



Universidad de Granada

[decsai.ugr.es](http://decsai.ugr.es)

# **Fundamentos de Bases de Datos**

Grado en Ingeniería Informática

## **Tema 2: Arquitectura de un SGBD**



**DECSAI**

**Departamento de Ciencias de la  
Computación e Inteligencia Artificial**

- 1. Una arquitectura con tres niveles**
- 2. Correspondencias entre niveles**
- 3. Lenguajes de una BD**
- 4. Enfoques para la arquitectura de un SGBD**
- 5. El administrador de la BD**



- 1. Una arquitectura con tres niveles**
2. Correspondencias entre niveles
3. Lenguajes de una BD
4. Enfoques para la arquitectura de un SGBD
5. El administrador de la BD



### ¿Por qué organizar en niveles?

- Los **usuarios** pueden acceder a los **mismos datos**, pero desde **distintas perspectivas**.
  - Si un usuario cambia la forma de ver los datos no influye en el resto.
- La **organización global** de los datos puede cambiarse sin afectar a los usuarios (**independencia lógica**).
- Los **usuarios no** tienen por qué **gestionar** aspectos relativos a la **representación física de los datos**.
  - El administrador de la BD puede cambiar la forma de representar los datos sin influir en los usuarios.

**La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:**

- Nivel Interno
- Nivel Conceptual
- Nivel Externo
  - ANSI/SPARC
  - Precedente de dos niveles: DBTG - CODASYL

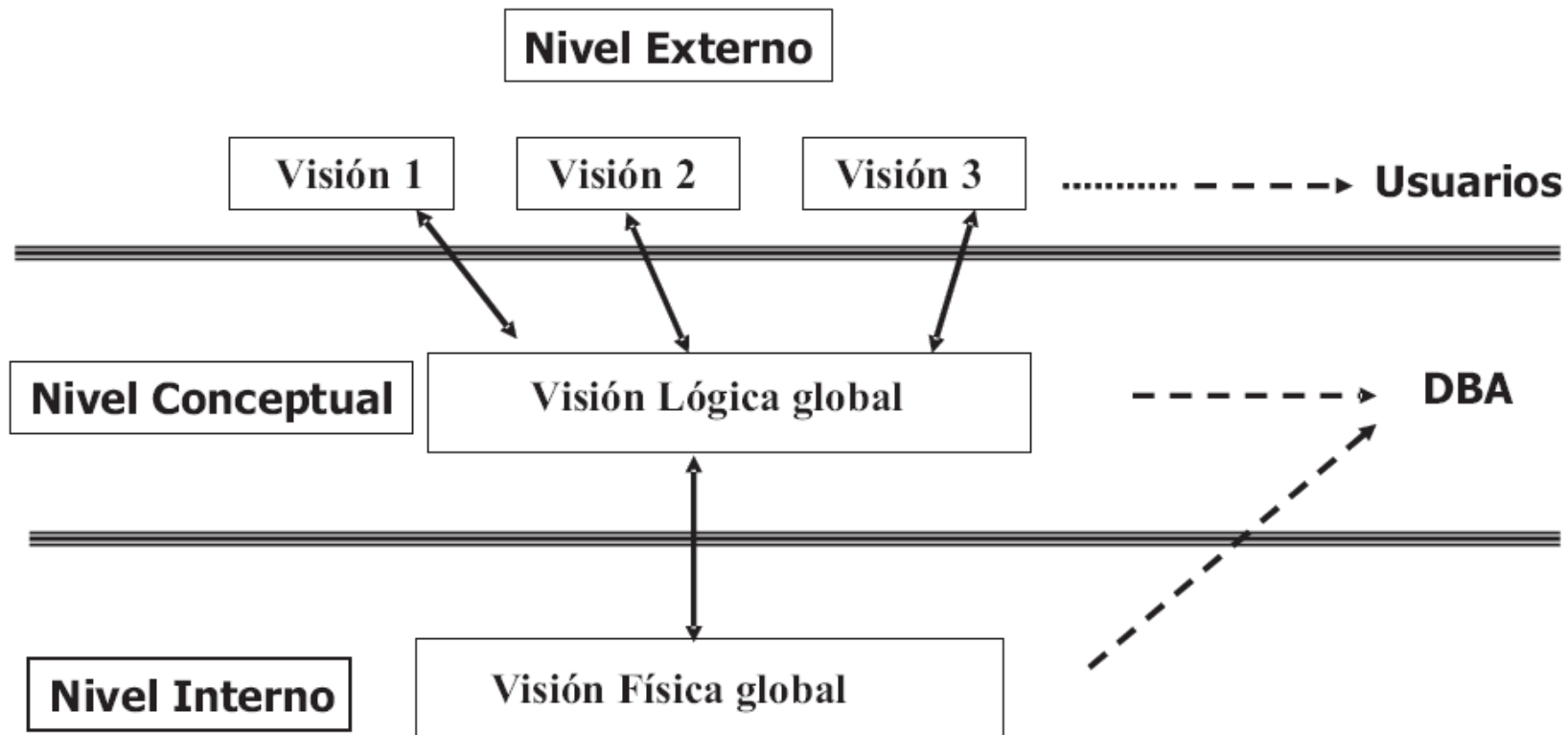
### La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:

**Definición 2.1 (Nivel Interno).** *Constituye la representación de la BD más cercana a la estructura de almacenamiento físico. Por tanto, es la capa donde se establece la forma en que se implantan las estructuras de datos que organizan los niveles superiores.*

**Definición 2.2 (Nivel Conceptual).** *Supone una abstracción global de la BD que integra y aglutina todas las percepciones que los usuarios tienen de ella.*

**Definición 2.3 (Nivel Externo).** *A este nivel se definen todas las percepciones particulares de la BD por parte de los usuarios. Cada usuario puede tener su propia visión de la BD.*

**La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:**



**La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:**

### Nivel Externo

- Parte de la BD que es relevante para cada usuario.
  - Sólo aquellas entidades, relaciones y atributos que le son de interés.
  - Representadas de la forma que le interesa al usuario:
    - Ejemplos:
      - » Nombre completo o nombre y apellidos
      - » Fecha o día, mes y año
      - » ...
  - Datos calculados a partir de los que hay:
    - Edad
    - Ventas totales
    - ...



**La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:**

### **Nivel Conceptual**

- Visión global de los datos.
- Estructura lógica de los datos:  
Qué datos están almacenados y qué relaciones hay entre ellos.
- Este nivel **representa**:
  - Todas las **entidades, atributos y relaciones**.
  - Las **restricciones** que afectan a los datos.
  - Información **semántica sobre los datos**.
  - Información de **seguridad** y de **integridad**.
- Da **soporte** a cada vista externa.
- No debe contener **ningún detalle de almacenamiento**.

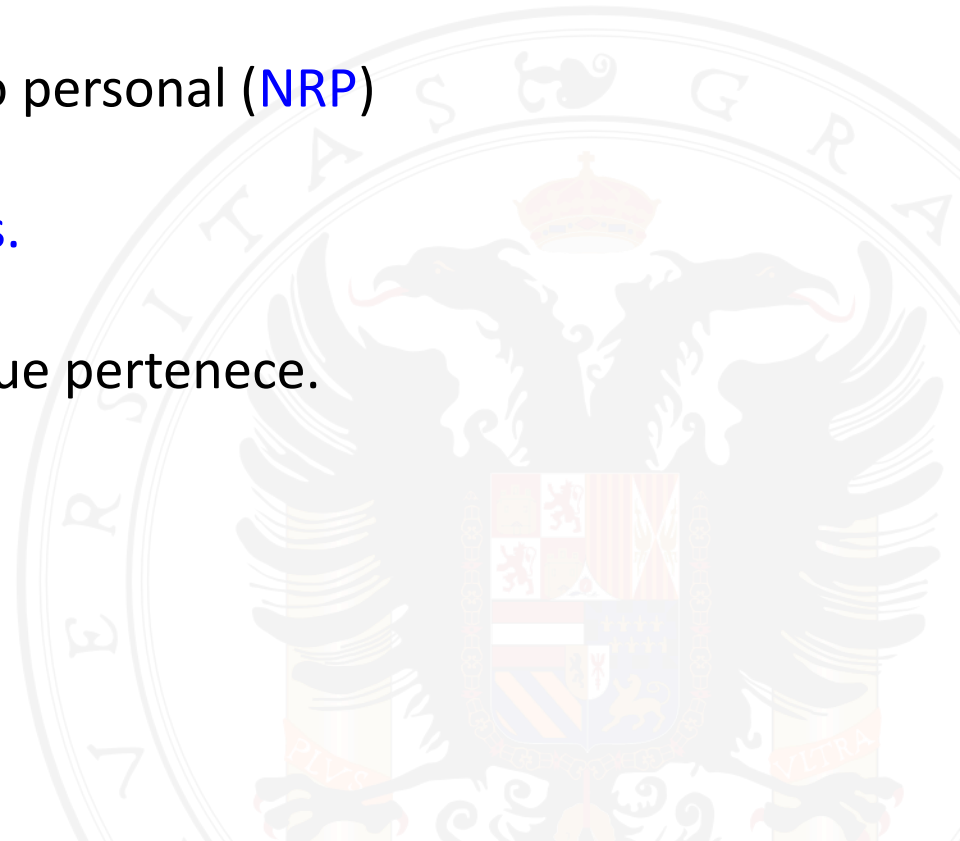
**La percepción de los datos en un SGBD puede hacerse siguiendo tres niveles de abstracción:**

### Nivel Interno

- Representación física de la BD en el ordenador.
- Cómo están almacenados los datos.
- Busca el rendimiento óptimo del sistema.
- Representa:
  - Estructuras de datos.
  - Organizaciones en ficheros.
  - Comunicación con el SO para gestionar el uso de unidades de almacenamiento.
  - Compresión de datos, cifrado ...
- Parte de las responsabilidades de este nivel las realiza el SO:
  - Nivel físico.
  - No existe una división clara, depende de cada SGBD y de cada SO.

### Ejemplo: Gestión docente universitaria

- Item básico **PROFESOR**
  - **Identificado** por:
    - Número de registro personal (**NRP**)
  - **Caracterizado** por:
    - **Nombre y apellidos.**
    - **Sueldo**
    - **Departamento** al que pertenece.



### Ejemplo: Gestión docente universitaria

#### Visión conceptual

Profesor = registro de

NRP	campo alfanumérico de 10 caracteres,
Apellidos	campo alfanumérico de 30 caracteres,
Nombre	campo alfanumérico de 20 caracteres,
Sueldo	campo decimal de 8+2 dígitos,
Departamento	campo alfanumérico de 30 caracteres

fin Profesor.

### Ejemplo: Gestión docente universitaria

#### Visión externa 1

- Gestión de **personal**
- Lenguaje A

```
TYPE Profesor IS RECORD (
    NRP VARCHAR2(10),
    Apellidos VARCHAR2(30),
    Nombre VARCHAR2(20),
    Sueldo NUMBER(8,2)
);
```

#### Visión externa 2

- Ordenación **académica**
- Lenguaje B

```
TYPE Profesor = RECORD
    NRP : STRING[10];
    Apellidos : STRING[30];
    Nombre : STRING[20];
    Departamento : STRING[30];
END;
```

### Ejemplo: Gestión docente universitaria

#### Visión interna

`Profesor_interno BYTES=74`

`NRP TYPE=BYTES(10),OFFSET=0`

`Apellidos TYPE=BYTES(30),OFFSET=10`

`Nombre TYPE=BYTES(20),OFFSET=40`

`Sueldo TYPE=WORD(2),OFFSET=60`

`Departamento TYPE=BYTES(10),OFFSET=64.`

1. Una arquitectura con tres niveles
2. **Correspondencias entre niveles**
3. Lenguajes de una BD
4. Enfoques para la arquitectura de un SGBD
5. El administrador de la BD



### Transformación o correspondencia entre niveles:

- Conjunto de *normas* que establece *cómo* se *definen* los datos de un nivel en términos de otro.
- Mecanismo *fundamental* para el establecimiento de la *independencia*:
  - *Lógica*
  - *Física*



### Transformación **conceptual / interna**:

- **Cómo** se organizan las **entidades lógicas** del nivel conceptual **en términos de registros y campos** almacenados en el **nivel interno**.
- **Independencia física**:
  1. **Cambio** en el nivel **interno**.
  2. Se **cambia** la **correspondencia**.
  3. **No varía** el nivel **conceptual**.

### Transformación **externa / conceptual:**

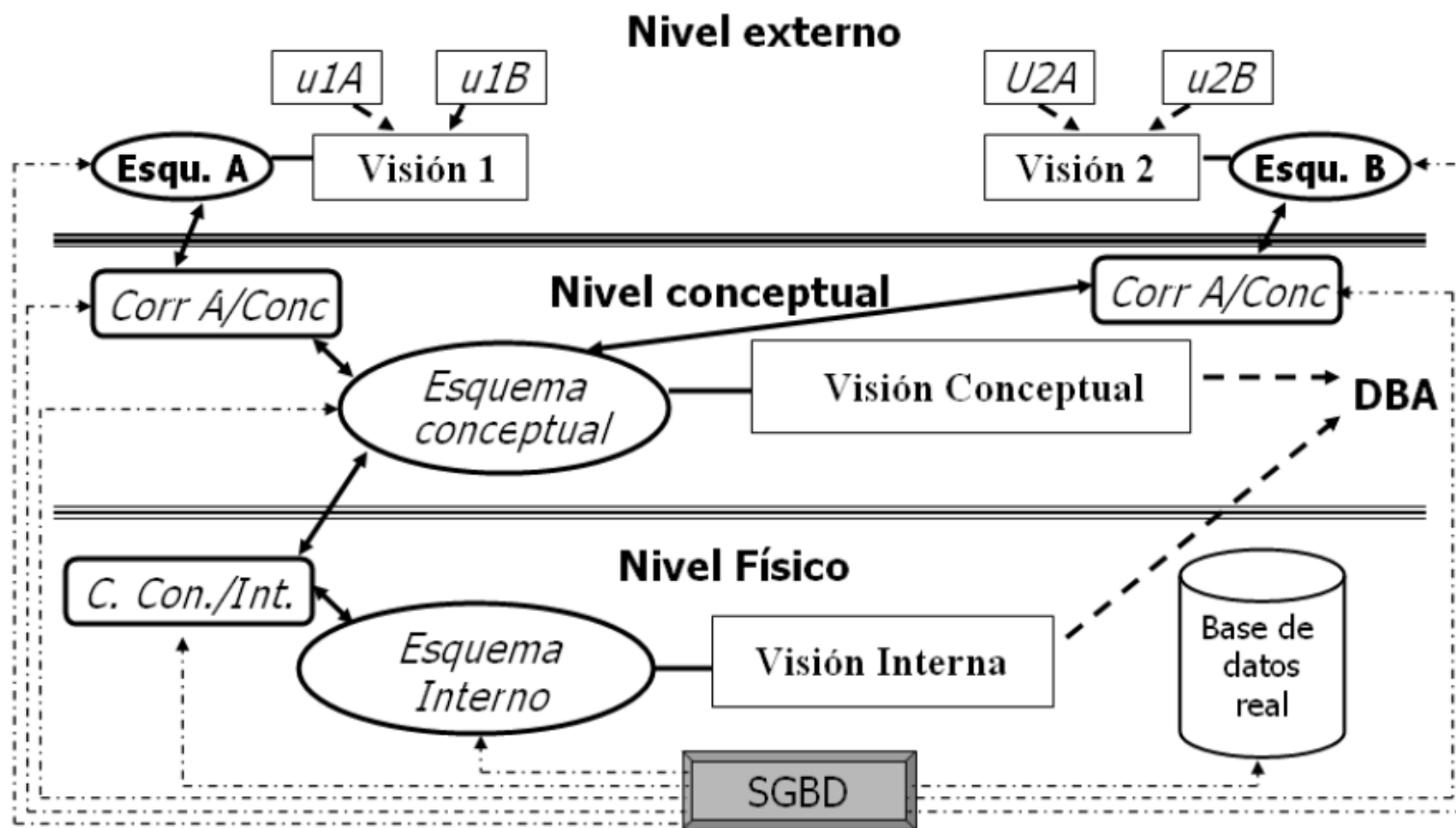
- Describe un **esquema externo** en **términos** del **esquema conceptual** subyacente.
- **Independencia lógica:**
  1. **Cambios** en el nivel **conceptual**.
  2. Se **cambia** la **correspondencia**.
  3. **No varía** el nivel **externo**.

*No siempre es posible*

### Transformación **externa / externa**:

- Algunos SGBDs permiten describir **esquemas externos** en términos de **otros esquemas externos**.
- Independencia lógica:
  1. Cambios en el **esquema** externo **subyacente**.
  2. Se **cambia** la **correspondencia**.
  3. **No varía** el **esquema** externo **dependiente**.

### Transformaciones y correspondencias:



1. Una arquitectura con tres niveles
2. Correspondencias entre niveles
3. **Lenguajes de una BD**
4. Enfoques para la arquitectura de un SGBD
5. El administrador de la BD



### Recomendación **ANSI/SPARC**:

- Disponer de un **lenguaje** específico **orientado a los datos**:
  - **Definición** de datos.
  - **Control** de datos.
  - **Manipulación** de datos.
- **Sublenguaje** de **datos**: **DSL**
  - **Implementado** en el propio **SGBD**.
  - Tiene distintas partes:
    - **DDL** (*Data Definition Language*)
    - **DCL** (*Data Control Language*)
    - **DML** (*Data Manipulation Language*)

### Recomendación **ANSI/SPARC**:

**Definición 2.4 (DDL).** *(Del inglés, Data Definition Language) O sublenguaje de definición de datos. Subconjunto del DSL destinado a la definición de estructuras de datos y esquemas en la BD.*

**Definición 2.5 (DML).** *(Del inglés, Data Manipulation Language) O sublenguaje de manipulación de datos. Subconjunto del DSL mediante el que podemos introducir datos en los esquemas, modificarlos, eliminarlos y consultarlos. También debe permitir consultar la estructura de los esquemas definidos en la BD.*

**Definición 2.6 (DCL).** *(Del inglés, Data Control Language) O sublenguaje de control de datos, que permite gestionar los requisitos de acceso a los datos y otras tareas administrativas sobre la BD.*

- ANSI/SPARC recomienda disponer de un DDL, un DML y un DCL para cada nivel de la arquitectura.
- En la práctica todos estos sublenguajes se presentan bajo una implementación única.
  - Cada sentencia trabaja sobre uno o varios niveles.
  - Un sistema de privilegios discrimina quién puede ejecutar qué y en qué nivel.
- La industria ha seguido caminos diferentes → lenguajes de datos diferentes.
  - Aparecen intentos de estandarizar los lenguajes de datos.
- Ejemplo destacado:
  - SQL y sus estandarizaciones:
    - SQL89
    - SQL92
    - SQL3



### **Desarrollo de aplicaciones: Lenguaje anfitrión o de aplicación.**

- Desarrollo de aplicaciones en el SO que trabajen sobre la BD.
  - Propósito general:
    - C/C++
    - Java
    - C#
  - Herramientas de desarrollo específicas:
    - Developer de Oracle.
    - Oracle Application Express (Oracle APEX) .
    - Sybase PowerBuilder.
    - IBM Rational Application Developer.
    - ...
- Proporciona:
  - Procesamiento avanzado de datos.
  - Gestión de la interfaz de usuario.

## Hay que establecer un mecanismo para trasladar de la BD al entorno de procesamiento de la aplicación:

- Estructuras de datos.
- Operaciones.

### Acoplamiento:

- Débilmente acoplados:
  - Lenguajes de propósito general.
  - El programador puede distinguir:
    - Sentencias propias del lenguaje anfitrión.
    - Sentencias dispuestas para acceder a la BD a través del DSL.
- Fuertemente acoplados:
  - Lenguajes y herramientas de propósito específico. Mencionadas en la transparencia anterior.
  - Se parte del DSL como elemento central y se le incorporan características procedimentales para facilitar el desarrollo de aplicaciones. P.e. Oracle PL/SQL.

### Alternativas para implementar el acoplamiento débil:

- APIs de acceso a BD:
  - ODBC – Open Database Connectivity
  - JDBC – Java Database Connectivity
- DSL inmerso en el código fuente del lenguaje anfitrión:
  1. El programador escribe un código híbrido. Mezcla sentencias del lenguaje anfitrión con sentencias DSL.
  2. Hay un preprocesador que lo transforma en código fuente lenguaje anfitrión con llamadas a API acceso a BD.
  3. Se compila y se enlaza con la biblioteca de acceso a la BD.
  - Ejemplos: SQL inmerso en C, SQLJ, etc.

### Alternativas para implementar el acoplamiento fuerte:

- Diversas propuestas (la mayoría **propietarias**)
  - **PL/SQL de Oracle**
    - Extensión Procedural para SQL
- Ejecución de **Java** sobre una **máquina virtual implantada** en el propio **SGBD**.

- También han aparecido numerosos entornos de desarrollo específicos para el desarrollo de aplicaciones de gestión:
  - Diseñadores de **informes**
  - Diseñadores de **formularios**
  - ...



1. Una arquitectura con tres niveles
2. Correspondencias entre niveles
3. Lenguajes de una BD
4. **Enfoques para la arquitectura de un SGBD**
5. El administrador de la BD



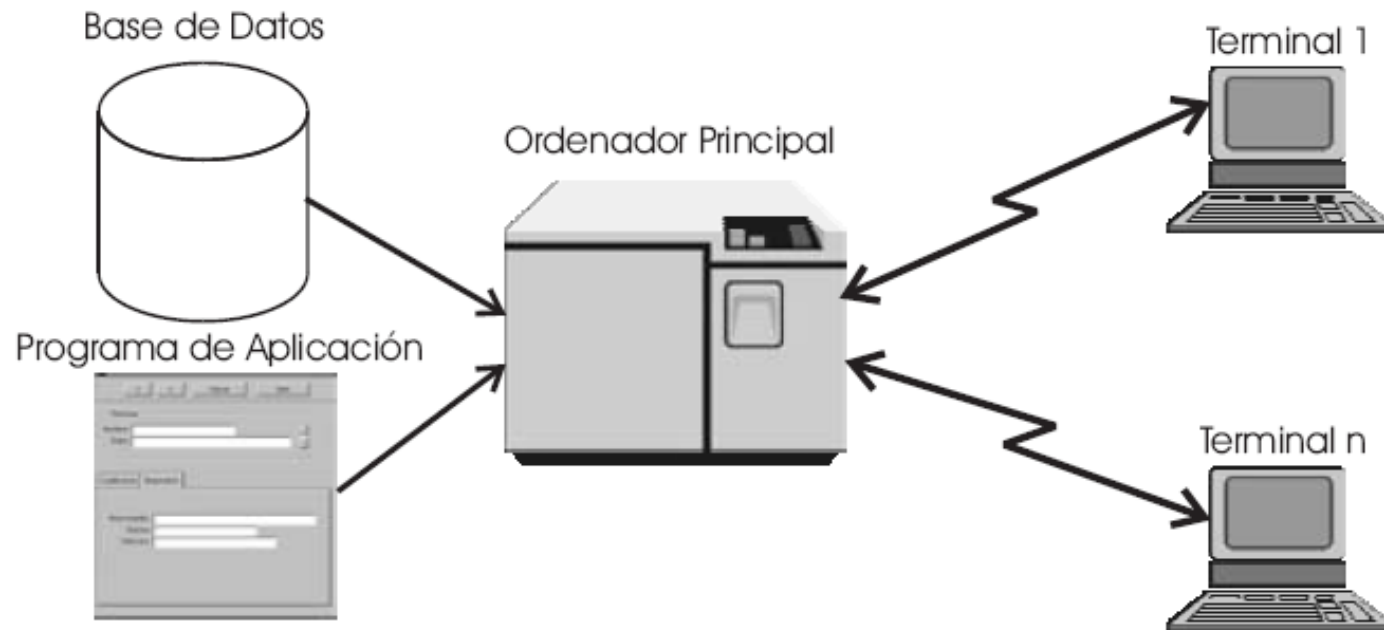
### El concepto de SGBDs ha evolucionado bastante.

- Paralelamente al desarrollo de la Informática:
  - Forma de gestionar la información.
  - Forma de ejecutar los programas.
  - Forma de interactuar con el usuario.

### Inicialmente:

- Esquema centralizado:
  - Toda la carga de gestión y procesamiento de información recaía en servidores centrales.
  - El usuario accedía mediante terminales.
  - En el ordenador principal:
    - SGBD.
    - Programas de aplicación.

### Arquitectura centralizada:



a) Arquitectura Centralizada



### Problema:

- Elevado coste de los ordenadores principales.
  - Aparece el PC.

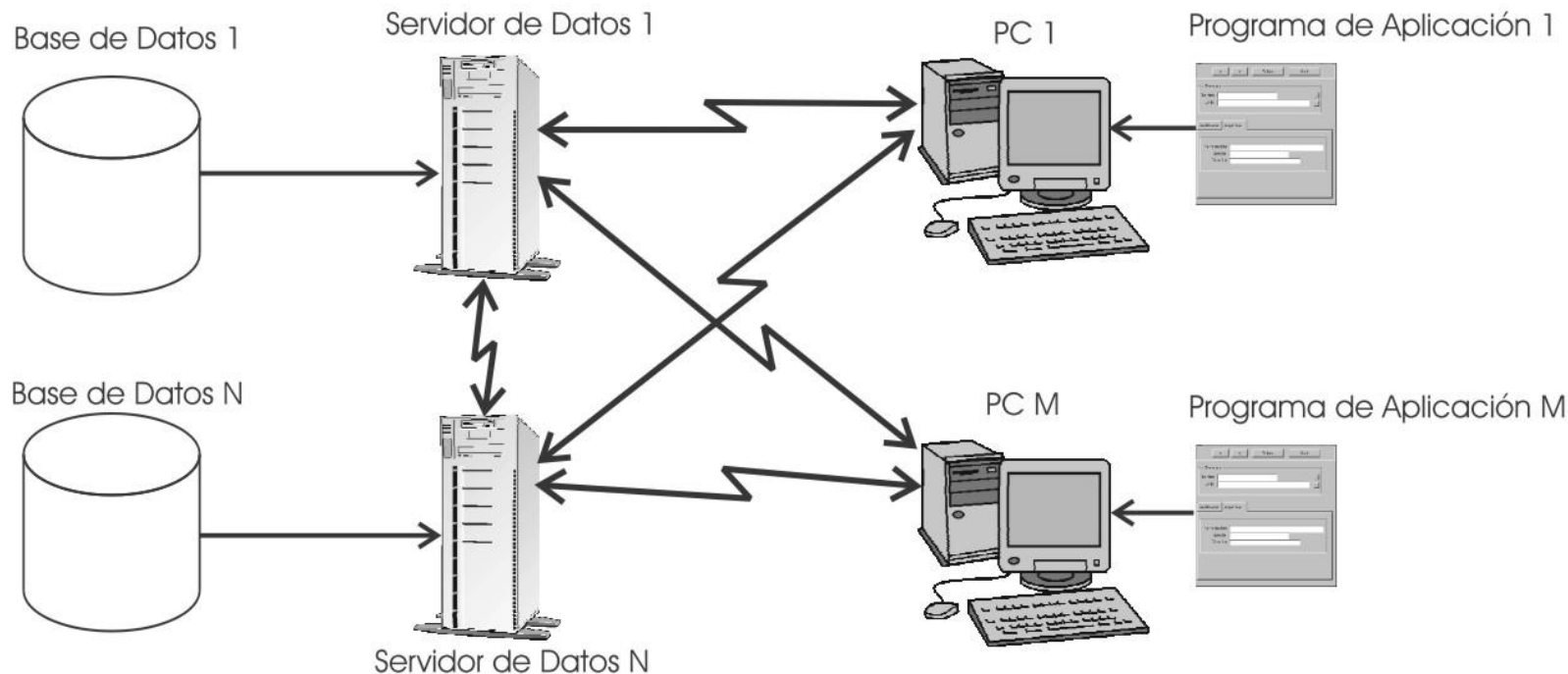
### Solución:

- Desplazar la ejecución de los programas de usuario y la interacción hasta los PCs.
  - Reducción de costes en hardware.
- Aproximación Cliente/Servidor:
  - Servidor:
    - Servidor de BD.
    - Servicio de escucha de peticiones.
  - PCs conectados en red con el servidor:
    - Programas de aplicación.
    - Servicio de enlace cliente que interactúa con el servicio de escucha instalado en el servidor.

### Desarrollo de las redes de comunicaciones:

- Enfoque distribuido para los servidores.

### Arquitectura distribuida:



b) BD Distribuida y programas de aplicación en arquitectura Cliente/Servidor

### Problema:

- Alto coste de mantenimiento de los PCs:
  - Instalación.
  - Configuración.
  - Actualización.

### Solución:

- Separar en las aplicaciones:
  - Parte que interactúa con el usuario: interfaz de usuario.
  - Parte de ejecución lógica del programa.

### Actualmente:

### Arquitectura articulada en tres niveles de procesamiento (I):

- Nivel de Servidor de Datos:
  - Posiblemente distribuido.
  - El SGBD permite organizar la información de la empresa como una BD global.
  - Las peticiones de datos formuladas desde una sede se traducen de forma transparente a peticiones en las sedes donde se encuentran esos datos.

### Actualmente:

### Arquitectura articulada en tres niveles de procesamiento (II):

- Nivel de Servidor de Aplicaciones:

Son evoluciones de Servidores Web que proporcionan los programas de aplicación a Clientes ligeros, que disponen de entornos de ejecución de aplicaciones:

- Usando estándares.
- Protocolos de red TCP/IP.
- Protocolo HTTP.
- Despliegue de Applets Java a ejecutar en Navegadores con soporte de máquina virtual Java.
- Servlets, JSP, ASP, etc.

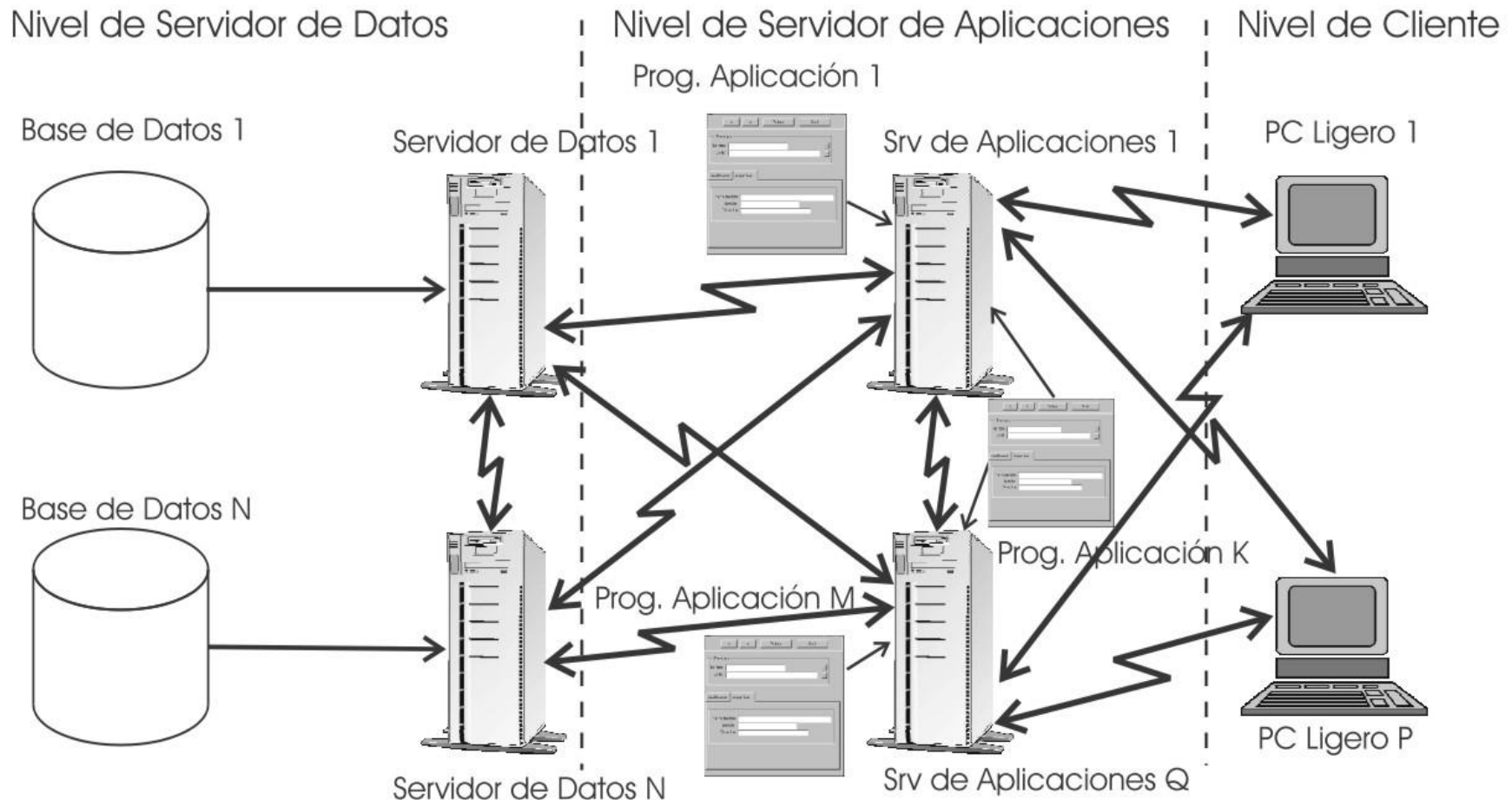
### Actualmente:

### Arquitectura articulada en tres niveles de procesamiento (III):

#### — El Nivel de Cliente:

PCs ligeros dotados de configuraciones basadas en estándares abiertos. En muchos casos se pueden ejecutar las aplicaciones desplegadas en un navegador web con soporte de ejecución de código javascript y html avanzado.

- Basados en el carácter portable con que se distribuyen las aplicaciones desde los servidores de aplicaciones.
- Menos dependencia del hardware y del SO a la hora de abordar la ejecución de las aplicaciones.



c) BD Distribuida y programas de aplicación en arquitectura de tres Capas



### Ventajas:

- Reducción significativa de costes en cuanto al mantenimiento de los clientes: instalación, configuración y actualización de las aplicaciones realizada en el servidor no en cada cliente.
- Mayor facilidad y flexibilidad para el usuario. Puede acceder desde casi cualquier puesto y a veces desde distintos dispositivos: móviles, tablets, portátil, pc, etc.

### Inconvenientes:

- Mayor complejidad en:
  - La configuración y administración de los servidores de aplicaciones.
  - El desarrollo de las aplicaciones conforme a este modelo distribuido.



### Ejemplo:

- Usuario del PC invoca desde el navegador la ejecución de una aplicación a través de una URL.
- La parte de interfaz de usuario de la aplicación se puede distribuir como:
  - Un applet Java que se ejecuta en la máquina virtual del navegador.
  - Una serie de paginas HTML generadas desde el servidor de aplicaciones:
    - Servlets.
    - JSP.
    - ASP.
- La interacción del usuario a través de esta interfaz determina la interacción con la parte lógica de la aplicación que se ejecuta en el servidor de aplicaciones:
  - Peticiones de procesamiento.
  - Acceso a datos de la BD.
  - Generación de nuevas páginas o evolución del applet que ofrecen la respuesta al usuario a través de la interfaz de usuario.

1. Una arquitectura con tres niveles
2. Correspondencias entre niveles
3. Lenguajes de una BD
4. Enfoques para la arquitectura de un SGBD
5. **El administrador de la BD**



### **El DBA es una figura de primordial relevancia en el contexto de los SGBDs:**

- **Elaboración del esquema conceptual:**
  - **Análisis** de las necesidades de **información** de la empresa.
  - **Identificación** de los datos operativos.
  - **Elaboración** del **esquema lógico**.
  - **Implantación** del **esquema conceptual**.
- **Decidir la estructura de almacenamiento en el nivel interno**
  - **Esquema interno**.
  - **Correspondencia conceptual/interna** asociada.

### **El DBA es una figura de primordial relevancia en el contexto de los SGBDs:**

- **Conexión con usuarios:**
  - **Análisis** de requerimientos.
  - **Diseño lógico.**
  - **Codificación** del **esquema externo**, **correspondencias ext/concept.**
- **Definir las restricciones de integridad:**
  - Establecer **reglas: genéricas y específicas.**
  - **Incluir**, si es posible, la **integridad en** el **esquema conceptual.**

### **El DBA es una figura de primordial relevancia en el contexto de los SGBDs:**

- Definir e **implantar la política de seguridad**:
  - Gestión de **usuarios**.
  - Gestión de **privilegios**.
- Definir e **implantar la estrategia de recuperación frente a fallos**:
  - Los SOs y los SGBDs suelen incorporar facilidades para afrontar los fallos:
    - **SGBDs redundantes**.
    - **RAID** - Redundant Array of Inexpensive Disks
  - El DBA puede y debe **realizar copias de seguridad de la BD**.
  - Políticas de **gestión de transacciones**.

### El DBA es una figura de primordial relevancia en el contexto de los SGBDs:

- Optimización del rendimiento:
  - Liberar espacio no utilizado.
  - Reorganizar las operaciones para que se ejecuten de forma más rápida.
  - Determinar la necesidad de nuevos recursos hardware.
  - Establecer prioridades en el uso de los recursos.
- Monitorizar el SGBD:
  - Seguimiento continuo de la actividad del sistema.
    - Auditar el acceso de los usuarios a los diversos recursos de la BD.
    - Comprobar los niveles de uso de los sistemas de almacenamiento.
    - Evaluar la eficiencia con que se realizan las operaciones.