

Tema 6:

Modelado relacional: estática

Bases de Datos



Universidad
Rey Juan Carlos

1. Presentación y objetivos
2. Estructura de modelo relacional
 - Elementos del modelo relacional
 - Definición formal de relación
 - Claves
 - Restricciones
3. El modelo relacional y la arquitectura ANSI
4. Las 12 reglas de Codd

I. Presentación y objetivos

A finales de los años 1960 Codd introdujo la teoría matemática de las relaciones en el campo de las bases de datos. El **Modelo Relacional** fue propuesto por Codd en su artículo titulado “*A relational model of data for large shared data banks*” (1970).

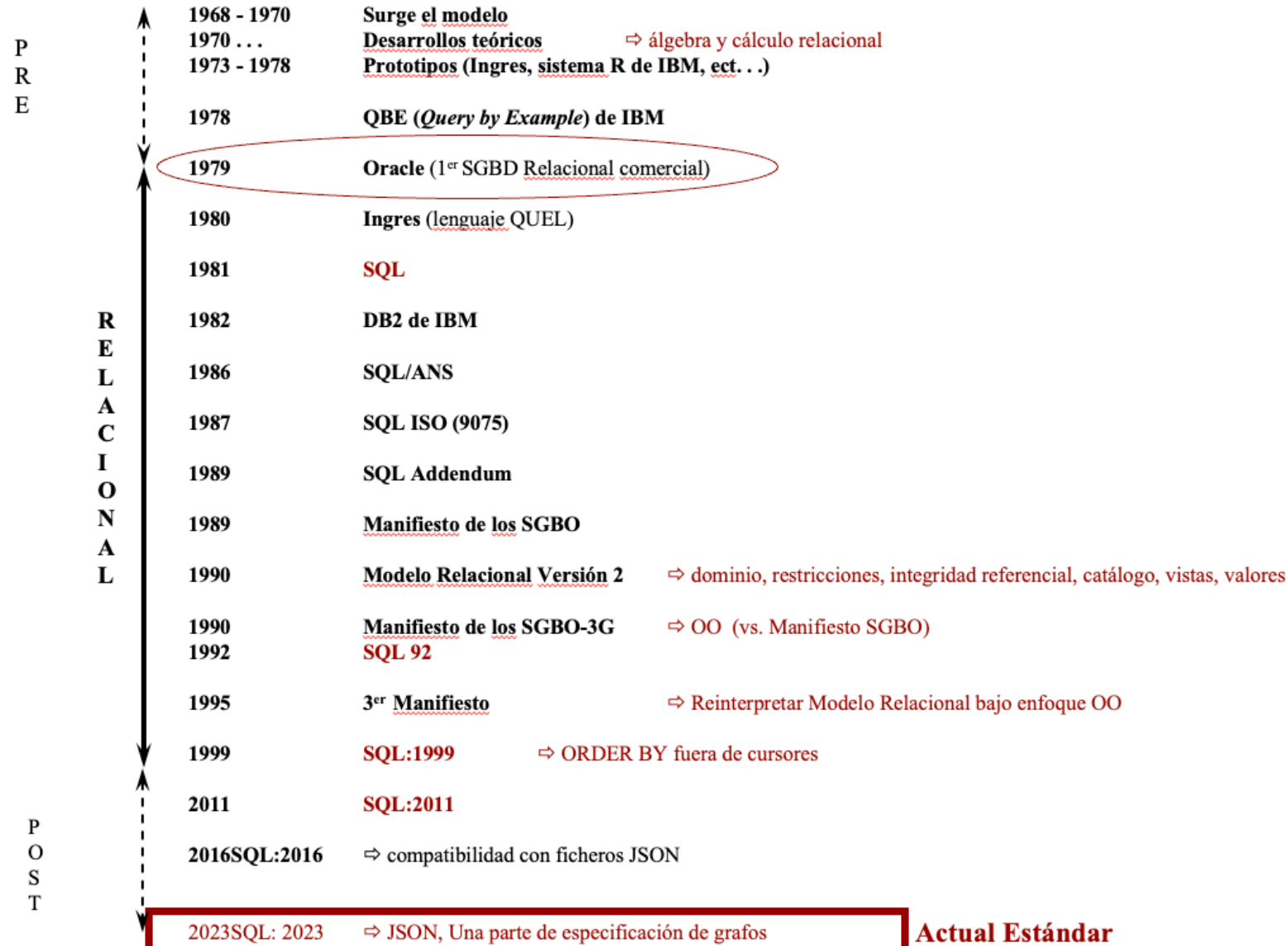
Los objetivos de Codd con el modelo relacional son:

- Independencia física.- almacenamiento/manipulación. Un cambio físico no afecta a los programas.
- Independencia lógica.- añadir, eliminar o modificar elementos en la BD no debe repercutir en los programas y/o usuarios que acceden a ellos.
- Flexibilidad.- Ofrecer al usuario los datos en la forma más adecuada a cada aplicación.
- Uniformidad.- Las estructuras lógicas de los datos son tablas. Facilita la concepción y utilización de la BD por parte de los usuarios.
- Sencillez.- Por las características anteriores y por los lenguajes de usuario sencillos, el modelo relacional es fácil de comprender y utilizar por parte del usuario final.

Concepto de RELACIÓN como estructura básica

I. Presentación y objetivos

Evolución del modelo relacional



Actual Estándar

2. Estructura del modelo relacional

Ejemplo de una relación

AUTOR

NOMBRE	NACIONALIDAD	...	ATRIBUTO N	
RODRÍGUEZ	ESPAÑOLA	...	XXXX	Tupla 1
SÁNCHEZ	ESPAÑOLA	...	XXXX	Tupla 2
...
XXXX	XXXX	...	XXXX	Tupla m

Representación de la **relación** "AUTOR" en forma de tabla de **grado N** y **cardinalidad m**.

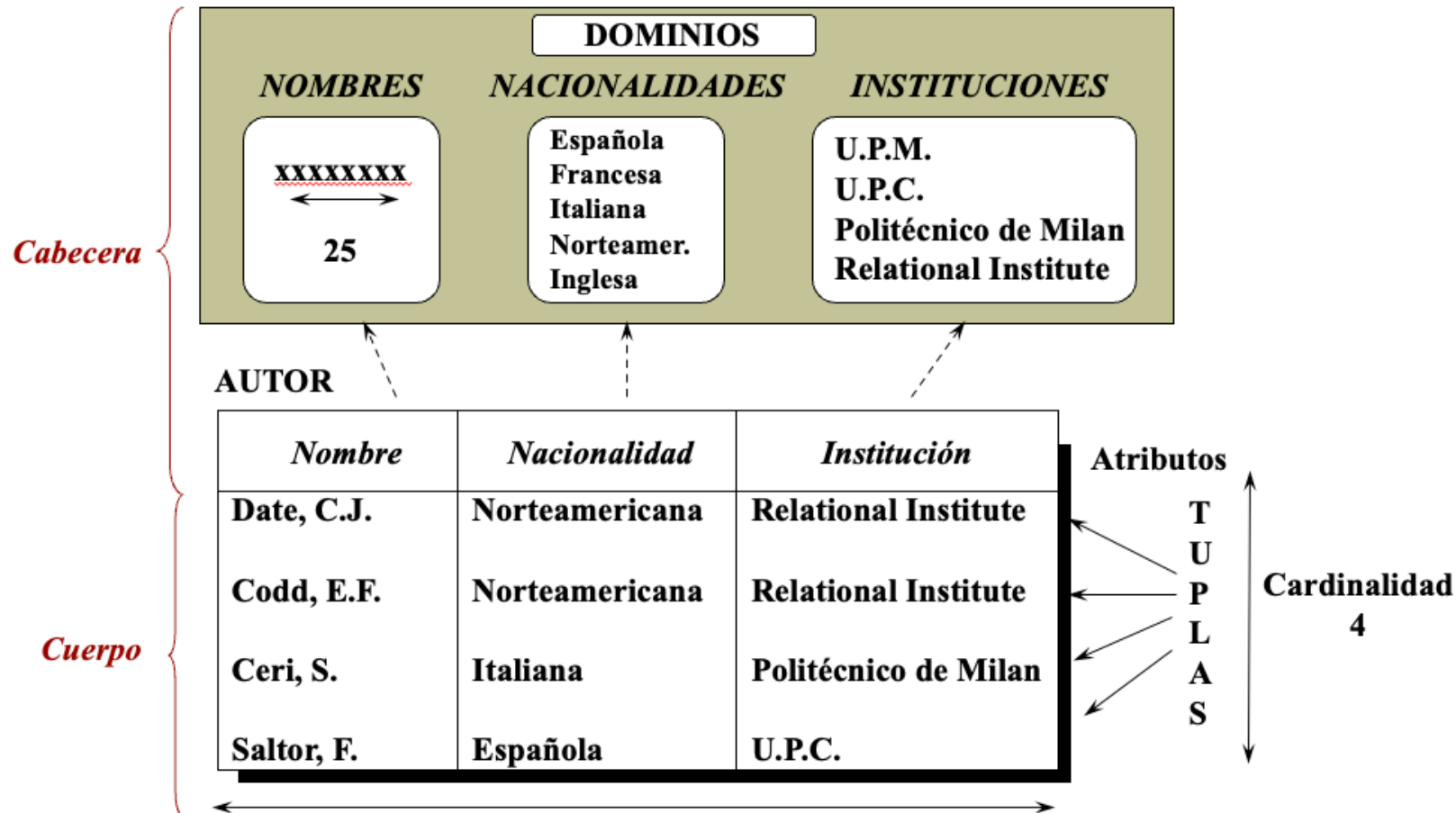
2. Estructura del modelo relacional

2.1 Elementos básicos del modelo relacional

- Relación.- Es la estructura básica del modelo relacional. Se representa mediante una tabla.
- Atributo.- Representa las propiedades de la relación. Se representa mediante una columna.
- Dominio.- Es el conjunto de válidos de valores que toma un atributo.
- Tupla.- Es una ocurrencia de la relación. Se representa mediante una fila.
- Grado.- Es el número de atributos de la relación (columnas de la tabla)
- Cardinalidad.- Es el número de tuplas de una relación (filas de la tabla)
- Características:
 - No puede haber tuplas duplicadas
 - El orden de las tuplas es irrelevante
 - La tabla es plana, es decir, en el cruce de un atributo y una tupla solo puede haber un valor
 - El orden de los atributos no es significativo

2. Estructura del modelo relacional

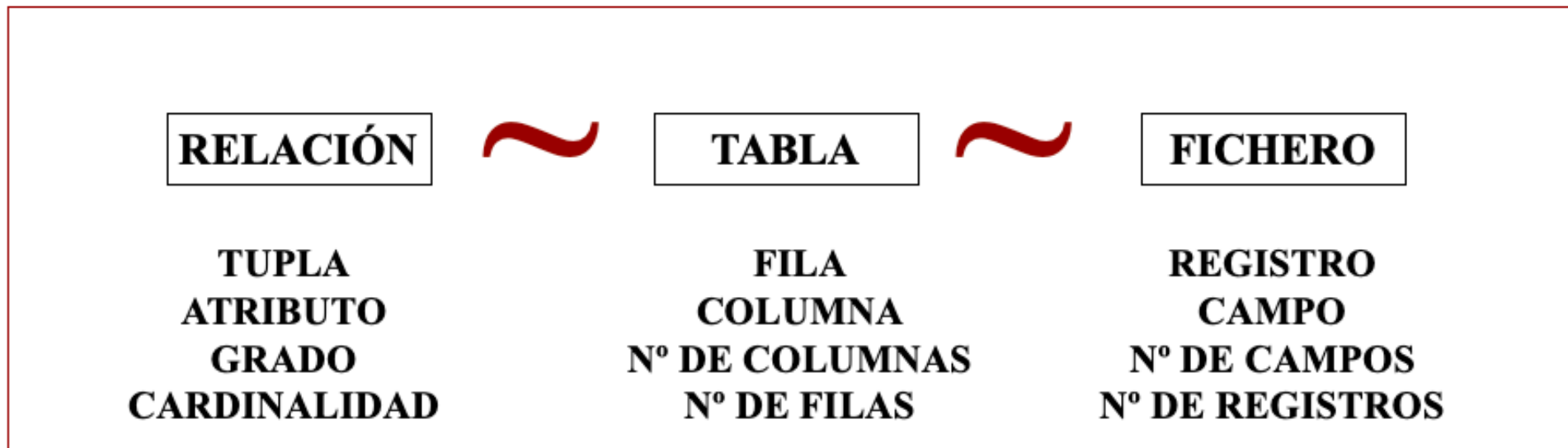
2.1 Elementos básicos del modelo relacional



2. Estructura del modelo relacional

2.1 Elementos básicos del modelo relacional

Comparación de la terminología relación, tabla y fichero



2. Estructura del modelo relacional

2.1 Elementos básicos del modelo relacional

Vistas

- **Vistas.**- Las vistas son “tablas virtuales” que se definen sobre una o más tablas. Las vistas son ventanas sobre tablas “reales” de las que sólo se almacena su definición; no tienen representación directa en el almacenamiento.

ALUMNO

<u>Dni</u>	Num_Mat	Nombre	Edad
1	A0001	José	17
2	A0002	María	21
3	A0003	Juan	20



Vista de ALUMNO:

V_Alumnos_MayoresEdad:

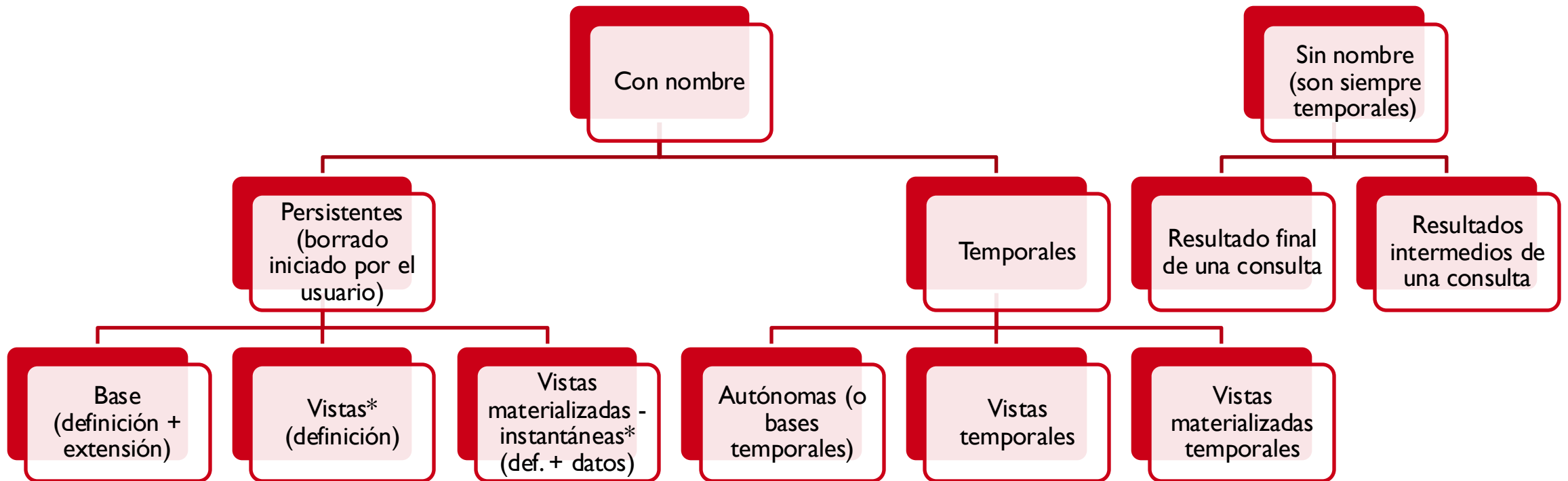
Incluye el número de la matrícula, nombre y edad de los alumnos mayores de edad.

Num_Mat	Nombre	Edad
A0002	María	21
A0003	Juan	20

2. Estructura del modelo relacional

2.1 Elementos básicos del modelo relacional

Clases de relación



* Derivadas

2. Estructura del modelo relacional

2.2 Definición formal de relación

El **Universo del Discurso** (UD) de una base de datos relacional está compuesto por un conjunto de dominios $\{D_i\}$ y de relaciones $\{R_i\}$ definidas sobre los dominios.

Un **dominio** es un conjunto nominado, finito y homogéneo de valores atómicos. Cada dominio se especifica lógicamente mediante un nombre y un formato, el cual puede definirse por extensión (dando sus posibles valores) o por intensión (mediante un tipo de datos y ciertas restricciones, como un rango de valores).

Un **atributo** (A) es la interpretación de un determinado dominio en una relación, es decir el “papel” que juega en la misma; si D es el dominio de A se denota:

$$D = \text{Dom} (A)$$

Una relación definida sobre un conjunto de dominios $D_1...D_n$ (no necesariamente distintos) es un subconjunto del producto cartesiano de los n dominios (n es el grado de la relación).

$$R \subseteq D_1 \times D_2 \times ... \times D_n$$

2. Estructura del modelo relacional

2.2 Definición formal de relación

Un **esquema de relación (intensión)** se compone de un nombre de relación R , de un conjunto de n atributos $\{A_1\}$ y de un conjunto de n dominios (no necesariamente distintos) $\{D_i\}$, donde cada atributo será definido sobre un dominio:

$$R (A_1 : D_1, A_2 : D_2, \dots A_n : D_n)$$

Una **relación $r(R)$ (extensión)** es un conjunto de m elementos denominados tuplas $\{t_j\}$. Cada tupla j es conjunto de pares $(\langle A_1:v_{1j} \rangle, \dots \langle A_i:v_{ij} \rangle, \dots \langle A_n:v_{nj} \rangle)$ donde cada A_i es el nombre de un atributo y v_{ij} es un valor del correspondiente dominio D_i sobre el que está definido el atributo:

$$r(R) = t_j \{ (\langle A_1:v_{1j} \rangle, \dots \langle A_i:v_{ij} \rangle, \dots \langle A_n:v_{nj} \rangle) : v_{ij} \in D_i \}$$

2. Estructura del modelo relacional

2.2 Definición formal de relación

ESQUEMA DE RELACION (INTENSION):

AUTOR (Nombre: **Nombres**, Nacionalidad: **Nacionalidades**,
Institución: **Instituciones**)

RELACION (EXTENSION, ESTADO u OCURRENCIA):

<i>cabecera de la relación</i>	AUTOR		
	Nombre	Nacionalidad	Institución
	Date, C.J.	Norteamericana	Relational Institute
	Saltor, F.	Española	U.P.C.
<i>cuerpo de la relación</i>	Ceri, S.	Italiana	Politécnico de Milan

2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

- Clave candidata. - Es el conjunto no vacío de atributos que identifica unívoca y mínimamente cada tupla de una relación.
- Clave primaria (primary key). - Es la clave candidata que elige el usuario para identificar las tuplas de la relación. Se dice que una clave primaria es compuesta cuando está formada por más de un atributo.
- Regla de integridad de entidad. - Ningún atributo principal, es decir, ningún atributo que forme parte de la clave primaria **puede tomar un valor nulo**.
- Clave alternativa. - Aquella clave candidata que no haya sido elegida como clave primaria.
- Clave ajena. - La clave ajena de una relación R2 es un conjunto no vacío de atributos cuyos valores han de coincidir con los valores de la clave primaria de una relación R1 referenciada (R1 y R2 no son necesariamente distintas).

La clave ajena y la correspondiente clave primaria han de estar definidas sobre los mismos dominios.

La clave ajena sirve para relacionar tablas

2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

Grafo relacional

- Claves primarias: subrayado
- Claves alternativas: **negrita** (UNIQUE)
- Claves ajenas: *cursiva* o subrayado discontinuo
- Atributos que admiten valores nulos: asterisco (*)
- Atributos que no admiten valores nulos: NOT NULL (NN) o representación normal.
- Opciones de borrado y modificación: restringido (R); en cascada (C); puesta a nulos (N); puesta a valor por defecto (D)

←----- B:R, M:C

DOCENTES (Cod_Profe, Nombre^{NN}, **DNI***, Direccion*, Materia^{NN}, Cod_area*)

2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

Ejemplo de relación entre tablas 1:N

LIBRO (código, título, idioma, *nombre-e**)

EDITORIAL (nombre-e, dirección, ciudad, país)

- Nombre-e es clave ajena de LIBRO, y referencia a EDITORIAL (nombre-e es clave primaria de EDITORIAL). Esta última tabla se denomina tabla referenciada.

2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

Regla de integridad referencial

- Si una relación R2 tiene un atributo que es clave primaria de la relación R1, entonces los valores de dicho atributo deben concordar con los de la clave primaria o tener valores nulos.

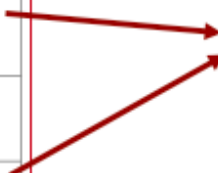
Ejemplo

LIBRO

Código	Título	Idioma	Nombre_e
001	Bases de Datos	Español	Ra-ma
002	Data Base	Inglés	
003	Diseño de Bases de Datos	Español	Ra-ma

EDITORIAL

Nombre_e	Dirección	Ciudad	País
Ra-ma	Pez, 20	Madrid	España
Addison-Wesley	24 Lennon	London	UK
Paraninfo	Entenza, 5	Barcelona	España



2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

Ejemplo de relación entre tablas N:M

AUTOR (Nombre, Nacionalidad, Institución, ...)

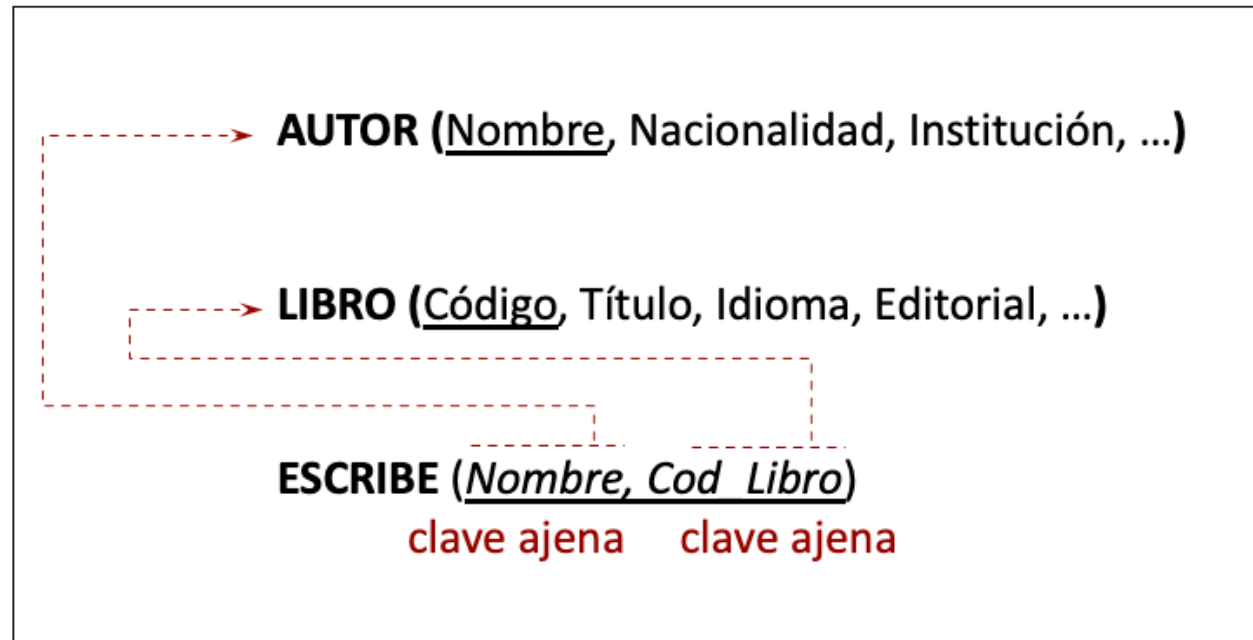
LIBRO (Código, Título, Idioma, Editorial, ...)

- ¿Cómo podemos recoger que un Autor puede escribir varios Libros y que un Libro puede estar escrito por varios Autores?

2. Estructura del modelo relacional

2.3 Claves

Ejemplo de relación entre tablas N:M



2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Restricciones inherentes

- Derivadas de la definición de relación:
 - No ha dos tuplas iguales (obligatoriedad de la clave primaria).
 - El orden de las tuplas no es significativo
 - El orden de los atributos no es significativo
 - Cada atributo sólo puede tomar un único valor del dominio sobre el que está definido, no admitiéndose, por tanto, los grupos repetitivos. Se dice que una tabla que cumple esta condición está normalizada (o también que está en primera forma normal).
- Regla de integridad de entidad: ningún atributo que forme parte de la clave primaria puede tomar valor nulo.
- Regla de integridad referencial: si una relación R2 tiene atributo(s) que es clave primaria de la relación R1, entonces los valores de dicho(s) atributo(s) deben concordar con los de la clave primaria o tener valores nulos.

2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Restricciones inherentes

Nombre	Nacionalidad	Institucion	Idiomas
Date, C.J.	Norteamericana	Relational Institute	Inglés, Español
Codd, E.F.	Norteamericana	Relational Institute	Inglés
Ceri, S.	Italiana	Politécnico de Milan	Italiano, Inglés
Saltor, F.	Española	U.P.C.	Español, Catalán

AUTOR1

<- No cumple 1FN

AUTOR2

Nombre	Nacionalidad	Institucion	Idioma
Date, C.J.	Norteamericana	Relational Institute	Inglés
Date, C.J.	Norteamericana	Relational Institute	Español
Codd, E.F.	Norteamericana	Relational Institute	Inglés
Ceri, S.	Italiana	Politécnico de Milan	Italiano
Ceri, S.	Italiana	Politécnico de Milan	Inglés
Saltor, F.	Española	U.P.C.	Español
Saltor, F.	Española	U.P.C.	Catalán

2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Restricciones semánticas

- Clave primaria (*PRIMARY KEY*). Permite declarar un atributo o un conjunto de atributos como clave primaria de una relación por lo que sus valores no se podrán repetir ni se admitirán los nulos (o valores “desconocidos”).
- Unicidad (*UNIQUE*). Mediante la cual se indica que los valores de un conjunto de atributos (uno o más) no pueden repetirse en una relación. Esta restricción permite la definición de claves alternativas.
- Obligatoriedad (*NOT NULL*), de uno o más atributos, con lo que se indica que el conjunto de atributos no admite valores nulos.
- Integridad referencial (*FOREIGN KEY*). Si una relación R2 (relación que referencia) tiene un descriptor que es clave principal de la relación R1 (relación referenciada), todo valor de dicho descriptor debe, bien concordar con un valor de la clave principal referenciada de R1, bien ser nulo. El descriptor es, por tanto, una clave ajena de la relación R2. Las relaciones R1 y R2 no son necesariamente distintas. Además, cabe destacar que la clave ajena podría ser a su vez parte (o la totalidad) de la clave primaria de R2.

2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Ejemplo SQL

```
CREATE TABLE editorial (
    nombre_e CHAR(20) PRIMARY KEY,
    dirección CHAR(50) NOT NULL,
    ciudad CHAR (15),
    país CHAR(15));
```

```
CREATE TABLE libro (
    código CHAR(3),
    título CHAR (50) UNIQUE,
    idioma CHAR(25),
    nombre_e CHAR(20),

    PRIMARY KEY (codigo),
    FOREIGN KEY (nombre_e) REFERENCES editorial
        ON DELETE SET NULL
        ON UPDATE CASCADE);
```

2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Opciones de borrado y actualización en la clave ajena

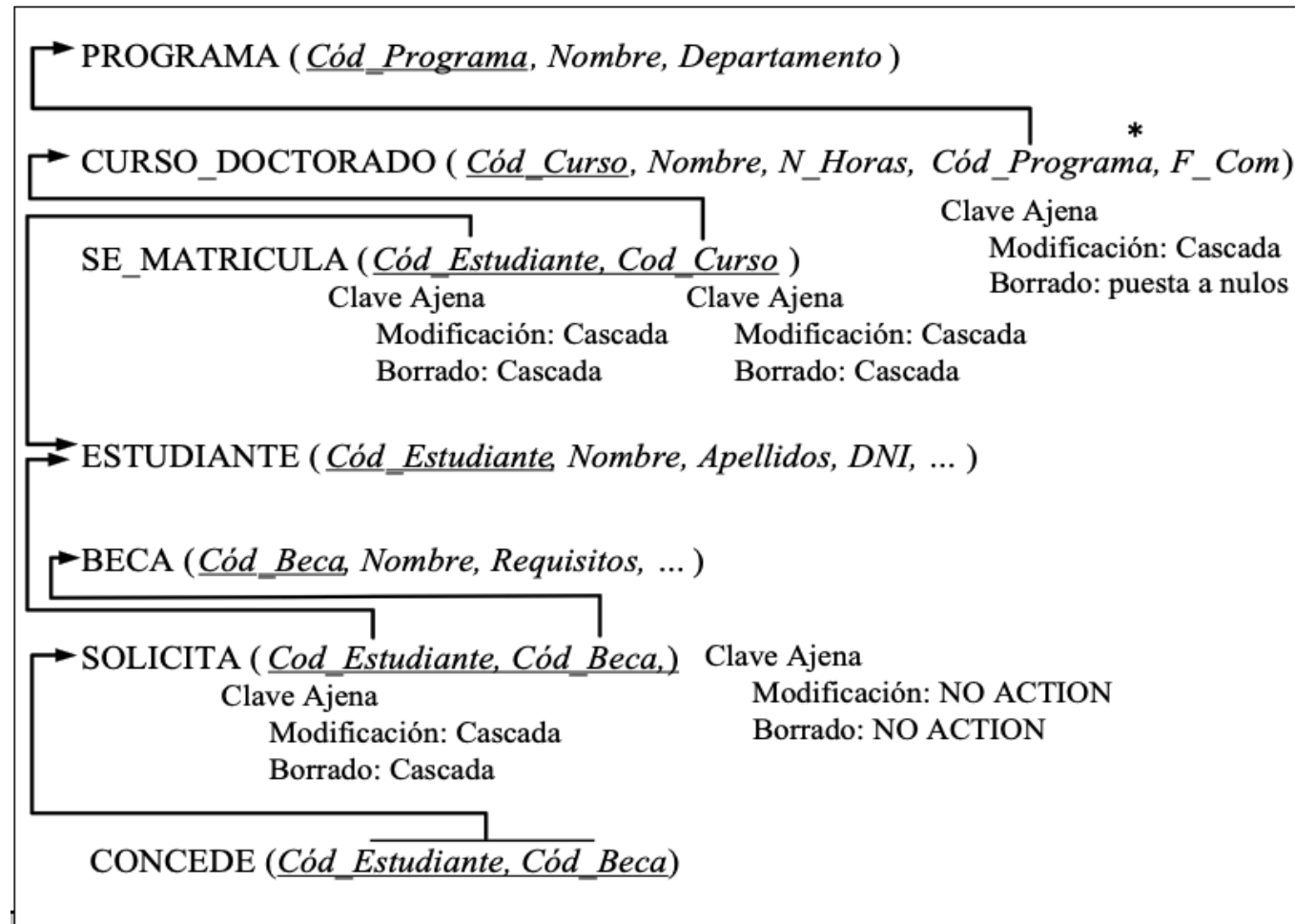
- NO ACTION: rechazar la operación.
- CASCADE: propagar la modificación o borrar las tuplas de la tabla que referencia.
- SET NULL: poner valor nulo en la Clave Ajena de la tabla que referencia.
- SET DEFAULT: poner valor por defecto en la Clave Ajena de la tabla que referencia.

LIBRO (código, título, idioma..., *nombre-e*)
 ↓
 EDITORIAL (nombre-e, dirección, ciudad, país...)

2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Ejemplo



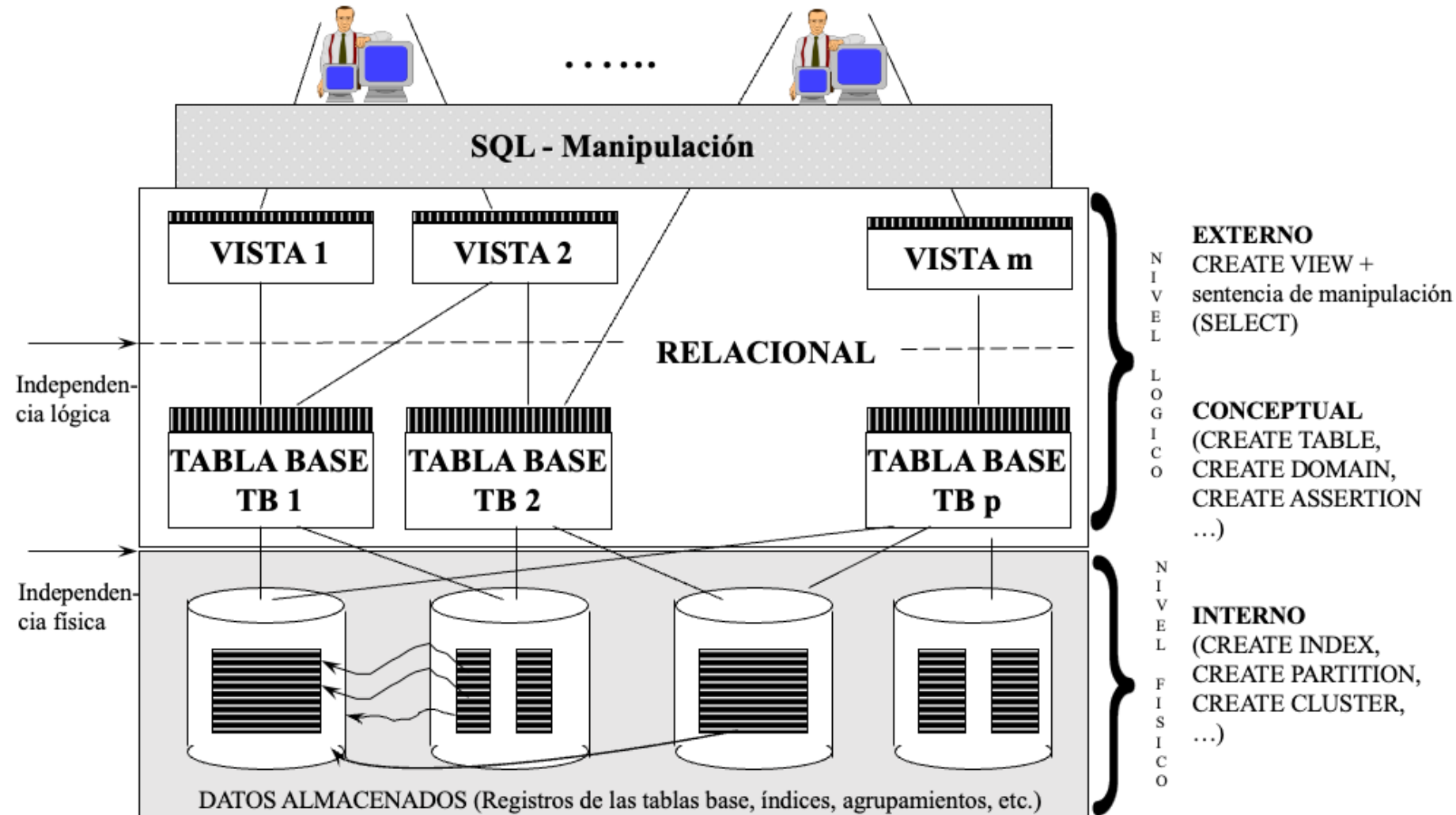
2. Estructura del modelo relacional

2.4 Restricciones

Otras restricciones semánticas

- Verificación (CHECK). Comprueba, en toda operación de actualización, si el predicado es cierto o falso y, en el segundo caso, rechaza la operación. La restricción de verificación se define sobre un único elemento (dominio, relación) y puede o no tener nombre.
- Aserción (ASSERTION). Actúa de forma idéntica a la anterior, pero se diferencia de ella en que puede afectar a varios elementos (por ejemplo, a dos relaciones distintas) y su definición, por tanto, no va unida a la de un determinado elemento por lo que siempre ha de tener un nombre, ya que la aserción es un elemento más del esquema que tiene vida por sí mismo.
- Disparador (“trigger”). Restricciones en las que el usuario pueda especificar libremente la respuesta (acción) ante una determinada condición. Así como las anteriores reglas de integridad son declarativas, los disparadores son procedimentales, siendo preciso que el usuario escriba el procedimiento que ha de aplicarse en caso de que se cumpla la condición.

3. El modelo relacional y la arquitectura ANSI



3. El modelo relacional y la arquitectura ANSI

ANSI		RELACIONAL	
L O G I C O	Nivel Externo	S Q L	Vistas
	Nivel Conceptual		Relaciones Base
F I S I C O	Nivel Interno	P R O D U C T O S	Datos Almacenados <ul style="list-style-type: none"> - Relaciones base almacenadas - Indices - Punteros - Direcciones de página - ...

En el modelo relacional:

- El usuario puede ver relaciones base y vistas
- No todas las vistas son actualizables

3. El modelo relacional y la arquitectura ANSI

Valor NULO. Se utiliza para representar información desconocida, inaplicable, inexistente, no válida, no proporcionada, indefinida, etc.

Necesidad de los valores nulos en base de datos:

- Crear tuplas (filas) con ciertos atributos desconocidos en ese momento, v.g. el año de edición de un libro.
- Añadir un nuevo atributo a una relación existente; atributo que, en el momento de añadirse, no tendría ningún valor para las tuplas existentes en la relación.
- Atributos inaplicables a ciertas tuplas, por ejemplo, la editorial para un artículo (ya que un artículo no tiene editorial) o la profesión de un menor.

4. Las 12 reglas de Codd

Codd definió un conjunto de reglas que un SGBD debe satisfacer para que sea considerado relacional en su artículo titulado:

“Is your DBMS really relational” (Codd, 1985 en ComputerWorld).

Se denominan las 12 Reglas de Codd, aunque en realidad definió 13 reglas para considerar un sistema relacional (Regla 0 - Regla 12).

4. Las 12 reglas de Codd

Regla I

Representación de la información

- Toda información almacenada en una base de datos relacional debe representarse explícitamente a nivel lógico, y de manera única, por medio de valores en tablas. Podríamos decir que éste es el principio básico del modelo relacional.

Tabla

A1	A2	A3	A4

- Los nombres de las tablas, nombres de los atributos y toda la información necesaria para el funcionamiento de la BD se representa mediante tablas: Catálogo del sistema es una base de datos relacional

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 2

Acceso garantizado

- Todo dato debe ser accesible mediante una combinación de un nombre de tabla, un valor de su clave y el nombre de una columna. Es una forma de insistir en la **obligatoriedad de la clave primaria**.

ALUMNO

<u>Dni</u>	Nombre	Edad
1	José	18
2	María	21
3	Juan	20

¿Nombre de
ALUMNO
con DNI =2?



María

- En una base de datos relacional los datos NO se referencian por su posición física.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 3

Tratamiento sistemático de valores nulos

- Los valores nulos, información desconocida o inaplicable, han de ser tratados sistemáticamente por el sistema, el cual ha de ofrecer las facilidades necesarias para su tratamiento.

ALUMNO

<u>Dni</u>	Nombre	Edad
1	José	18
2	NULL	21
3	Juan	NULL

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 4

Catálogo activo en línea basado en el modelo relacional

- La representación de la metainformación (descripción de la base de datos) debe ser igual a la de los otros datos y su acceso debe poder realizarse por medio del mismo lenguaje relacional que se utiliza para los demás datos; es decir, el modelo de datos para la metainformación debe ser también el relacional.
- En un SGBD Relacional hay dos tipos de tablas:
 - Tablas de usuario con datos
 - Tablas del sistema que contienen datos que describen la estructura de la base de datos:
Catálogo o diccionario de datos

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 5

Sub-lenguaje de datos completo

- Debe existir un lenguaje que permita un completo manejo de la base de datos (definición de datos, definición de vistas, manipulación de datos, restricciones de integridad, autorizaciones y gestión de transacciones).

El lenguaje SQL aporta todas esas funciones

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 6

Actualización de vistas

- Toda vista teóricamente actualizable debe poder ser actualizada por el sistema.
- Esta regla obliga al SGBD a ser capaz de actualizar cualquier vista que se haya definido en el sistema y que cumpla con las condiciones teóricas que hagan posible la actualización de datos a través de ella.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 7

Inserciones, modificaciones y eliminaciones de alto nivel:

- Todas las operaciones de manipulación de datos (consulta, inserción, modificación y borrado) deben operar sobre conjuntos de filas (lenguaje no navegacional).
- Los sistemas existentes hasta el momento en el que surge el modelo relacional actuaban registro a registro obligando al programador de una base de datos a navegar por la misma.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 8

Independencia física de los datos:

- El acceso lógico a los datos debe mantenerse incluso cuando cambien los métodos de acceso o la forma de almacenamiento.

Los programas de las aplicaciones y las operaciones sobre la base de datos deben mantenerse inalterados desde el punto de vista lógico, aunque se produzcan cambios en los mecanismos de almacenamiento (p.e. ubicación física de los ficheros de la BD) y acceso de la BD (p.e. índices).

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 9

Independencia lógica de los datos:

- Los programas de aplicación no deben verse afectados por cambios realizados en las tablas que estén permitidos teóricamente y que preserven la información.

No habrá que modificar los programas de las aplicaciones, aunque se realicen cambios sobre las tablas, siempre que esos cambios mantengan la información que en ellas hubiese.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 10

Independencia de la integridad:

- Las reglas de integridad de una base de datos deben ser definibles por medio del sublenguaje de datos relacional y habrán de almacenarse en el catálogo de la base de datos (metabase), no en los programas de aplicación.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 11

Independencia de la distribución:

- Debe existir un sublenguaje de datos que pueda soportar bases de datos distribuidas sin alterar los programas de aplicación cuando se distribuyan los datos por primera vez o se redistribuyan éstos posteriormente.
- Un programa de aplicación no debe notar la diferencia entre trabajar sobre la base de datos cuando esta se encuentra centralizada en una máquina y cuando los datos se distribuyen entre varias máquinas. El sistema debe ser responsable de presentar los datos al usuario final como si estuvieran en una única máquina.
- Pero, para que un sistema sea relacional no tiene obligatoriamente que dar soporte a las bases de datos distribuidas.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 12

Regla de la no subversión

- Si un SGBD soporta un lenguaje de bajo nivel que permite el acceso fila a fila, éste no puede utilizarse para saltarse las reglas de integridad expresadas por medio del lenguaje de más alto nivel.
- El SGBD debe controlar todos los accesos a la base de datos de forma que la integridad de la base de datos no pueda verse comprometida sin conocimiento del usuario y el administrador de la base de datos.

4. Las 12 reglas de Codd

Regla 0

Regla básica

- Cualquier sistema que se anuncie como sistema gestor de bases de datos relacionales debe ser capaz de **gestionar por completo las bases de datos utilizando sus capacidades relacionales**.
- El SGBD relacional NO debe recurrir a operaciones NO relacionales para completar sus capacidades de gestión de datos (definición y manipulación).



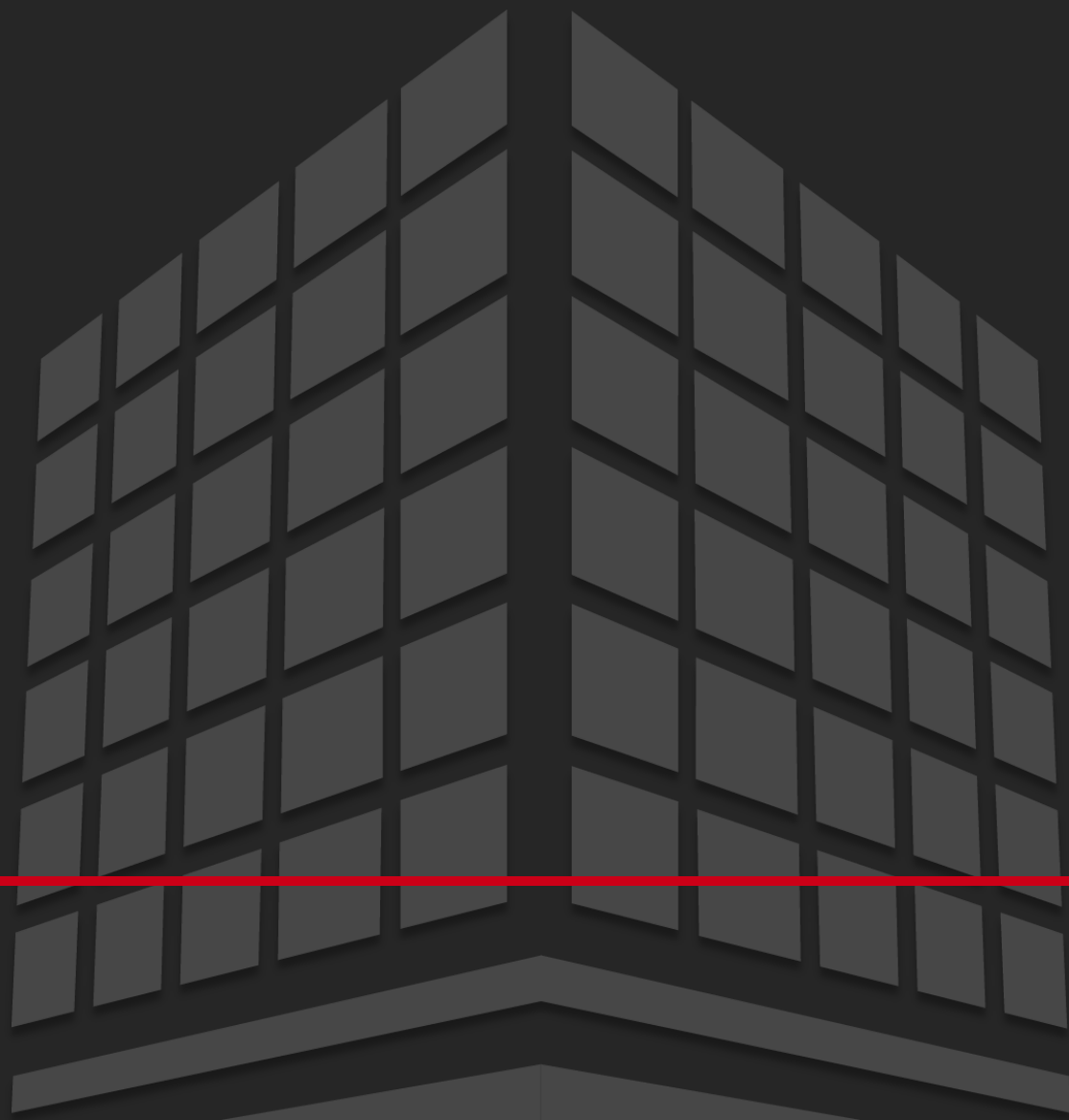
Básica:

- **Tecnología y Diseño de Bases de Datos**

M. Piattini, E. Marcos, C. Calero y B. Vela

Ed.: RAMA. 2006

Parte II: Capítulo 6



Universidad
Rey Juan Carlos