

Normalización

3.1 Primera Forma Normal.

3.2 Dependencias funcionales.

3.3 Segunda Forma Normal.

3.4 Dependencias Transitivas y Tercera Forma Normal.

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

3.6 Cuarta Forma Normal

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Ejercicio:

Usando Excel® diseñe tablas para:

1. Registrar en una tabla el rol de trabajo de los intendentes del ITD.
 - Se debe guardar la CURP, nombre del intendente y los días que tiene asignadas labores de limpieza.
 - Los intendentes pueden trabajar cualquier día de la semana, pero deben descansar al menos un día, considere que pueden trabajar entre uno y seis días y descansar entre 6 y 1 día pero es importante saber que días trabaja y cuales descansa).
2. Por otro lado, hay que registrar información relativa a proveedores de bienes y servicios del ITD.
 - Considerar el RFC, nombre del proveedor y los diferentes productos y servicios que proporcionan al ITD.
 - Mobiliario, equipo de cómputo, papelería, tóner, tinta, artículos de limpieza, mantenimiento a computadoras, servicios de internet, etc. son algunos ejemplos.
 - Algunos de los proveedores pueden proveer diferentes productos u ofrecer diferentes servicios (cualquier combinación).

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

- ✓ El ejercicio que se acaba de pedir tiene relación con lo siguiente:
 - ✓ A veces hay que trabajar con tablas mal diseñadas por otros y tendremos que corregirlas usando **Normalización**.
 - ✓ Otra posibilidad es que nosotros hayamos diseñado las tablas pero debemos aplicar igualmente los conceptos de Normalización para asegurarnos de que estén bien diseñadas.

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

1. Cada renglón representa un elemento de datos, una de las características de la 1NF es que **no haya grupos repetidos**.

- ✓ Un grupo repetido es un atributo que puede tener múltiples valores para un mismo valor de la llave única.
- ✓ Ejemplo: Los usuarios crean “tablas” en Excel y para evitar la repetición, deciden usar “comillas” o dejar espacios en blanco.
- ✓ Otra forma muy frecuente de usar grupos repetidos es colocar en el atributo una lista de valores separados por comas.

Llave única: CURP

Curp	Nombre	Día Laborable
LGJ123	López González José	Lunes
		Martes
		Jueves
		Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles
		Jueves
		Viernes
		Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes
		Martes
		Miércoles
		Sábado
		Domingo

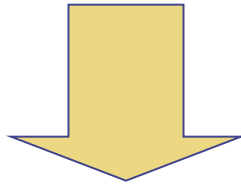
Llave única: CURP

Curp	Nombre	Días Laborables
LGJ123	López González José	Lunes, Martes, Jueves, Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes, Martes, Miércoles, Sábado, Domingo

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Llave única: CURP

Curp	Nombre	Días Laborables
LGJ123	López González José	Lunes, Martes, Jueves, Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes, Martes, Miércoles, Sábado, Domingo



Curp	Nombre	Día Laborable
LGJ123	López González José	Lunes
LGJ123	López González José	Martes
LGJ123	López González José	Jueves
LGJ123	López González José	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Martes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Miércoles
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Domingo

Cada ocurrencia de un grupo repetido se debe convertir en una tupla para poder obtener fácilmente consultas como la siguiente: ¿quienes trabajan los lunes pero no los viernes?

Si se dejara como una lista *varchar*, no sería sencillo obtener la consulta de arriba y no se podría cambiar el orden de la tabla con base en el día laborable.

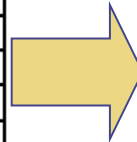
La Redundancia no importa por ahora.

Observemos que la llave única cambiaría a:
CURP+Día Laborable

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

2. Otra característica muy importante de la 1NF es que los renglones y las columnas puedan reordenarse en cualquier momento, sin afectar el contenido de la tabla ni su significado.
- ✓ Las tablas con grupos repetidos (como el caso que se muestra abajo) no pueden cambiar de orden con base en los renglones.
 - ✓ Simule lo anterior con una hoja de Excel®, ejecutando *Ordenar Datos*.
 - ✓ Al eliminar los grupos repetidos, se elimina el problema descrito.

Curp	Nombre	Día Laborable
LGJ123	López González José	Lunes
		Martes
		Jueves
		Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles
		Jueves
		Viernes
		Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes
		Martes
		Miércoles
		Sábado
		Domingo



Curp	Nombre	Día Laborable
LGJ123	López González José	Lunes
LGJ123	López González José	Martes
LGJ123	López González José	Jueves
LGJ123	López González José	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Martes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Miércoles
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Domingo

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

3. Las columnas de las tablas que se encuentran en 1NF deben ser homogéneas, es decir, todos los valores deben tener el mismo dominio.

Curp	Datos
LGJ123	López González José
	Sueldo \$5,000.00
	Fecha Ingreso 15/04/1993
MRM500	Martínez Ramos Manuel
	Sueldo \$6,000.00
	Fecha Ingreso 3/11/1988
GRL600	Gurrola Rivas Luis
	Sueldo \$5,000.00
	Fecha Ingreso 21/01/1996

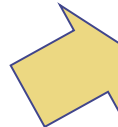


Curp	Nombre	Sueldo	FechaIngreso
LGJ123	López González José	5,000.00	15/04/1993
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	3/11/1988
GRL600	Gurrola Rivas Luis	5,000.00	21/01/1996

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

4. Las columnas de una tabla en 1NF debe tener un nombre único:

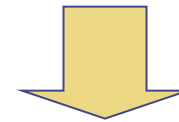
RFC	Proveedor	Teléfono	Teléfono
ABC111	Papelería ABC	811-45-78	811-45-79
LLL222	López Lara Luis	825-28-00	
TRA321	Torres Reyes Alicia	810-20-20	810-20-21



RFC	Proveedor	Teléfono1	Teléfono2
ABC111	Papelería ABC	811-45-78	811-45-79
LLL222	López Lara Luis	825-28-00	
TRA321	Torres Reyes Alicia	810-20-20	810-20-21

En realidad, estos son grupos repetidos

RFC	Proveedor	Teléfono
ABC111	Papelería ABC	811-45-78
		811-45-79
LLL222	López Lara Luis	825-28-00
TRA321	Torres Reyes Alicia	810-20-20
		810-20-21



RFC	Proveedor	Teléfono
ABC111	Papelería ABC	811-45-78
ABC111	Papelería ABC	811-45-79
LLL222	López Lara Luis	825-28-00
TRA321	Torres Reyes Alicia	810-20-20
TRA321	Torres Reyes Alicia	810-20-21

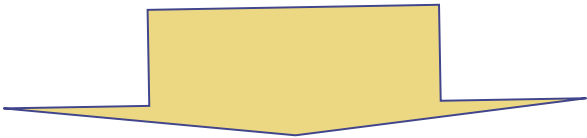
Llave única: **RFC+Telefono**

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

5. En una tabla en 1NF no debe haber duplicidad, cada renglón debe estar identificado por una llave única.

Nombre	SueldoMensual
López González José	5,000.00
López González José	5,000.00

No habría forma de saber si se trata de dos diferentes empleados homónimos o si por error se registraron 2 veces los datos de un mismo empleado, por esa razón las tablas deben tener llave única.



Curp	Nombre	SueldoMensual
LGJ123	López González José	5,000.00
LGJ450	López González José	5,000.00

Llave única: **CURP**

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

En el caso de la página anterior, se tuvo que añadir un nuevo atributo para crear la llave única.

Lo correcto es que las tablas se diseñen con atributos suficientes y para obtener una llave única, por ejemplo:

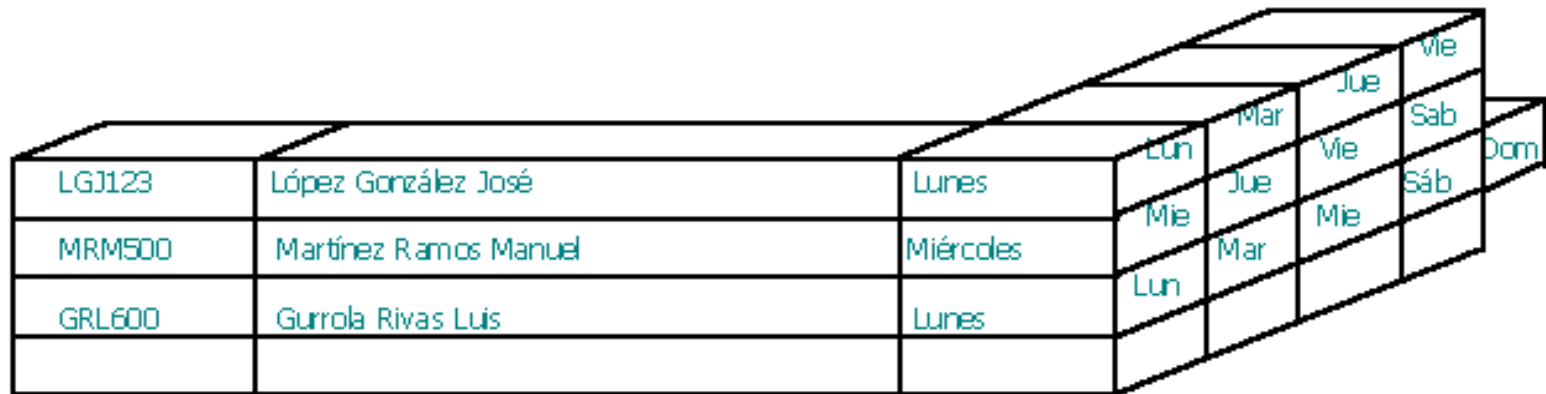
Llave única: **CURP+Día Laborable**

Curp	Nombre	Día Laborable
LGJ123	López González José	Lunes
LGJ123	López González José	Martes
LGJ123	López González José	Jueves
LGJ123	López González José	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Martes
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Miércoles
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Sábado
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Domingo

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Las tablas, por lo tanto, no deben tener:

- ✓ Renglones duplicados (propiedad 5).
- ✓ Datos inconsistentes (propiedad 3).
- ✓ Tablas tridimensionales (propiedades 1,2,4).



LGJ123	López González José	Lunes	Lun	Mar	Jue	Vie	Sab	Dom
MRM500	Martínez Ramos Manuel	Miércoles	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes	Lun	Mar	Jue	Vie	Sab	Dom

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Una tabla que tenga las características definidas en las diapositivas anteriores se encuentra en **PRIMERA FORMA NORMAL** y puede ser manipulada fácilmente con un DBMS relacional.

Sin embargo, una tabla en 1NF puede tener redundancia y por lo tanto anomalías de **Actualización, Inserción y Borrado**.

Enseguida aprenderemos a identificar esas anomalías y en las etapas de **Normalización** podremos rediseñar las tablas para eliminar las anomalías causadas por la Redundancia.

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

1. Anomalías por ACTUALIZACIÓN:

Debido a la redundancia de datos, en algún momento se presentará la necesidad de modificar las múltiples ocurrencias de un mismo dato. Supongamos que tenemos una tabla como la siguiente:

Curp	Nombre	Sueldo Mensual	Día Laborable
LGJ123	López González José	5,000.00	Lunes
LGJ123	López González José	5,000.00	Martes
LGJ123	López González José	5,000.00	Miércoles
LGJ123	López González José	5,000.00	Jueves
LGJ123	López González José	5,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Lunes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Martes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Sábado

Si se presenta la necesidad de otorgar un aumento de sueldo a José López, ¿Sería suficiente con modificar el sueldo en una de las tuplas?

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

2. Anomalías por INSERCIÓN:

Las anomalías de inserción se presentan cuando, para añadir una tupla, es indispensable colocar un valor inconsistente (fuera del dominio correspondiente).

Curp	Nombre	Sueldo Mensual	Día Laborable
LGJ123	López González José	5,000.00	Lunes
LGJ123	López González José	5,000.00	Martes
LGJ123	López González José	5,000.00	Miércoles
LGJ123	López González José	5,000.00	Jueves
LGJ123	López González José	5,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Lunes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Martes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Sábado
GRL600	Guirrola Rivas Luis	3,500.00	NULL

La situación que se muestra se puede presentar si se contrata a un nuevo intendente y aún no se le ha asignado su horario de trabajo.

Se tendría que registrar un valor **NULL** (un "día fantasma" en realidad) para poder guardar los datos básicos, CURP, nombre, sueldo.

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

3. Anomalías por BORRADO:

Se presenta una anomalía de borrado si se pierden datos por la eliminación de una o más tuplas cuyos datos debieran estar guardados por separado.

Curp	Nombre	Sueldo Mensual	Día Laborable
LGJ123	López González José	5,000.00	Lunes
LGJ123	López González José	5,000.00	Martes
LGJ123	López González José	5,000.00	Miércoles
LGJ123	López González José	5,000.00	Jueves
LGJ123	López González José	5,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Lunes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Martes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Jueves
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Viernes
MRM500	Martínez Ramos Manuel	6,000.00	Sábado

Ejemplo: Manuel Martínez se enferma e incapacita temporalmente, por lo tanto, ya no podrá acudir al trabajo **ningún día de la semana**.

¿**Cómo conservar** la información relativa a **su sueldo**?

Respuesta: dejando una tupla con un **NULO** en la columna DiaLaborable

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

- ✓ Las Formas Normales establecen criterios para detectar tablas con anomalías.
- ✓ No importa si las tablas fueron diseñadas por un usuario o por un Ingeniero; siempre se pueden aplicar para mejorar el esquema.

Supongamos que contamos con una tabla en una hoja de Excel, como la que se muestra enseguida que contiene los datos de los grupos impartidos por los profesores y sus horarios:

Hoja Electrónica **GruposProfesores**

Periodo	RFC	NombreProfesor	SueldoProfesor	ClaveMaterialImpartida	NombreMaterialImpartida	Paquete	Salon	SalonNumeroSillas	Dia	Hora
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Temas Avanzados de Programación	2X	SC4	30	Lunes	09:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Martes	09:00
"	"	"	"	"	"	"	LC3	25	Viernes	10:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Viernes	11:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Viernes	12:00
"	"	"	"	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Lunes	16:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Martes	16:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Miercoles	16:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Jueves	16:00
"	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Martes	13:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Miercoles	13:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Jueves	13:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Viernes	13:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Lunes	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Martes	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Miercoles	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Jueves	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Viernes	15:00
2024A	"	"	"	"	"	"	"	"	Lunes	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Martes	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Miercoles	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Jueves	15:00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	Viernes	15:00

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Una vez transformada para que cumpla con los criterios de 1NF quedaría así:

Tabla GruposProfesores

Periodo	RFC	NombreProfesor	SueldoProfesor	ClaveMaterialImpartida	NombreMaterialImpartida	Paquete	Salon	SalonNumeroSillas	Dia	Hora
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	SC4	30	Lunes	09:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	SC4	30	Martes	09:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	10:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	11:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	12:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Lunes	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Martes	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Miercoles	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Jueves	16:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Martes	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Miercoles	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Jueves	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Viernes	13:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Lunes	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Martes	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Miercoles	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Jueves	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Viernes	15:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Lunes	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Martes	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Miercoles	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Jueves	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Viernes	16:00

Para que esté en **1NF** solo falta establecer la llave única

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

Tabla GruposProfesores

Periodo	RFC	NombreProfesor	SueldoProfesor	ClaveMaterialImpartida	NombreMaterialImpartida	Paquete	Salon	SalonNumeroSillas	Dia	Hora
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	SC4	30	Lunes	09:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	SC4	30	Martes	09:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	10:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	11:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1000	Topicos Avanzados de Programación	2X	LC3	25	Viernes	12:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Lunes	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Martes	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Miercoles	16:00
2022A	SO1	Socrates	20,000.00	1410	Cálculo Diferencial	3Y	SC9	30	Jueves	16:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Martes	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Miercoles	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Jueves	13:00
2022A	PL2	Platón	18,000.00	1100	Ética	2X	T1	25	Viernes	13:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Lunes	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Martes	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Miercoles	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Jueves	15:00
2023B	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3Y	LC22	20	Viernes	15:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Lunes	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Martes	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Miercoles	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Jueves	16:00
2024A	AR3	Aristóteles	16,500.00	1120	Estructuras de Datos	3W	LC22	20	Viernes	16:00

Llave única # 1: Periodo+Salon+Dia+Hora

Llave única # 2: Periodo+RFC+Dia+Hora

Llave única # 3: Periodo+ClaveMateriaImpartida+Paquete+Dia+Hora

Para comprobar si estas son llaves únicas, hay que observar si en la tabla hay dos o más tuplas con los mismos valores en esos atributos.

1. Si los hay NO es llave única.
2. Si no los hay y no existe la posibilidad de que los haya, SI es llave única.

3.2 Dependencias Funcionales

La tabla **GruposProfesores** que se encuentra en **1NF** cuenta con las 3 anomalías que se describieron antes:

Actualización, Inserción, Borrado.

Estas anomalías se deben a un problema llamado **Dependencia Parcial**.

3.2 Dependencias Funcionales

Dependencia Funcional

- ✓ Capacidad para identificar el valor del atributo de una tabla a partir de **otro(s)**.
- ✓ Se define como $A \rightarrow B$, que significa que si dos tuplas tienen el mismo valor para el atributo (o conjunto de atributos) **A**, tendrán el mismo valor para el atributo (o conjunto de atributos) **B**, es decir, en una tabla **R**, **conociendo** el valor de **A**, se puede **obtener** el valor de **B**.
- ✓ Al atributo (o conjunto de atributos) **A** se le llama **determinante**.
- ✓ Al atributo (o conjunto de atributos) **B** se le llama **dependiente**.

3.2 Dependencias Funcionales

Dependencia Parcial

- ✓ Hay **atributos no primos** que **dependen** de una parte de la llave única.

Atributos Primos

- ✓ Atributos que forman parte de la llave única (*primo* es por *llave primaria*. Años atrás, una de las llaves únicas era elegida como llave primaria).

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

Diagrama de Dependencias Funcionales para la Llave única:

Periodo+Salon+Dia+Hora

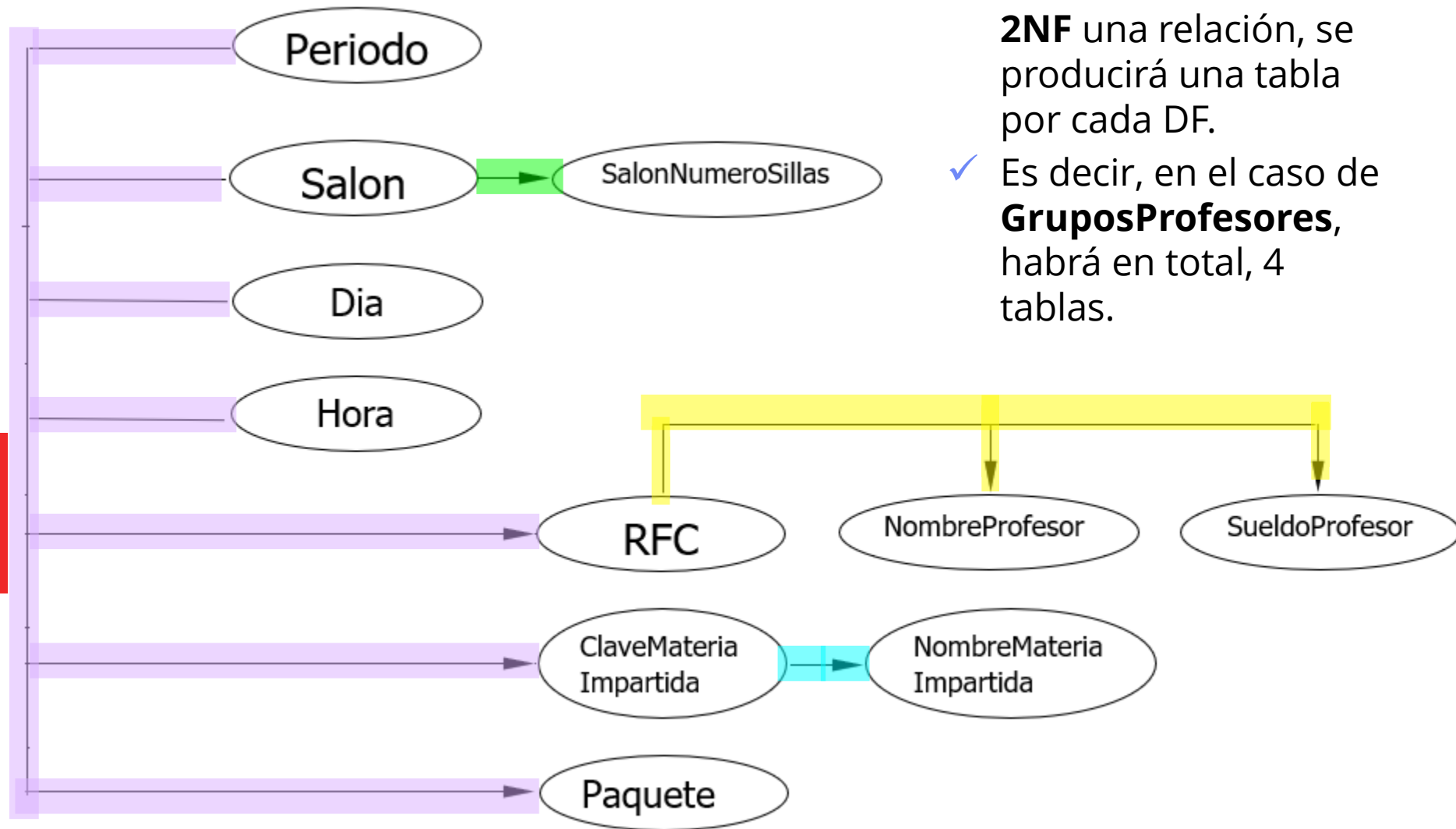


✓ Para que haya **DF Total** en una relación, todos los atributos **no primos** deben depender exclusivamente de la llave completa.

✓ Como se ve en el Diagrama, la relación cuenta con **dependencias funcionales parciales** y deben removerse.

✓ Haga el DDF para las otras llaves únicas y observe que todas las dependencias son parciales (en este diagrama solo Salón→SalonNumeroSillas es parcial).

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)



- ✓ Para transformar a **2NF** una relación, se producirá una tabla por cada DF.
- ✓ Es decir, en el caso de **GruposProfesores**, habrá en total, 4 tablas.

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

¿Como deben quedar estas tablas al añadir la llave primaria **Id?**

Tabla GruposProfesores						
Periodo	RfcProfesor	ClaveMateria	Paquete	CodigoSalon	Dia	Hora
2022A	SO1	1000	2X	SC4	Lunes	09:00
2022A	SO1	1000	2X	SC4	Martes	09:00
2022A	SO1	1000	2X	LC3	Viernes	10:00
2022A	SO1	1000	2X	LC3	Viernes	11:00
2022A	SO1	1000	2X	LC3	Viernes	12:00
2022A	SO1	1410	3Y	SC9	Lunes	16:00
2022A	SO1	1410	3Y	SC9	Martes	16:00
2022A	SO1	1410	3Y	SC9	Miercoles	16:00
2022A	SO1	1410	3Y	SC9	Jueves	16:00
2022A	PL2	1100	2X	T1	Martes	13:00
2022A	PL2	1100	2X	T1	Miercoles	13:00
2022A	PL2	1100	2X	T1	Jueves	13:00
2022A	PL2	1100	2X	T1	Viernes	13:00
2023B	AR3	1120	3Y	LC22	Lunes	15:00
2023B	AR3	1120	3Y	LC22	Martes	15:00
2023B	AR3	1120	3Y	LC22	Miercoles	15:00
2023B	AR3	1120	3Y	LC22	Jueves	15:00
2023B	AR3	1120	3Y	LC22	Viernes	15:00
2024A	AR3	1120	3W	LC22	Lunes	16:00
2024A	AR3	1120	3W	LC22	Martes	16:00
2024A	AR3	1120	3W	LC22	Miercoles	16:00
2024A	AR3	1120	3W	LC22	Jueves	16:00
2024A	AR3	1120	3W	LC22	Viernes	16:00

Llave única # 1: Periodo+CodigoSalon+Dia+Hora

Llave única # 2: Periodo+RfcProfesor+Dia+Hora

Llave única # 3: Periodo+ClaveMateria+Paquete+Dia+Hora

Tabla Salones

Codigo	NumeroSillas
SC4	30
LC3	25
SC9	30
T1	25
LC22	20

Llave única: Codigo

Tabla Profesores		
RFC	Nombre	Sueldo
SO1	Socrates	20,000.00
PL2	Platón	18,000.00
AR3	Aristóteles	16,500.00

Llave única: RFC

Tabla Materias	
Clave	Nombre
1000	Topicos Avanzados de Programación
1410	Cálculo Diferencial
1100	Ética
1120	Estructuras de Datos

Llave única: Clave

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

Tabla Profesores			
idProfesor	RFC	Nombre	Sueldo
1	SO1	Socrates	20,000.00
2	PL2	Platón	18,000.00
3	AR3	Aristóteles	16,500.00
Llave única: RFC			

Tabla Materias		
idMateria	Clave	Nombre
1	1000	Temas Avanzados de Programación
2	1410	Cálculo Diferencial
3	1100	Ética
4	1120	Estructuras de Datos
Llave única: Clave		

Tabla Salones		
idSalon	Codigo	NumeroSillas
1	SC4	30
2	LC3	25
3	SC9	30
4	T1	25
5	LC22	20
Llave única: Codigo		

Tabla GruposProfesores							
idGposProf	Periodo	idProfesor	idMateria	Paquete	idSalon	Dia	Hora
1	2022A	1	1	2X	1	Lunes	09:00
2	2022A	1	1	2X	1	Martes	09:00
3	2022A	1	1	2X	2	Viernes	10:00
4	2022A	1	1	2X	2	Viernes	11:00
5	2022A	1	1	2X	2	Viernes	12:00
6	2022A	1	2	3Y	3	Lunes	16:00
7	2022A	1	2	3Y	3	Martes	16:00
8	2022A	1	2	3Y	3	Miercoles	16:00
9	2022A	1	2	3Y	3	Jueves	16:00
10	2022A	2	3	2X	4	Martes	13:00
11	2022A	2	3	2X	4	Miercoles	13:00
12	2022A	2	3	2X	4	Jueves	13:00
13	2022A	2	3	2X	4	Viernes	13:00
14	2023B	3	4	3Y	5	Lunes	15:00
15	2023B	3	4	3Y	5	Martes	15:00
16	2023B	3	4	3Y	5	Miercoles	15:00
17	2023B	3	4	3Y	5	Jueves	15:00
18	2023B	3	4	3Y	5	Viernes	15:00
19	2024A	3	4	3W	5	Lunes	16:00
20	2024A	3	4	3W	5	Martes	16:00
21	2024A	3	4	3W	5	Miercoles	16:00
22	2024A	3	4	3W	5	Jueves	16:00
23	2024A	3	4	3W	5	Viernes	16:00

Llave única # 1: Periodo+idSalon+Dia+Hora
 Llave única # 2: Periodo+idProfesor+Dia+Hora
 Llave única # 3: Periodo+idMateria+Paquete+Dia+Hora

- Una tabla se encuentra en **2NF** si está en 1NF y no hay dependencias parciales.
- En la tabla **GruposProfesores** no hay dependencias parciales porque la definición dice: *Hay una dependencia parcial si un atributo **no primo** depende de una parte de la llave única.*
 - Por ejemplo, **llave única # 1** → **idProfesor** no es dependencia parcial porque *idProfesor* es atributo primo (forma parte de otra de las llaves únicas).

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

AspirantesNuevoIngreso

CurpAspirante	NombreAspirante	AñoSolicitud	ClaveCarreraSolicitada	NombreCarreraSolicitada	CreditosCarrera	PromPrepa	ResultadoExamenAdmision
JJ01	JOSE JIMENEZ	2016	ISC-001	Ingeniería en Sistemas Computacionales	440	90	1212
GL03	GUADALUPE LARA	2016	MEC-003	Ingeniería Mecánica	430	94	905
JIR45	JUAN RUIZ	2017	ISC-001	Ingeniería en Sistemas Computacionales	440	91	973
MV001	MARIA VERDUZCO	2017	IGE-010	Ingeniería en Gestión Empresarial	435	82	783
MM123	MONICA MARTINEZ	2017	ARQ-005	Arquitectura	440	97	654
PR02	PEDRO RODRIGUEZ	2017	MEC-003	Ingeniería Mecánica	430	75	578
PR02	PEDRO RODRIGUEZ	2018	IGE-010	Ingeniería en Gestión Empresarial	435	75	1002

Ejercicio 1

- Identifique la llave única de esta tabla que contiene los datos de los aspirantes a nuevo ingreso al ITD. Considere dos condiciones diferentes:
 - Que se permite solicitar ingreso a una misma carrera solo en una ocasión.
 - Que se puede solicitar ingreso a la misma carrera tantas veces como se desee.
- Haga los dos diagramas de Dependencias Funcionales.
- Descomponga la tabla en las necesarias de acuerdo con cada diagrama e identifique las llaves únicas de las nuevas tablas.
- Añada las llaves primarias a cada una de las tablas resultantes.

3.4 Tercera Forma Normal (3NF)

Ejercicio 2

A la tabla *Carreras*, que resultó de la descomposición por dependencias parciales del ejercicio anterior y que se encuentra en 2NF, hay que añadir un par de atributos llamados *Nivel* y *DuracionSemestres*.

- *DuracionSemestres* es el tiempo típico para que los estudiantes completen los estudios depende del nivel de la carrera o posgrado.
 - Si Nivel='Licenciatura', DuracionSemestres=9.
 - Si Nivel='Maestría', DuracionSemestres=4.
 - Si Nivel='Doctorado', DuracionSemestres=6.

Una vez que la tabla tenga los nuevos atributos, haga el Diagrama de Dependencias Funcionales y determine si hay anomalías.

Carreras

Clave	Nombre	NumeroCreditos
ISC-001	Ingeniería en Sistemas Computacionales	440
MEC-003	Ingeniería Mecánica	430
IGE-010	Ingeniería en Gestión Empresarial	435
ARQ-005	Arquitectura	440

Llave única: Clave

3.4 Dependencias Transitivas y 3ª Forma Normal

Las organizaciones cambian constantemente, por lo tanto, puede requerirse el manejo de nuevos datos en algún momento.

La tabla con el esquema siguiente la obtuvimos anteriormente.

Tabla Profesores

idProfesor	RFC	Nombre	Sueldo
1	SO1	Socrates	20,000.00
2	PL2	Platón	15,000.00
3	AR3	Aristóteles	16,500.00
4	C40	Cicerón	16,500.00
5	N56	Newton	20,000.00
6	E62	Einstein	20,000.00
7	G74	Galileo	15,000.00
8	G100	Gauss	19,000.00

Llave única: RFC

Consideremos lo siguiente:

- En el Tecno se plantea la necesidad de agrupar a los profesores de acuerdo a un concepto al que deciden llamar ***Categoría***.
- Todos los profesores de la misma categoría tendrán el mismo sueldo.
- Cada profesor solo puede tener una categoría asignada.
- Dos diferentes categorías pueden tener el mismo sueldo.
- Las diferentes categorías son **Titular A, Titular B, Titular C, Suplente A, Suplente B, Suplente C**.
- Se decide añadir a la tabla el atributo ***Categoría***.

3.4 Tercera Forma Normal

Tabla Profesores

idProfesor	RFC	Nombre	Sueldo
1	SO1	Socrates	20,000.00
2	PL2	Platón	15,000.00
3	AR3	Aristóteles	16,500.00
4	C40	Cicerón	16,500.00
5	N56	Newton	20,000.00
6	E62	Einstein	20,000.00
7	G74	Galileo	15,000.00
8	G100	Gauss	19,000.00

Llave única: RFC

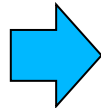


Tabla Profesores

idProfesor	RFC	Nombre	Categoría	Sueldo
1	SO1	Socrates	Titular C	20,000.00
2	PL2	Platón	Suplente C	15,000.00
3	AR3	Aristóteles	Titular A	16,500.00
4	C40	Cicerón	Titular A	16,500.00
5	N56	Newton	Titular C	20,000.00
6	E62	Einstein	Titular C	20,000.00
7	G74	Galileo	Suplente C	15,000.00
8	G100	Gauss	Titular B	19,000.00

Llave única: RFC

La nueva versión de la tabla se encuentra en **2NF** ya que la llave única consta de solo un atributo (porque un profesor solo puede tener una categoría asignada) y en consecuencia no puede haber dependencias parciales.

3.4 Tercera Forma Normal

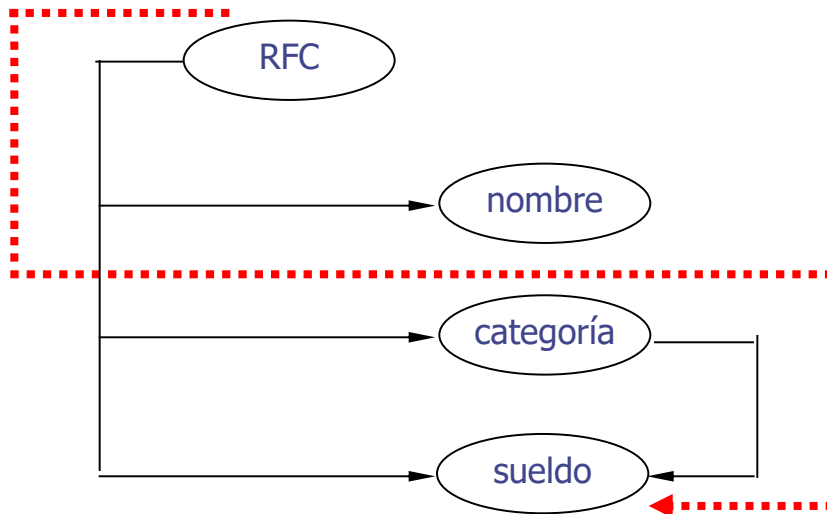
Tabla **Profesores**

idProfesor	RFC	Nombre	Categoría	Sueldo
1	SO1	Socrates	Titular C	20,000.00
2	PL2	Platón	Suplente C	15,000.00
3	AR3	Aristóteles	Titular A	16,500.00
4	C40	Cicerón	Titular A	16,500.00
5	N56	Newton	Titular C	20,000.00
6	E62	Einstein	Titular C	20,000.00
7	G74	Galileo	Suplente C	15,000.00
8	G100	Gauss	Titular B	19,000.00

Llave única: RFC

Diagrama de Dependencias Funcionales

la llave primaria (*id*) se ignora para hacer el diagrama



Dependencia Transitiva

RFC → Sueldo transitivamente.
(es decir, **RFC → Categoría** y **Categoría → Sueldo**), además de determinarlo en forma directa.

3.4 Tercera Forma Normal

Tabla Profesores

idProfesor	RFC	Nombre	Categoría	Sueldo
1	SO1	Socrates	Titular C	20,000.00
2	PL2	Platón	Suplente C	15,000.00
3	AR3	Aristóteles	Titular A	16,500.00
4	C40	Cicerón	Titular A	16,500.00
5	N56	Newton	Titular C	20,000.00
6	E62	Einstein	Titular C	20,000.00
7	G74	Galileo	Suplente C	15,000.00
8	G100	Gauss	Titular B	19,000.00

Llave única: RFC

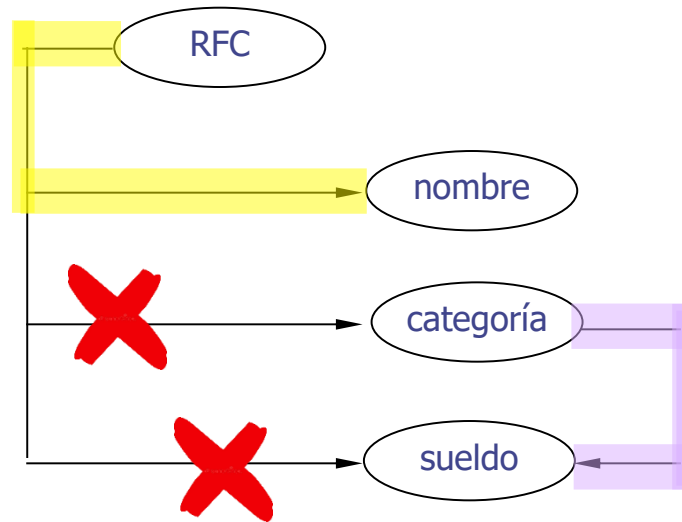
Aunque se encuentra en 2NF tiene las siguientes anomalías, solo que ahora por dependencia transitiva.

- ✓ **Inserción.** No se puede Añadir una categoría si no hay ningún profesor que se haga acreedor a ella.
- ✓ **Actualización.** Hay redundancia en los sueldos, si se va a aumentar el sueldo correspondiente a una categoría hay que modificar muchas tuplas.

Por otro lado, si todos los profesores de la categoría Titular B suben a la Titular C, se perdería la información del sueldo de la categoría Titular B.

- ✓ **Borrado.** Si las tuplas de todos los profesores de cierta categoría fueran eliminadas, no se podría conservar el valor del sueldo correspondiente a la categoría que tenían los profesores eliminados.

3.4 Tercera Forma Normal



1. Se deberá crear una nueva tabla con los atributos de la dependencia transitiva y eliminarlos de la tabla original.
2. Se debe crear una tercera tabla que relaciona la tabla original una vez modificada y la nueva tabla.

3.4 Tercera Forma Normal

La siguiente descomposición resuelve las anomalías de las que hemos hablado. Todas las tablas están en 3NF.

Tabla Profesores

idProfesor	RFC	Nombre
1	SO1	Socrates
2	PL2	Platón
3	AR3	Aristóteles
4	C40	Cicerón
5	N56	Newton
6	E62	Einstein
7	G74	Galileo
8	G100	Gauss

Llave única: RFC

Tabla Categorías

idCategoria	Categoría	Sueldo
1	Titular A	16,500.00
2	Titular B	16,500.00
3	Titular C	20,000.00
4	Suplente A	13,000.00
5	Suplente B	14,500.00
6	Suplente C	15,000.00

Llave única: Categoría

Tabla CategoriaProfesores

idCategoriaProfesor	idProfesor	idCategoria
1	1	3
2	3	1
3	4	1
4	5	3
5	7	6
6	8	2

Llave única: idProfesor

3.4 Tercera Forma Normal

- ✓ Para que una relación esté en **3NF**, primero debe estar en **2NF**.
- ✓ Por lo tanto, si una relación está en **2NF** y no hay dependencias transitivas, también está en **3NF**, (las tablas de las páginas 24 y 25 están en 3NF).

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

Las Formas Normales son definiciones que permiten identificar errores de diseño que producen anomalías.

Las definiciones de las 1NF, 2NF y 3NF, se fueron creando conforme **se iban presentando casos prácticos** en los que la definición de la forma normal máxima, hasta entonces definida, era insuficiente.

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

Considere como ejemplo la tabla **AlumnosDeportes**, diseñada de la forma que se muestra enseguida en la que se lleva un registro de los deportes que practican los estudiantes y quien es el entrenador correspondiente (se omite la llave primaria de la tabla **AlumnosDeportes** por simplificación):

Tabla Alumnos

idAlumno	Nombre
1	Pato Donald
2	Hugo Patito
3	Pluto
4	Mickey Mouse

Tabla Entrenadores

idEntrenador	Nombre
1	Jersy Hausleber
2	Ojitos Meza
3	Phil Jackson
4	Tadeus Kempka

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte	idEntrenador
4	Basquetbol	3
4	Futbol	2
2	Caminata	1
3	Futbol	2
1	Caminata	4

Hay ciertas restricciones:

- Un entrenador solo puede entrenar un deporte.
- Puede haber más de un entrenador para un mismo deporte.
- Un Alumno puede practicar varios deportes, pero solo puede tener un entrenador por cada deporte que practique.

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

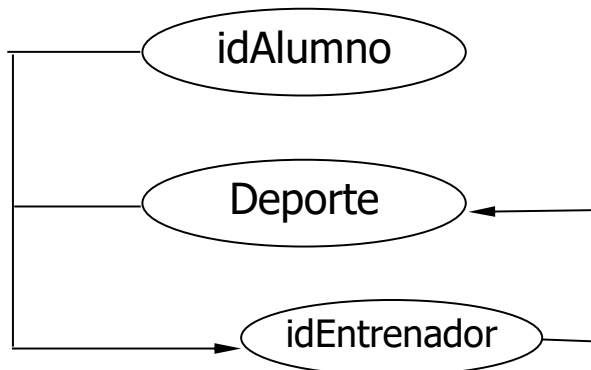
Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte	idEntrenador
4	Basquetbol	3
4	Futbol	2
2	Caminata	1
3	Futbol	2
1	Caminata	4

De acuerdo a las restricciones de la página anterior, hay dos llaves únicas, por lo que habrá dos diagramas de **Dependencias Funcionales**

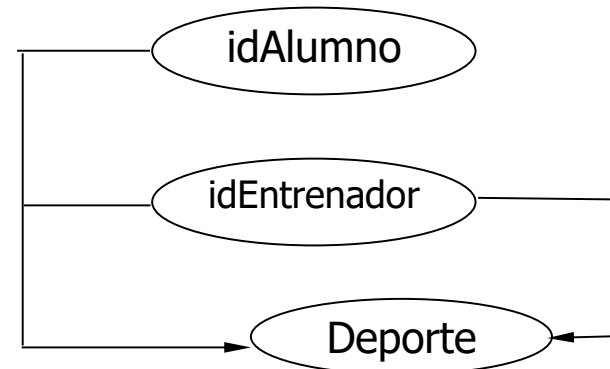
idAlumno + Deporte

Un alumno puede practicar varios deportes, pero no puede haber 2 tuplas de un alumno con el mismo deporte porque no puede tener 2 diferentes entrenadores para un mismo deporte.



idAlumno + idEntrenador

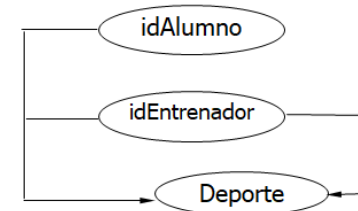
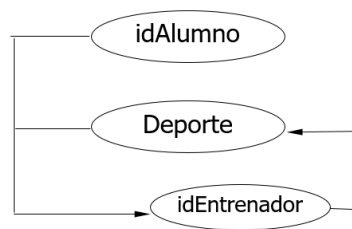
Aunque un alumno puede practicar varios deportes, no puede relacionarse 2 veces con un mismo entrenador porque un entrenador solo puede entrenar un deporte.



3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte	idEntrenador
4	Basquetbol	3
4	Futbol	2
2	Caminata	1
3	Futbol	2
1	Caminata	4



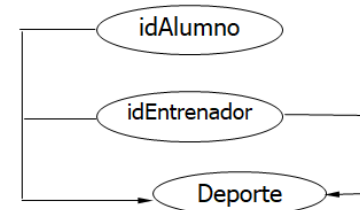
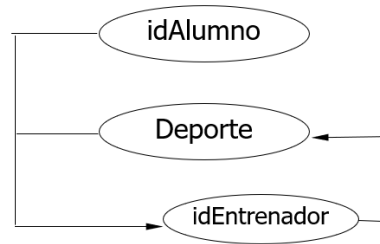
- **Está en 2NF** porque no hay dependencias parciales (todos son atributos primos y la definición creada para 2NF solo considera atributos no primos).
- **Está en 3NF** ya que no hay dependencias transitivas:
 - idAlumno NO determina a Deporte ni a idEntrenador, por lo que la DF idEntrenador → Deporte no es transitiva.
- Aunque está en **3NF** tiene anomalías:
 - Si un estudiante está inscrito a un deporte, pero ese deporte no tiene asignado entrenador, se obliga a añadir un valor NULO en *idEntrenador*.
 - Se produce una anomalía similar en caso de que no haya alumnos inscritos a un deporte en particular, pero si hay un entrenador para ese deporte, en tal caso existiría la obligatoriedad de añadir un valor NULO en *Alumno*.
- Debido a que aun estando la tabla en **3NF**, se pueden presentar anomalías, se creó una nueva definición para corregir las tablas. A la nueva definición se le conoce como BCNF.

3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

Llaves únicas:

idAlumno + Deporte

idAlumno + idEntrenador



Una tabla **no** se encuentra en Forma Normal de Boyce-Codd si se cumplen estas tres condiciones:

- Hay más de una llave única.
- Las llaves únicas son llaves compuestas (se componen de más de un atributo).
- Las llaves no son disjuntas, es decir, algunos de los atributos en las llaves son comunes.

La siguiente es otra definición de la Forma Normal de Boyce-Codd:

Una relación está en BCNF si los únicos determinantes son llaves únicas (esta definición hace innecesarias las definiciones de 2NF y 3NF).

Para este ejemplo, *idEntrenador* es un determinante y no es llave única, por lo tanto, la tabla no está en BCNF y tendrá anomalías.

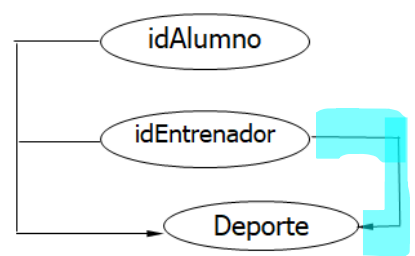
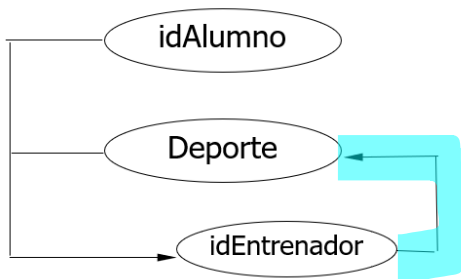
3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

Dependencias funcionales:

$\text{idAlumno} + \text{Deporte} \rightarrow \text{idEntrenador}$

$\text{idEntrenador} \rightarrow \text{Deporte}$

$\text{idAlumno} + \text{idEntrenador} \rightarrow \text{Deporte}$



idEntrenador $\rightarrow$ Deporte es la DF que viola la Forma Normal Boyce-Codd ya que **idEntrenador no es llave única** de la tabla.

Esta dependencia funcional ocasionará una nueva tabla.

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte	idEntrenador
4	Basquetbol	3
4	Futbol	2
2	Caminata	1
3	Futbol	2
1	Caminata	4



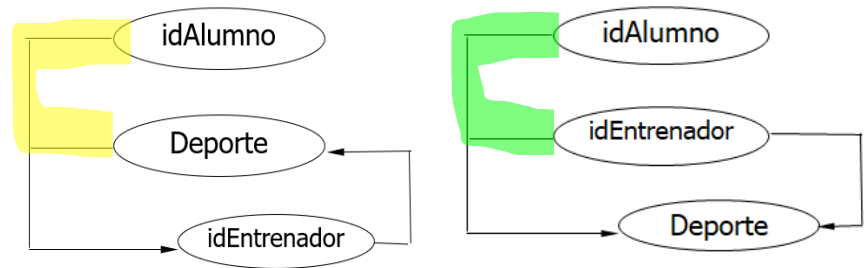
Tabla EntrenadoresDeportes

idEntrenador	Deporte
3	Basquetbol
2	Futbol
1	Caminata
4	Caminata

3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte	idEntrenador
4	Basquetbol	3
4	Futbol	2
2	Caminata	1
3	Futbol	2
1	Caminata	4



Para cada llave única se producirá una tabla que no debe considerar el atributo involucrado en la violación de BCNF. En la primera tabla no se considera **idEntrenador** y en la segunda **Deporte**, ya que esos atributos se encuentran en la tabla que se creó inicialmente con la DF violatoria de BCNF.

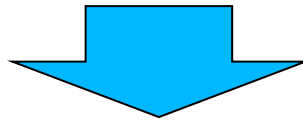


Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	Deporte
1	Caminata
2	Caminata
3	Futbol
4	Basquetbol
4	Futbol

Tabla AlumnosEntrenadores

idAlumno	idEntrenador
4	3
4	2
2	1
3	2
1	4

Nuevas tablas con la llave identidad.

Tabla EntrenadoresDeportes

idEntrenDep	idEntrenador	Deporte
1	3	Basquetbol
2	2	Futbol
3	1	Caminata
4	4	Caminata

Llave única:
idEntrenador

Tabla AlumnosDeportes

idAlumDep	idAlumno	Deporte
1	1	Caminata
2	2	Caminata
3	3	Futbol
4	4	Basquetbol
5	4	Futbol

Llave única:
idAlumno+Deporte

Tabla AlumnosEntrenadores

idAlumEntren	idAlumno	idEntrenador
1	4	3
2	4	2
3	2	1
4	3	2
5	1	4

Llave única:
idAlumno+idEntrenador

Todas las tablas están en BCNF de acuerdo con su definición (como cada tabla solo cuenta con una llave única y no hay otros determinantes aparte de la propia llave única, todas están en BCNF).

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

Enseguida, analicemos el mismo ejemplo pero con un esquema que contiene una tabla llamada **Deportes**.

Tabla Alumnos

idAlumno	Nombre
1	Pato Donald
2	Hugo Patito
3	Pluto
4	Mickey Mouse

Tabla Deportes

idDeporte	Deporte
1	Caminata
2	Futbol
3	Basquetbol

Tabla Entrenadores

idEntrenador	Nombre
1	Jersy Hausleber
2	Ojitos Meza
3	Phil Jackson
4	Tadeus Kempka

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	idDeporte	idEntrenador
4	3	3
4	2	2
2	1	1
3	2	2
1	1	4

3.5 Forma Normal de Boyce-Codd

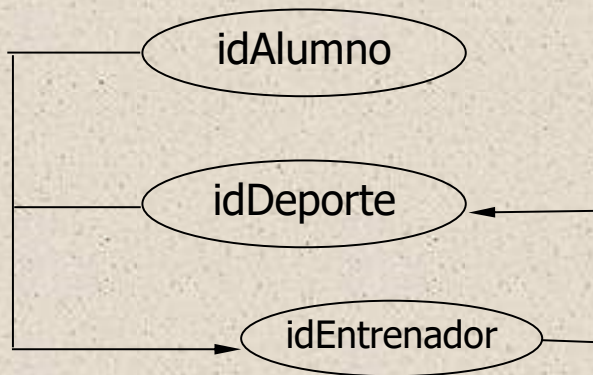
Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	idDeporte	idEntrenador
4	3	3
4	2	2
2	1	1
3	2	2
1	1	4

Diagramas de **Dependencias Funcionales**

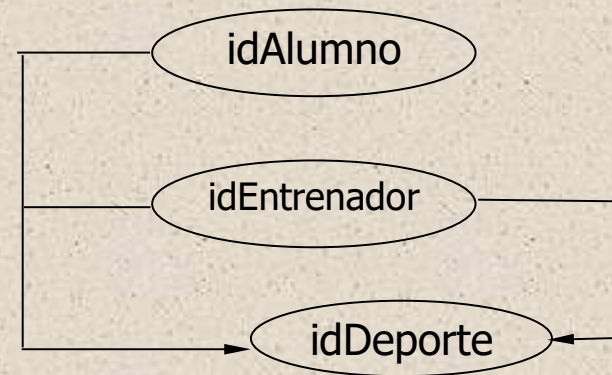
idAlumno + idDeporte

Primera Llave Única

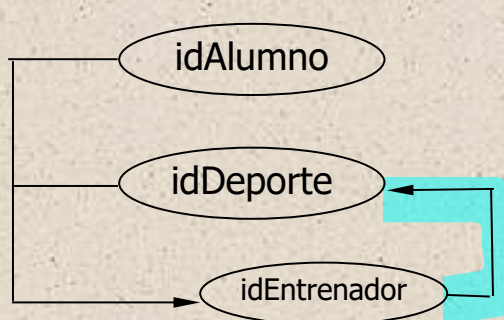


idAlumno + idEntrenador

Segunda Llave Única



3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

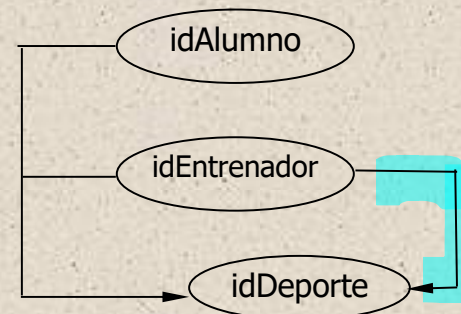


Dependencias funcionales:

$\text{idAlumno} + \text{idDeporte} \rightarrow \text{idEntrenador}$

$\text{idEntrenador} \rightarrow \text{idDeporte}$

$\text{idAlumno} + \text{idEntrenador} \rightarrow \text{idDeporte}$



La Dependencia Funcional $\text{idEntrenador} \rightarrow \text{idDeporte}$ ocasionará una nueva tabla.

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	idDeporte	idEntrenador
4	3	3
4	2	2
2	1	1
3	2	2
1	1	4



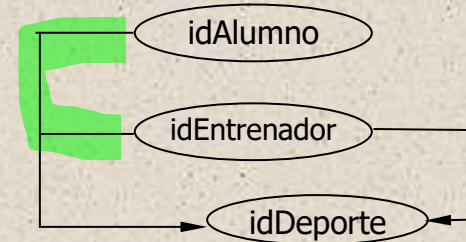
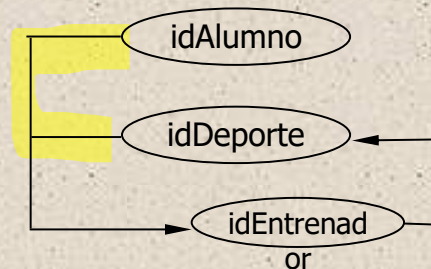
Tabla EntrenadoresDeportes

idEntrenador	idDeporte
3	3
2	2
1	1
4	1

3.6 Forma Normal de Boyce-Codd

Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	idDeporte	idEntrenador
4	3	3
4	2	2
2	1	1
3	2	2
1	1	4



Para cada llave única se producirá una tabla que no debe considerar el atributo involucrado en la violación de BCNF. En la primera tabla no se considera **idEntrenador** y en la segunda **Deporte**, ya que esos atributos se encuentran en la tabla que se creó inicialmente con la DF violatoria de BCNF.



Tabla AlumnosDeportes

idAlumno	idDeporte
1	1
2	1
3	2
4	3
4	2

Tabla AlumnosEntrenadores

idAlumno	idEntrenador
4	3
4	2
2	1
3	2
1	4

Nuevas tablas con la llave identidad.

Tabla EntrenadoresDeportes

idEntrenadorDeporte	idEntrenador	idDeporte
1	3	3
2	2	2
3	1	1
4	4	1

Llave única:
idEntrenador

Tabla AlumnosDeportes

idAlumnoDeporte	idAlumno	idDeporte
1	1	1
2	2	1
3	3	2
4	4	3
5	4	2

Llave única:
idAlumno+idDeporte

Tabla AlumnosEntrenadores

idAlumnoEntrenador	idAlumno	idEntrenador
1	4	3
2	4	2
3	2	1
4	3	2
5	1	4

Llave única:
idAlumno+idEntrenador

Todas las tablas están en BCNF de acuerdo con su definición (como cada tabla solo cuenta con una llave única y no hay otros determinantes aparte de la propia llave única, todas están en BCNF).

Ejercicio 1

Para la tabla de abajo:

- Encuentre la llave única.
- Haga el diagrama de dependencias funcionales.
- En caso de que haya anomalías, indique cual es la causa.
- Si se requiere, descomponga en las tablas necesarias.
- Encuentre la llave única para las nuevas tablas.
- Añada la llave primaria para cada una de las nuevas tablas.

Tabla Calificaciones Finales

NumControl	NombreAlumno	ClaveMateria	NombreMateria	Calificacion
98040151	López Parejita	1810	Estructuras de Datos	75
98040151	López Parejita	1813	Fundam. Bases de Datos	80
97040587	Alvarado M. Alberto	1001	Matemáticas I	95
97040587	Alvarado M. Alberto	1807	Quimica	97
97040587	Alvarado M. Alberto	1818	Taller de Bases de Datos	91
97040587	Alvarado M. Alberto	1810	Estructuras de Datos	96
97040014	Molina Mario	1807	Quimica	100
97040014	Molina Mario	1813	Fundam. Bases de Datos	100
96040121	Juárez García Benito	1813	Fundam. Bases de Datos	99

Ejercicio 2

Para la tabla de abajo:

- Considere que:
 - La carga se refiere al número de materias que cursa un alumno y solo pueden llevar mínimo 3 y máximo 5 materias.
 - Carga Baja significa que el alumno cursa 3 Materias.
 - Carga Media significa que el alumno cursa 4 Materias.
 - Carga Completa significa que el alumno cursa 5 Materias.
- Encuentre la llave única.
- Haga el diagrama de dependencias funcionales.
- En caso de que haya anomalías, indique cual es la causa.
- Si se requiere, descomponga en las tablas necesarias.
- Encuentre la llave única para las nuevas tablas.
- Añada la llave primaria para cada una de las nuevas tablas.

Tabla AlumnosMateriasCursadas

Control	Nombre	Carga	MateriasCursadas
98040151	López Parejita	Media	4
97040587	Alvarado M. Alberto	Completa	5
97040014	Molina Mario	Baja	3
96040121	Juárez García Benito	Completa	5

3.7 Cuarta Forma Normal

- La Normalización es un proceso diseñado para corregir los esquemas de las bases de datos que resultan de la costumbre de añadir atributos arbitrariamente a las tablas en vez de hacer un análisis completo previo a la creación o modificación.
- El Modelo Relacional provee principios para contribuir a eliminar las anomalías que se presentan por la redundancia o violación de restricciones por la ausencia de datos que teóricamente deben ser obligatorios (uso indiscriminado de valores NULL).
- Las normas estudiadas hasta ahora sirven en muchos casos, pero en otros son insuficientes, por lo que Ronald Fagin, un científico de IBM, en 1977 creó la definición de 4NF para tener otro medio de identificar esquemas incorrectos que con BCNF no es posible.

3.7 Cuarta Forma Normal

Considere un esquema que contiene las siguientes tablas:

Tabla Maestros		
idMaestro	RFC	Sueldo
41	JJ01	10,000.00
42	GL03	15,000.00
43	JIR45	25,000.00
44	MV001	15,000.00
45	MM123	16,000.00
46	PR02	20,000.00
47	PR02	18,000.00

Tabla Materias		
idMateria	Nombre	Creditos
31	Fundamentos de Bases de Datos	5
32	Matemáticas VI	6
33	Química I	4
34	Estructuras de Datos	5
35	Matemáticas I	4

Tabla LibrosTexto		
idLibroTexto	Título	Autor
81	Teoría de Conjuntos	George Cantor
82	Álgebra Lineal	H Grassman
83	Estructuras de Datos	N Wirth
84	Diseño BD	Edgar Codd
85	Matemáticas para ingeniería	Laplace
86	Matemáticas fáciles	Fourier
87	Vectores en 21 días	Hamilton

Hay que diseñar el esquema necesario para conservar la información respecto a las **materias que pueden impartir los profesores** y a los **libros de consulta asociados a las materias mismas**.

3.7 Cuarta Forma Normal

El DBA decide crear solo una tabla para conservar los datos.

Tabla MaestrosMateriasLibros

idMaestro	idMateria	idLibroTexto
44	34	81
41	35	82
42	34	83
45	31	84
43	32	87
46	34	85
47	32	87
46	33	86
46	34	86
46	33	85
44	34	82

Llave única:

idMaestro + idMateria + idLibroTexto

La tabla está en BCNF porque solo tiene una llave única (tendría que haber 2 llaves únicas y que tuvieran atributos en común para que no cumpliera con BCNF). Al ser una tabla "toda llave", está en 2NF y 3NF.

Aun estando en BCNF, hay anomalías de inserción y eliminación.

- ✓ Si no hay al menos un maestro capaz de impartir cierta materia, no se puede conservar información de los textos asociados correspondientes a la materia.
- ✓ No puede haber información respecto a que profesores pueden impartir cierta materia si tal materia no tiene al menos un texto asociado.

3.7 Cuarta Forma Normal

Los esquemas se expresan con mayúsculas y las instancias con minúsculas

Dependencias Multivaluadas. Un conjunto de atributos A determina a muchos B.

Sea $\mathbf{R}$ el esquema de una relación, y $\alpha \subseteq \mathbf{R}$ y $\beta \subseteq \mathbf{R}$. La dependencia multivaluada $\alpha \twoheadrightarrow \beta$ se cumple para $\mathbf{R}$ si cualquier instancia de la relación para todos los pares de tuplas $\mathbf{t}_1$ y $\mathbf{t}_2$ en $\mathbf{r}$ tales que $\mathbf{t}_1[\alpha] = \mathbf{t}_2[\alpha]$, existen las tuplas $\mathbf{t}_3$ y $\mathbf{t}_4$ en $\mathbf{r}$ tales que:

$\mathbf{t}_1[\alpha] = \mathbf{t}_2[\alpha] = \mathbf{t}_3[\alpha] = \mathbf{t}_4[\alpha]$ Se eligen 4 tuplas con el mismo valor en el determinante.

$\mathbf{t}_3[\beta] = \mathbf{t}_1[\beta]$ Un par de las tuplas elegidas tiene el mismo valor en el atributo dependiente

$\mathbf{t}_3[\mathbf{R} - \beta] = \mathbf{t}_2[\mathbf{R} - \beta]$ El par de tuplas de arriba tiene el mismo valor en los atributos no dependientes

$\mathbf{t}_4[\beta] = \mathbf{t}_2[\beta]$ El otro par de las tuplas elegidas tiene el mismo valor en el atributo dependiente

$\mathbf{t}_4[\mathbf{R} - \beta] = \mathbf{t}_1[\mathbf{R} - \beta]$ El par de tuplas de arriba tiene el mismo valor en los atributos no dependientes

En el ejemplo de la página anterior hay dos DMV:

$\text{idMaestro} \twoheadrightarrow \text{idMateria}$

$\text{idMateria} \twoheadrightarrow \text{idLibroTexto}$

Comprobación de la existencia de Dependencias Multivaluadas

$\alpha \twoheadrightarrow \beta$

$\text{idMaestro} \twoheadrightarrow \text{idMateria}$

$t_1[\alpha] = t_2[\alpha] = t_3[\alpha] = t_4[\alpha]$

$t_1[\text{idMaestro}] = t_2[\text{idMaestro}] = t_3[\text{idMaestro}] = t_4[\text{idMaestro}]$

$t_3[\beta] = t_1[\beta]$

$t_3[\text{idMateria}] = t_1[\text{idMateria}]$

$t_3[R - \beta] = t_2[R - \beta]$

$t_3[\text{idMaestro} + \text{idLibroTexto}] = t_2[\text{idMaestro} + \text{idLibroTexto}]$

$t_4[\beta] = t_2[\beta]$

$t_4[\text{idMateria}] = t_2[\text{idMateria}]$

$t_4[R - \beta] = t_1[R - \beta]$

$t_4[\text{idMaestro} + \text{idLibroTexto}] = t_1[\text{idMaestro} + \text{idLibroTexto}]$

Las tuplas pueden cambiar de orden sin perderse el significado de la tabla, por lo que se pueden reordenar para denominarlas t_1, t_2, t_3, t_4 y hacer esta verificación.

idMaestro	idMateria	idLibroTexto
46	34	85
46	33	86
46	34	86
46	33	85

3.7 Cuarta Forma Normal

Tabla MaestrosMateriasLibros

idMaestro	idMateria	idLibroTexto
44	34	81
41	35	82
42	34	83
45	31	84
43	32	87
46	34	85
47	32	87
46	33	86
46	34	86
46	33	85
44	34	82

Una tabla por cada DMV:
idMaestro →→ idMateria
idMateria →→ idLibroTexto

Tabla MaestrosMaterias

idMaestro	idMateria
44	34
41	35
42	34
45	31
43	32
46	34
47	32
46	33

UK: idMaestro+idMateria

Tabla MateriasLibros

idMateria	idLibroTexto
34	81
35	82
34	83
31	84
32	87
34	85
33	86
34	86
33	85
34	82

UK: idMateria+idLibroTexto

Definición informal de 4NF:

Debe estar en BCNF y solo debe tener una dependencia multivaluada.