingreso, antecedentes personales y clínicos del paciente dentro de la institución y tratamiento actual, entre otros.

Medio	Examen	Fecha	Hora	Descripción del estudio	Sitio de estudio
1,00	AUDIOLOGIA	15/08/1987	9:00	Estudio de audiometría por tonos puros con hipoacusia.	COLON
2,00	AUDIOLOGIA	24/06/1988	10:00	Se adapta auxiliar auditivo curveta 123/5 en OI tono M, el cual nos da una	COLON

Figura 5. Ventana Historia clínica y Carnet de citas de SISMAPEO.

Qué podemos hacer

Un paciente nuevo

En la ventana *Principal* oprima el botón **Dar de alta un nuevo paciente**. Se abrirá la ventana *Datos del paciente*. Elija la opción **Dar de alta un nuevo paciente** del menú actual. El cursor se posicionará en el campo número de expediente, el cual mostrará el valor 0000-1900, esperando a que usted introduzca un número válido (figura 6). Hecho ésto, proceda a la captura y/o selección de los datos restantes. En esta misma sesión puede llenar la hoja de historia clínica del paciente, oprimiendo el botón **Historia clínica y carnet de citas**.

Figura 6. Ventana Datos del paciente de *SISMAPEO* cuando se desea dar de alta un paciente. El cursor se posiciona en el campo número de expediente esperando que se introduzca un número válido.

Busquemos a un paciente

Dentro de la ventana *Datos del paciente*, o bien, desde la ventana *Principal* usted puede consultar la información de un paciente previamente almacenada. En ambos casos debe elegir la opción **Buscar paciente** del menú actual de la ventana *Datos del paciente*. Al hacerlo se desplegará un menú donde podrá elegir cómo buscarlo: **por edad**, **por nombre**, **por apellido**, **por expediente** o **por diagnóstico** (figura 7).

Sea cual fuere el dato con el cual decida buscarlo, una vez elegida la opción correspondiente, aparecerá una ventana donde deberá escribir dicho dato, y luego oprimir el botón de **Aceptar** (figura 8). Enseguida aparecerá una ventana tipo tabla donde estarán aquellos pacientes que coinciden con la clave de búsqueda (figura 9). Puede *cerrar* esta tabla en cuanto lo desee y volver a buscar cuantas veces quiera.

En el caso de la búsqueda por nombre, apellido o diagnóstico, le ofrece la facilidad de no tener que escribir toda la clave de búsqueda. cuando aparezca la ventana adecuada (figura 8), usted puede escribir únicamente las primeras letras de lo que quiere encontrar. ¿Cuántas? las que usted prefiera! Ésto es, puede buscar pacientes cuyo nombre escribiendo M, MA, MAR, MARÍA, etc. Por supuesto, el resultado de la consulta puede variar dependiendo las coincidencias existentes en la base de datos.

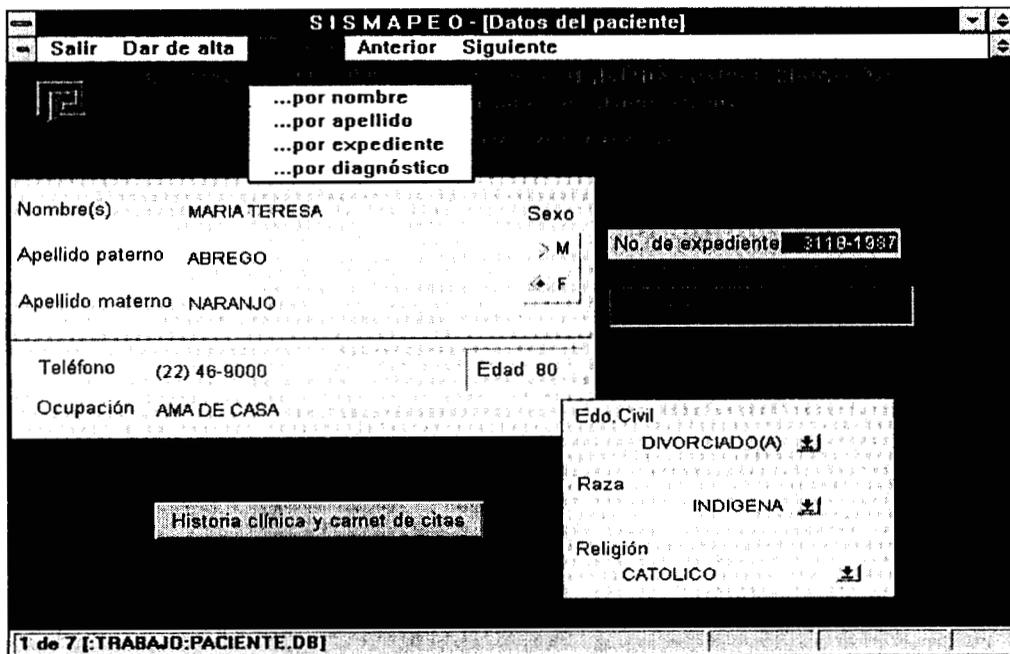


Figura 7. Ventana Datos del paciente de SISMAPEO mostrando el menú desplegable de Buscar paciente. Usted puede elegir como clave de búsqueda la edad, el nombre, el apellido paterno, el número de expediente o el diagnóstico de la persona.

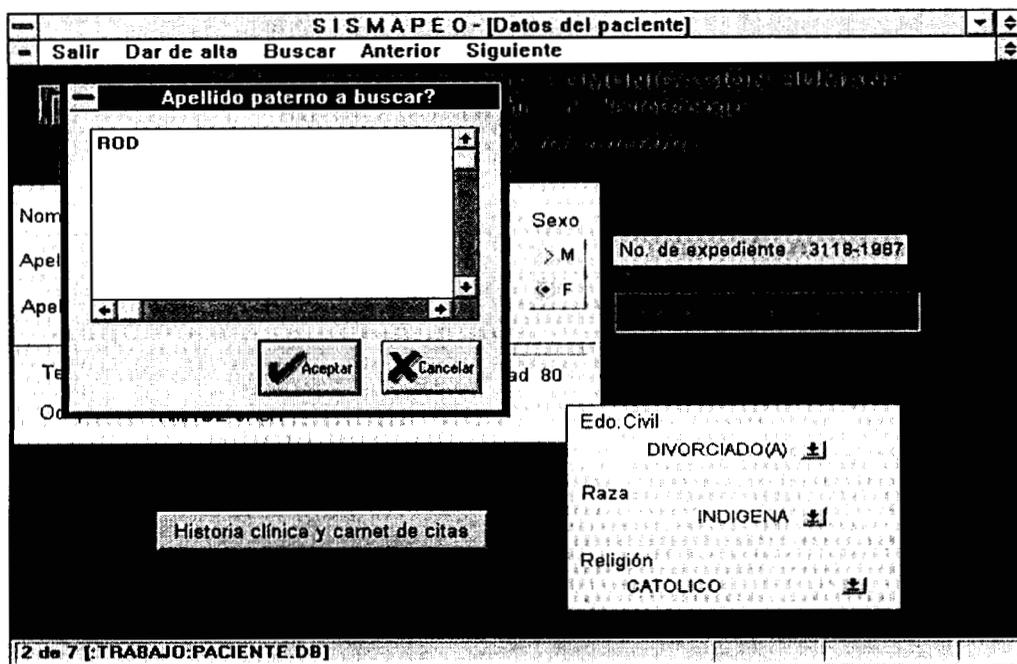


Figura 8. Ventana Datos del paciente de SISMAPEO mostrando la ventana donde deberá escribir la clave de búsqueda, en este caso, el apellido paterno. Nótese que puede escribir sólo el inicio de la clave. Finalmente deberá oprimir el botón Aceptar.

SISMAPEO

Salir Dar de alta Buscar Anterior Siguiente

Datos del paciente

Nombre(s)	MARIA TERESA	Sexo	
Apellido paterno	ABREGO	> M	Nota de expediente
Apellido materno	NARANJO	< F	
Telefono	(22) 46-9000	Edad	80
Ocupación	AMA DE CASA		

Tabla: PACXAP.DB			
PACXAP	PAC-número de expediente	PAC-nombre(s)	PAC-apellido paterno
	2536-1988	SAMUEL	RODRIGUEZ
	27777-1993	ALEJANDRINA	RODRIGUEZ

2 de 7 [TRABAJO:PACIENTE.DB]

Figura 9. Ventana Datos del paciente de **SISMAPEO** mostrando la ventana tipo tabla donde se muestra el resultado de la búsqueda. En este ejemplo se ven los datos de los pacientes cuyo apellido paterno comienza con "rod". Usted puede cerrar esta tabla en cuanto lo desee y volver a buscar cuantas veces quiera.

¿Qué datos personales debo capturar?

Los datos que se esperan que usted capture cuando ingrese un paciente a la lista, y que permanecerán ahí hasta que usted decida modificarlos, son los siguientes:

- Datos personales
 - Nombre
 - Apellido paterno
 - Apellido materno
 - Sexo
- Fecha de nacimiento
- Estado civil, raza y religión
- La clave para encontrarlo: Número de expediente

Los campos estado civil, raza y religión son del tipo seleccionable, como se muestra en la figura 10, por lo que sólo tendrá que elegir la opción adecuada. El campo edad es el único de la ventana *Datos del paciente* que no requiere ser capturado ya que es llenado automáticamente por **SISMAPEO**. La edad de todos los pacientes es actualizada con la fecha actual a las 12 hrs. Si está dando de alta un nuevo paciente, sólo debe *salir* de la ventana y volver a *entrar* para que el campo edad le muestre el valor actual (ver figura 4).

Figura 10. Ventana Datos del paciente de *SISMAPEO* mostrando la lista desplegable que aparece al oprimir la flecha del campo raza. Para modificar su valor, seleccione la opción conveniente. Haga lo mismo para los campos estado civil y religión.

Nº	Tipo	Fecha	Hora	Descripción	Lugar
1,00	AUDIOLOGIA	15/08/1987	9:00	Estudio de audiometría por tonos puros con hipoacusia.	COLON
2,00	AUDIOLOGIA	24/06/1988	10:00	Se adapta auxiliar auditivo curveta 123/5 en OI tono M, el cual nos da una	COLON

Figura 11. Ventana Historia clínica y Carnet de citas de *SISMAPEO* mostrando el campo seleccionable Diagnóstico inicial. Nótese que existen tanto campos seleccionables como de formato libre (narrativos).

Hablando de su historial clínico

La ventana *Historia clínica y Carnet de citas* (Figura 5) se abre siempre que usted accione el botón que lleva el mismo nombre y que aparece en la parte inferior de la ventana *Datos personales*. Esa hoja está compuesta por dos partes, como su nombre lo indica. La primera se refiere a todo lo que, a partir de sus observaciones, ha conformado el historial de su paciente. La segunda, más bien nos habla del historial del paciente dentro de la institución, como si fuera una "copia" del expediente. Los campos descriptivos siguen un formato libre, donde puede narrar en la forma acostumbrada todas sus observaciones. Los demás campos, se han hecho seleccionables para ahorrarle tiempo de captura y corrección (figura 11).

Los campos seleccionables son Médico asignado, Diagnóstico inicial, Diagnóstico actual¹, Tratamiento actual, Área del INCH, y Responsable del estudio. Cada uno muestra su propia lista predefinida de entre los cuales habrá que elegir un elemento (figura 11). Si quisiera agregar un nuevo elemento a alguna de ellas, habrá que solicitarlo al propietario² de la base de datos.

Puede ser que usted prefiera capturar la historia clínica de varios pacientes en una misma sesión de trabajo ¿tendría que salirse y volver a entrar para que le guardara los datos el sistema? La respuesta es no. Todo lo que hay que hacer es acceder a la opción **Registro** del menú actual, y dentro del menú desplegable que aparecerá, ejecutar la opción **Guardar cambios**. Así mismo, si ha cometido errores en la captura, puede **Cancelar cambios** con la opción correspondiente de este mismo menú (figura 12).

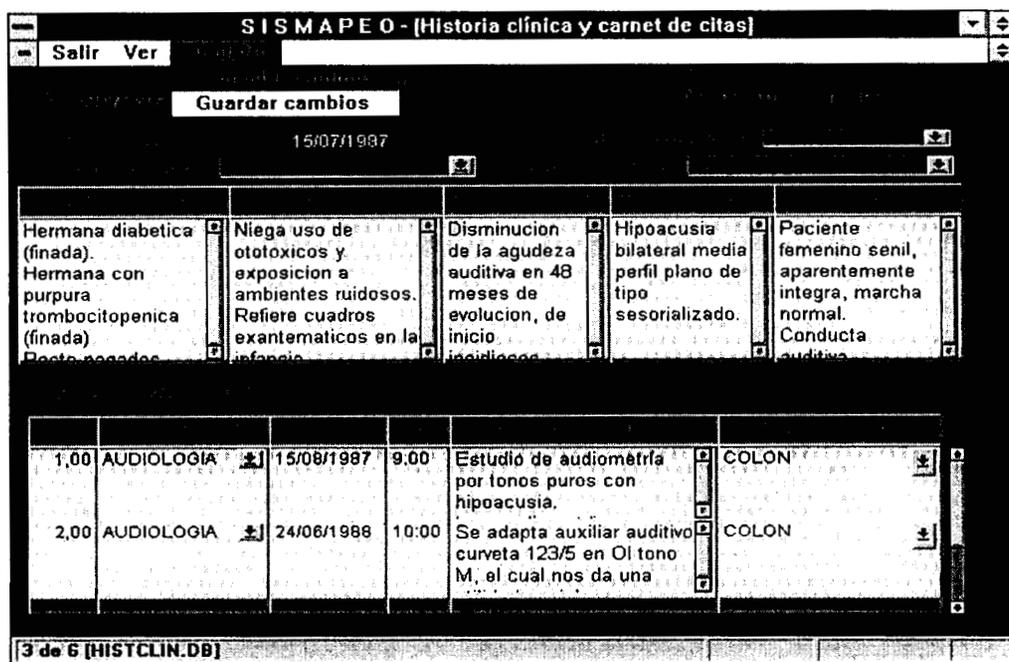


Figura 12. Ventana *Historia clínica y Carnet de citas* de *SISMAPEO* mostrando el menú desplegable *Registro*. Con esta opción puede dar de alta varios expedientes en una sola sesión, guardando los cambios para cada paciente. Así mismo, puede cancelar cambios para evitar almacenar información errónea.

¹ Los elementos que aparecen para el campo Diagnóstico actual son exactamente los mismos que para el campo Diagnóstico inicial.

² El propietario de la base de datos es un usuario con derechos superiores a los usuarios cotidianos de la información, el cual tiene el privilegio de acceder a datos que desde las ventanas no pueden modificarse.

Recorriendo la lista de pacientes o de expedientes

Para facilitar el recorrido de la lista, usted puede acceder a la función **Ver** dentro de la ventana *Datos del paciente* o bien, dentro de la ventana *Historia clínica y Carnet de citas* (figura 13). En ambos casos el menú que se desplegará será idéntico y contendrá las opciones **anterior**, **siguiente**, **primero** y **último**. Sólo tiene que elegir las para que la ventana le muestre los datos del paciente colocado en esas posiciones de la lista. La lista de pacientes que como ya se dijo está ordenada ascendentemente con respecto al número de expediente, es decir, siempre el primer dígito del número le indicará la posición aproximada dentro de la tabla.

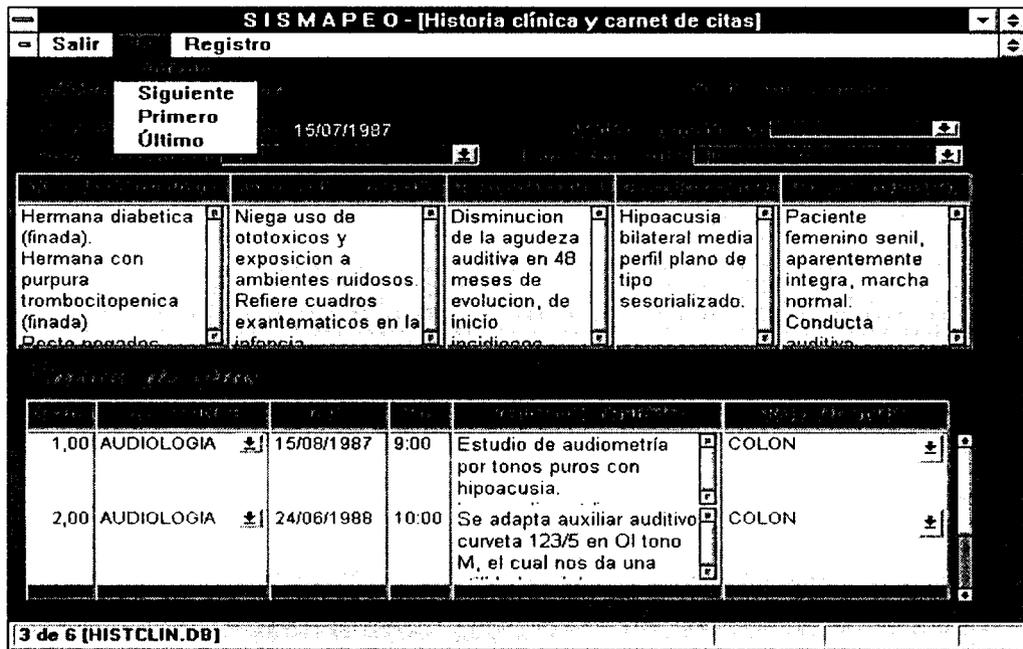


Figura 13. Ventana Historia clínica y Carnet de citas de *SISMAPEO* mostrando el menú desplegable *Ver*. Con esta opción del menú usted puede desplazarse más rápidamente por las historias clínicas y camets previamente almacenados.

Mapeo estadístico

El módulo Mapeo estadístico

El módulo *SISMAPEO* fue diseñado para soportar el manejo de grupos e índices estadísticos que le permiten valorar las características propias de la enfermedad de un paciente, a partir de sus registros de mapeo, cargados previamente en el sistema. Con este módulo usted puede comunicarse con una aplicación especializada que calcule índices clásicos como *t-score*, *z-score* y *p-score*, e incluso, que genere mapas policromáticos correspondientes a los resultados de estos cálculos.

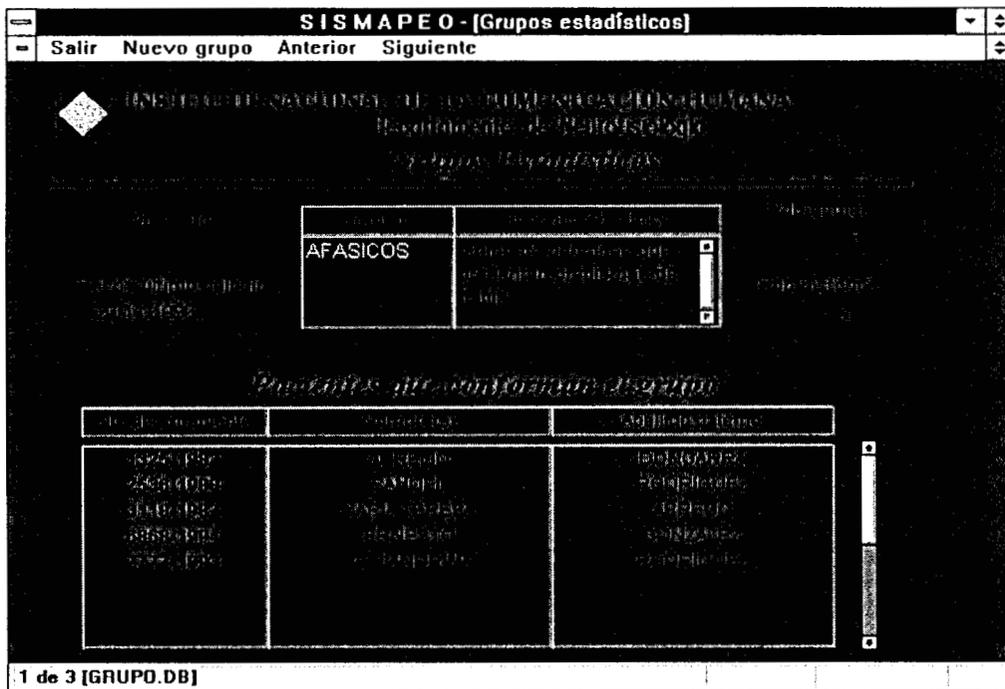


Figura 14. Ventana Grupos Estadísticos de *SISMAPEO*.

Qué información contiene

Las dos ventanas básicas de trabajo dentro de este módulo son: *Grupos Estadísticos* y *Mapeo Estadístico*.

La ventana *Grupos Estadísticos* (figura 14) le mostrará la información tipo texto relativa a un cierto grupo estadístico junto con los datos básicos de los pacientes que lo conforman. Desde la ventana *Principal* usted puede elegir entre *recorrer* la lista de grupos creados o *insertar* uno nuevo, o bien, *agregar* un nuevo paciente a un grupo ya creado.

Los datos que son visibles en la ventana *Grupos Estadísticos* son: número, nombre, descripción, población actual y población histórica del grupo, y número de expediente, nombre y apellido paterno de los pacientes que lo conforman. Los únicos que usted podrá modificar directamente son el nombre y la descripción del grupo; los demás son actualizados por el sistema de acuerdo a las operaciones que usted realice desde esta ventana.

La ventana *Mapeo Estadístico* (figura 15) contiene los datos básicos de los pacientes y de los estudios de mapeo que les han sido practicados, al tiempo que muestra los datos básicos de los grupos a los cuales pertenece ese paciente. Es decir, aquí usted podrá *recorrer* la lista de pacientes conociendo a cuáles grupos pertenecen. Desde esta ventana debe poder acceder a las funciones estadísticas que su aplicación externa le ofrezca, por lo que habrá que adaptarlo a sus necesidades de comunicación específicas.

Esta ventana no está diseñada para que usted capture datos sino para que utilice la información que ya tiene almacenada, auxiliándole en su labor de análisis e interpretación de estudios. Debido a esto, ninguno de los campos que están visibles en la ventana son modificables. Estos campos son: número, nombre y descripción de cada grupo, número de expediente, nombre, apellido paterno y apellido materno del paciente, y fecha, hora, condición del paciente y método de activación de cada registro de mapeo que le pertenezca a ese paciente.

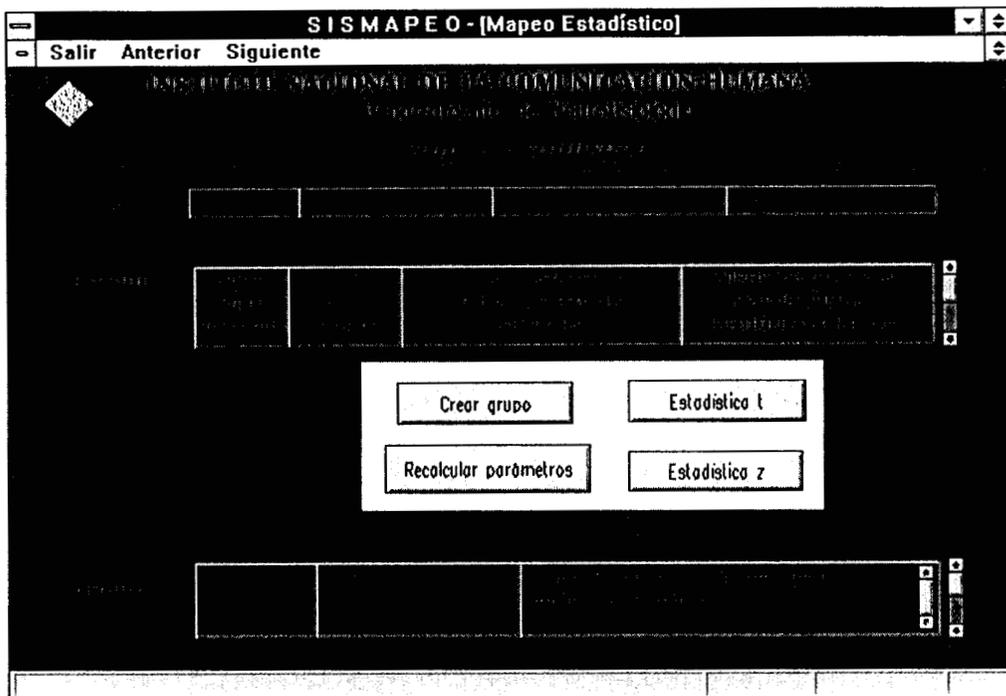


Figura 15. Ventana Mapeo Estadístico de SISMAPEO.

¿Cargar un mapeo?

Dado que **SISMAPEO** es un sistema de bases de datos que permite el acceso a otras aplicaciones de análisis estadístico y despliegue de los registros de mapeo, debe tener almacenados todos aquellos estudios con los cuales se desee trabajar. Como no está hecho para *adquirir* los registros, sino para utilizarlos, usted deberá almacenarlos en disco desde su equipo de registro, y luego "cargarlos".

Cargar un mapeo consiste únicamente en permitir que **SISMAPEO** almacene los registros que usted quiera analizar y manejar posteriormente; una vez cargado un registro, no tendrá que hacerlo nuevamente. Si el paciente ya existe, la carga se logra accionando el botón **Leer nuevo registro de mapeo** de la ventana *Principal*, insertando el disco flexible que contiene el archivo de datos en la unidad A de su computadora. **SISMAPEO** no le borrará su disco original, sólo obtendrá una copia del archivo seleccionado. Si el paciente es nuevo, habrá que darlo de alta primero (ver apartado Un paciente nuevo) y luego seguir los pasos ya mencionados.

Una vez que el estudio de mapeo ha sido encontrado, aparecerá una ventana tipo tabla mostrando los datos del archivo. Entonces se le pedirá que llene los campos número de expediente, del paciente al cual pertenece el registro, condición del paciente y método de activación bajo los cuales se practicó el estudio (figuras 16, 17 y 18, respectivamente).

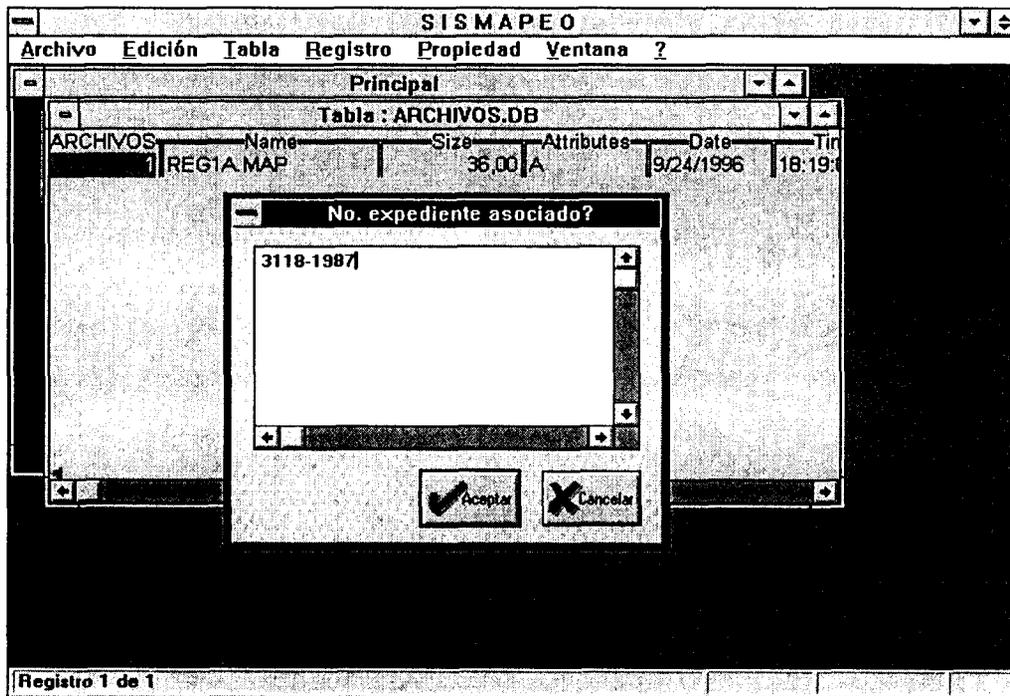


Figura 16. Ventana Principal de **SISMAPEO** cuando se está cargando un registro de mapeo. Si se encuentra un archivo de datos, se le pedirá que escriba el número de expediente del paciente al que pertenece dicho registro.

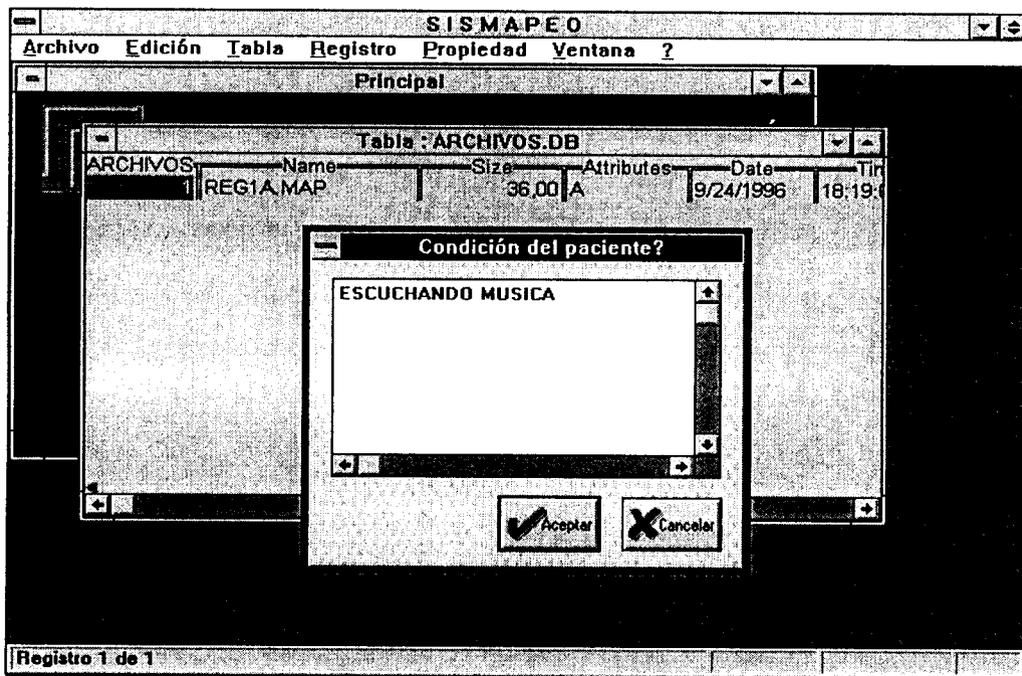


Figura 17. Ventana Principal de *SISMAPEO* cuando se está cargando un registro de mapeo. Si el número de expediente es válido, se le pedirá que llene el campo Condición del paciente bajo la cual se practicó el estudio.



Figura 18. Ventana Principal de *SISMAPEO* cuando se está cargando un registro de mapeo. Si el número de expediente es válido, se le pedirá que llene el campo Método de activación o entorno clínico bajo el cual se practicó el estudio.

Para el campo condición del paciente (figura 17) usted tendrá que crear una frase descriptiva, no mayor de 25 caracteres, que defina el estado de su paciente mientras se tomó el registro. Algunos ejemplos serían trabajo mental, parpadeando, movimientos musculares, sudoración, movimientos oculares, escuchando música, leyendo, etc.

Para el campo método de activación (figura 18) deberá escoger entre las siguientes posibilidades: ojos abiertos, ojos cerrados, hiperventilación, sueño, fotoestimulación, estímulo auditivo u otros métodos; este último pensado para que pueda usted reportar activaciones farmacológicas, por ejemplo. Cabe señalar que si el estudio fue realizado bajo una activación además de una estimulación (auditiva, fónica o somatosensorial), usted no podrá especificarlo en el campo método de activación; es recomendable que lo ponga como comentario dentro del campo interpretación del resultados de la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (ver apartado [Un nuevo reporte](#)).

Qué procesos pueden ejecutarse

Un nuevo grupo

Crear un grupo es un proceso sencillo que consiste en capturar los datos del nuevo elemento. Para ello, deberá accionar el botón **Buscar/Crear grupo** de la ventana *Principal* (figura 2) y esperar a que la ventana *Grupos Estadísticos* (figura 14) se abra. A continuación, elija la opción **Nuevo grupo** del menú actual y capture los datos de nombre y descripción. El primero de estos campos deberá ser una cadena de letras y números de hasta 30 caracteres, mientras que el segundo, es un campo libre donde podrá resumir las características clínicas del grupo que usted considere conveniente explicar.

Alto! Debemos crear la estadística!

Es muy importante entender que **Crear un grupo** no es lo mismo que **crear su estadística**. Para comprender mejor esto, imaginemos que un grupo estadístico está formado por dos partes: una, la descriptiva o bien, la que nos dice cómo se llama y quiénes lo forman, y otra, la propiamente estadística, que nos proporciona los parámetros necesarios para utilizarlo. Entonces, si usted quiere explotar todo el potencial de su aplicación de mapeo estadístico tendrá necesariamente que dar de alta ambas partes. La primera de ellas se captura en la ventana *Grupos Estadísticos* (figura 14), y la segunda, se calcula accionando el botón **Crear grupo** de la ventana *Mapeo Estadístico* (figura 15).

Nota: Recuerde que las funciones estadísticas se comportarán de manera diferente dependiendo de su aplicación específica de mapeo estadístico.

¿Cuáles son los grupos que tenemos?

Los grupos se encuentran ordenados por su número, el cual es secuencial y automáticamente asignado por el sistema; esto es, el primer grupo encontrado es el más antiguo.

Para conocer qué grupos ya se tienen creados, sólo tiene que abrir la ventana *Grupos Estadísticos* accionando el botón **Buscar/Crear grupo** de la ventana *Principal* y elegir entre recorrer la lista de grupos hacia adelante (opción **Siguiente**) o hacia atrás (opción **Anterior**). Este menú desplegable es idéntico al mostrado en la figura 13.

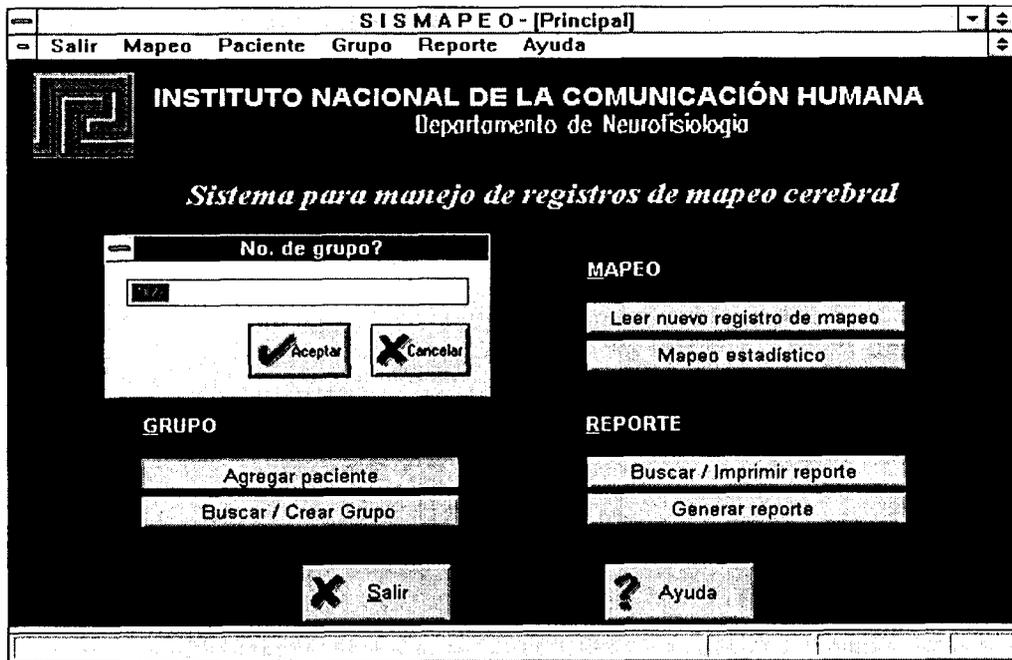


Figura 19. Ventana Principal de *SISMAPEO* cuando se añade un paciente a un grupo. Deberá escribir el número del grupo al cual desea agregar el paciente.

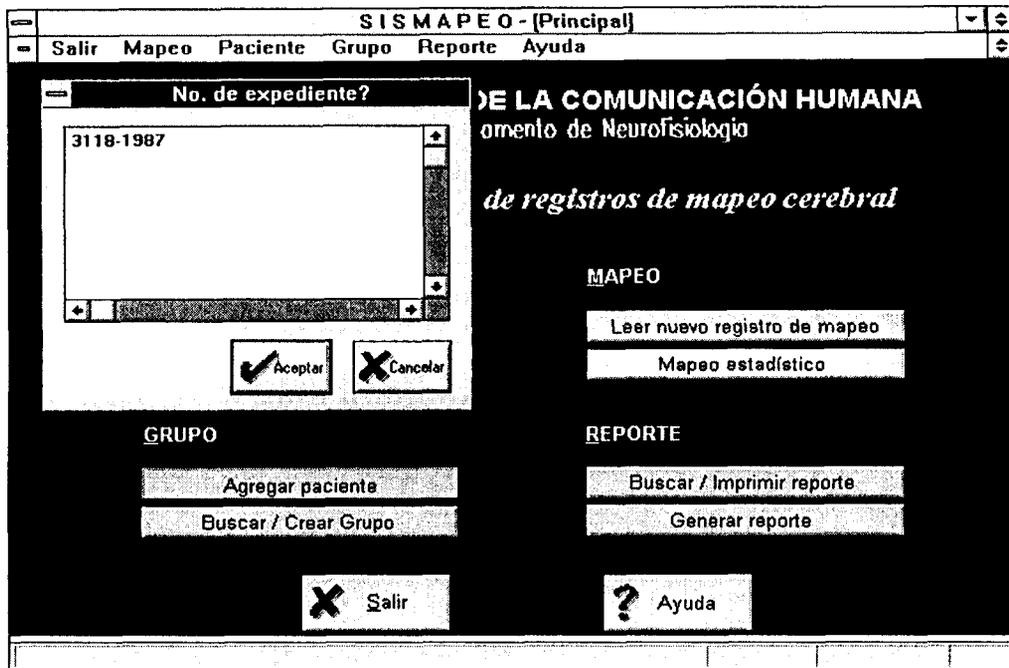


Figura 20. Ventana Principal de *SISMAPEO* cuando se añade un paciente a un grupo. Deberá escribir el número de expediente del paciente que desea agregar.

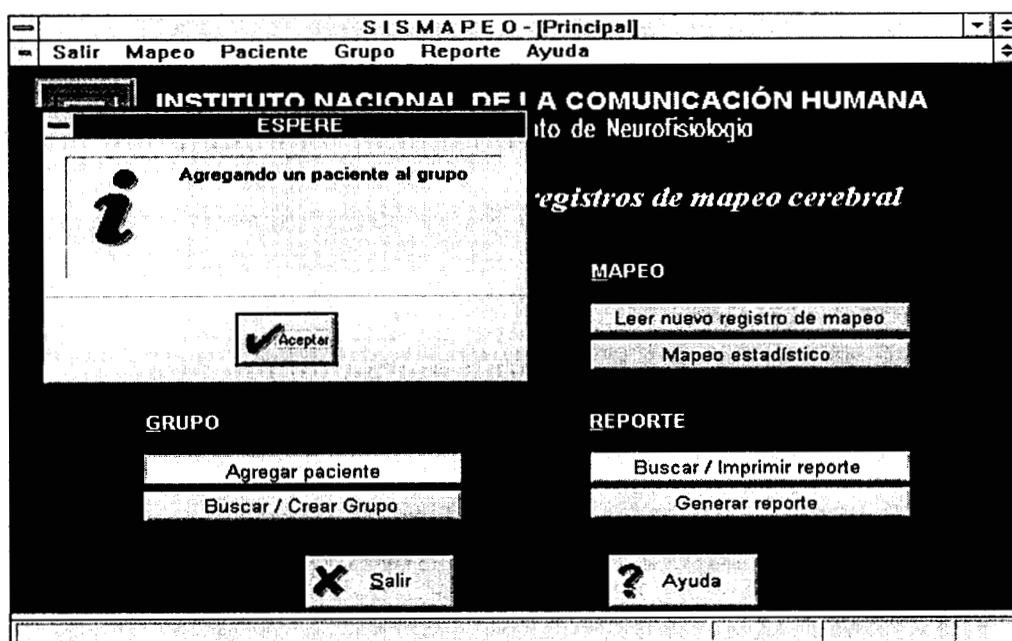


Figura 21. Ventana Principal de SISMAPEO cuando se añade un paciente a un grupo.

Agreguemos un paciente

Agregar un paciente a un grupo requiere únicamente dos cosas: que el grupo exista, tanto descriptiva como estadísticamente (ver apartado Un nuevo grupo), y que el paciente tenga al menos un registro de mapeo *cargado* en el sistema.

Cumpliendo los requisitos anteriores, sólo tiene que accionar el botón **Agregar paciente** de la ventana *Principal*. Enseguida aparecerá una ventana pequeña con el título *No. de grupo?* (figura 19). Usted deberá escribir en ésta el número (dentro de la tabla) del grupo al que desea agregar un paciente y oprimir la tecla **Enter**, o bien, accionar el botón **Aceptar** de esta ventanita.

Como siguiente paso, aparecerá una ventana pequeña con el título *No. de expediente?* (figura 20). Usted deberá escribir en ésta el número de expediente del paciente que desea agregar, y oprimir la tecla **Enter**, o bien, accionar el botón **Aceptar** de esta ventanita. Verá aparecer una ventana con el título **ESPERE**, Agregando un paciente a un grupo (figura 21).

La siguiente vez que usted consulte la lista de grupos (ver apartado ¿Cuáles son los grupos que tenemos?), el paciente que eligió aparecerá en la sección *Pacientes que conforman el grupo* de la ventana *Grupos Estadísticos* (figura 14).

Cuando un paciente ingresa a un grupo se almacena automáticamente la fecha de ingreso en un campo llamado fecha de anexión. Este dato es de gran utilidad para decidir cuándo se debe actualizar la estadística de un grupo, comparando la fecha de anexión de sus integrantes con la fecha de último cálculo del grupo (figura 14).

Alto! Debemos actualizar la estadística!

Al igual que cuando se crea un grupo debe calcularse la estadística (ver apartado Un nuevo grupo), es necesario que cada vez que usted *agregue* un paciente a un grupo ya creado, actualice los valores de sus parámetros estadísticos. Para ello, una vez que agregó el paciente en la parte descriptiva del grupo (ver párrafo anterior), deberá abrir la ventana *Mapeo Estadístico* (figura 15), la cual se abre accionando el botón **Mapeo estadístico** de la ventana *Principal* (figura 2), y finalmente oprimir el botón **Recalcular parámetros** de esa ventana.

Nota: Recuerde que las funciones estadísticas se comportarán de manera diferente dependiendo de su aplicación específica de mapeo estadístico.

Haciendo uso de los índices estadísticos

En la ventana *Mapeo Estadístico* (figura 15), usted encontrará dos botones, **Estadística t** y **Estadística z**, los cuales hacen referencia a los índices estadísticos clásicos *t-score* y *z-score*, respectivamente. El indicador *t-score* es utilizado cuando se desea comparar dos grupos para conocer sus diferencias, a partir de sus parámetros estadísticos de *media* y *desviación estándar*. El indicador *z-score* es útil para conocer qué tanto se aleja o se aproxima el registro de un paciente a un grupo, es decir, qué grado de pertenencia tiene a dicho grupo.

Los *parámetros estadísticos* que definen a un grupo son las medias y las desviaciones estándar por cada *canal* o electrodo de registro. Para nuestro caso se estará hablando siempre de *mapeo por bandas*, por lo que *SISMAPEO* sólo almacena dos matrices de datos: una de medias o promedios por bandas (*delta*, *teta*, *alfa*, *beta*) y otra de desviaciones estándar para las mismas bandas, para cada uno de los canales de registro.

Los parámetros estadísticos que se almacenan de un registro de mapeo de un paciente son únicamente los promedios por banda para cada canal de registro, de forma que las dimensiones de esta matriz son las mismas que para la matriz de promedios de cualquiera de los grupos. *SISMAPEO* genera los archivos necesarios para que la aplicación de **mapeo estadístico** lleve a cabo los cálculos del índice solicitado, para luego ser desplegados en forma de mapa.

Comunicando los resultados del estudio

El módulo Reporte de *SISMAPEO* fue creado para auxiliarle en la labor de comunicación de los resultados de los estudios de mapeo que lleve a cabo con sus pacientes. Este módulo es el único que se relaciona con los demás, **Paciente** y **Mapeo estadístico** explicados anteriormente, de manera que para que usted pueda efectuar la interpretación de los estudios de manera más rápida y fácil.

Distingamos entre registro y sesión de estudio

Normalmente cuando un paciente visita el área de estudio se le practican varias pruebas cada una de las cuales representa la *actividad cerebral* del sujeto bajo un cierto *entorno* o *maniobra clínica*. A cada una de esas pruebas les llamamos en este manual *registros*, mientras que al conjunto de los registros realizados en un mismo día, y generalmente secuenciales, les llamamos *sesión de estudio*.

La distinción entre registro o estudio y sesión de estudio es importante porque sólo se genera un *reporte de resultados* por cada sesión, pudiendo incluir éste la descripción de las respuestas eléctricas a cada una de las maniobras estudiadas.

No tenemos lo mismo en pantalla que en papel!

Afortunadamente, porque tampoco tendremos que preocuparnos por cómo debemos acomodar la información capturada para que la impresión en papel nos quede atractiva. Lo que hace *SISMAPEO* es manejar por separado los procesos creación de un reporte e impresión de un reporte.

Cada vez que usted genere un nuevo reporte sólo tiene que acceder a la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (figura 22), la cual se abre al oprimir el botón **Generar reporte** de la ventana *Principal* (figura 2). Una vez que haya terminado de llenarlo, sólo tendrá que **salir** de la ventana para que éste se guarde permanentemente.

Todos los reportes generados con anterioridad a la fecha actual pueden ser *consultados y/o impresos* sin que se modifiquen. De esta manera, usted puede decidir cuántas copias imprimir de cuáles reportes. Como verá en las figuras 7 y 8, el *formato* del reporte en pantalla es diferente al que aparece impreso, ya que éste incluye información extra que le da una mejor presentación a su informe.

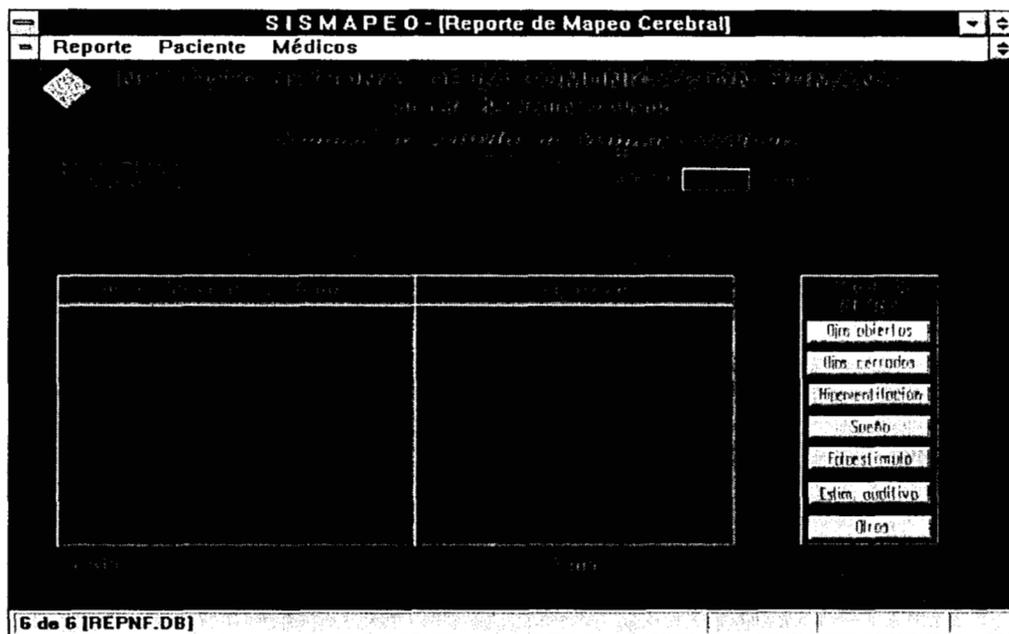


Figura 22. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de SISMAPEO.

Qué información puede verse

Desde la ventana *Principal* (figura 2) usted puede abrir dos tipos de ventanas correspondientes al módulo **Reporte**: *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (figura 22) y las ventanas de auxilio a la **búsqueda** (figura) o **impresión** de un reporte (figura). La primera sólo se abre si usted oprime el botón **Generar reporte**, mientras que las otras aparecerán si oprime el botón **Buscar/Imprimir reporte**.

Toda la información que a continuación se detalla hace referencia a la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (figura 6) y a las funciones de su menú propio.

Llenando el encabezado del reporte

La primera línea del encabezado de la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (figura 22) está constituida por tres campos: fecha actual, número de reporte y página y total de páginas. Todos estos campos son llenados automáticamente por SISMAPEO, por lo que no tendrá que preocuparse de qué poner en ellos.

La fecha actual sirve para saber cuándo fue generado un cierto reporte. El número de reporte, es un número secuencial que constituye la llave de búsqueda de un reporte, de manera que si quiere saber algo más de un reporte, con este dato no hay posibilidad de confusión. El total de páginas le dará idea de qué tantas maniobras clínicas han sido descritas dentro de un reporte; ésto tiene gran importancia como se explica en el apartado Describiendo lo que se realizó durante una sesión de estudio.

Dentro de la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* usted puede personalizar el reporte *asociándolo* con un paciente de manera muy rápida. Sólo señale la opción **Paciente**, y en el menú desplegable que aparecerá elija la opción **Seleccionar paciente** (figura 23).

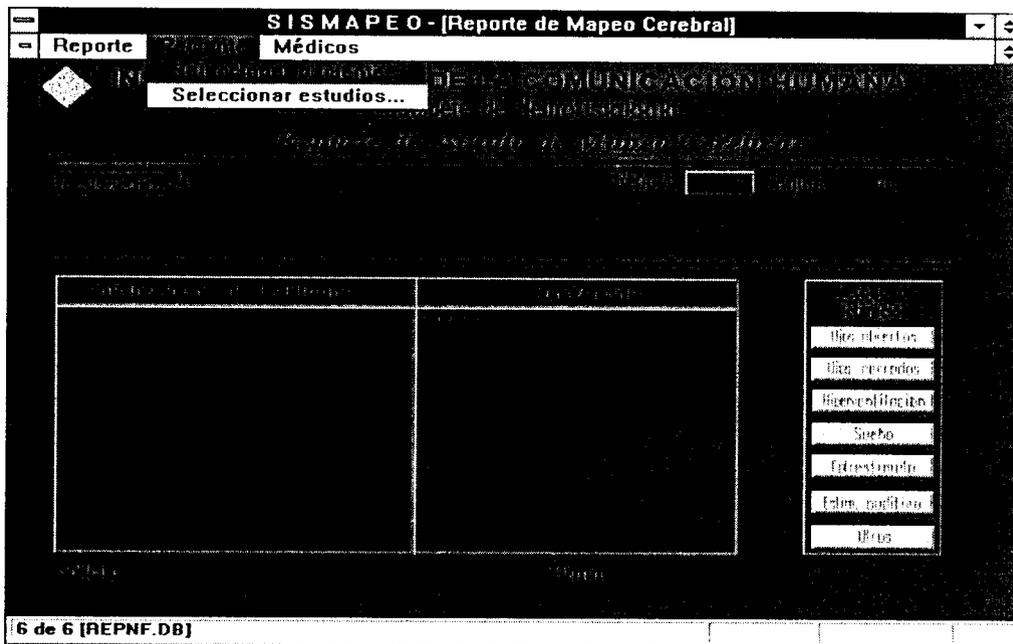


Figura 23. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de SISMAPEO mostrando el menú desplegable de la opción Paciente.

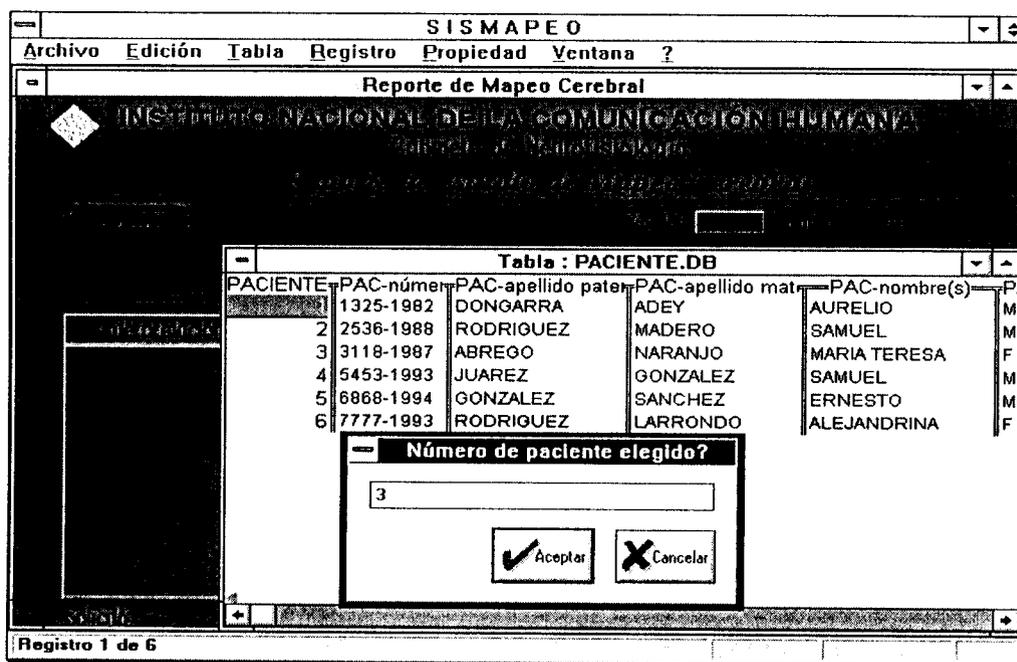


Figura 24. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de SISMAPEO durante el proceso de llenado del encabezado del reporte. Deberá elegir el paciente asociado, escribiendo el número que tiene éste en la ventana tipo tabla mostrada.

Enseguida aparecerá una ventana tipo tabla con la lista de pacientes actuales, y otra ventana más pequeña que estará esperando el número de paciente que desee colocar en el encabezado del reporte (figura 24). Escriba el número, que tiene ese paciente dentro de la tabla, en la ventana pequeña y oprima **Enter** o accione el botón **Aceptar**. Verá aparecer los datos de número de expediente, nombre y apellidos y fecha de nacimiento en la parte alta del reporte, justo debajo de la fecha actual (ángulo superior izquierdo) y del número de reporte (ángulo superior derecho, antes del número de página) (figura 25).

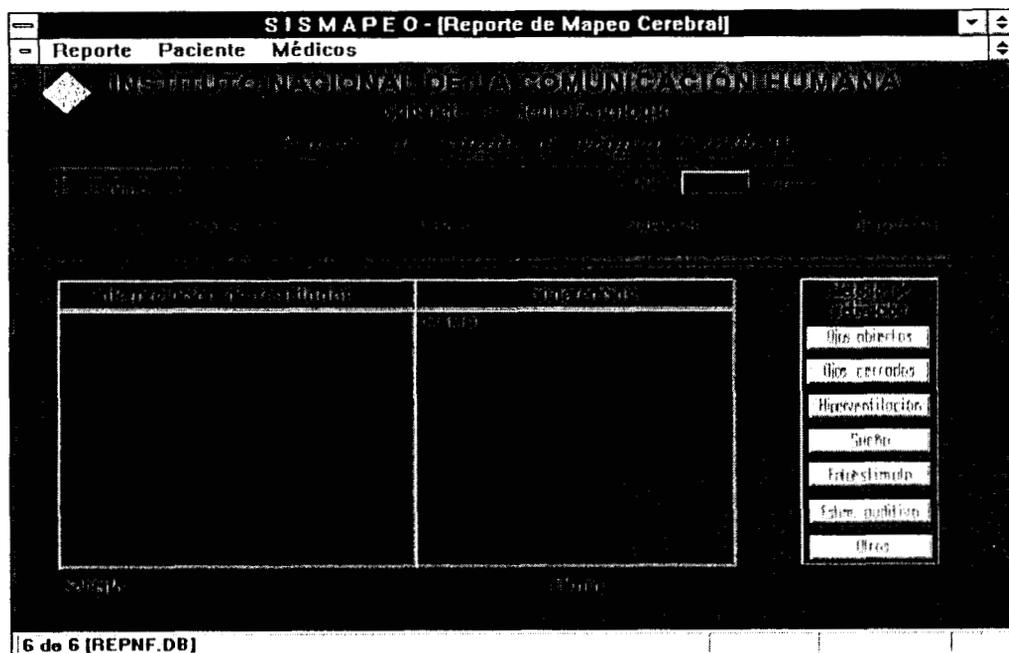


Figura 25. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de *SISMAPEO* que muestra en el encabezado los datos del paciente seleccionado.

Una vez que ha elegido al paciente, deberá decidir cuáles estudios serán descritos e interpretados en este reporte. Para ello, señale la opción **Paciente**, y en el menú desplegable que aparecerá (figura 23), elija la opción **Seleccionar estudios**.

Enseguida aparecerá una ventana tipo tabla con la lista de los registros de ese paciente que NO hayan sido reportados con anterioridad, y otra ventana más pequeña que estará esperando el número correspondiente a cada uno de los estudios con los que desee vincular el reporte (figura 26). De esta forma, *SISMAPEO* le proporciona confiabilidad en lo que se comunica al exterior o al interior de su área.

En la ventana pequeña escriba el número, que tiene ese estudio dentro de la tabla y oprima **Enter** o accione el botón **Aceptar**. Con ésto, nadie más podrá interpretar ni alterar su interpretación de tales estudios.

Si ocurriera que algún estudio de mapeo que usted creía que no había sido reportado no aparece en la lista de estudios seleccionables, es conveniente que busque los reportes correspondientes a ese paciente (ver apartado Busquemos un reporte) para ver con cuál de ellos está asociado ese registro.

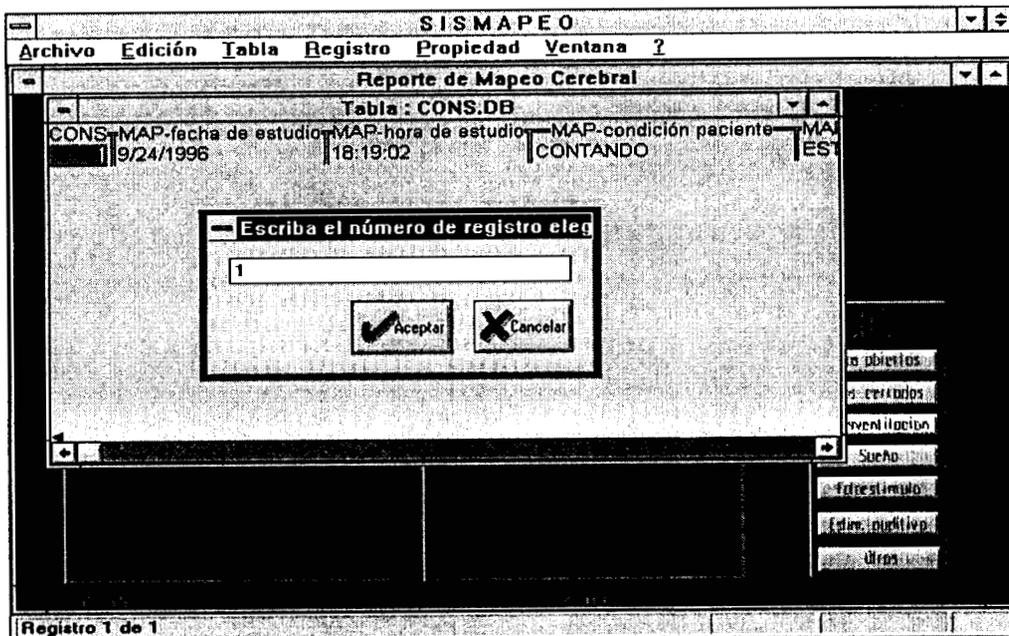


Figura 26. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de **SISMAPEO** durante el proceso de llenado del encabezado del reporte. Una vez que eligió el paciente asociado, deberá escoger aquellos estudios que son interpretados en este reporte, escribiendo el número que tiene éstos en la ventana tipo tabla mostrada.

Describiendo lo que se realizó durante una sesión de estudio

Un reporte de resultados estará constituido por una parte descriptiva y otra interpretativa. Para ayudarle en la tarea de explicar qué realizó durante una sesión de estudio con un paciente, **SISMAPEO** cuenta con la posibilidad de detallar todas las características que describen la respuesta eléctrica encontrada bajo un cierto entorno clínico.

Los métodos de activación o *entornos* que usted puede describir son exactamente los mismos que asoció a un cierto registro cuando lo cargó (ver apartado *¿Cargar un mapeo?*), y se presentan en forma de botones pulsables, con letreros en gris, a la derecha en la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral* (figura 22). Si usted oprime cualquiera de ellos se abrirá una nueva ventana llamada *Actividad asociada a <nombre del entorno>* y aparecerá un mensaje que le recuerda oprimir *<19>* para poder modificar los valores de los campos que en ella se muestran (figura 27).

Es importante aclarar que usted **NO** necesariamente tiene que describir una o más *actividades asociadas* a un método de activación; esta opción es sólo si quiere hacer uso de ella. En caso de que desee directamente interpretar el estudio, omita esta parte y continúe con Interpretando el estudio.

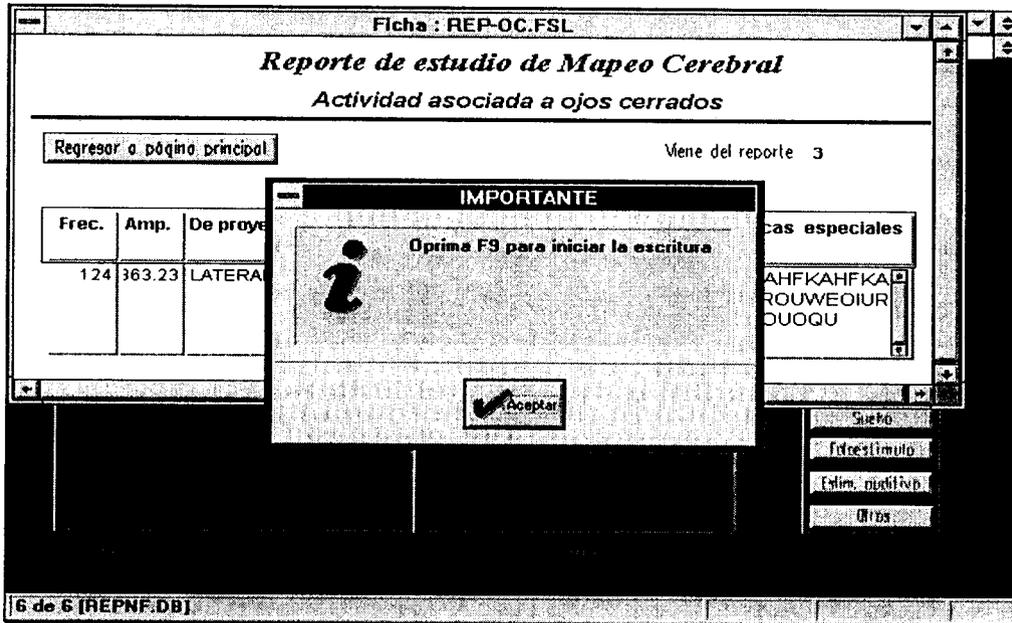


Figura 27. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral y ventana Actividad asociada de SISMAPEO. Esta ventana aparece al oprimir cualquiera de los botones que se localizan a la derecha en la hoja principal del reporte. Recuerde oprimir <F9> para poder escribir en los campos mostrados.

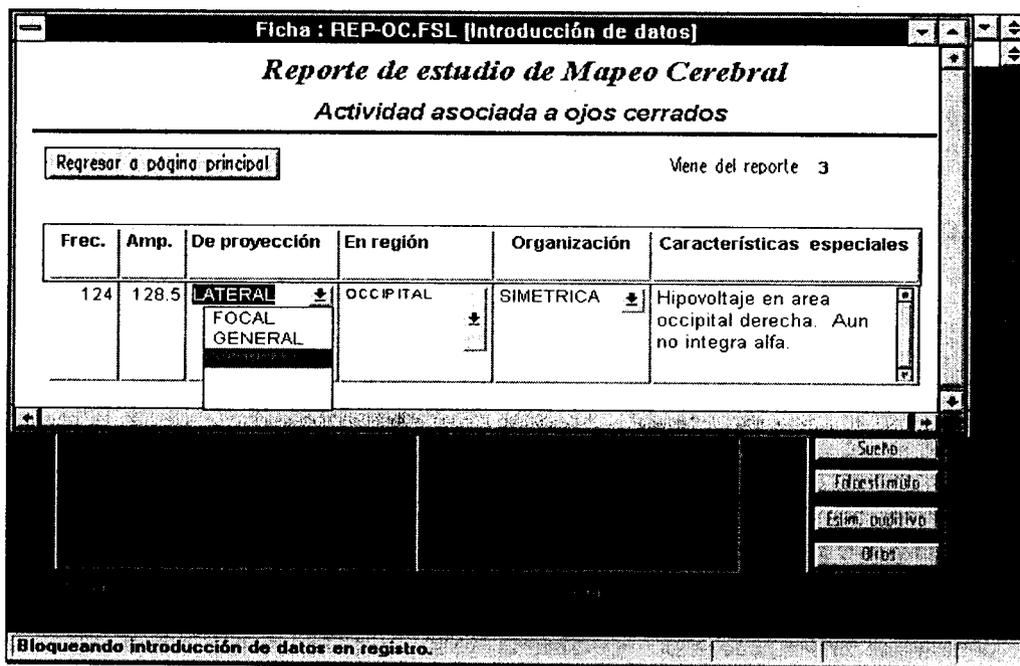


Figura 28. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral y ventana Actividad asociada de SISMAPEO. Esta ventana aparece al oprimir cualquiera de los botones que se localizan a la derecha en la hoja principal del reporte; en este ejemplo, se accionó el botón Ojos cerrados del cuadro Método de activación.

Qué resultados podemos incluir

Las ventanas de *actividades asociadas* (figura 28) muestran seis campos que esperan ser llenados a juicio de usted. En ellos usted podrá hablar de frecuencia, amplitud, proyección, región donde se distribuye, organización y características especiales de la actividad eléctrica generada como consecuencia de la maniobra efectuada por el paciente.

Los campos frecuencia y amplitud aceptan cualquier valor numérico de punto flotante con hasta dos decimales de precisión. La primera asume que el valor está en *Hz*, y la segunda, que está en *microVolts*.

Los campos De proyección, En región y Organización son seleccionables, es decir, deberá elegir sólo un elemento de la lista previamente definida, como se muestra en la figura 28.

El campo Características especiales es un campo libre, pensado para que usted pueda describir con lujo de detalle todo aquello que le parezca relevante y que no ha quedado incluido en los demás campos.

Cuando haya terminado la descripción de la *actividad asociada* a una maniobra, sólo oprima el botón **Regresar a página principal** y esta ventana se cerrará, devolviendo el control a la ventana *Reporte de estudio de Mapeo Cerebral*. El botón correspondiente a la actividad que describió aparece ahora con su letrero en color negro, y el número de total de páginas ha aumentado en uno (figura 29).

Interpretando el estudio

Una vez que ha descrito todas las actividades que le parecieron interesantes, deberá interpretar los resultados obtenidos. Para soportar esta tarea, podrá hacer uso de la información accesible a través de cualquiera de los demás procesos mostrados en la ventana *Principal*. Recuerde que **SISMAPEO** está pensado para facilitarle su labor de interpretación, proporcionándole de forma simultánea datos que le pudieran ser de utilidad. Recuerde, puede abrir tantas ventanas como su computadora se lo permita!

El campo Interpretación de resultados, al igual que el campo Sugerencias, son lugares en donde puede platicar libremente todo lo que considere pertinente que sus colegas conozcan. Conforme vaya capturando del teclado de su computadora, verá que el texto escrito irá alineándose para que se vea más elegante (figura 29). De nuevo, no se preocupe de la impresión: ahí también aparecerá alineado; usted sólo escriba!

Quién nos pidió el estudio

Siempre es conveniente anotar quién solicitó la realización de una sesión de estudio de mapeo, para lo que **SISMAPEO** le proporciona una lista predefinida de médicos solicitantes. Sólo tiene que señalar la opción **Médicos** y elegir, del menú desplegable que aparecerá, la opción **Seleccionar médico** (figura 29).

Enseguida aparecerá una ventana tipo tabla con la lista de médicos, y otra ventana más pequeña que estará esperando el número de médico que desee colocar en el campo **Solicitó** (ver figura 30). Escriba el número, que tiene ese médico dentro de la tabla, en la ventana pequeña y oprima <Enter> o accione el botón **Aceptar**. Verá aparecer el nombre de ese médico en el ángulo inferior izquierdo de la ventana .

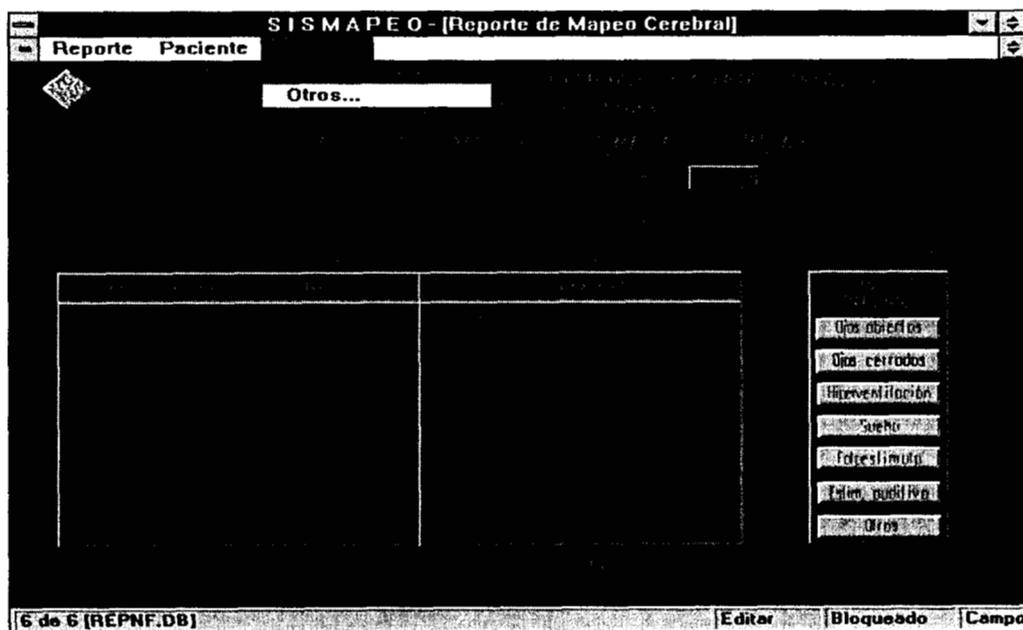


Figura 29. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de SISMAPEO mostrando el menú desplegable de la opción Médicos. Nótese que el número de páginas totales (esquina superior derecha) ha aumentado en uno debido a la descripción adjunta de la maniobra Ojos cerrados (botón en negritas).

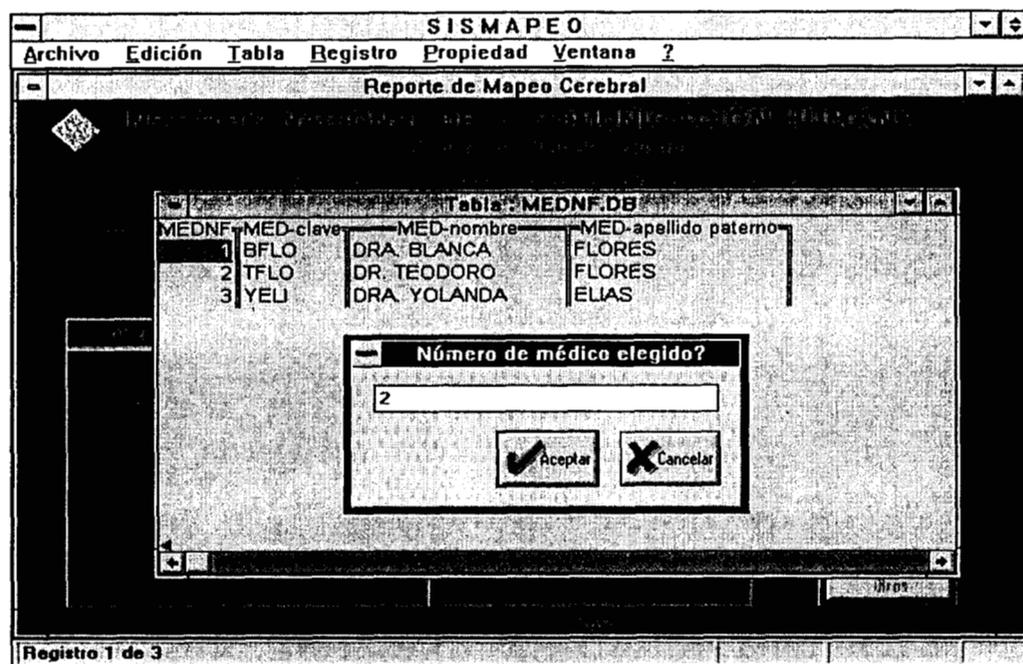


Figura 30. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de SISMAPEO durante el proceso de llenado del pie del reporte. Una vez que ha terminado de describir e interpretar el reporte, deberá escoger quién solicitó el estudio y quién lo firma, escribiendo el número que tiene éstos en la ventana tipo tabla mostrada.

Quién firma el reporte

Para terminar el llenado del reporte deberá anotar su nombre, en el campo Firma, como responsable de la interpretación de los estudios, para lo que **SISMAPEO** le proporciona una lista predefinida de médicos que pueden *firmar* un reporte. Sólo tiene que señalar la opción **Médicos** y elegir, del menú desplegable que aparecerá, la opción **Seleccionar médico neurofisiólogo** (figura 29).

Enseguida aparecerá una ventana tipo tabla con la lista de médicos, y otra ventana más pequeña que estará esperando el número de médico que desee colocar en el campo Firma (figura 30). Escriba el número, que tiene ese médico dentro de la tabla, en la ventana pequeña y oprima <Enter> o accione el botón **Aceptar**. Verá aparecer el nombre en el ángulo inferior derecho de la ventana (figura 31).

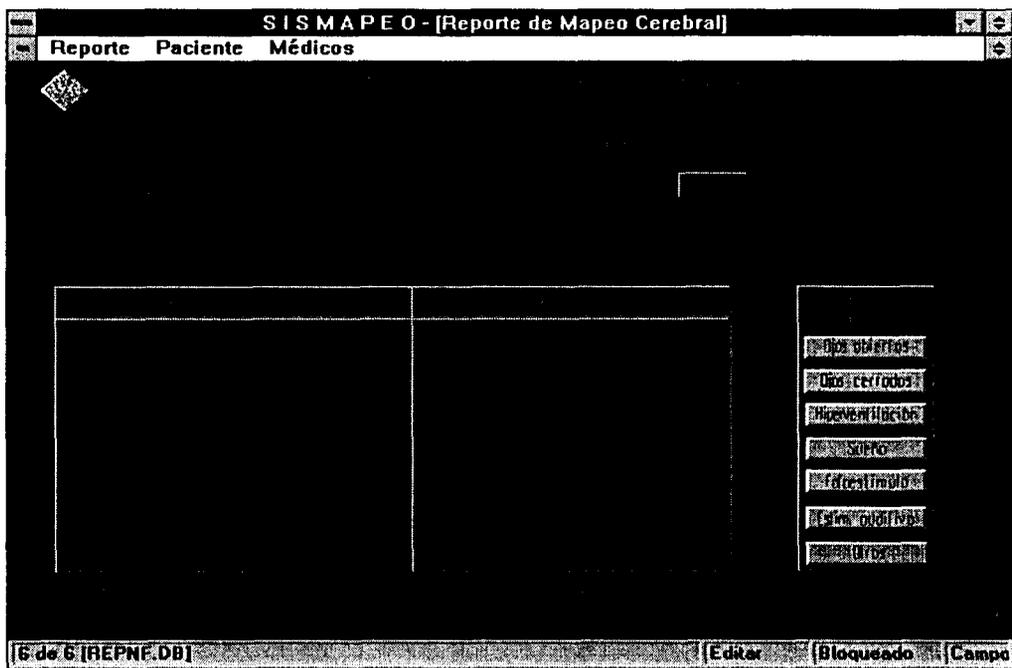


Figura 31. Ventana Reporte de estudio de Mapeo Cerebral de **SISMAPEO** mostrando todos los campos llenos. Si usted ya seleccionó los registros interpretados en a este reporte y ya no desea describir más resultados de maniobras o métodos de activación, el reporte se considera terminado. Seleccione la opción Reporte, Salir.

Qué procesos pueden ejecutarse

Un nuevo reporte

Generar un nuevo reporte es muy fácil. Sólo siga los pasos descritos en el apartado Qué información puede verse, en ese orden (figuras 23 a 30), y ya está!

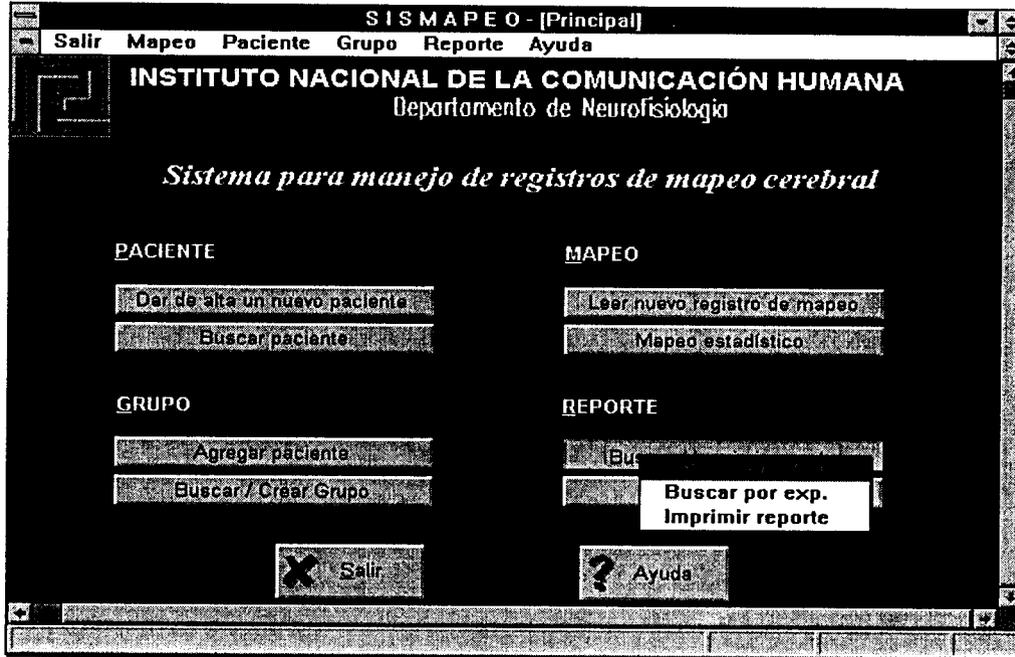


Figura 32. Ventana Principal de **SISMOPEO** que muestra el menú desplegable que aparece al oprimir el botón **Buscar/Imprimir Reporte**.

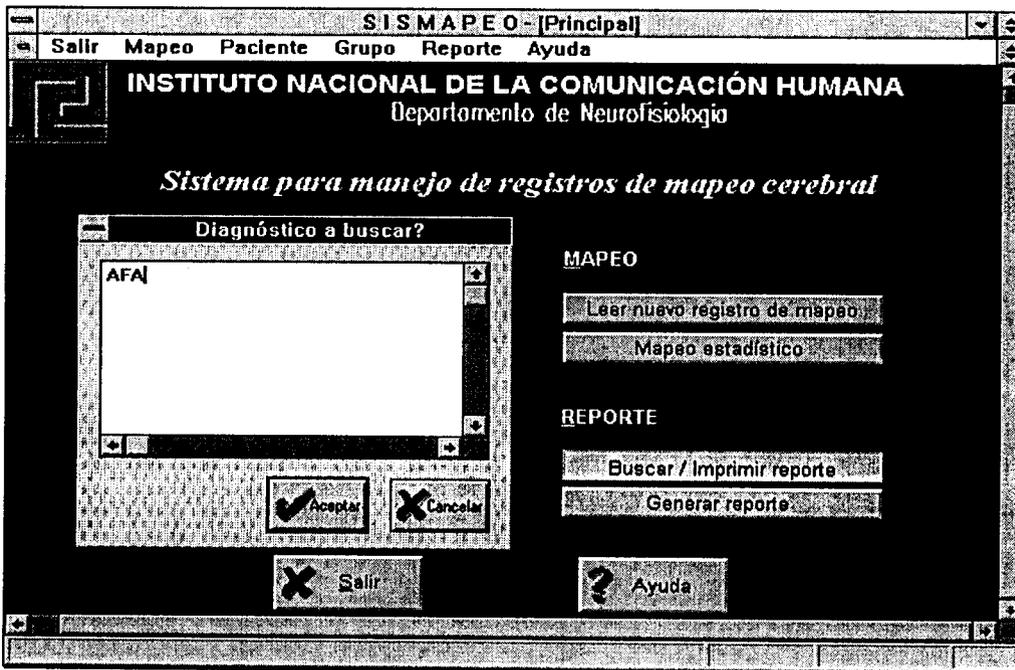


Figura 33. Ventana Principal de **SISMOPEO** durante la búsqueda de un reporte. Deberá escribir la clave de búsqueda en la ventana que aparece y oprimir **Aceptar**. En este ejemplo, la búsqueda será de todos los reportes asociados a pacientes cuyo diagnóstico comienza con la cadena "AFA".

Busquemos un reporte

Siempre es útil poder saber sobre los reportes que han sido generados con antelación. Para realizar una consulta sólo oprima el botón **Buscar/Imprimir reporte** de la ventana *Principal*, y en el menú desplegable que aparecerá elija la opción que más le convenga (figura 32).

Usted puede **buscar un reporte** de dos maneras: por el número de expediente, o bien, por el diagnóstico del paciente al que le pertenece. En cualquier caso, al elegir la opción, aparecerá una ventana pequeña donde deberá colocar el dato conocido, y dar <Enter> y oprimir el botón **Aceptar** (figura 33).

Recuerde que para búsquedas por diagnóstico usted no tiene que escribir el nombre completo de la enfermedad, sino que puede poner sólo las primeras letras. ¿Cuántas?, las que usted desee! Sólo esté atento a que el resultado puede variar dependiendo lo que haya en la base de datos.

En el ejemplo de la figura 33, al escribir la cadena "AFA", buscará todos los reportes que pertenezcan a pacientes cuyo diagnóstico actual comience con esas letras. El resultado aparecerá una ventana tipo tabla con la lista de reportes coincidentes con la clave de búsqueda (figura 34).

The screenshot shows the main window of the SISMAPEO system. At the top, there is a menu bar with options: Salir, Mapeo, Paciente, Grupo, Reporte, Ayuda. Below the menu, the window title is 'Principal' and the header text reads 'INSTITUTO NACIONAL DE LA COMUNICACIÓN HUMANA' and 'Departamento de Neurofisiología'. The main title of the application is 'Sistema para manejo de registros de mapeo cerebral'. There are two main sections: 'PACIENTE' and 'MAPEO'. Under 'PACIENTE', there are buttons for 'Dar de alta un nuevo paciente', 'Buscar paciente', and 'Leer nuevo registro de mapeo'. Under 'MAPEO', there is a button for 'Mapeo estadístico'. At the bottom, a table window titled 'Tabla : REPXDIAG.DB' displays the search results. The table has columns for REPXDIAG, REPNE, PAC-número, MAP-fecha, MAP-hora, MAP-método de activa, and MAP-condición pac. The data rows are as follows:

REPXDIAG	REPNE	PAC-número	MAP-fecha	MAP-hora	MAP-método de activa	MAP-condición pac
1	1.00	1575-1990	01/11/84	9:22	RECUPERACION	OJOS ABIERTOS
2	4.00	6868-1994	23/03/95	12:00	HIPERVENTILACION	OJOS CERRADOS
3	4.00	6868-1994	23/03/95	12:33	RECUPERACION	OJOS CERRADOS

Figura 34. Ventana Principal de **SISMAPEO** después de la búsqueda de un reporte. En este ejemplo, la ventana inferior muestra el resultado de la búsqueda de la figura 33, es decir, todos los reportes asociados a pacientes cuyo diagnóstico comienza con la cadena "AFA".

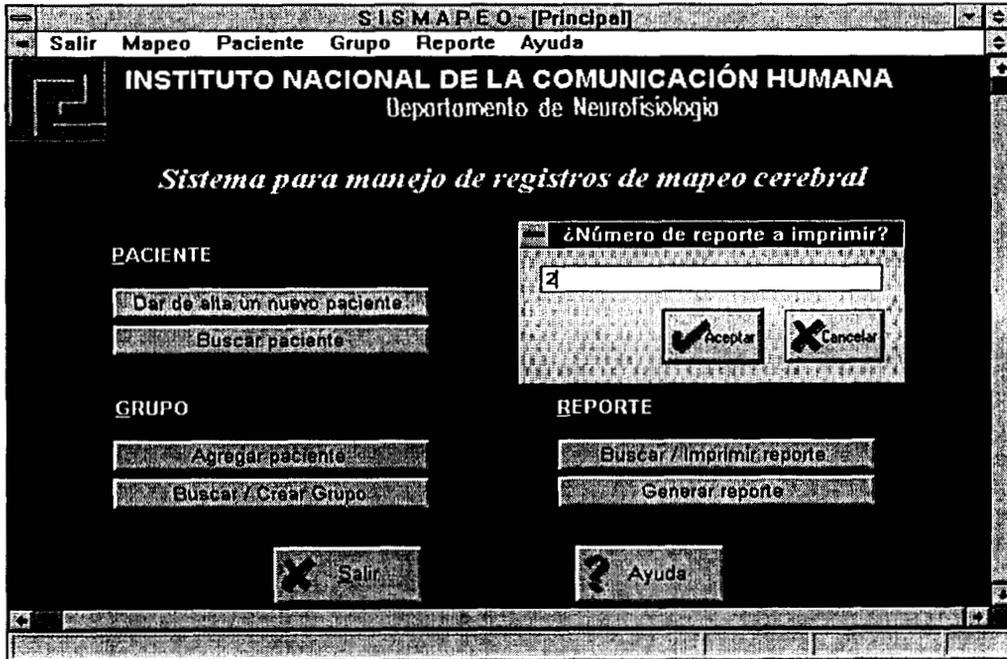


Figura 35. Ventana Principal de **SISMAPEO** durante la impresión de un reporte. Deberá escribir en la ventana que aparece el número de reporte que desea imprimir y accionar el botón Aceptar.

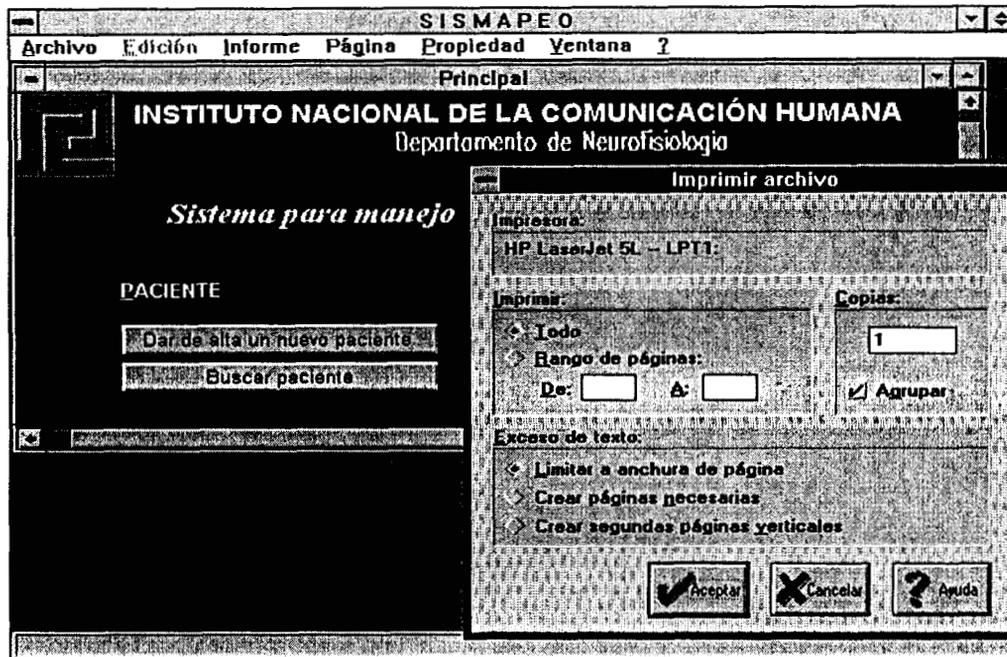


Figura 36. Ventana Principal de **SISMAPEO** durante la impresión de un reporte. Deberá elegir las opciones de impresión convenientes antes de que el sistema mande el documento a la impresora.

Imprimiendo un reporte

Para imprimir un reporte previamente creado sólo tiene que oprimir el botón **Buscar/Imprimir reporte** de la ventana *Principal* (figura 2) y en el menú desplegable que aparecerá (figura 32) elija la opción **Imprimir reporte**.

Aparecerá una ventana pequeña donde deberá colocar el número de reporte a imprimirse y dar <Enter> u oprimir el botón **Aceptar** (figura 35). Enseguida aparecerá una ventana donde deberá decidir las opciones de impresión como número de copias, rango a imprimirse y secuencia de impresión (figura 36).

En número de copias escriba usted el número deseado, sin problemas. En el rango deberá escoger entre imprimir todo el documento o sólo una parte; cabe señalar que de cualquier manera un reporte ocupa dos páginas máximo. En formas de impresión (exceso de texto) le sugerimos no modificar las opciones preseleccionadas (Limitar a anchura de página) porque podría alterar la buena presentación del informe impreso.

Un *reporte de estudio de mapeo cerebral* puede imprimirse en dos versiones: la corta (una página) y la larga (dos páginas). La *versión corta* aplica sólo cuando no se describió ninguna actividad asociada (ver apartado Describiendo lo que se realizó durante una sesión de estudio), y la *versión larga*, cuando al menos una actividad asociada fue detallada. En ambos casos siempre aparece la primera hoja (figura 37) que contiene los datos del paciente y la interpretación de resultados, además de otros datos propios del reporte. La segunda hoja (figura 38) sólo aparece si usted describió algunas actividades eléctricas asociadas a un cierto método de activación. En ambos casos, por omisión, se imprimiría todo el reporte automáticamente.

Exp. No.3118-1987

Reporte No. 4

DATOS DEL PACIENTE

MARIA TERESA ABREGO NARANJO Edad 80

Diagnóstico actual HIPOACUSIA

Tratamiento actual ANALGÉSICOS PARA DOLOR DE CABEZA

Solicita el estudio LOURDES COLON

RESULTADOS

Interpretación del estudio

Anormal por la presencia de ondas agudas en área parieto-occipital derecha.

Sugerencias

Control en 6 meses.

Firma DRA. BLANCA FLORES

Sábado 25 de Enero de 1997

Página 1

I.N.C.H. - Neurofisiología

Figura 37. Reporte de estudio de Mapeo Cerebral impreso (primera página).

La actividad durante HIPERVENTILACION es un ritmo con frecuencia de 6,80 Hz
y amplitud promedio de 247,50 microVolts, de proyección LATERAL
y organización ASIMETRICA en región PARIETO OCCIPITAL

Junto con esta actividad se encuentra(n)

Ondas agudas en area parieto-occipital derecha de gran amplitud.

La actividad durante OJOS ABIERTOS es un ritmo con frecuencia de 27,90 Hz
y amplitud promedio de 13,80 microVolts, de proyección GENERAL
y organización SIMETRICA en región FRONTAL

Junto con esta actividad se encuentra(n)

Paciente somnoliento que presenta exacerbación del ritmo.

La actividad durante OJOS CERRADOS es un ritmo con frecuencia de 10,50 Hz
y amplitud promedio de 36,00 microVolts, de proyección FOCAL
y organización SIMETRICA en región OCCIPITAL

Junto con esta actividad se encuentra(n)

Traza organizado, sincrónico y con variabilidad espontánea.

Sábado 25 de Enero de 1997

Página 2

I.N.C.H. - Neurofisiología

Figura 38. Reporte de estudio de Mapeo Cerebral impreso (segunda página).