



Bases de Datos

Tema 2: Modelos de datos

Dpto. de Ingeniería Informática

Contexto

- Asignatura “Bases de datos”, Grado en Ingeniería Informática - UCA
- Competencias
 - C12 Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructuras de las bases de datos, que permitan su adecuado uso, y el diseño y el análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellos
 - C13 Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en web
- Resultados del aprendizaje
 - R2 Saber utilizar los diferentes modelos de datos, sus componentes y la importancia en el diseño de una base de datos
 - R3 Capacidad para descubrir la necesidad de utilizar los sistemas de bases de datos y presentar las características diferenciadoras de los mismos
- Tiempo estimado: 2 horas

Contenidos

- Introducción
- Funciones de un SGBD
- Componentes del entorno de un SGBD
- Arquitectura de una BD
- Modelos de Datos
- Aspectos de un MD
- Referencias

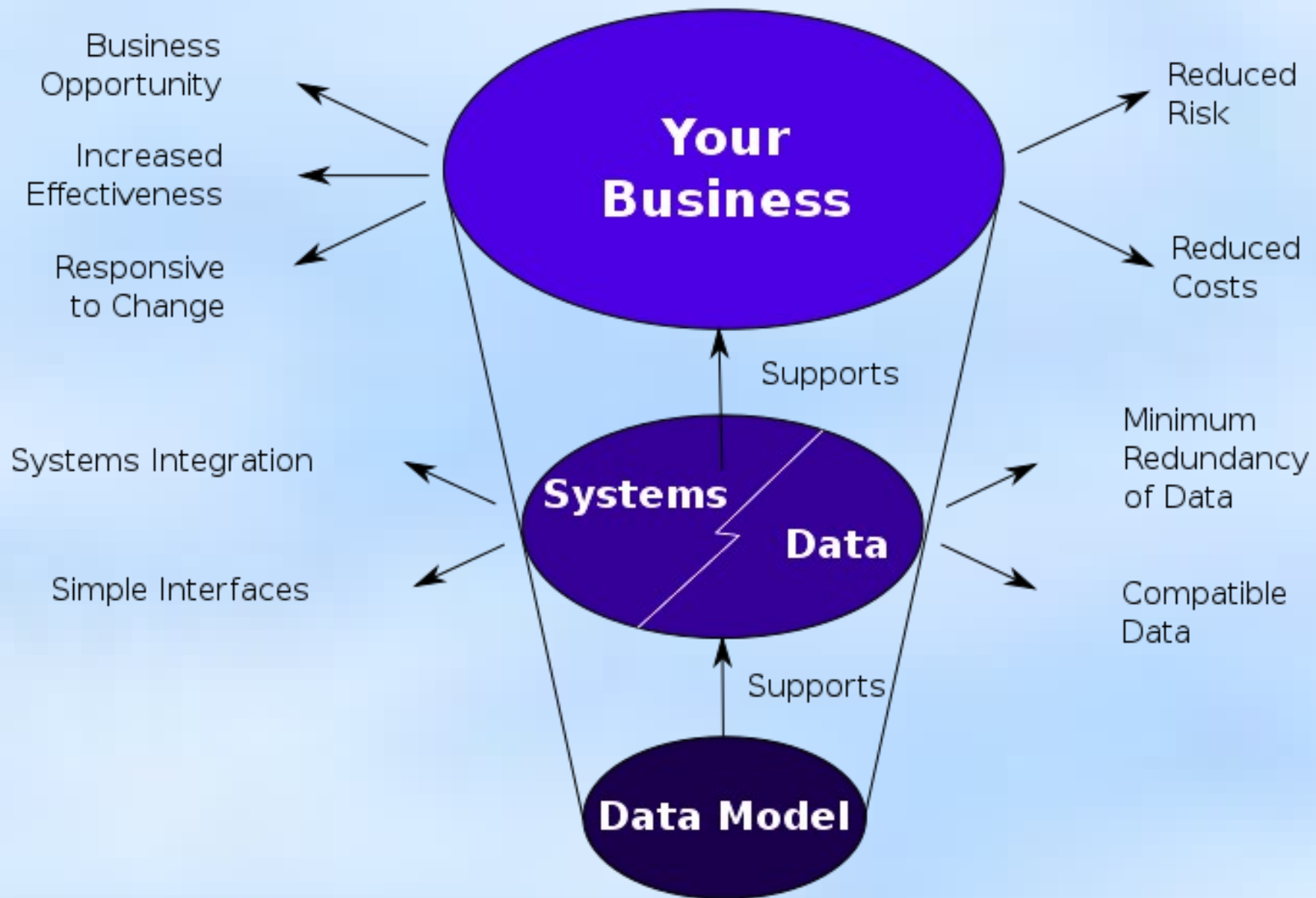
Introducción

- SGBD: Conjunto de programas que permiten a los usuarios crear y mantener una(s) BD
 - Hace de interfaz entre el usuario y la BD
- Facilita las tareas de:
 - Definición: los tipos de datos, y las restricciones existentes entre ellos
 - Construcción: proceso de introducción de los datos en la BD previamente definida
 - Manipulación: insertar, actualizar, eliminar y consultar (generación de informes) datos - CRUD

Sistemas Gestores de BD

- Los SGBD se construye a partir de un modelo de datos
- Modelo de Datos (MD): conjunto de conceptos y reglas que permiten estructurar los requisitos de datos de un sistema
 - Ese estudio lo realiza un humano que decide qué (y cómo) se incluye en la BD y qué se descarta
 - El MD se basa en estructuras de datos y operadores que ofrece el SGBD

Beneficios del modelo de datos

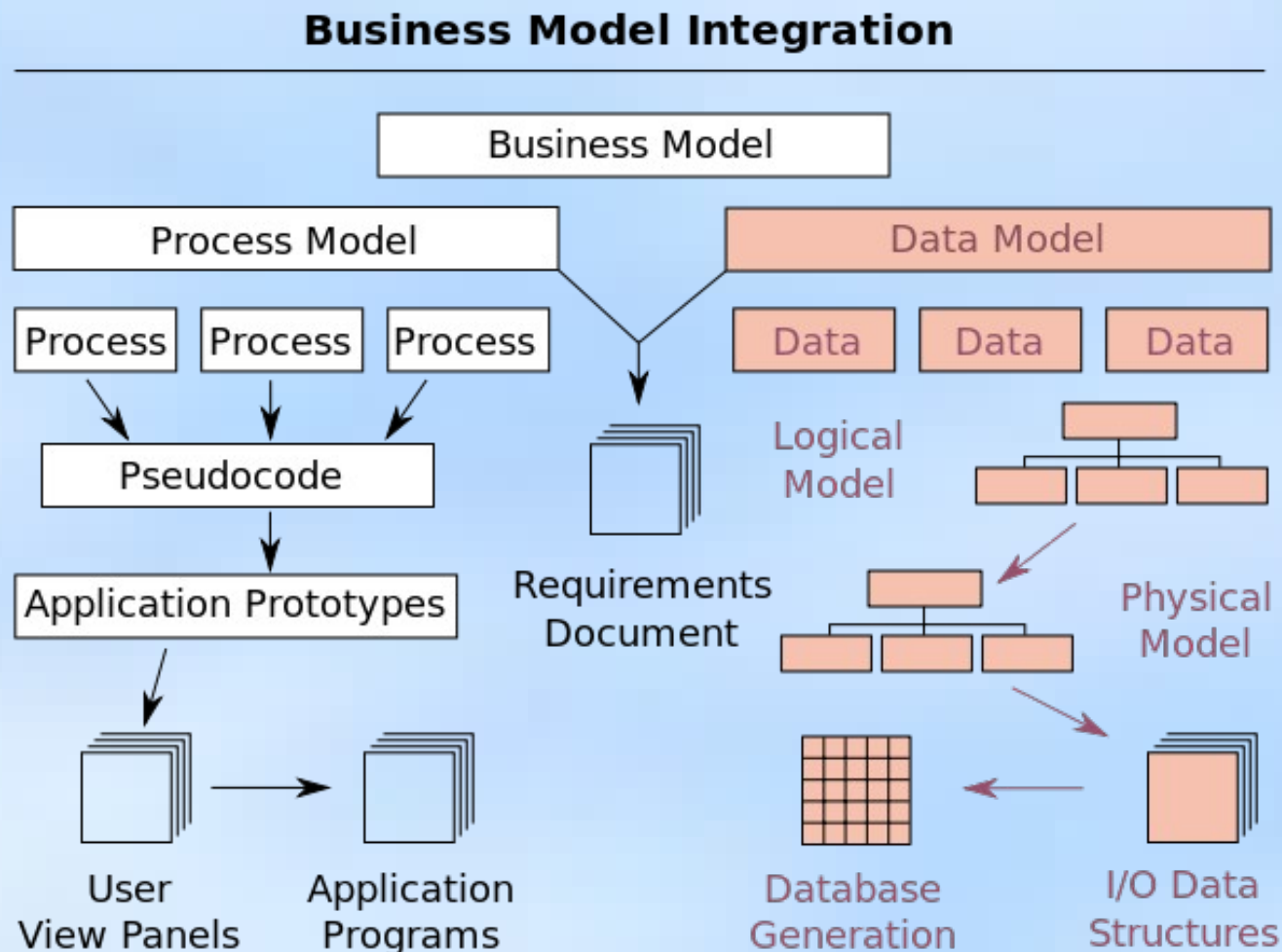


Arquitectura de una BD

- *Independencia con respecto a los datos:*
 - Capacidad de modificar un esquema de la BD sin necesidad de modificar el esquema del nivel inmediato superior
 - Se concreta en:
 - Independencia *lógica*: capacidad de modificar el esquema conceptual sin alterar los esquemas externos ni los programas
 - Independencia *física*: capacidad de modificar el esquema interno sin tener que alterar el esquema conceptual/lógico o los externos (ni programas)

Contexto de modelado de datos

- https://en.wikipedia.org/wiki/File:Data_modeling_context.svg



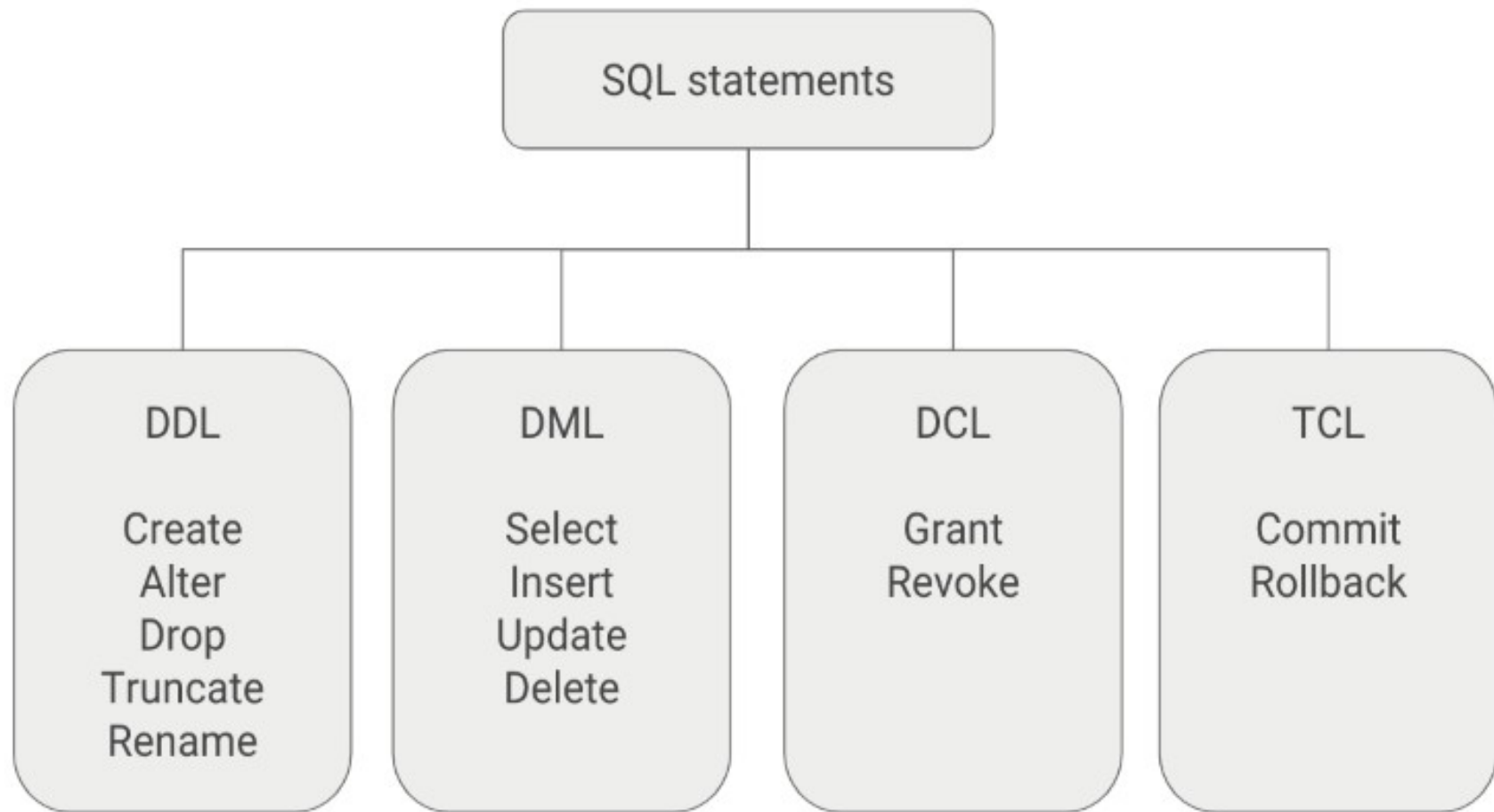
Sistemas Gestores de BD

- Objetivos de un SGBD:
 - No redundancia (*no deseada*) de los datos
 - Se comparten los datos por aplicaciones y/o usuarios
 - Manipulación de datos eficiente
 - Eficacia en acceso a los datos (según usuario)
 - Administración “centralizada” de los datos
 - Coherencia de los datos: mediante reglas de integridad
 - Compartición de los datos entre usuarios y aplicaciones (con acceso concurrente)
 - Seguridad de los datos

Funciones de un SGBD

- El SGBD dar servicio a usuarios y aplicaciones
- Las operaciones típicas de un SGBD pueden afectar a:
 - La totalidad de los datos de una BD: suelen bloquearla
 - Creación
 - Reestructuración
 - Consulta a la totalidad
 - Sólo a ciertos datos: pueden ejecutarse en paralelo
 - Actualización: inserción, borrado y modificación
 - Consulta selectiva
- Se organizan en cuatro funciones:
 - Descripción, Manipulación y Control (y Transacciones)

Funciones de un SGBD



Funciones de un SGBD

- Función de Descripción o Definición:
 - Debe permitir al diseñador especificar:
 - Los elementos de datos de la BD
 - Estructura de los datos
 - Las relaciones que existen entre los datos
 - Las reglas de integridad semántica
 - Las características de tipo físico
 - Las vistas lógicas de los usuarios
 - Se realiza con un Lenguaje de Definición de Datos (DDL) del SGBD que permite definir los tres niveles de la arquitectura y se almacena en el Dicc. de Datos
 - El SGBD se ocupa de la correspondencia entre estos niveles

Funciones de un SGBD

- Función de Descripción o Definición:
 - Ejemplo:

```
25
26  -- CREATE
27  CREATE TABLE Person(
28      PersonID INT IDENTITY (1,1) CONSTRAINT PK_PersonID PRIMARY KEY,
29      FirstName NVARCHAR(20),
30      LastName NVARCHAR(25)
31  );
32
33  -- ALTER
34  ALTER TABLE Person
35  ADD BirthDate DATETIME
36
37  -- DROP
38  DROP TABLE Person
39
```

Funciones de un SGBD

- Función de Manipulación:
 - La consulta a la BD puede ser:
 - Totalidad de los datos: se recuperan todos los datos o los de un determinado tipo (limita concurrencia)
 - Consulta selectiva: se recuperan los datos que cumplan un criterio
 - Actualización: inserción, borrado o modificación
 - Esta función se lleva a cabo con el Lenguaje de Manipulación de Datos (DML):
 - Lenguaje incorporado en el SGBD: SQL
 - Lenguajes huéspedes sobre un lenguaje anfitrión: SQL embebido en C/C++, Python, Javascript, PHP, ...

Funciones de un SGBD

- Función de Manipulación:
 - Ejemplos:

```
1 DELETE FROM customers
2 WHERE store_state = 'MH'
3     AND customer_id = '1001';
```

Data Output Messages Notifications Explain

DELETE 1

Query returned successfully in 48 msec.

```
//Program Segment E1:
0) loop = 1 ;
1) while (loop) {
2)     prompt("Enter a Social Security Number: ", ssn) ;
3)     EXEC SQL
4)         select Fname, Minit, Lname, Address, Salary
5)         into :fname, :minit, :lname, :address, :salary
6)         from EMPLOYEE where Ssn = :ssn ;
7)     if (SQLCODE == 0) printf(fname, minit, lname, address, salary)
8)     else printf("Social Security Number does not exist: ", ssn) ;
9)     prompt("More Social Security Numbers (enter 1 for Yes, 0 for No): ", loop) ;
10) }
```

Funciones de un SGBD

- Función de Control:
 - Interfaces usuarios - BD
 - Mediante Lenguaje de Control de Datos (DCL)
 - Procedimientos para la administración de la BD, como:
 - Servicio:
 - Creación y mantenimiento de ficheros
 - Obtención de estadísticas de utilización de la BD
 - Gestión de usuarios
 - Seguridad física:
 - Copias de seguridad
 - Arranque y parada de la BD en casos de fallos
 - Protección contra accesos no autorizados

Funciones de un SGBD

- Función de Control:
 - Ejemplos:

```
40
41  -- GRANT
42  GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON Employees TO almir
43
44  -- REVOKE
45  REVOKE INSERT ON Employees TO almir
46
47  -- DENY
48  DENY UPDATE ON Employees TO almir
49
```

Funciones de un SGBD

- Función de Transacciones:
 - Especificar transacciones
 - Mediante el Lenguaje de Control Transaccional (TCL)
 - Instrucción compleja ejecutada atómicamente
 - Procedimientos para la gestión, como:
 - COMMIT: vuelca a disco los datos en memoria
 - ROLLBACK: deshace las modificaciones desde el último COMMIT
 - Si se indica un SAVEPOINT se deshace hasta ese SAVEPOINT
 - SAVEPOINT: da nombre a un estado de datos al que se puede volver haciendo un ROLLBACK ~ GOTO
 - Se hace guardando el estado en memoria principal (no en disco)

Funciones de un SGBD

- Función de Transacciones:
 - Ejemplos:

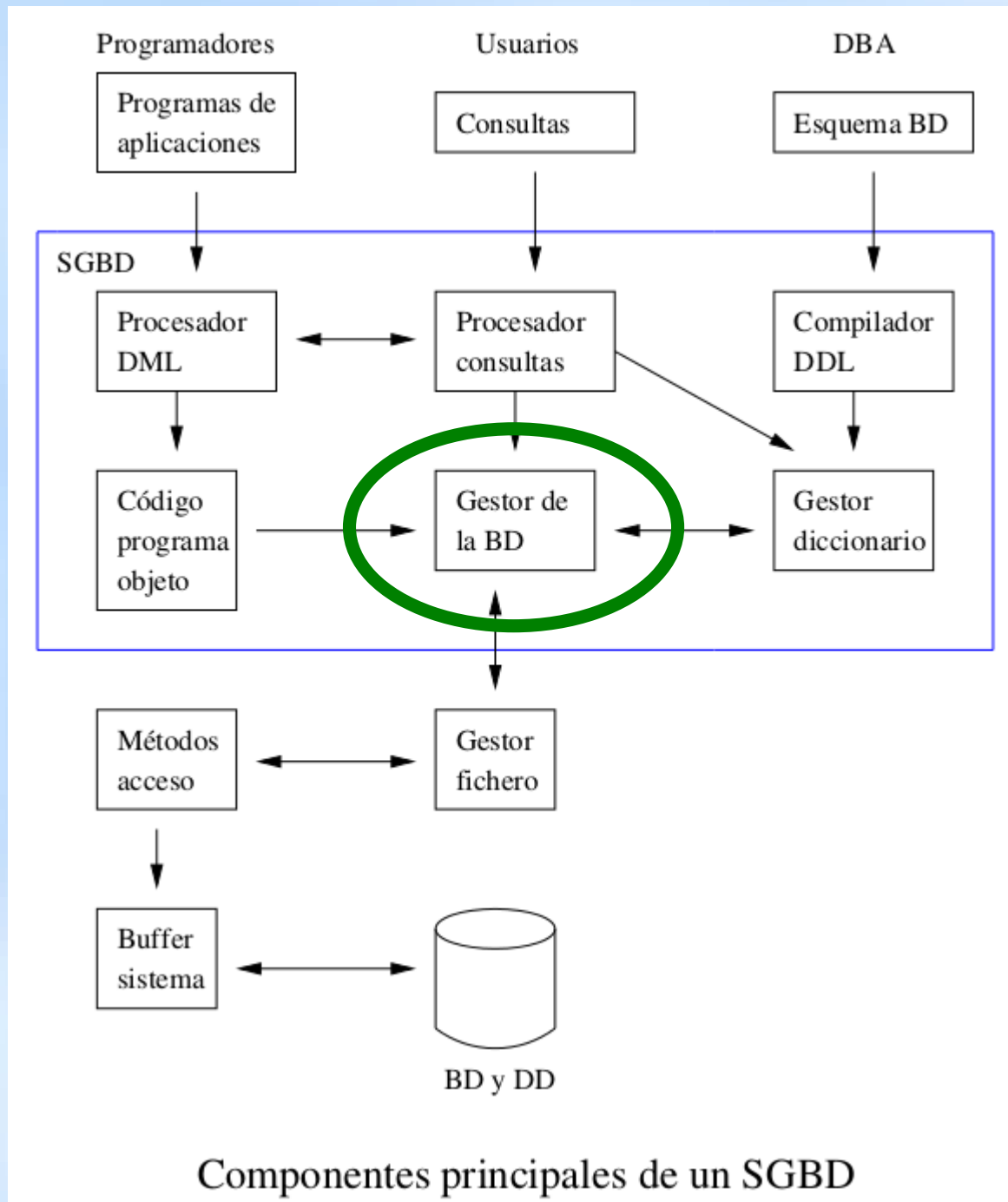
```
-- Start a new transaction
BEGIN TRANSACTION
-- SQL Statements
INSERT INTO Product VALUES(116, 'Headphone', 2000, 30)
UPDATE Product SET Price = 450 WHERE Product_id = 113
-- Commit changes
COMMIT TRANSACTION
```

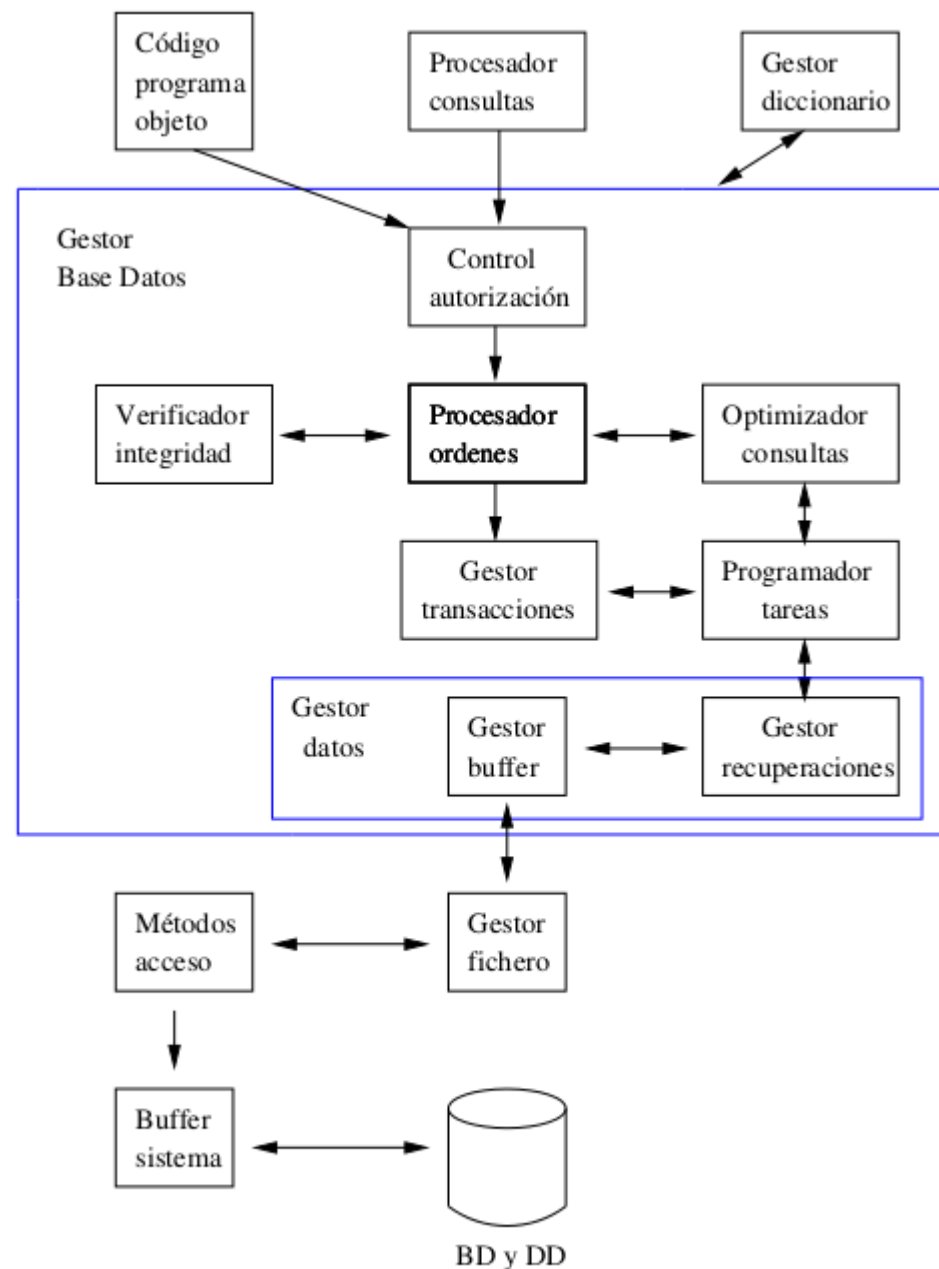
%

Messages

(1 row affected)

(1 row affected)





Componentes de un gestor de BD

Componentes del entorno de un SGBD

- Clasificación:
 - Máquina:
 - Software
 - Hardware
 - Humana:
 - Procedimientos
 - Personas
 - Datos: lazo de unión entre máquina y personas
- Profundizamos en cada uno

Componentes del entorno de un SGBD

- Máquina:
 - Software: herramientas de 4ª generación (4GL) específicas de dominio
 - El lenguaje SQL permite manipular datos relacionales fácilmente
 - Pero no es sencillo hacer un programa para calcular Fibonacci
 - Lenguaje NO procedimental (demasiado) fácil de entender
 - Se basa en álgebra y cálculo relacional (potente)
 - Además suelen incorporar: generadores de gráficas, asistentes para informes, formularios para aplicaciones ...
 - No se ven en este curso
 - Hardware: los SGBD tienden a ser independientes del hardware y de los SO ...
 - Aunque los fabricantes suelen tener sus SSOO certificados

Componentes del entorno de un SGBD

- Humana:
 - Procedimientos: para realizar copias de seguridad, herramientas del SGBD para ayuda a los usuarios, etc.
 - Tienen que estar documentados
 - <https://twitter.com/bartpl/status/1369580887202013184>
 - Roles:
 - Administrador de Datos (DA): LOPD/GDPR, ... (full disclosure)
 - Administrador de la BD (DBA)
 - Diseñadores de la BD
 - Programadores de aplicaciones
 - Usuarios finales (*lusers*)
 - En organizaciones pequeña los roles se agrupan ...
 - Hasta llegar al *informático orquesta*



Componentes del entorno de un SGBD

- Humana:
 - Es un elemento clave
 - Según el Enterprise Data Security Survey del Independent Oracle Users Group (2013):
 - <http://www.oracle.com/us/products/database/security/2013-ioug-data-security-survey-2075568.pdf>
 - El riesgo más grande es el factor humano (por delante de *hacks*)



Componentes del entorno de un SGBD

- Datos:
 - Ficheros de datos: contienen los datos en sí
 - Diccionario de Datos (DD): es un repositorio de metadatos. Almacena información sobre los datos de nuestra BD:
 - Ficheros que almacenan los datos (rutas, formatos, etc)
 - Tablas
 - Tipos de datos
 - Valores que admiten
 - Relaciones entre datos
 - etc

Componentes del entorno de un SGBD

- Ejemplo de Diccionario de Datos:

DATA					DATA DICTIONARY (METADATA)			database. Data is captured by the		
employee_id	first_name	last_name	nin	dept_id	Column	Data Type	Description	databaseLog\	MS_Description	
44	Simon	Martinez	HH 45 09 73 D	1	employee_id	int	Primary key of a table			
45	Thomas	Goldstein	SA 75 35 42 B	2	first_name	nvarchar(50)	Employee first name			
46	Eugene	Comelsen	NE 22 63 82	2	last_name	nvarchar(50)	Employee last name			
47	Andrew	Petculescu	XY 29 87 61 A	1	nin	nvarchar(15)	National Identification Number			
48	Ruth	Stadick	MA 12 89 36 A	15	position	nvarchar(50)	Current postion title, e.g. Secretary			
49	Barry	Scardelis	AT 20 73 18	2	dept_id	int	Employee depamtnet. Ref: Departmetns			
50	Sidney	Hunter	HW 12 94 21 C	6	gender	char(1)	M = Male, F = Female, Null = unknown			
51	Jeffrey	Evans	LX 13 26 39 B	6	employment_start_date	date	Start date of employment in organization.			
52	Doris	Bemdt	YA 49 88 11 A	3	employment_end_date	date	Employment end date.			
53	Diane	Eaton	BE 08 74 68 A	1						

INDEXES		
index_name	index_description	index_keys
PK_DatabaseLog_DatabaseLogID	nonclustered, unique, primary key located on PRIMARY	DatabaseLogID

CONSTRAINTS			
Type	Name	Status	Keys
PRIMARY KEY (non-clustered)	PK_DatabaseLog_DatabaseLogID	(n/a)	DatabaseLogID

FOREIGN KEYS	
No Foreign references to this table.	

Clasificación de los SGBD

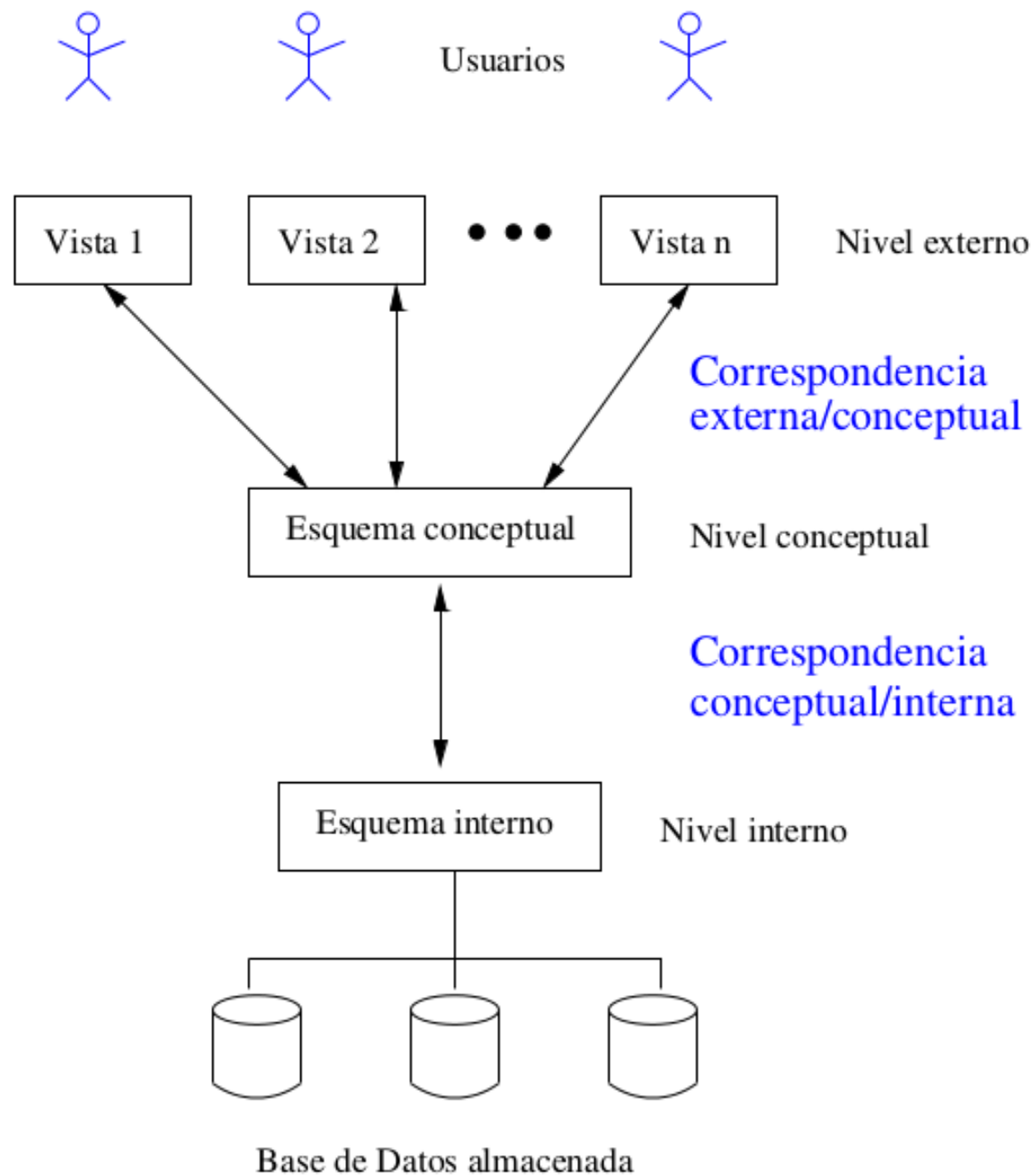
- Existen clasificaciones según:
 - El MD en que está basado:
 - Relacional, Orientado a objetos, etc
 - Número de usuarios: monousuario vs multiusuario
 - Según el almacenamiento de los datos:
 - Centralizado vs distribuido
 - Propósito: general o específico (geográficos, ...)
 - Autoadaptables: SageDB
 - <http://dsail.csail.mit.edu/index.php/projects/>

Arquitectura de una BD

- Las BD tienen las siguientes características:
 - Separación entre los programas y los datos: no hay datos “hardcodeados” ni dependientes de ficheros concretos
 - Ejemplo: *mayoría de edad con 18 años*
 - Múltiples vistas para las diversas necesidades de usuarios
 - Empleo de un catálogo para el almacenamiento de la descripción de la BD
- Los SGBD respetan la arquitectura propuesta por ANSI/PARC y distinguen tres niveles:
 - Externo, conceptual (a.k.a. global o lógico) e interno
 - La definición de la BD a cada uno de los niveles se denomina *esquema*.

Arquitectura de una BD

- Niveles estandarizados:
 - Nivel *interno o físico*: describe la estructura física de almacenamiento y los caminos de accesos a la BD (único)
 - Nivel *conceptual o lógico*: define la estructura de toda la BD sin especificar las estructuras necesarias (único)
 - Nivel *externo*: vista de los usuarios (el esquema externo es el conjunto de esquema parciales de cada usuario/aplicación)
- Los SGBD deben asegurar la independencia entre estos niveles, para ello tenemos:
 - Correspondencia externa/conceptual
 - Correspondencia conceptual/interna



Arquitectura en tres niveles

Arquitectura de una BD

Nivel externo



Inspector para Iberoamérica

Nivel conceptual

<i>DNI</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nacionalidad</i>	<i>cod_c</i>	<i>DNI_culpable</i>	<i>Delito</i>	<i>Multa</i>
1111	Leonel	Argentina	aaa	1111	Evasión	3.000.000€
2222	Cristiano	Portuguesa	bbb	1111	False. Doc.	1.000.000€
			ccc	2222	False. Doc.	1.000.000€
			ddd	2222	Desfalco	4.000.000€

Nivel interno

Base de datos
centralizada

Arquitectura de una BD

OJO, NO es un informe es acceso (bidireccional) a los datos

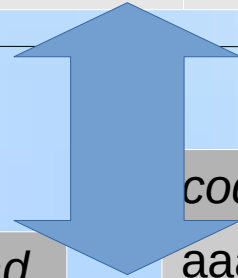
Nivel externo



Inspector

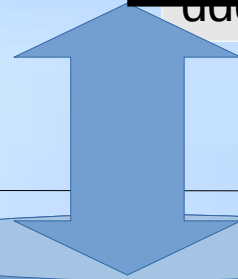
<i>DNI</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nacionalidad</i>	<i>cod_c</i>	<i>Delito</i>	<i>Multa</i>
1111	Leonel	Argentina	aaa	Evasión	3.000.000€
1111	Leonel	Argentina	bbb	False. Doc.	1.000.000€

Nivel conceptual

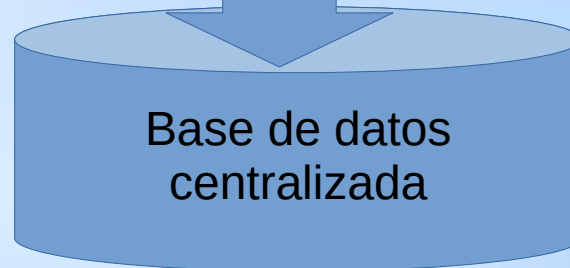


<i>DNI</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nacionalidad</i>
1111	Leonel	Argentina
2222	Cristiano	Portuguesa

<i>cod_c</i>	<i>DNI_culpable</i>	<i>Delito</i>	<i>Multa</i>
aaa	1111	Evasión	3.000.000€
bbb	1111	False. Doc.	1.000.000€
ccc	2222	False. Doc.	1.000.000€
ddd	2222	Desfalco	4.000.000€



Nivel interno



Base de datos
centralizada

Arquitectura de una BD

Nivel externo



Inspector

...

Nacionalidad	Núm_c	Sum_Multa
Argentina	2	4.000.000€
Portuguesa	2	5.000.000€



Periodista

Nivel conceptual

DNI	Nombre	Nacionalidad
1111	Leonel	Argentina
2222	Cristiano	Portuguesa

cod_c	DNI_culpable	Delito	Multa
aaa	1111	Evasión	3.000.000€
bbb	1111	False. Doc.	1.000.000€
ccc	2222	False. Doc.	1.000.000€
ddd	2222	Desfalco	4.000.000€

Nivel interno

Base de datos
centralizada

Arquitectura de una BD

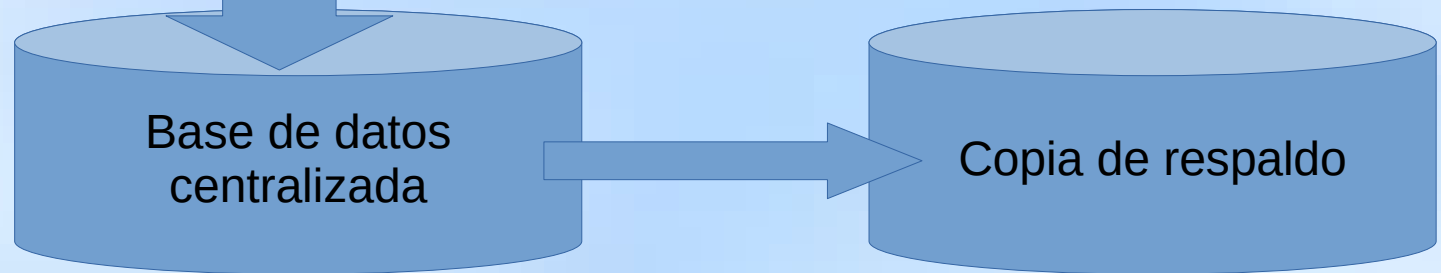
Nivel externo



Nivel conceptual

<i>DNI</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nacionalidad</i>	<i>cod_c</i>	<i>DNI_culpable</i>	<i>Delito</i>	<i>Multa</i>
1111	Leonel	Argentina	aaa	1111	Evasión	3.000.000€
2222	Cristiano	Portuguesa	bbb	1111	False. Doc.	1.000.000€
			ccc	2222	False. Doc.	1.000.000€
			ddd	2222	Desfalco	4.000.000€

Nivel interno



Arquitectura de una BD

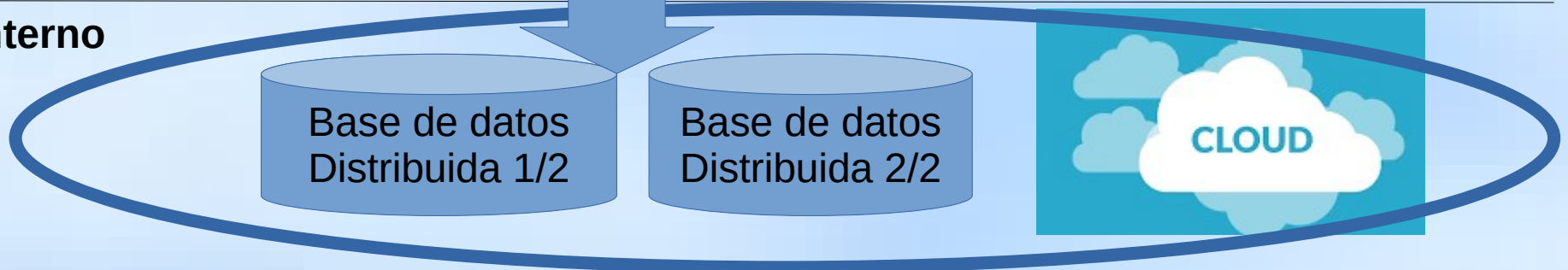
Nivel externo



Nivel conceptual

<i>DNI</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nacionalidad</i>	<i>cod_c</i>	<i>DNI_culpable</i>	<i>Delito</i>	<i>Multa</i>
1111	Leonel	Argentina	aaa	1111	Evasión	3.000.000€
2222	Cristiano	Portuguesa	bbb	1111	False. Doc.	1.000.000€
			ccc	2222	False. Doc.	1.000.000€
			ddd	2222	Desfalco	4.000.000€

Nivel interno



Introducción a los MD

- Modelo de Datos (MD): mecanismo para ocultar detalles del almacenamiento y gestión de datos a los usuarios no administradores
 - Tres niveles: interno, conceptual y externo
- Los MD que permiten describir:
 - Estructura de la DB
 - Tipos de datos
 - Interrelaciones entre los datos
 - Restricciones de los datos

Introducción a los MD

- Nivel externo:
 - Es la “vista” que cada usuario tiene de la BD
 - Este nivel describe la parte de la BD que es relevante para cada usuario concreto
 - Solo se incluyen las entidades, atributos y relaciones que son necesarias para dicho usuario
 - Y se indica cómo calcularlos a partir del nivel conceptual
 - Cada (tipo de) usuario tiene una representación de los datos personalizada

Introducción a los MD

- Nivel conceptual:
 - Es la visión intermedia entre los otros niveles
 - Describe todos los datos almacenados en la BD y las relaciones existentes entre ellos
 - Ofrece una vista completa de los requisitos de datos que cubre el sistema
 - Es independiente del tipo de almacenamiento físico
- Es el que estudiaremos en la asignatura

Introducción a los MD

- Nivel interno:
 - Indica la representación física de los datos
 - Busca una implementación física óptima según los parámetros de rendimiento de uso de la BD
 - Considera aspectos como:
 - Asignación de espacio para datos
 - Estructuras auxiliares de búsqueda (índices, ...)
 - Descripciones de los registros
 - Ubicación de los registros en fichero(s)
 - Compresión y cifrado de datos

Categorías de modelos de datos

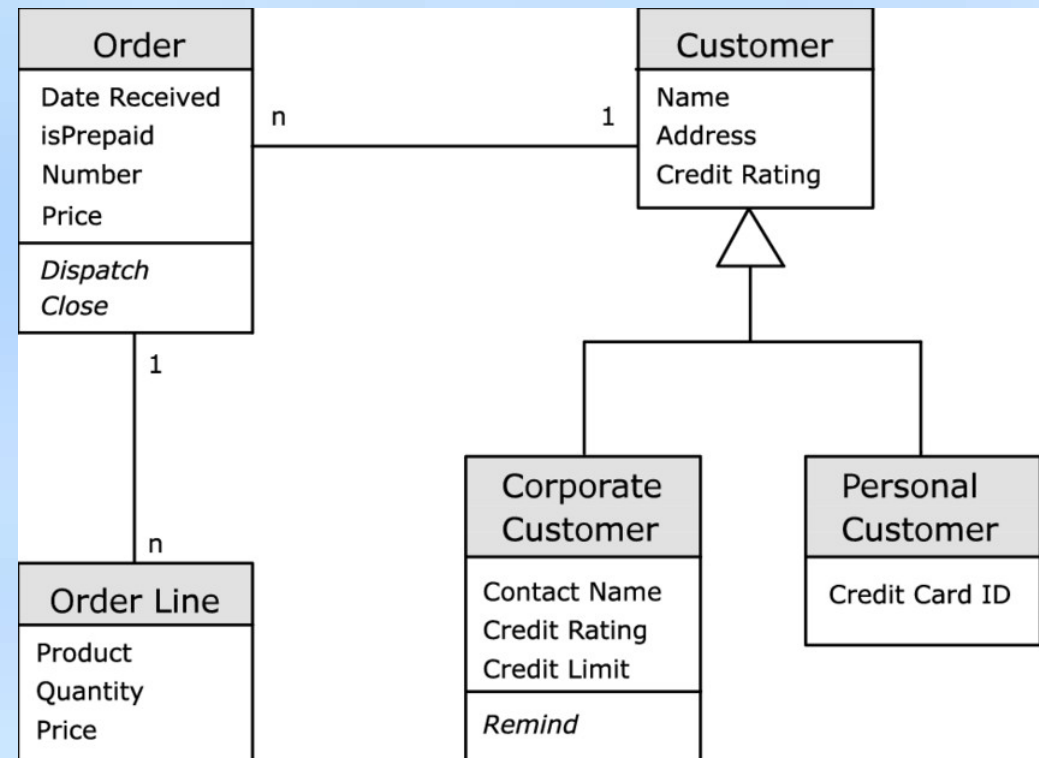
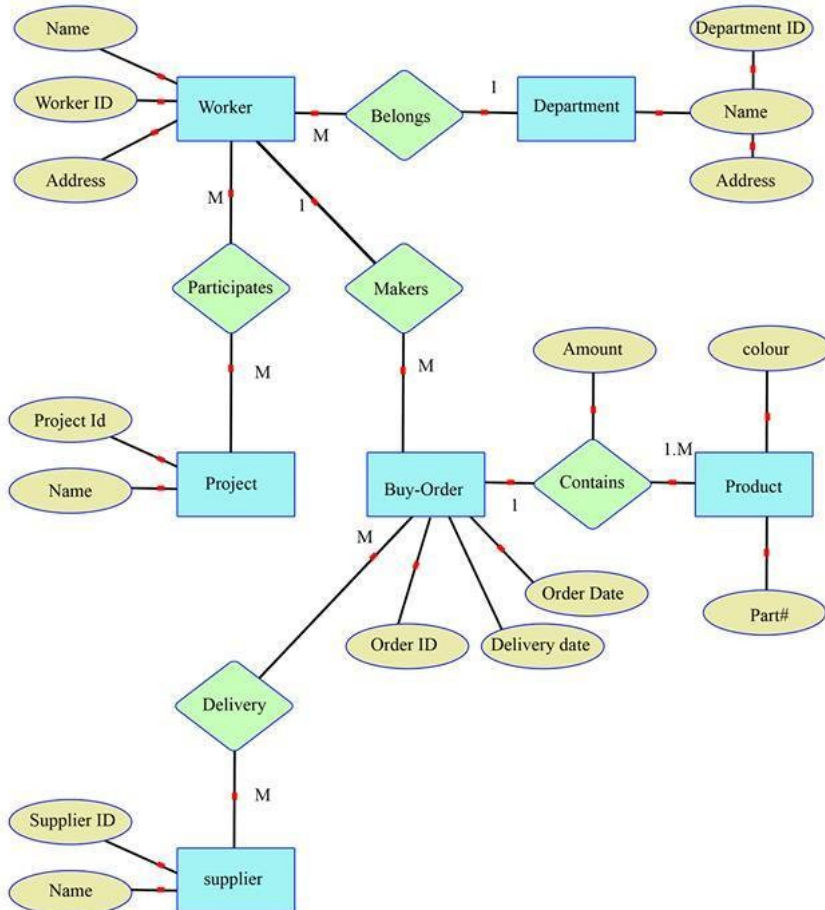
- Los MD se pueden categorizar en:
 - *De alto nivel (o conceptuales)*: usan constructores cercanos al usuario final de la DB
 - *MD representacionales o de implementación*: usan conceptos no muy diferentes del almacenamiento, pero medianamente fáciles de entender por usuarios
 - *De bajo nivel (o físicos)*: cercanos a los detalles de implementación
- Otros
 - Orientados a objetos: poco usado
 - Autodescribibles: XML, key-value y otros NoSQL

Modelos de datos conceptuales

- Los MD de alto nivel se basan en:
 - *Entidades*: que representan un concepto del mundo a modelar del que se almacenará alguna información en la base de datos
 - *Atributos*: describen características de interés de una entidad
 - *Relaciones*: indican las interdependencias entre dos o más entidades
- Se puede llamar también conceptuales
 - No son implementables
 - Son el paso previo al modelo representacional
- Los más usados son E/R y UML

Modelos de datos conceptuales

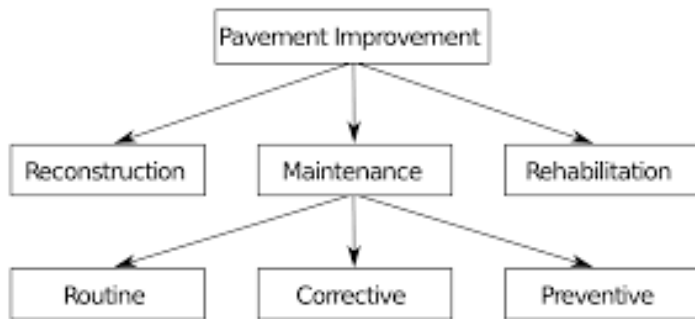
- Ejemplos de MD de alto nivel: E/R y UML



Modelos de datos representacionales

- Los MD representacionales:
 - Suelen ser los implementados en los SGBD
 - El más común es el MD relacional
 - Existen otros (en desuso):
 - jerárquico, en red, etc.

Hierarchical Model

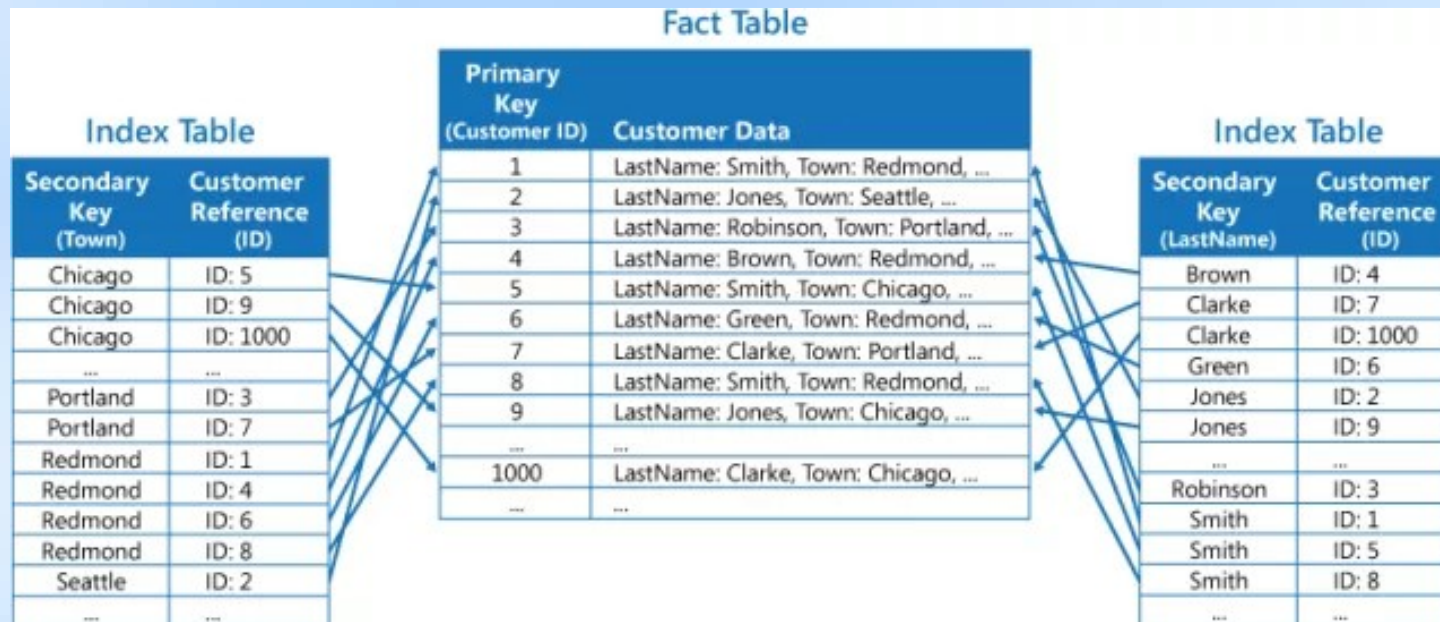


STORE			PRODUCT		
Store_key	City	Region	Product_key	Description	Brand
1	New York	East	1	Beautiful Girls	MKF Studios
2	Chicago	Central	2	Toy Story	Wolf
3	Atlanta	East	3	Sense and Sensibility	Parabuster Inc.
4	Los Angeles	West	4	Holiday of the Year	Wolf
5	San Francisco	West	5	Pulp Fiction	MKF Studios
6	Philadelphia	East	6	The Juror	MKF Studios
.	.	.	7	From Dusk Till Dawn	Parabuster Inc.
.	.	.	8	Hellraiser: Bloodline	Big Studios
.

SALES_FACT				
Store_key	Product_key	Sales	Cost	Profit
1	6	2.39	1.15	1.24
1	2	16.7	6.91	9.79
2	7	7.16	2.75	4.40
3	2	4.77	1.84	2.93
5	3	11.93	4.59	7.34
5	1	14.31	5.51	8.80
.
.

Modelos de datos de bajo nivel

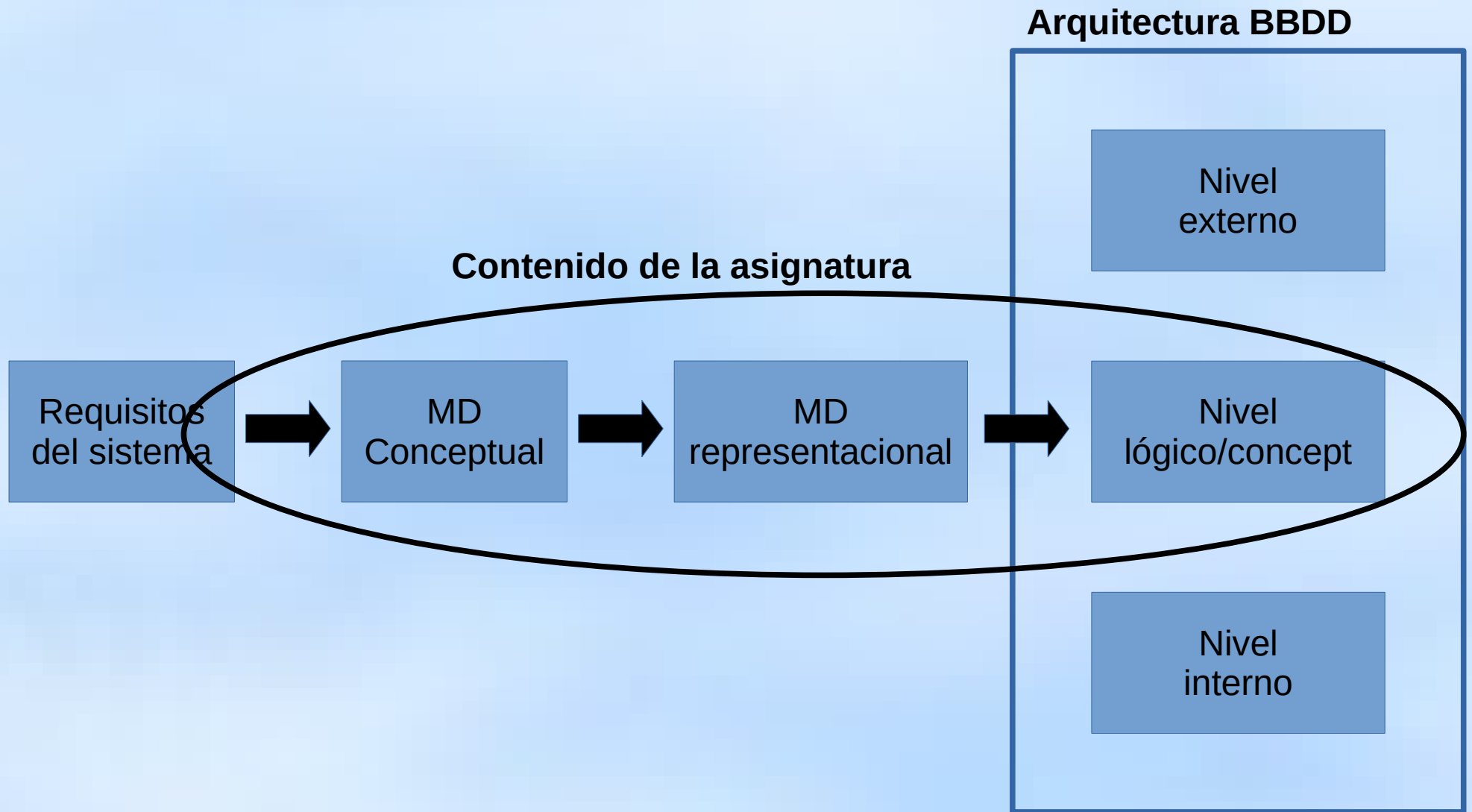
- Los MD de bajo nivel:
 - Se basan en estructuras de datos de bajo nivel
 - Ej: Árboles B+, estructuras con Hash, índices, etc
 - Concretan la implementación del nivel interno de la arquitectura a partir del modelo representacional



Categorías de modelos de datos

- En la asignatura (parte teórica) estudiaremos
 - El modelo conceptual E/R
 - Se construye a partir de requisitos del sistema
 - No ejecutable ni implementable directamente
 - El modelo representacional relacional
 - Se construye a partir del modelo conceptual E/R y otros requisitos
 - Se puede implementar en el nivel conceptual (o lógico) de la arquitectura estándar de una BBDD mediante el lenguaje DDL
- No se estudian los modelos para los niveles externos ni internos de la arquitectura
 - Quien esté interesado: asignatura “Administración de BBDD”
- No confundir los tres niveles estandarizados de arquitectura de una BBDD con los tres tipos de MD más usados

Categorías de modelos de datos



Aspectos de un MD

- Todo modelo de datos tienen dos aspectos:
 - *Estáticos*: descripción de la base de datos (a.k.a. esquema de la BD)
 - No debe cambiar demasiado en el tiempo
 - Si hay demasiados cambios en el esquema de una BD ver alternativas a los modelos “clásicos”
 - *Dinámicos*: los datos que en un momento se almacenan (instancias u ocurrencias). Deben cumplir el esquema
 - Pueden cambiar mucho en el tiempo

Aspectos de un MD

- Limitaciones de aspectos estáticos de un MD:
 - El MD permite definir y manipular elementos como objetos, asociaciones, propiedades, dominios, etc
 - No debe cambiar demasiado en el tiempo
 - Elementos que escapan del ámbito del MD usado:
 - Restricciones inherentes: por falta de expresividad en el MD (el humano sabe qué quiere poner pero el sistema no tiene constructores para ello)
 - Ej: el dato puede almacenar números enteros múltiplos de 7
 - Restricciones semánticas o de integridad: porque sean restricciones propias de los datos tratados (qué significan los datos en sí, son problemas humanos)

Aspectos de un MD

- Restricciones semánticas y de integridad:
 - Las semánticas atienden al significado de los datos en el mundo real
 - Las de integridad atienden a la corrección de los datos y su consistencia con el mundo real
 - Suelen ir ligadas: una correcta descripción semántica permite que comprobar la integridad de los datos (que puede hacer el SGBD)
- Ejemplo: toda ciudad pertenece a una (y sólo una) provincia

Aspectos de un MD

- Limitaciones de aspectos dinámicos de un MD:
 - Los datos que admite una BD están restringidos por su MD
 - En cada momento del tiempo pueden cambiar
 - Ojo: cuidado con la concurrencia (ejemplo: *last_intert_id*)
 - Evolucionan usando operadores que proporciona el DM para cada tipo de elemento
 - No son iguales los operadores para objetos que para atributos
 - Cada operación se define por un par (localización, acción)

Aspectos de un MD

- Ejemplo de Esquema de la BD (*estático*)
 - Alumno: DNI, nombre, apellidos, curso
 - Asignatura: código, nombre, créditos
- Ejemplo de base de datos (*dinámico*):
 - Alumno (12345678, Pedro, Pérez, 1)
 - Alumno (12345679, Ana, López, 2)
 - Asignatura (17101, Álgebra, 6)
 - Asignatura (17103, Bases de datos, 6)
- *Alumno y Asignatura* son constructores del esquema

Aspectos de un MD

- Ventajas de integrar las restricciones en la definición de datos:
 - Gestión centralizada:
 - La realiza el diseñador de la base de datos
 - Si se incluyen en el esquema, el SGBD se encargará de velar porque los usuarios las cumplan
- Alternativa: delegar en programas
 - Que cada software que use la BD almacene y compruebe las restricciones

- <https://xkcd.com/327/>



Aspectos de un MD

- Una reflexión:
 - Hasta ahora en la carrera hemos usado lenguajes de programación que alguien definió por nosotros
 - Con estructuras de control “clásicas”: if, while, etc
 - Con tipos de datos simples limitados
 - Pero esos tipos de datos se podían ampliar (por ejemplo, creando el tipo de dato “número complejo”)
 - Pero si guardo los número complejos en un fichero ¿puedo poner restricciones al uso que hacen de él varios programas?

Cuestiones

- En los modelos de datos:
 - ¿Suele haber capacidad para definir tipos en tiempo de ejecución?
 - ¿Se pueden indicar restricciones de acceso?
 - ¿Se puede exigir rendimiento?
 -

Referencias

- Apuntes de bases de datos de la profesora Esther Gadeschi 2003/4
 - Apuntes de bases de datos del profesor Carlos Rioja 2006/7
- Libro “Fundamentals of Database Systems” Elmasri y Navathe (3a Ed.)

Gracias por la atención
¿Preguntas?