

# Planteamiento y resolución de problemas

José Alfonso Delgado Gutiérrez \*

José Manuel de la Riva Grandal \*\*

El análisis de un problema, del tipo que sea, cara a su posible informatización supone una definición y planteamiento del mismo, totalmente diáfanos. Si el problema se puede catalogar como algoritmizable, se puede descomponer en una serie de pasos elementales. El proceso de análisis de este tipo de problemas tiene una metodología informática propia, denominada análisis de sistemas de información.

The analysis of a problem, of whatever type, in order to its feeding into a computer, requires a very clear definition. If the problem can be catalogued as «algoritmizable», it can be broken down into a serie of elementary steps. The process of analysis of this type of problems has its own computer methodology called «analysis of information systems».

## INTRODUCCION

Todo aquel que pretenda aproximarse a un ordenador con el fin de intentar resolver un problema mediante este tipo de aparatos, ha de tener presente que el ordenador no ejecuta nada que previamente no esté programado. Y la información que obtendremos de él no será otra que aquella que, o bien directamente le hayamos introducido con el fin de que tan sólo la almacene, o bien la que él pueda elaborar a partir de los datos que nosotros le hayamos dado. En una palabra, el ordenador no hace el milagro de sacar de donde no hay. O lo que es lo mismo, no podemos pretender que nos dé información que sea imposible obtener de los datos de entrada.

El ordenador procesa información. Todo el mundo utiliza este concepto, pero acaso sin percatarse del todo de su significado. Y dado que es la información el «alma mater» de la Informática, vamos a intentar aclarar algo este concepto. Una información designa uno o varios sucesos entre un conjunto finito de sucesos posibles. Se dice que se recibe información cuando, después de haber vislumbrado en un primer momento cierto número de eventualidades relativas al problema, se pasa en un segundo

tiempo a vislumbrar un número más restringido (Marengo 1975). Pero ese salto cualitativo y cuantitativo en el conocimiento de un problema se basa en unos datos previos que sobre el mismo se poseen, y a partir de los cuales es posible descartar esas eventualidades falsas, hasta llegar a encontrar la verdad.

A modo de ejemplo, cuando sospechamos en un paciente una infección, el proceso necesario para llegar a diagnosticar el agente etiológico precisa una serie de pasos que nos hace ir de lo general a lo particular. En principio, a no ser que clínicamente la infección tenga rasgos muy definidos hacia un grupo de gérmenes concreto, cabe la posibilidad de que sea un proceso vírico, bacteriano o micótico. La siembra de la muestra en diferentes medios nos irá descartando posibilidades; luego las tinciones, las baterías bioquímicas, etcétera. Si se procede paso a paso y se va adquiriendo de forma paulatina la información que nos permite ir al paso siguiente, podremos llegar al diagnóstico final. Lo que no es posible es proceder a realizar una batería bioquímica si antes no hemos aislado la colonia, ya que no estaremos seguros de que los resultados vayan a pertenecer a una sola especie, amén de correr el riesgo de que obtenamos resultados absurdos.

Resumiento, la información es una herramienta útil si se basa en datos anteriores ciertos, o probables, pero cuantificada esa probabilidad. Si queremos llegar a un objetivo, no podemos saltarnos ninguno de los pasos intermedios, a riesgo de obtener resultados equivocados.

El ordenador, ante esta evidencia, no es superior al ser humano. Si no posee datos sobre los que pueda obtener nuevos datos, es incapaz de hacer nada. Si a una persona le dicen que la población española es de 40 millones, es absurdo pretender que partiendo de ese dato sea capaz de hallar cuál es la población de Alicante. El ordenador tampoco lo puede hacer. Por ello, es muy importante tener presente que no hay nada mágico en el ordenador, y que la única gran ventaja que tiene este aparato sobre el ser humano es que procesa y almacena información en cantidades masivas y a muy alta velocidad.

## TIPOS GENERALES DE PROBLEMAS

Los seres humanos estamos acostumbrados a razonar en abstracto. Nos plan-

teamos problemas, y los resolvemos en base a un método, que ejecutamos de manera implícita, sin pararnos a analizar los componentes elementales de ese procedimiento. Ello queda para funciones automáticas de nuestro cerebro.

Sin embargo, cuando estamos ejecutando cualquier tipo de proceso para resolver un problema, bien sea consciente o inconscientemente, realizamos una serie de pasos, que uno detrás de otro nos conduce a la resolución del mismo.

Sin darnos cuenta, en todo momento de nuestra vida diaria estamos utilizando PROCESOS de resolución de problemas.

Así, podemos clasificar los procesos de resolución de problemas, básicamente en cuatro (Pazos 1985):

1.—Procesos mecanizables. Como por ejemplo ponerle el tapón a una botella, o apretar tornillos. Es obvio que en estos procesos la máquina hace un siglo que superó al hombre. Y consecuencia de ello ha sido la revolución industrial.

2.—Procesos programables o algoritmizables. Como por ejemplo el proceso de cálculo. Igualmente, podemos estar todos de acuerdo en que las calculadoras y ordenadores se manejan mejor con este tipo de tareas que el hombre, dada su asombrosa rapidez.

3.—Procesos pseudoprogramables. Son procesos que requieren inteligencia. No se solucionan con un algoritmo conocido, o si existe, no se conoce; o si se conoce, resulta inviable aplicarlo (algunos de ellos precisarían para su resolución por algoritmos millones de años de cálculo del ordenador más potente del mundo). Para su resolución, se aplica algo que denominamos «EXPERIENCIA DEL EXPERTO», esto es algo parecido al ojo clínico del médico, el oído del mecánico, la sagacidad del político, la intuición del genio, etcétera. Todo este tipo de razonamiento experto lo englobamos bajo el nombre de HEURÍSTICA. La heurística ha sido hasta ahora exclusiva del ser humano. En la actualidad una nueva rama de la informática denominada INTELIGENCIA ARTIFICIAL ha comenzado a aplicar este tipo de técnicas heurísticas sobre ordenadores. Se han conseguido sustanciales avances en este campo, y el futuro, sin duda alguna, dejará pasmado al más escéptico.

4.—Procesos psicoprogramables. Son los juicios éticos, estéticos y de valor.

Estos problemas son reservados al hombre, y parece razonable que no deben dejarse en manos de una máquina, aunque ello fuese posible.

En Medicina ejemplo de proceso mecanizado lo tenemos en los análisis clínicos. Es evidente que la efectividad, precisión y rapidez de un autoanalizador no podrá lograrlo el más rápido laborante.

Ejemplo de procesos programables lo tenemos en toda el área de gestión hospitalaria y de consultas clínicas.

Los procesos pseudoprogramables entran en Medicina de lleno en el núcleo de la actividad del médico, el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Para muchos médicos puede que les cause miedo el sólo pensar que un ordenador pueda superarle en el diagnóstico diferencial. Este hecho, que hoy por hoy es sólo una realidad a medias, es arriesgado negar que antes de fin de siglo pueda ser una realidad absoluta. Este es el gran reto de la Informática Médica. Y frente al cual todo médico que pretenda ejercer la profesión a partir de ahora debe enfrentarse seriamente y tomar una actitud consecuente con lo que será realidad en muy pocos años.

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS

A la hora de desarrollar una actividad se ejecutan consciente o inconscientemente TODAS Y CADA UNA de las instrucciones que son necesarias para llevar a cabo una tarea.

Así funciona el ordenador, ejecutando, en último extremo, instrucciones elementales, todo lo más agrupadas en MACROINSTRUCCIONES, gracias al empleo de un lenguaje de alto nivel.

La falta de orientación adecuada hace que muchas personas intenten introducirse en la informática vía aprendizaje del BASIC, sin conocimientos previos de los métodos de planteamientos de problemas; con ello consiguen aprender una lista de instrucciones, sin saber cómo manejarlas inteligentemente.

Por todo lo expuesto, es prioritario tener una serie de ideas claras sobre cómo definir y plantear problemas cara a su tratamiento informático.

El problema más simple consiste en:

- *Un punto de partida (conocido).*
- *Dos alternativas posibles.*
- *Dos resultados (desconocidos).*

Si vamos a un diccionario vemos que la voz «problema» tiene las siguientes acepciones:

Etimología: del griego «probálo»: lanzar hacia delante.

1.—*Conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin.*

2.—*Asunto difícil QUE PUEDE ADMITIR VARIAS SOLUCIONES.*

3.—*(Matemáticas.) Proposición dirigida a averiguar el modo de obtener un resultado CUANDO CIERTOS DATOS SON CONOCIDOS.*

## Formulación de un problema

Para formular un problema hay que partir de un enunciado inicial, de cómo son las cosas antes de empezar a buscar soluciones.

Habrà una serie de transformaciones sobre ese enunciado inicial con lo que obtendremos enunciados intermedios.

Por último, un estado final o meta. A donde pretendemos llegar.

Las transformaciones referidas quieren significar que para resolver un problema hay que transformar la realidad inicial, para conseguir el estado final.

Además, hay una serie de cuestiones que no se pueden pasar por alto.

Primero. Debe haber una descripción completa del problema. Cada punto debe estar definido, para que no exista confusión por parte de los involucrados. Es lo que vulgarmente se dice, «saber de qué estamos hablando», y cuando nos referimos a una cosa, saber y entender lo mismo, para que todos tengan unanimidad de criterio. Por ejemplo, si las autoridades sanitarias quieren saber cuál es el parque de camas de los hospitales, no basta con preguntarles a todos sus hospitales cuántas camas tiene el hospital. Planteada así la pregunta, unos pueden entender camas de hospitalizados sólo; otros, añadir las de urgencias; otros, no considerar éstas, pero sí las de la UVI; otros, sumar las de acompañantes, y otros, contar las que están en reserva. Al final, el dato número de camas, sólo Dios sabe a qué se refiere cada hospital.

Segundo. Debe haber un entendimiento común. Por ejemplo, si preguntamos cuántos son  $2 + 1$ , es obvio que todos dirán que 3. Sin embargo, esto puede ser falso. Depende de en qué sistema de numeración estemos trabajando. Si el sistema de numeración es en base 3, esto es falso, el resultado es 10.

Tercero. Debe existir un conocimiento auxiliar, que no sea excesivo. Es decir, debemos tener que aplicar el conocimiento necesario (y a veces ni esto conseguimos), pero tampoco más del necesario, porque esto nos podría llevar a plantear problemas ficticios.

Por último, no podemos olvidar que nos movemos en un entorno social, cultural y científico cambiante. Los puntos de referencia cambian con facilidad, y lo que hasta ahora es un problema, resulta que por razones totalmente ajenas a nosotros ya no lo es, y viceversa. Es decir,

nuestro problema debe estar en consonancia con la actualidad. Es lo que siempre se dice, de que es absurdo ponerse ahora a inventar la pólvora.

Todo lo expuesto no es nuevo. Echemos la vista atrás, y nos daremos cuenta de que ya en 1600 este problema del método estaba planteado, y fue Francis Bacon el que, con su trabajo, estableció la metodología de la Ciencia (Koyré 1977). En el siglo XIX, Claude Bernard sistematizó la metodología científica en la Fisiología, sentando las bases del método de laboratorio, con lo que la Biología y la Medicina entraron con pleno derecho en el ámbito de la Ciencia. Así vemos que en Ciencia, el método científico, que cuenta ya con varios siglos de antigüedad, ofrece un «modus operandi», sistemático y genérico para la investigación de problemas en el terreno científico. Pero, ¿qué duda cabe, sólo con poseer el método no estamos en disposición de solucionar el problema planteado. De alguna forma necesitamos conocimientos sobre la realidad. Este conocimiento puede ser adquirido de dos formas, o por estudio de autores que con anterioridad hayan abordado el problema, o extrayendo por nuestros medios la información de la realidad. Aquí nos encontramos con el gran escollo del método inductivo. En Biología y Medicina, nosotros observamos en nuestra investigación casos particulares; una vez acumulado un relativo volumen de casos, llega el momento de INDUCIR, de lo particular a lo general, y he aquí la tremenda pregunta: ¿Con los datos obtenidos de unos casos estudiados, podemos inferir que la población, de la cual estos casos forman una muestra, cumple los resultados obtenidos en ésta? El investigador dispone para resolver este problema de la Estadística, rama fundamental de la Matemática y vital para la investigación en Biología y Medicina (Carrasco 1986). El método estadístico es pues una herramienta de propósito general, que ofrece una sistemática de análisis imprescindible para hacer inducciones en Biología y Medicina.

En conclusión, para poder resolver un problema se necesitan dos cosas:

- Poseer el método adecuado.
- Poseer conocimiento suficiente.

Pues bien, todo problema que se pueda abordar mediante un método sistematizado y estandar, es decir, que se pueda descomponer en pasos elementa-

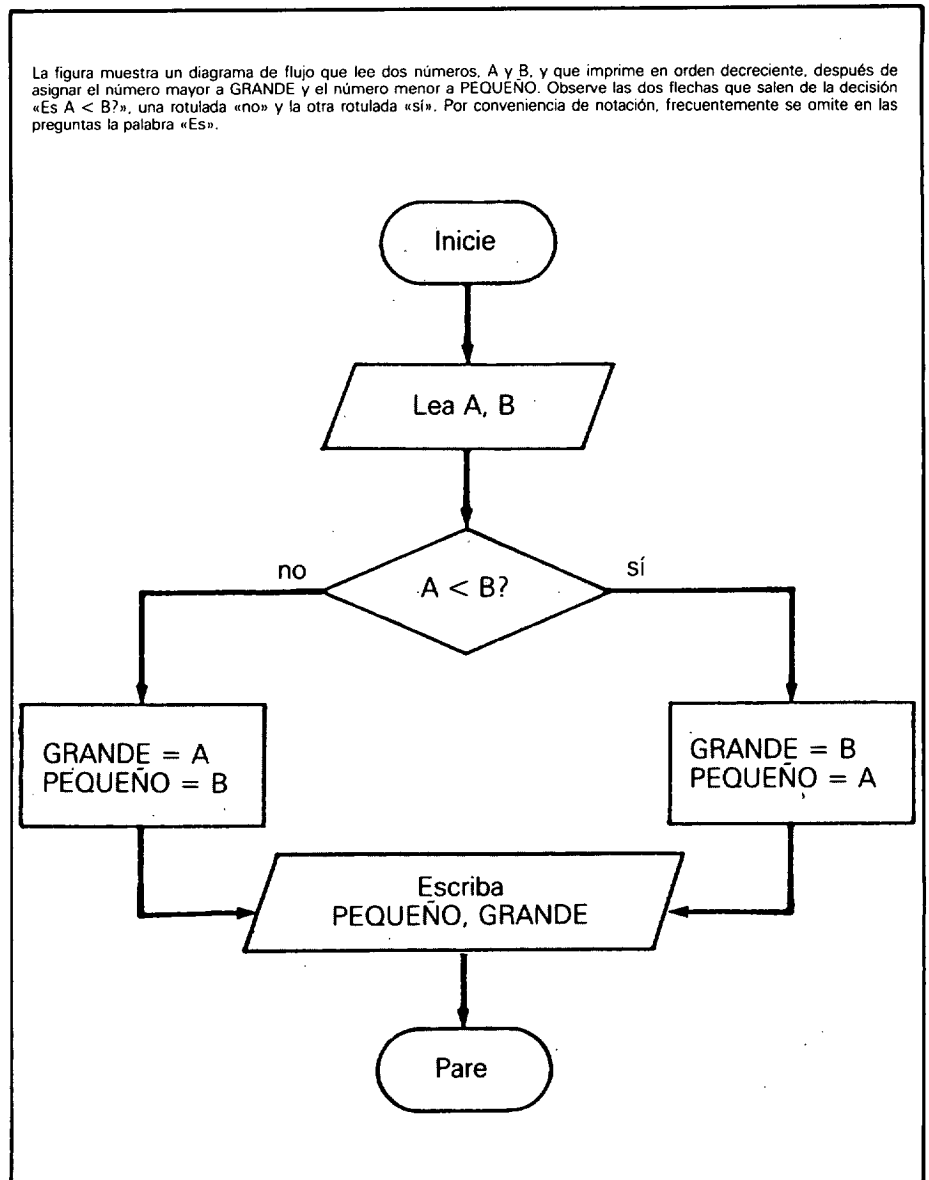


FIGURA 1. Ejemplo de diagrama de flujo. Tomado de LIPSHUTZ. 1983.

les, se puede considerar ALGORITMIZABLE.

Por desgracia, en Medicina hay muchos problemas que no se pueden algoritmizar, es decir, que su solución no es tan sencilla como el desarrollo de algoritmos paso a paso. Estos problemas, los anteriormente referidos como «pseudo-programables», constituyen materia sólo abordable mediante técnicas heurísticas.

La heurística es un método de exploración de problemas, en el que la solución se obtiene a través de evaluaciones sucesivas sobre hipótesis provisionales y comparaciones con la meta perseguida. Es aplicable en problemas que tienen múltiples soluciones, demasiadas para ser abordable por método algorítmico. Para que nos sea más familiar, y como se ha referido anteriormente, el médico con experiencia y «ojo clínico» está empleando la heurística para diagnosticar enfermedades.

Así pues, tenemos dos métodos, más

o menos generales para resolver problemas.

- 1.—Método algorítmico: paso a paso.
- 2.—Método heurístico: basado en el conocimiento y reglas de decisión.

Los problemas abordables por método algorítmico son, en principio, tratables con ordenador, empleando la metodología informática convencional.

Los problemas abordables por método heurístico son, en principio, tratables con ordenador, pero NO con metodología informática normal, sino mediante técnicas de inteligencia artificial, materializada en los SISTEMAS EXPERTOS.

#### PROBLEMAS ALGORITMIZABLES

En Medicina este tipo de problemas son los que se plantean en el terreno de la organización de los centros sanitarios. Como hicimos referencia anteriormen-

te, la informática hospitalaria es abordable en su totalidad mediante este tipo de planteamientos. Pero también este método es útil en otros campos, como el diagnóstico. Cada vez se tiende más a descomponer los pasos a seguir en el proceso diagnóstico y terapéutico en pasos elementales o diagramas clínicos.

Para el desarrollo de una aplicación informática convencional, la metodología que se emplea habitualmente es el Análisis de Sistemas.

## ANÁLISIS DE SISTEMAS

Esta técnica es un conjunto de procedimientos destinados a poder desarrollar procesos informáticos que, basados en la organización ya existente en un centro de trabajo, sea capaz de automatizar los procedimientos que ya se llevaban a cabo de forma manual, así como de abordar otros solamente realizables con la ayuda del ordenador.

Generalmente, la metodología del Análisis de Sistema suele ser referida por los técnicos informáticos para el análisis de los procesos de gestión de empresas (Weitzel 1984). Pero puede ser aplicable, con modificaciones, a procesos científicos.

La metodología del Análisis de Sistema obliga al investigador a examinar el más mínimo detalle del proceso que intenta automatizar, ya que los programas que ejecutará el ordenador será el fruto de ese análisis. Si es incorrecto, el ordenador ejecutará programas incorrectos. Si en un programa algo falla, el ordenador abortará la ejecución cuando encuentre el fallo, y esto hace inviable la puesta en marcha del sistema en régimen de explotación normal.

Dado el modo de funcionar de un ordenador, este ejecuta los procesos según la secuencia predeterminada de un programa constituido por instrucciones elementales.

Así pues, todo el estudio que se haga tiene que resultar a nivel del ordenador en lo siguiente:

A.—Una serie de ficheros que sean capaces de almacenar los datos en soporte magnético, disponible en todo momento para su actualización y consulta.

B.—Una serie de programas que per-

mita una cómoda introducción de datos desde teclado.

C.—Una serie de programas que permita la edición impresa de los informes.

D.—Una serie de programas que permita el proceso científico de los datos introducidos y almacenados.

Cualquier programa en informática tradicional (excluida la inteligencia artificial) es una secuencia de instrucciones elementales que constituyen un algoritmo.

Un algoritmo es el resultado de la fragmentación de un razonamiento lógico en sus pasos más elementales, incluida la toma de decisión del tipo SI... Entonces.

La representación gráfica de un algoritmo es un diagrama de flujo. Figura 1 (Lipshutz 1983).

Los diagramas de flujo suponen una herramienta muy buena para descomponer un problema en sus pasos elementales, y de esta forma proceder a su análisis detallado, hasta encontrar la forma o formas más adecuadas para su resolución. Estos diagramas son un útil de propósito general, se adaptan a cualquier tipo de problema que sea algoritmizable, ya que por su propia naturaleza estos diagramas definen un algoritmo. Es inútil poner ejemplos de aplicación, porque la lista sería interminable. Baste citar, para nuestro interés, su aplicación en problemas de gestión de servicios, en estudio de sistemas biológicos (Spain 1982) o cálculo científico y pautas diagnósticas y terapéuticas (Europharma 1984). Figura 2.

El diseño de cualquier programa de ordenador comporta, obligatoriamente, la utilización de esta técnica de razonamiento, porque son esas instrucciones elementales, carentes de toda ambigüedad, las únicas que puede entender la máquina.

Antes de seguir adelante es preciso resaltar un aspecto fundamental en cualquier abordaje informático de la actividad humana, la fiabilidad de la información.

Es axiomático que si a un ordenador se le introducen datos erróneos y/o inútiles, la información que producirá será necesariamente errónea y/o inútil.

Así pues, supuesto se diseñen programas correctos, es totalmente necesario tener la certeza de que los datos que se introduzcan al ordenador sean ciertos.

Un dato es un detalle necesario para el conocimiento de un hecho. La actividad humana provoca situaciones cambiantes, lo que comporta una producción continua de datos. Para la informática los datos son los puntos de referencia de la actividad.

Si un sistema informático está diseñado para trabajar paralelamente a la actividad para la que ha sido concebido, debe:

— Capturar los datos relacionados con dicha actividad en el más breve plazo de tiempo desde que se hayan producido.

— Poseer un mecanismo de validación que permita rechazar como supuestamente erróneos aquellos que así lo sean, con el fin de poder alcanzar el mayor grado de fiabilidad en la información que almacene en sus ficheros.

El primer problema reside en la naturaleza de los datos en sí mismos.

Para que el sistema informático dé un rendimiento óptimo, la información que produzca debe ser fiable y además útil.

En cualquier actividad se genera una actividad ingente de datos, pero de todos ellos sólo una pequeña proporción son los más importantes. Para poner un ejemplo simple, si pretendemos detectar factores de riesgo de las infecciones hospitalarias, se entiende que recojer como datos el color del pijama de los enfermos no aportará información útil, aunque es evidente que todo enfermo hospitalizado tiene un pijama de un color determinado.

Los datos que han de capturarse deben informar sólo de los sucesos relevantes, cuya modificación produce una perturbación del sistema sobre el que desarrolla la actividad. De ahí que una fase crucial de cualquier desarrollo informático sea el diseño de los ficheros que van a integrar la Base de Datos.

Una vez diseñada la Base de Datos, es necesario diseñar algún método que asegure una captura correcta. Hemos de tener presente que si nuestro sistema debe funcionar permanentemente, éste debe obtener los datos, y esto es extraordinariamente importante, de la rutina diaria. Por tanto, es necesario que los programas de entrada de datos sean:

— Sencillos de manejar.

— Rápidos en la rutina de introducción de datos.

— Tolerante a errores, es decir, que si el usuario comete el mayor de los errores, el programa no aborte, sino que, detectado el error, lo dé a conocer al usuario y permanezca en el punto donde se produjo el error, listo para continuar.

— Con el número de datos necesarios, pero no más de los necesarios.

— Con las ayudas adecuadas, en cuanto manual de instrucciones, listas de códigos, pantallas de ayuda (prompters), etcétera, facilitar en todo lo posible la introducción de datos.

— Con proceso interno de validación que detecte datos erróneos a dos niveles. El primero, datos inadmisibles, por ser totalmente erróneos. El programa no continuará hasta tanto no se corrija el dato incorrectamente introducido. El segundo, datos probablemente erróneos ante los que el programa lanzará algún

Este diagrama fue desarrollado a partir del artículo «When do you treat the hypertensive —and how?», publicado en el número de diciembre 1 de 1976 de la revista «Patient Care» y del artículo «Hipertensión-Actualización 1973», publicado en los números de noviembre y diciembre 1973, de la revista «Atención Médica».

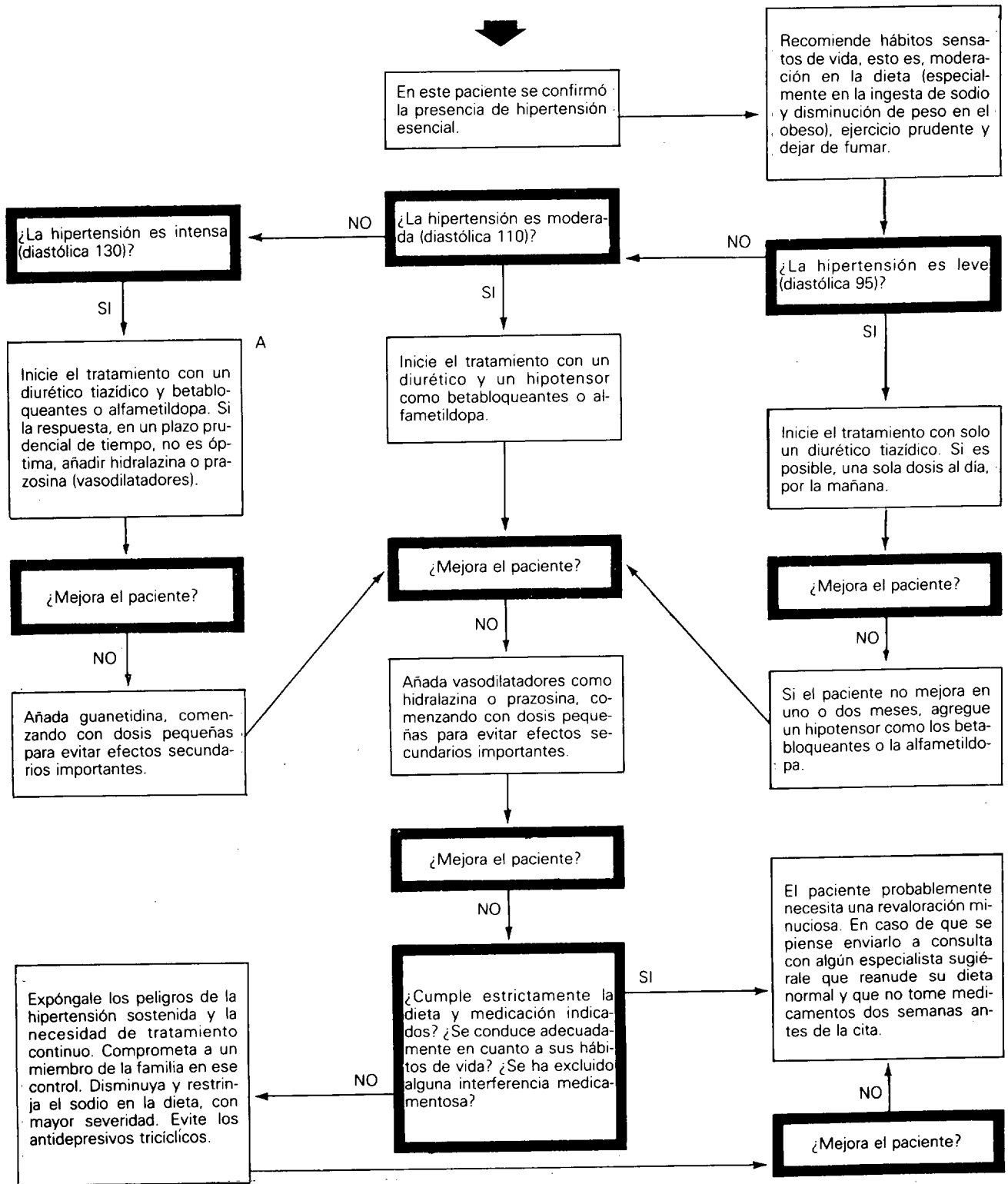


FIGURA 2. Ejemplo de diagrama de flujo aplicado a procedimientos médicos. Tomado de EUROPHARMA, S. A. 1984.

tipo de mensaje, tal como «¿está seguro?», de forma que si está equivocado, el usuario pueda corregirlo.

— Posibilidad de corregir equivocaciones no consideradas por el sistema como dato erróneo.

Por último, hay que tener en cuenta que si el sistema está diseñado para funcionar en régimen de rutina, la o las personas encargadas de introducir los datos serán distintas, posiblemente, a las que interpretarán la información que el sistema elabore. De manera que los conceptos que se utilicen han de ser diáfaramente claros.

### FASES DE UN ANALISIS DE SISTEMA

Cualquier proceso de análisis informático consta de las siguientes fases (Hartmann 1984). Figura 3.

#### 1. Planteamiento del problema

Proceso por el que se define el sistema objeto de estudio, sus elementos y delimitación; los procesos fundamentales y puntos conflictivos que serán objeto de un posible tratamiento informático. De este estudio surge la viabilidad del proyecto.

#### 2. Análisis funcional

Proceso que analiza en profundidad todos y cada uno de los elementos y procesos del sistema existente, cara a su tratamiento informático. El resultado de esta fase es un conjunto de especificaciones que debe reunir el sistema informático cara al usuario y cara a la organización interna del sistema informático:

— Especificaciones de usuario.

• Organización del sistema. Por el que el usuario comprueba que el técnico

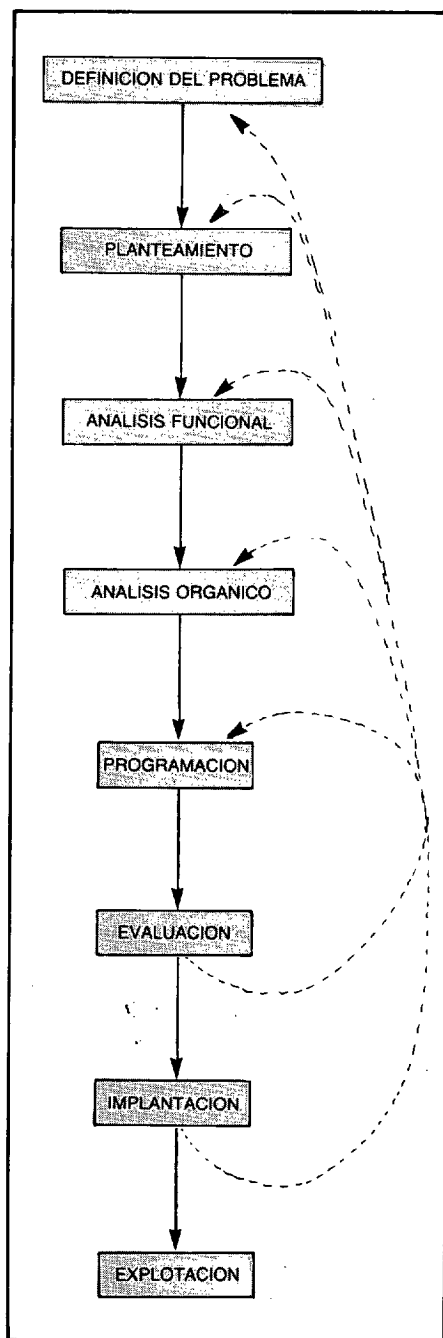


FIGURA 3. Diagrama que refleja esquemáticamente las diferentes fases del desarrollo de una aplicación informática.

informático a comprendido en su totalidad el problema que debe solucionar.

• Datos que se van a utilizar para configurar la Base de Datos.

- Tablas de códigos.
- Algoritmos de procesos (diagramas de procesos).

— Especificaciones del sistema informático.

- Diseño en la Base de Datos.

- Ficheros de intercambio.

#### 3. Análisis orgánico

Proceso por el cual se especifican las características del sistema informático, propiamente dicho, sobre una máquina concreta, un sistema operativo concreto y unos recursos de CPU, memoria masiva y terminales concretas. Todos los puntos deben quedar perfectamente aclarados, ya que éste es el paso que precede a la programación.

#### 4. Programación

Este es el paso final del proceso, por el que se materializa todo el estudio en un conjunto de programas concretos, unos ficheros concretos que constituyen la Base de Datos, y todo ello sobre unos equipos, un sistema operativo y uno o varios lenguajes de programación concretos.

Con la programación el sistema queda concluido.

#### 5. Implantación y evaluación

Es el proceso de puesta en marcha de todo el sistema desarrollado. Es la fase de chequeo de los programas, de carga inicial de la Base de Datos donde se va a detectar errores (siempre los hay), atribuibles a fallos de programación, de análisis orgánico, funcional o incluso de planteamiento. Cuanto más arriba proceda el error, lógicamente más difícil será solucionarlo, razón por la que es obligatoria la más estricta meticulosidad en todas las fases del diseño y desarrollo.

En este proceso de chequeo el tiempo trabaja en contra. Los errores de programación se suelen detectar en seguida, porque suelen abortar los programas. Los errores de análisis orgánico no aparecen tan pronto, y pueden que no de errores de ejecución, sino resultados incoherentes o no esperados. Los errores de análisis funcional y planteamiento pueden dar errores detectables pasadas semanas o incluso meses. Justamente por ello son los más graves, pues obligan a una revisión general del sistema, cuando no un tener que comenzar de nuevo.

### BIBLIOGRAFIA

MARENCO, C. Urvoy J. *Informática y sociedad*, Ed. Labor, NCL 177. Madrid, 1975.  
 PAZOS SIERRA, J. *Técnicas Heurísticas. Curso de Informática*. Instituto Nacional para la Administración Pública INAP. Madrid, 1984.  
 PAZOS SIERRA, J. *Conferencias del curso de técnicas heurísticas del INAP*. Madrid, 1985.  
 HANSON, R. N. *Patrones de descubrimiento: observación y explicación*. Alianza Editorial AU, 177. Madrid, 1985.

KOYRE, A. *Estudios de historia del pensamiento científico*. Ed. Siglo XXI. Madrid, 1977.  
 WEITZEL, W. *La clave para el uso de los ordenadores ORGWARE*. 12-52. Ed. CEAC. Barcelona, 1984.  
 CARRASCO, J. L. *El método estadístico en la investigación médica*. 113-126. Ed. Cincia 3. Madrid, 1986.  
 LIPSCHUTZ, S. *Matemáticas para computación*. 95-107. Ed. McGraw Hill Serie Shaum.

Mexico, 1983.  
 SPAIN, J. *Flowcharting*. En *Spain J. BASIC microcomputer models in Biology*. 63-69. Ed. Adison Wesley. London, 1982.  
 HARTMAN, W., MATTES H., PROEME, A. *Manual de sistemas de información Vol. I*. 87-93. Ed. Paraninfo. Madrid, 1984.  
 EUROPHARMA. *Tratamiento de la hipertensión esencial. Diagramas clínicos*. Núm. 29. Madrid, 1984.