

(1)

gestión y diseño de bases de datos

(1.1) introducción

(1.1.1) sistemas gestores de bases de datos

la necesidad de gestionar datos

En el mundo actual existe una cada vez mayor demanda de datos. Esta demanda siempre ha sido patente en empresas y sociedades, pero en estos años la demanda todavía se ha disparado más debido al acceso multitudinario a Internet. Por ello las bases de datos se reconocen como una de las principales aplicaciones de la informática.

En informática se conoce como **dato** a cualquier elemento informativo que tenga relevancia para un usuario. Desde el primer momento de esta ciencia se ha reconocido al dato como al elemento fundamental de trabajo en un ordenador. Por ello se han realizado numerosos estudios y aplicaciones para mejorar la gestión que desde las computadoras se realiza de los datos.

La escritura fue la herramienta que permitió al ser humano poder gestionar bases cada vez más grandes de datos. Con el tiempo aparecieron herramientas como archivos, cajones, carpetas y fichas en las que se almacenaban los datos.

Antes de la aparición del ordenador, el tiempo requerido para manipular estos datos era enorme. Sin embargo el proceso de aprendizaje era relativamente sencillo ya que se usaban elementos que el usuario reconocía perfectamente.

Por esa razón, la informática ha adaptado sus herramientas para que los elementos que el usuario maneja en el ordenador se parezcan a los que utilizaba manualmente. Así en informática se sigue hablando de ficheros, formularios, carpetas, directorios,....

componentes de un sistema de información electrónico

En el caso de una **gestión electrónica de la información** (lo que actualmente se considera un **sistema de información electrónico**), los componentes son:

- ◆ **Datos.** Se trata de la información relevante que almacena y gestiona el sistema de información. Ejemplos de datos son: *Sánchez, 12764569F, Calle Mayo 5, Azul...*
- ◆ **Hardware.** Equipamiento físico que se utiliza para gestionar los datos. cada uno de los dispositivos electrónicos que permiten el funcionamiento del sistema de información.
- ◆ **Software.** Aplicaciones informáticas que se encargan de la gestión de la base de datos y de
- ◆ **Recursos humanos.** Personal que maneja el sistema de información

(1.1.2) tipos de sistemas de información

En la evolución de los sistemas de información ha habido dos puntos determinantes, que han formado los dos tipos fundamentales de sistemas de información.

sistemas de información orientados al proceso

En estos sistemas de información se crean diversas aplicaciones (software) para gestionar diferentes aspectos del sistema. Cada aplicación realiza unas determinadas operaciones. Los datos de dichas aplicaciones se almacenan en archivos digitales dentro de las unidades de almacenamiento del ordenador (a veces en archivos binarios, o en hojas de cálculo, o incluso en archivos de texto).

Cada programa almacena y utiliza sus propios datos de forma un tanto caótica. La ventaja de este sistema (la única ventaja), es que los procesos son independientes por lo que la modificación de uno no afectaba al resto. Pero tiene grandes inconvenientes:

- ◆ **Datos redundantes.** Ya que se repiten continuamente
- ◆ **Datos inconsistentes.** Ya que un proceso cambia sus datos y no el resto. Por lo que el mismo dato puede tener valores distintos según qué aplicación acceda a él.
- ◆ **Coste de almacenamiento elevado.** Al almacenarse varias veces el mismo dato, se requiere más espacio en los discos. Luego se agotarán antes.
- ◆ **Difícil acceso a los datos.** Cada vez que se requiera una consulta no prevista inicialmente, hay que modificar el código de las aplicaciones o incluso crear una nueva aplicación.
- ◆ **Dependencia de los datos a nivel físico.** Para poder saber cómo se almacenan los datos, es decir qué estructura se utiliza de los mismos, necesitamos ver el código de la aplicación; es decir el código y los datos no son independientes.

- ◆ **Tiempos de procesamiento elevados.** Al no poder optimizar el espacio de almacenamiento.
- ◆ **Dificultad para el acceso simultáneo a los datos.** Es casi imposible de conseguir ya que se utilizan archivos que no admiten esta posibilidad. Dos usuarios no pueden acceder a los datos de forma concurrente.
- ◆ **Dificultad para administrar la seguridad del sistema.** Ya que cada aplicación se crea independientemente; es por tanto muy difícil establecer criterios de seguridad uniformes.



Ilustración 1, Sistemas de Información orientados al proceso

A estos sistemas se les llama sistemas de gestión de ficheros. Se consideran también así a los sistemas que utilizan programas ofimáticos (como **Word** o **Excel** por ejemplo) para gestionar sus datos (muchas pequeñas empresas utilizan esta forma de administrar sus datos). De hecho estos sistemas producen los mismos (si no más) problemas.

sistemas de información orientados a los datos, bases de datos

En este tipo de sistemas los datos se centralizan en una **base de datos** común a todas las aplicaciones. Estos serán los sistemas que estudiaremos en este curso.

En esos sistemas los datos se almacenan en una única estructura lógica que es utilizable por las aplicaciones. A través de esa estructura se accede a los datos que son comunes a todas las aplicaciones.

Cuando una aplicación modifica un dato, dicho dato la modificación será visible para el resto de aplicaciones.

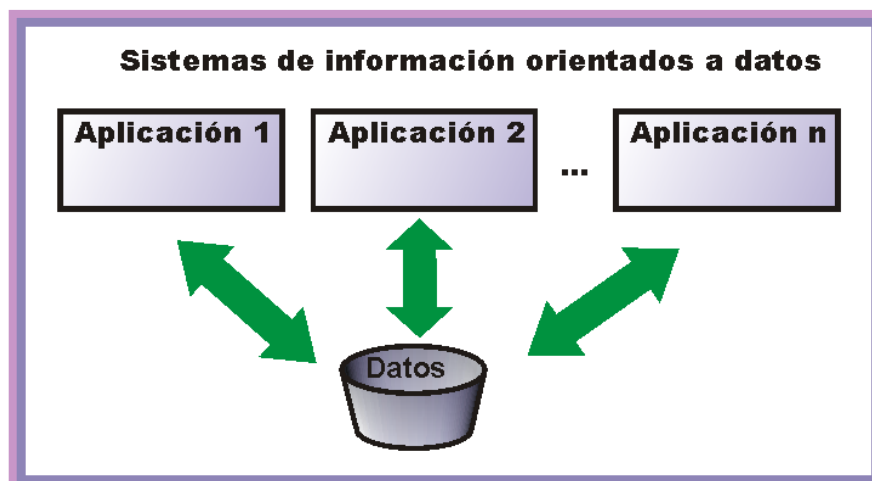


Ilustración 2, Sistemas de información orientados a datos

ventajas:

- ◆ **Independencia de los datos y los programas y procesos.** Esto permite modificar los datos sin modificar el código de las aplicaciones.
- ◆ **Menor redundancia.** No hace falta tanta repetición de datos. Sólo se indica la forma en la que se relacionan los datos.
- ◆ **Integridad de los datos.** Mayor dificultad de perder los datos o de realizar incoherencias con ellos.
- ◆ **Mayor seguridad en los datos.** Al permitir limitar el acceso a los usuarios. Cada tipo de usuario podrá acceder a unas cosas..
- ◆ **Datos más documentados.** Gracias a los **metadatos** que permiten describir la información de la base de datos.
- ◆ **Acceso a los datos más eficiente.** La organización de los datos produce un resultado más óptimo en rendimiento.
- ◆ **Menor espacio de almacenamiento.** Gracias a una mejor estructuración de los datos.
- ◆ **Acceso simultáneo a los datos.** Es más fácil controlar el acceso de usuarios de forma concurrente.

desventajas:

- ◆ **Instalación costosa.** El control y administración de bases de datos requiere de un software y hardware poderoso
- ◆ **Requiere personal cualificado.** Debido a la dificultad de manejo de este tipo de sistemas.
- ◆ **Implantación larga y difícil.** Debido a los puntos anteriores. La adaptación del personal es mucho más complicada y lleva bastante tiempo.
- ◆ **Ausencia de estándares reales.** Lo cual significa una excesiva dependencia hacia los sistemas comerciales del mercado. Aunque, hoy en día, una buena parte de esta tecnología está aceptada como estándar de hecho.

(1.1.3) objetivo de los sistemas gestores de bases de datos

Un sistema gestor de bases de datos o **SGBD** (aunque se suele utilizar más a menudo las siglas **DBMS** procedentes del inglés, *Data Base Management System*) es el software que permite a los usuarios procesar, describir, administrar y recuperar los datos almacenados en una base de datos.

En estos Sistemas se proporciona un conjunto coordinado de programas, procedimientos y lenguajes que permiten a los distintos usuarios realizar sus tareas habituales con los datos, garantizando además la seguridad de los mismos.

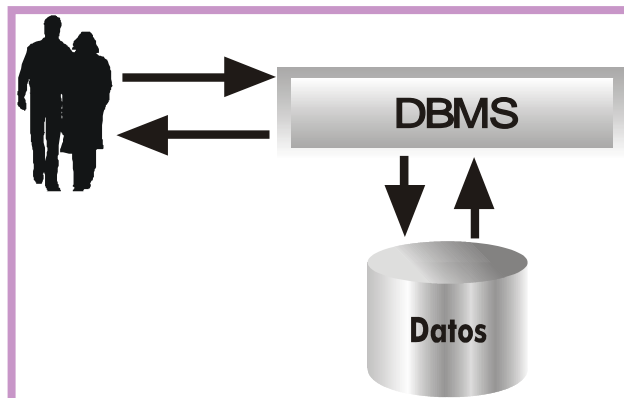


Ilustración 3, Esquema del funcionamiento y utilidad de un sistema gestor de bases de datos

El éxito del SGBD reside en mantener la seguridad e integridad de los datos. Lógicamente tiene que proporcionar herramientas a los distintos usuarios. Entre las herramientas que proporciona están:

- ◆ **Herramientas para la creación y especificación de los datos.** Así como la estructura de la base de datos.
- ◆ **Herramientas para administrar y crear la estructura física** requerida en las unidades de almacenamiento.
- ◆ **Herramientas para la manipulación de los datos** de las bases de datos, para añadir, modificar, suprimir o consultar datos.
- ◆ **Herramientas de recuperación** en caso de desastre
- ◆ **Herramientas para la creación de copias de seguridad**
- ◆ **Herramientas para la gestión de la comunicación** de la base de datos
- ◆ **Herramientas para la creación de aplicaciones** que utilicen esquemas externos de los datos
- ◆ **Herramientas de instalación** de la base de datos
- ◆ **Herramientas para la exportación e importación** de datos

(1.1.4) niveles de abstracción de una base de datos

introducción

En cualquier sistema de información se considera que se pueden observar los datos desde dos puntos de vista:

- ♦ **Vista externa.** Esta es la visión de los datos que poseen los usuarios del Sistema de Información.
- ♦ **Vista física.** Esta es la forma en la que realmente están almacenados los datos.

En un sistema orientado a procesos, los usuarios ven los datos desde las aplicaciones creadas por los programadores. Esa vista pueden ser formularios, informes visuales o en papel, ... Pero la realidad física de esos datos, tal cual se almacenan en los discos queda oculta. Esa visión está reservada a los administradores.

En el caso de los Sistemas de Base de datos, se añade una tercera vista, que es la **vista conceptual**. Esa vista se sitúa entre la física y la externa. Se habla pues en Bases de datos de la utilización de tres esquemas para representar los datos.

esquema físico

Representa la forma en la que están almacenados los datos. Esta visión sólo la requiere el **administrador/a**. El administrador la necesita para poder gestionar más eficientemente la base de datos.

En este esquema se habla de archivos, directorios o carpetas, unidades de disco, servidores, ...

esquema conceptual

Se trata de un esquema teórico de los datos en el que figuran organizados en estructuras reconocibles del mundo real y en el que también aparece la forma de relacionarse los datos. Este esquema es el paso que permite modelar un problema real a su forma correspondiente en el ordenador.

Este esquema es la base de datos de todos los demás. Como se verá más adelante es el primer paso a realizar al crear una base de datos.

El esquema conceptual lo realiza **diseñadores/as** o **analistas**.

esquema externo

Se trata de la visión de los datos que poseen los **usuarios y usuarias finales**. Esa visión es la que obtienen a través de las aplicaciones. Las aplicaciones creadas por los desarrolladores abstraen la realidad conceptual de modo que el usuario no conoce las relaciones entre los datos, como tampoco conoce todos los datos que realmente se almacenan.

Realmente cada aplicación produce un esquema externo diferente (aunque algunos pueden coincidir) o **vista de usuario**. El conjunto de todas las vistas de usuario es lo que se denomina **esquema externo global**.

(1.2) componentes de los SGBD

(1.2.1) funciones, lenguajes de los SGBD

Los SGBD tienen que realizar tres tipos de funciones para ser considerados válidos.

función de descripción o definición

Permite al diseñador de la base de datos crear las estructuras apropiadas para integrar adecuadamente los datos. Esta función es la que permite definir las tres estructuras de la base de datos (relacionadas con sus tres esquemas).

- ◆ Estructura interna
- ◆ Estructura conceptual
- ◆ Estructura externa

Esta función se realiza mediante el **lenguaje de descripción de datos** o **DDL**. Mediante ese lenguaje:

- ◆ Se definen las estructuras de datos
- ◆ Se definen las relaciones entre los datos
- ◆ Se definen las reglas que han de cumplir los datos

función de manipulación

Permite modificar y utilizar los datos de la base de datos. Se realiza mediante el **lenguaje de modificación de datos** o **DML**. Mediante ese lenguaje se puede:

- ◆ Añadir datos
- ◆ Eliminar datos
- ◆ Modificar datos
- ◆ Buscar datos

Actualmente se suele distinguir aparte la función de buscar datos en la base de datos (**función de consulta**). Para lo cual se proporciona un **lenguaje de consulta de datos** o **DQL**.

función de control

Mediante esta función los administradores poseen mecanismos para proteger las visiones de los datos permitidas a cada usuario, además de proporcionar elementos de creación y modificación de esos usuarios.

Se suelen incluir aquí las tareas de copia de seguridad, carga de ficheros, auditoría, protección ante ataques externos, configuración del sistema,...

El lenguaje que implementa esta función es el **lenguaje de control de datos** o **DCL**.

(1.2.2) recursos humanos de las bases de datos

Intervienen (como ya se ha comentado) muchas personas en el desarrollo y manipulación de una base de datos. Habíamos seleccionado cuatro tipos de usuarios (administradores/as, desarrolladores, diseñadores/as y usuarios/as). Ahora vamos a desglosar aún más esta clasificación.

informáticos

Lógicamente son los profesionales que definen y preparan la base de datos. Pueden ser:

- ◆ **Directivos/as.** Organizadores y coordinadores del proyecto a desarrollar y máximos responsables del mismo. Esto significa que son los encargados de decidir los recursos que se pueden utilizar, planificar el tiempo y las tareas, la atención al usuario y de dirigir las entrevistas y reuniones pertinentes.
- ◆ **Analistas.** Son los encargados de controlar el desarrollo de la base de datos aprobada por la dirección. Normalmente son además los **diseñadores de la base de datos** (especialmente de los esquemas interno y conceptual) y los directores de la programación de la misma.
- ◆ **Administradores/as de las bases de datos.** Encargados de crear el esquema interno de la base de datos, que incluye la planificación de copia de seguridad, gestión de usuarios y permisos y creación de los objetos de la base de datos.
- ◆ **Desarrolladores/as o programadores/as.** Encargados de la realización de las aplicaciones de usuario de la base de datos.
- ◆ **Equipo de mantenimiento.** Encargados de dar soporte a los usuarios en el trabajo diario (suelen incorporar además tareas administrativas como la creación de copias de seguridad por ejemplo o el arreglo de problemas de red por ejemplo).

usuarios

- ◆ **Expertos/as.** Utilizan el lenguaje de manipulación de datos (**DML**) para acceder a la base de datos. Son usuarios que utilizan la base de datos para gestión avanzada de decisiones.
- ◆ **Habituales.** Utilizan las aplicaciones creadas por los desarrolladores para consultar y actualizar los datos. Son los que trabajan en la empresa a diario con estas herramientas y el objetivo fundamental de todo el desarrollo de la base de datos.
- ◆ **Ocasionales.** Son usuarios que utilizan un acceso mínimo a la base de datos a través de una aplicación que permite consultar ciertos datos. Serían por ejemplo los usuarios que consultan el horario de trenes a través de Internet.

(1.2.3) estructura multicapa

El proceso que realiza un SGBD está en realidad formado por varias capas que actúan como interfaces entre el usuario y los datos. Fue el propio organismo ANSI (en su modelo X3/SPARC que luego se comenta) la que introdujo una mejora de su modelo de bases de datos en 1988 a través de un grupo de trabajo llamado **UFTG** (*User Facilities Task Group*, grupo de trabajo para las facilidades de usuario). Este modelo toma como objeto principal al usuario habitual de la base de datos y modela el funcionamiento de la base de datos en una sucesión de capas cuya finalidad es ocultar y proteger la parte interna de las bases de datos.

Desde esta óptica para llegar a los datos hay que pasar una serie de capas que desde la parte más externa poco a poco van entrando más en la realidad física de la base de datos. Esa estructura se muestra en la Ilustración 4.



Ilustración 4, Modelo de referencia de las facilidades de usuario

facilidades de usuario

Son las herramientas que proporciona el SGBD a los usuarios para permitir un acceso más sencillo a los datos. Actúan de interfaz entre el usuario y la base de datos, y son el único elemento que maneja el usuario.

capa de acceso a datos

La capa de acceso a datos es la que permite comunicar a las aplicaciones de usuario con el diccionario de datos a través de las herramientas de gestión de datos que incorpore el SGBD.

diccionario de datos

Se trata del elemento que posee todos los metadatos. Gracias a esta capa las solicitudes de los clientes se traducen en instrucciones que hacen referencia al esquema interno de la base de datos.

núcleo

El núcleo de la base de datos es la encargada de traducir todas las instrucciones requeridas y prepararlas para su correcta interpretación por parte del sistema. Realiza la traducción física de las peticiones.

sistema operativo

Es una capa externa al software SGBD pero es la única capa que realmente accede a los datos en sí.

(1.2.4) funcionamiento del SGBD

El esquema siguiente presenta el funcionamiento típico de un SGBD:

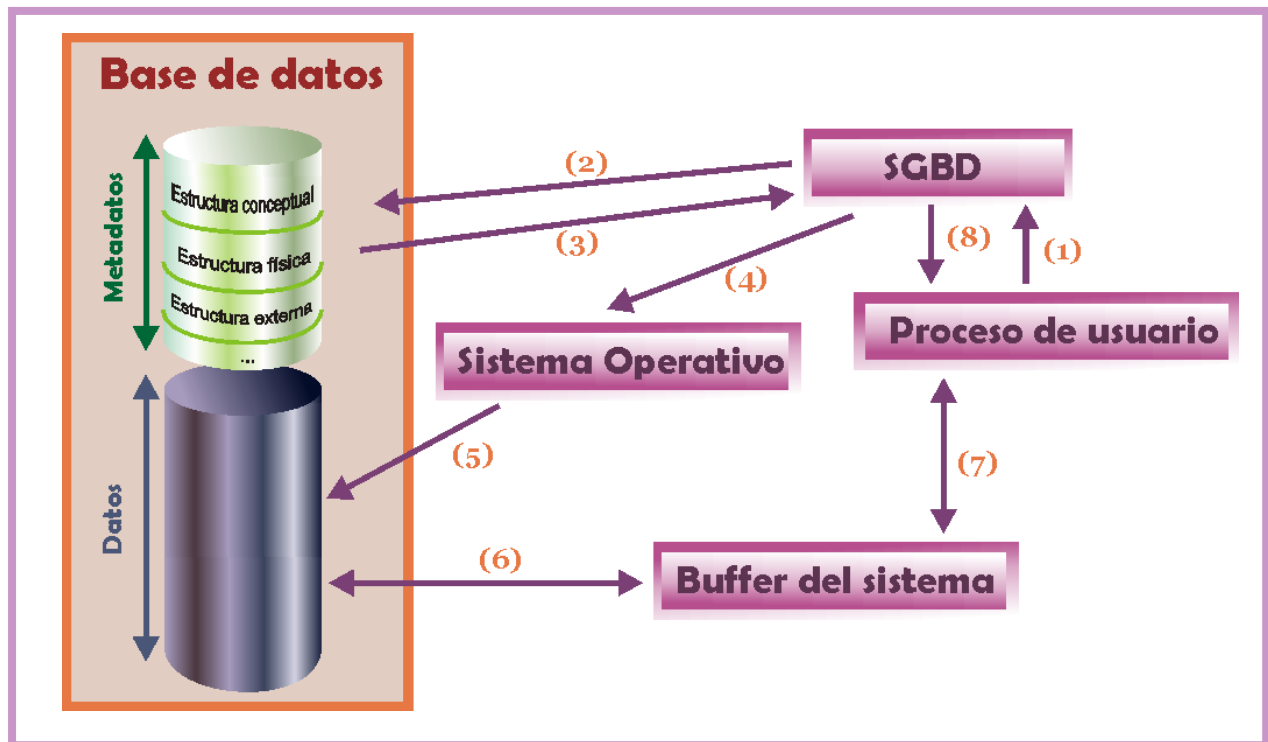


Ilustración 5, Esquema del funcionamiento de un SGBD

El esquema anterior reproduce la comunicación entre un proceso de usuario que desea acceder a los datos y el SGBD:

- (1) El proceso lanzado por el usuario llama al SGBD indicando la porción de la base de datos que se desea tratar
- (2) El SGBD traduce la llamada a términos del esquema lógico de la base de datos. Accede al esquema lógico comprobando derechos de acceso y la traducción física (normalmente los metadatos se guardan una zona de memoria global y no en el disco)
- (3) El SGBD obtiene el esquema físico
- (4) El SGBD traduce la llamada a los métodos de acceso del Sistema Operativo que permiten acceder realmente a los datos requeridos
- (5) El Sistema Operativo accede a los datos tras traducir las órdenes dadas por el SGBD
- (6) Los datos pasan del disco a una memoria intermedia o *buffer*. En ese buffer se almacenarán los datos según se vayan recibiendo
- (7) Los datos pasan del buffer al área de trabajo del usuario (ATU) del proceso del usuario. Los pasos 6 y 7 se repiten hasta que se envíe toda la información al proceso de usuario.

- (8) En el caso de que haya errores en cualquier momento del proceso, el SGBD devuelve indicadores en los que manifiesta si ha habido errores o advertencias a tener en cuenta. Esto se indica al área de comunicaciones del proceso de usuario. Si las indicaciones son satisfactorias, los datos de la ATU serán utilizables por el proceso de usuario.

(1.3) arquitectura de los SGBD. estándares

Es uno de los aspectos que todavía sigue pendiente. Desde la aparición de los primeros gestores de base de datos se intentó llegar a un acuerdo para que hubiera una estructura común para todos ellos, a fin de que el aprendizaje y manejo de este software fuera más provechoso y eficiente.

El acuerdo nunca se ha conseguido del todo, no hay estándares aceptados del todo. Aunque sí hay unas cuentas propuestas de estándares que sí funcionan como tales.

(1.3.1) organismos de estandarización

Los intentos por conseguir una estandarización han estado promovidos por organismos de todo tipo. Algunos son estatales, otros privados y otros promovidos por los propios usuarios. Los tres que han tenido gran relevancia en el campo de las bases de datos son ANSI/SPARC/X3, CODASYL y ODMG (éste sólo para las bases de datos orientadas a objetos). Los organismos grandes (que recogen grandes responsabilidades) dividen sus tareas en comités, y éstos en grupos de trabajo que se encargan de temas concretos.

(1.3.2) SC21 y JTC1

- ◆ ISO (*International Organization for Standardization*). Es un organismo internacional de definición de estándares de gran prestigio.
- ◆ IEC (*International Electrotechnical Commission*). Organismo de definición de normas en ambientes electrónicos. Es la parte, en definitiva de ISO, dedicada a la creación de estándares.
- ◆ JTC 1 (*Joint Technical Committee*). Comité parte de IEC dedicado a la tecnología de la información (informática). En el campo de las bases de datos, el subcomité SC 21 (en el que participan otros organismos nacionales, como el español AENOR) posee un grupo de trabajo llamado WG 3 que se dedica a las bases de datos. Este grupo de trabajo es el que define la estandarización del lenguaje SQL entre otras cuestiones.

(1.3.3) DBTG/Codasyl

Codasyl (*Conference on Data System Languages*) es el nombre de una conferencia iniciada en el año 1959 y que dio lugar a un organismo con la idea de conseguir un lenguaje estándar para la mayoría de máquinas informáticas. Participaron organismos privados y públicos del gobierno de Estados Unidos con

la finalidad de definir estándares. Su primera tarea fue desarrollar el lenguaje **COBOL** y otros elementos del análisis, diseño y la programación de ordenadores.

La tarea real de estandarizar esos lenguajes se la cedieron al organismo ANSI, pero las ideas e inicios de muchas tecnologías se idearon en el consorcio Codasyl.

EN 1967 se crea un **grupo de tareas para bases de datos (Data Base Task Group)** y Codasyl pasa a denominarse DBTG grupo que definió el **modelo en red de bases de datos** y su integración con COBOL. A este modelo en red se le denomina **modelo Codasyl** o modelo DBTG y que fue finalmente aceptado por la ANSI.

(1.3.4) ANSI/X3/SPARC

ANSI (American National Science Institute) es un organismo científico de Estados Unidos que ha definido diversos estándares en el campo de las bases de datos. **X3** es la parte de ANSI encargada de los estándares en el mundo de la electrónica. Finalmente **SPARC, System Planning and Repairments Committee**, comité de planificación de sistemas y reparaciones es una subsección de X3 encargada de los estándares en Sistemas Informáticos en especial del campo de las bases de datos. Su logro fundamental ha sido definir un modelo de referencia para las bases de datos (que se estudiará posteriormente).

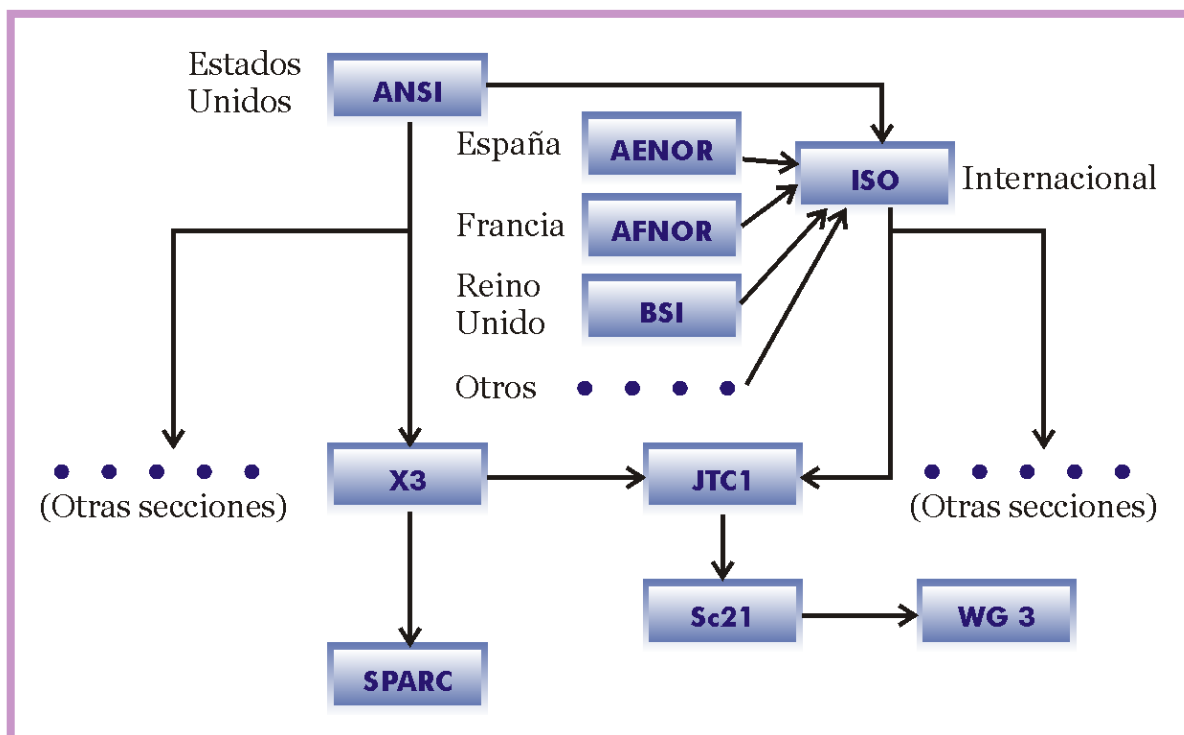


Ilustración 6, Relación entre los organismos de estandarización

En la actualidad ANSI para Estados Unidos e ISO para todo el mundo son nombres equivalentes en cuanto a estandarización de bases de datos, puesto que se habla ya de un único modelo de sistema de bases de datos.

(1.3.5) Modelo ANSI/X3/SPARC

El organismo ANSI ha marcado la referencia para la construcción de SGBD. El modelo definido por el grupo de trabajo SPARC se basa en estudios anteriores en los que se definían tres niveles de abstracción necesarios para gestionar una base de datos. ANSI profundiza más en esta idea y define cómo debe ser el proceso de creación y utilización de estos niveles.

En el modelo ANSI se indica que hay tres modelos: **externo**, **conceptual** e **interno**. Se entiende por modelo, el conjunto de normas que permiten crear esquemas (diseños de la base de datos).

Los esquemas externos reflejan la información preparada para el usuario final, el esquema conceptual refleja los datos y relaciones de la base de datos y el esquema interno la preparación de los datos para ser almacenados.

El esquema conceptual contiene la información lógica de la base de datos. Su estructuración y las relaciones que hay entre los datos.

El esquema interno contiene información sobre cómo están almacenados los datos en disco. Es el esquema más cercano a la organización real de los datos.

En definitiva el modelo ANSI es una propuesta teórica sobre como debe funcionar un sistema gestor de bases de datos (sin duda, la propuesta más importante). Su idea es la siguiente:

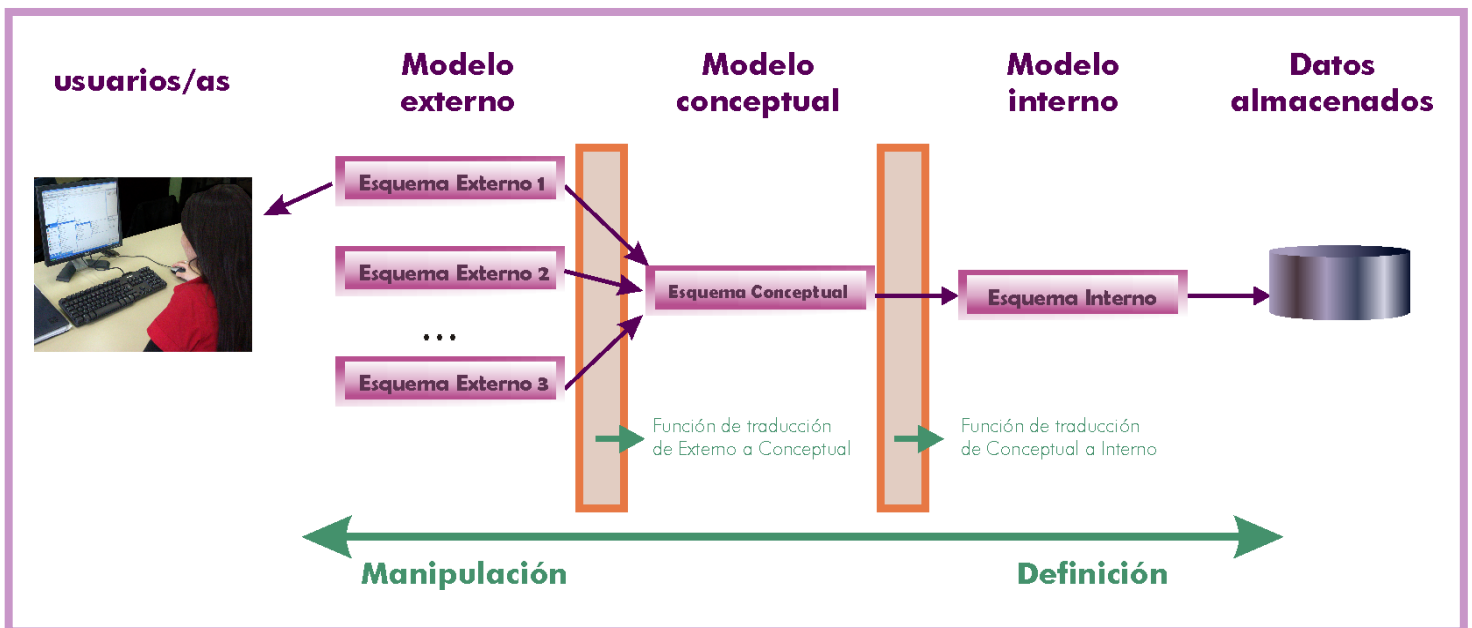


Ilustración 7, Niveles en el modelo ANSI

LEYENDA

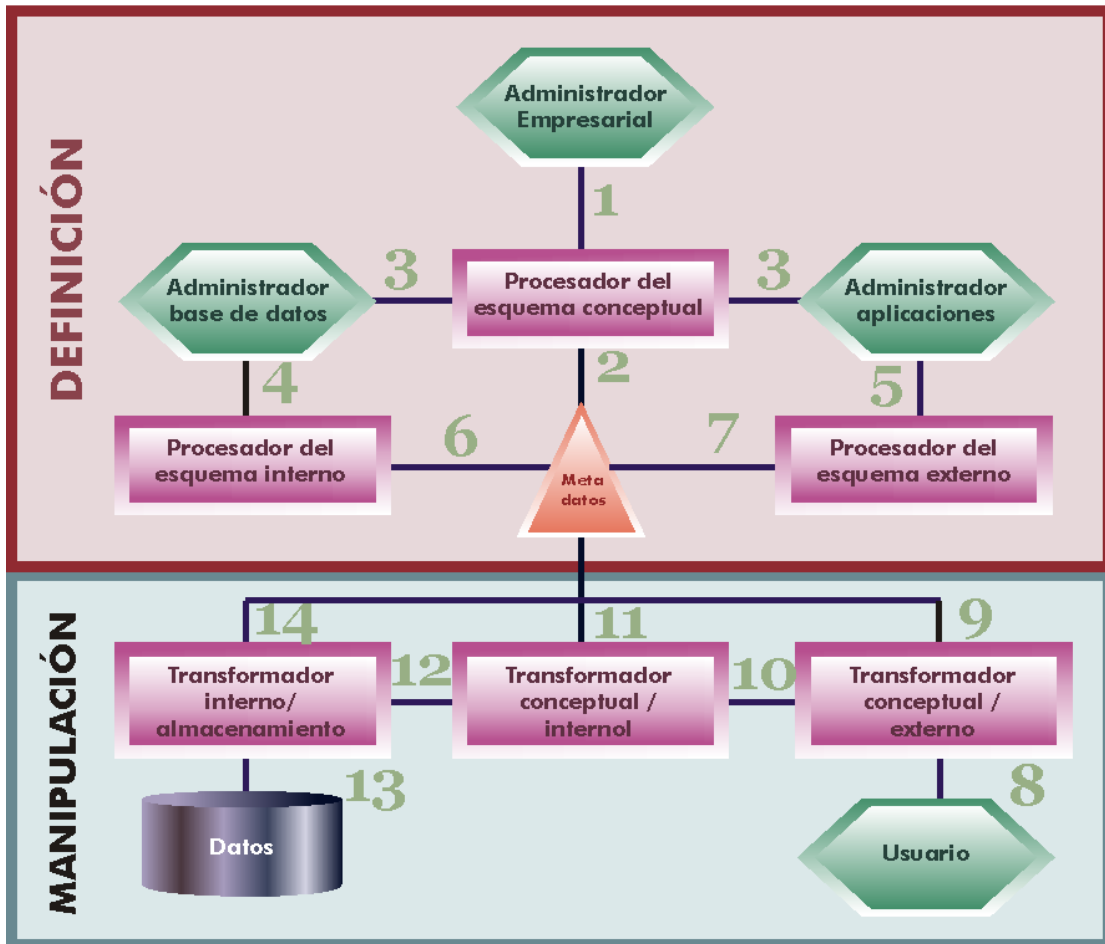


Ilustración 8, Arquitectura ANSI

En la *Ilustración 7*, el paso de un esquema a otro se realiza utilizando una interfaz o función de traducción. En su modelo, la ANSI no indica cómo se debe realizar esta función, sólo que debe existir.

La arquitectura completa (*Ilustración 8*) está dividida en dos secciones, la zona de definición de datos y la de manipulación. Esa arquitectura muestra las funciones realizadas por humanos y las realizadas por programas.

En la fase de **definición**, una serie de interfaces permiten la creación de los **metadatos** que se convierten en el eje de esta arquitectura. La creación de la base de datos comienza con la elaboración del esquema conceptual realizándola el administrador de la empresa (actualmente es el diseñador, pero ANSI no lo llamó así). Ese esquema se procesa utilizando un procesador del esquema conceptual (normalmente una herramienta **CASE**, *interfaz 1* del dibujo anterior) que lo convierte en los metadatos (*interfaz 2*).

La *interfaz 3* permite mostrar los datos del esquema conceptual a los otros dos administradores: el administrador de la base de datos y el de aplicaciones (el desarrollador). Mediante esta información construyen los esquemas internos y

externos mediante las *interfaces 4 y 5* respectivamente, los procesadores de estos esquemas almacenan la información correspondiente a estos esquemas en los metadatos (*interfaces 6 y 7*).

En la fase de **manipulación** el usuario puede realizar operaciones sobre la base de datos usando la *interfaz 8* (normalmente una aplicación) esta petición es transformada por el transformador externo/conceptual que obtiene el esquema correspondiente ayudándose también de los metadatos (*interfaz 9*). El resultado lo convierte otro transformador en el esquema interno (*interfaz 10*) usando también la información de los metadatos (*interfaz 11*). Finalmente del esquema interno se pasa a los datos usando el último transformador (*interfaz 12*) que también accede a los metadatos (*interfaz 13*) y de ahí se accede a los datos (*interfaz 14*). Para que los datos se devuelvan al usuario en formato adecuado para él se tiene que hacer el proceso contrario (observar dibujo).

(1.3.6) proceso de creación y manipulación de una base de datos actual

El modelo ANSI de bases de datos sigue estando vigente y por ello el ciclo de vida de una base de datos continúa atendiendo a las directrices marcadas por el modelo. No obstante sí han cambiado el nombre de los recursos humanos.

fase de creación:

- (1)** El **analista** o **diseñador** (equivalente a un administrador de esquemas conceptuales del modelo ANSI) utiliza una **herramienta CASE** para crear el esquema conceptual
- (2)** El **administrador** de la base de datos (**DBA**) crea el esquema interno utilizando las herramientas de definición de datos del SGBD y herramientas CASE
- (3)** Los **desarrolladores** utilizan las aplicaciones necesarias para generar el esquema externo mediante herramientas de creación de aplicaciones apropiadas y herramientas CASE

fase de manipulación:

- (1)** El usuario realiza una consulta utilizando el esquema externo
- (2)** Las aplicaciones las traducen a su forma conceptual
- (3)** El esquema conceptual es traducido por la SGBD a su forma interna
- (4)** EL Sistema Operativo accede al almacenamiento físico correspondiente y devuelve los datos al SGBD
- (5)** El SGBD transforma los datos internos en datos conceptuales y los entrega a la aplicación
- (6)** La aplicación muestra los datos habiéndolos traducido en su forma externa. Así los ve el usuario