

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 para los Alumnos:

Usando Excel® diseñe hojas de trabajo para:

1. Registrar el rol de trabajo de los empleados de Intendencia del ITD. Se debe guardar la CURP, nombre del intendente y la información relativa a 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 puede ser que trabajen Sábados o Domingos y descansen algún día entre semana; puede también haber trabajadores que laboren menos de 6 días a la semana.
2. Por otro lado, se debe registrar información relativa a proveedores del ITD, de diferentes bienes o servicios, los datos a considerar son: RFC, nombre del proveedor y los diferentes productos que nos vende (Algunos proveen mobiliario y equipo de cómputo, otros proveen papelería, consumibles, equipo de cómputo, etc.).

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

- ✓ Las BD Relacionales se componen de tablas.
- ✓ Los datos de las empresas con frecuencia son manipulados en hojas electrónicas **creadas** por los **propios usuarios**.
 - ✓ Puede ser que se nos contrate para migrar los datos hacia un DBMS y debemos asegurarnos de convertir las hojas electrónicas a tablas bien diseñadas.
- ✓ Hay casos en los que en la empresa o institución se cuenta con un buen DBMS en operación, pero con tablas en uso mal diseñadas.
 - ✓ En este caso tendremos que corregir los esquemas sin perder los datos.

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

1. Cada renglón representa un elemento de datos, **no debe haber grupos repetidos**.

- ✓ Un grupo repetido es un atributo que puede tener múltiples valores para un mismo valor de la llave única.
- ✓ Ejemplo: Los usuarios que crean sus tablas con datos, para evitar la repetición, deciden usar "comillas" o dejar espacios en blanco.
- ✓ Otra forma es colocar los diferentes valores separados por comas en el lugar del atributo.

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

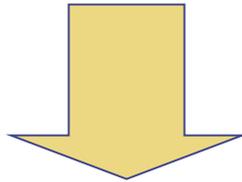
Llave única: CURP

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. ¿Por qué?

Para poder obtener fácilmente consultas como las siguientes: ¿quienes trabajan los lunes?

Si se dejara como una lista dentro de un atributo tipo *varchar*, el usuario podría escribir incorrectamente uno de los valores y ya no se obtendría la consulta satisfactoriamente.

La Redundancia no importa por ahora.

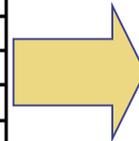
Observemos que la llave única ya no sería la misma, ahora sería:

CURP+Día Laborable

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

2. Los renglones y las columnas deben poder verse en cualquier secuencia 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.
 - ✓ Se puede simular esta situación con una hoja de Excel®, seleccionando la opción *Ordenar Datos*.
 - ✓ Al eliminar los grupos repetidos, se elimina este problema.

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)

- Las tablas deben contar con columnas homogéneas, es decir, para cierta columna, todos los elementos 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 Mensual	Fecha Ingreso
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. Cada columna debe tener un nombre único dentro de la tabla:

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	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

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

En realidad, estos son grupos repetidos

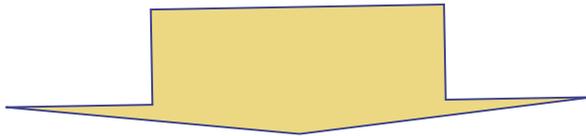
Llave única: **RFC+Telefono**

3.1 Primera Forma Normal (1NF)

5. No se permite duplicidad de datos, cada renglón debe estar identificado por una llave única.

Nombre	Sueldo Mensual
López González José	5,000.00
López González José	5,000.00

No habría forma de saber si se trata de dos diferentes empleados o si por error se registraron 2 veces los datos de un mismo empleado.



Curp	Nombre	Sueldo Mensual
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, aunque desde un inicio debió ser considerado, para poder obtener una llave única.

Lo correcto es que las tablas se diseñen con atributos suficientes 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	Mie	Sáb		
GRL600	Gurrola Rivas Luis	Lunes	Lun	Mar				

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 posteriores de la **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	Gurrola 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 en Sistemas; siempre se pueden aplicar para mejorar el diseño.

Supongamos que contamos con una *tabla* en una hoja de Excel, como la que se muestra enseguida:

Hoja Electrónica **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
"	"	"	"	"	"	"	"	"	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 Grupos Profesores

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

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**.

3.2 Dependencias Funcionales

Dependencia Parcial

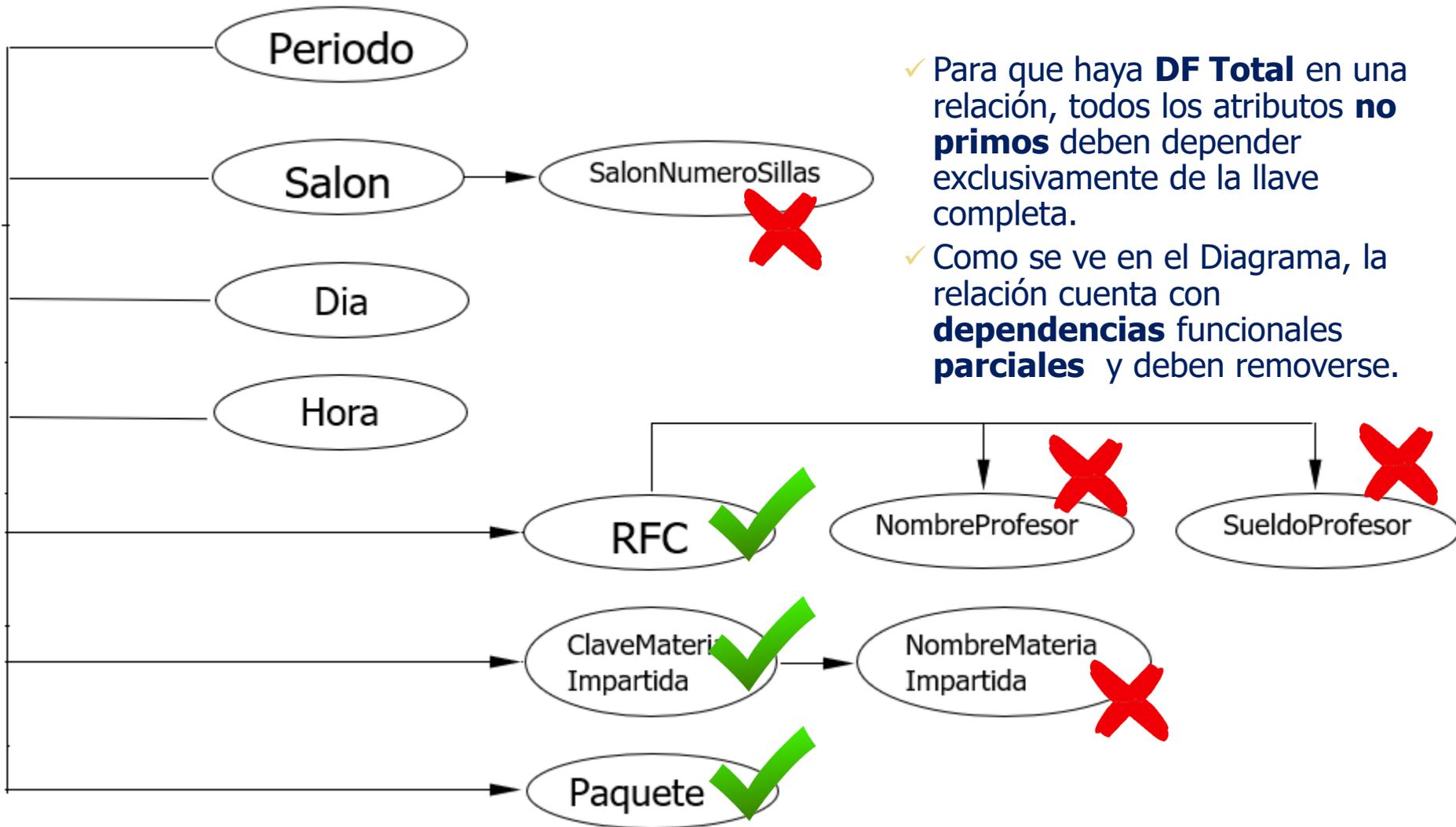
- ✓ Hay **atributos no primos** que **dependen** de una parte de la llave única.

Atributos Primos

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

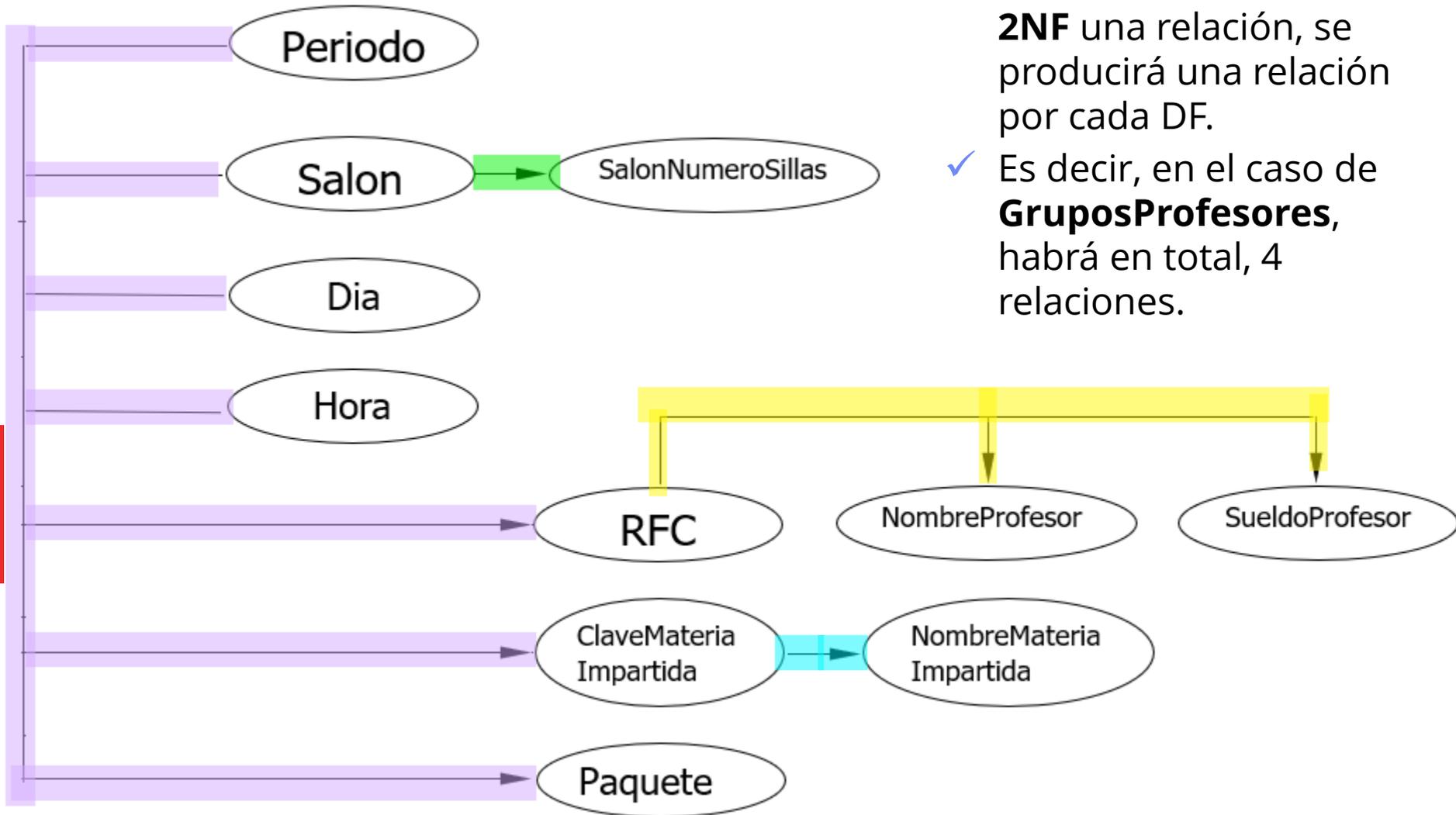
3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

Diagrama de Dependencias Funcionales para la Llave única:
Periodo+Salon+Dia+Hora



✓ 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 relación por cada DF.
- ✓ Es decir, en el caso de **GruposProfesores**, habrá en total, 4 relaciones.

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 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

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

Llave única: Codigo

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

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

idMateria	Clave	Nombre
1	1000	Topicos Avanzados de Programación
2	1410	Cálculo Diferencial
3	1100	Ética
4	1120	Estructuras de Datos

Llave única: Clave

idSalon	Codigo	NumeroSillas
1	SC4	30
2	LC3	25
3	SC9	30
4	T1	25
5	LC22	20

Llave única: Codigo

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.

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

Ejercicio

- Un taller mecánico registra los servicios realizados a los vehículos de sus clientes en la tabla siguiente:

Tabla ServiciosVehiculos

ClaveCliente	NombreCliente	FechaIngreso	Clave	DescripciónServicio	Precio	NumSerieAuto	MarcaAuto	TipoAuto	Modelo	PlacasAuto	FechaEntrega
		Servicio	Servicio		Servicio				Auto		Auto
2348	JUAN MARTINEZ	10/04/2017	S-123	Afinación	1,200.00	10W4512000	Ford	Fusion	2016	FYA123A	12/04/2017
1200	FEDERICO ROBLES	11/04/2017	A-210	Cambio Aceite	500.00	23AR124578	Chrysler	PickUp	2010	FZ10023	11/04/2017
2348	JUAN MARTINEZ	14/04/2017	S-200	Garantía	0.00	10W4512000	Ford	Fusion	2016	FYA123A	15/04/2017
1340	MARIA LUISA MARES	15/04/2017	S-123	Afinación	1,200.00	15RT1020300	Volkswagen	Sedán	2000	FYY200A	17/04/2017
1231	PEDRO LÓPEZ	15/04/2017	A-210	Cambio Aceite	500.00	12W1R12032	Chevrolet	Aveo	2015	FZM5420	16/04/2017
1200	FEDERICO ROBLES	20/04/2017	S-450	Reparación Alternador	1,500.00	11YW104567	Honda	Accord	2015	FZW1021	25/04/2017
1231	PEDRO LÓPEZ	09/03/2022	A-210	Cambio Aceite	500.00	12W1R12032	Chevrolet	Aveo	2015	FYS1000A	09/03/2022
1340	MARIA LUISA MARES	12/12/2023	S-123	Afinación	1,500.00	15RT1020300	Volkswagen	Sedán	2000	FYY200A	13/12/2023

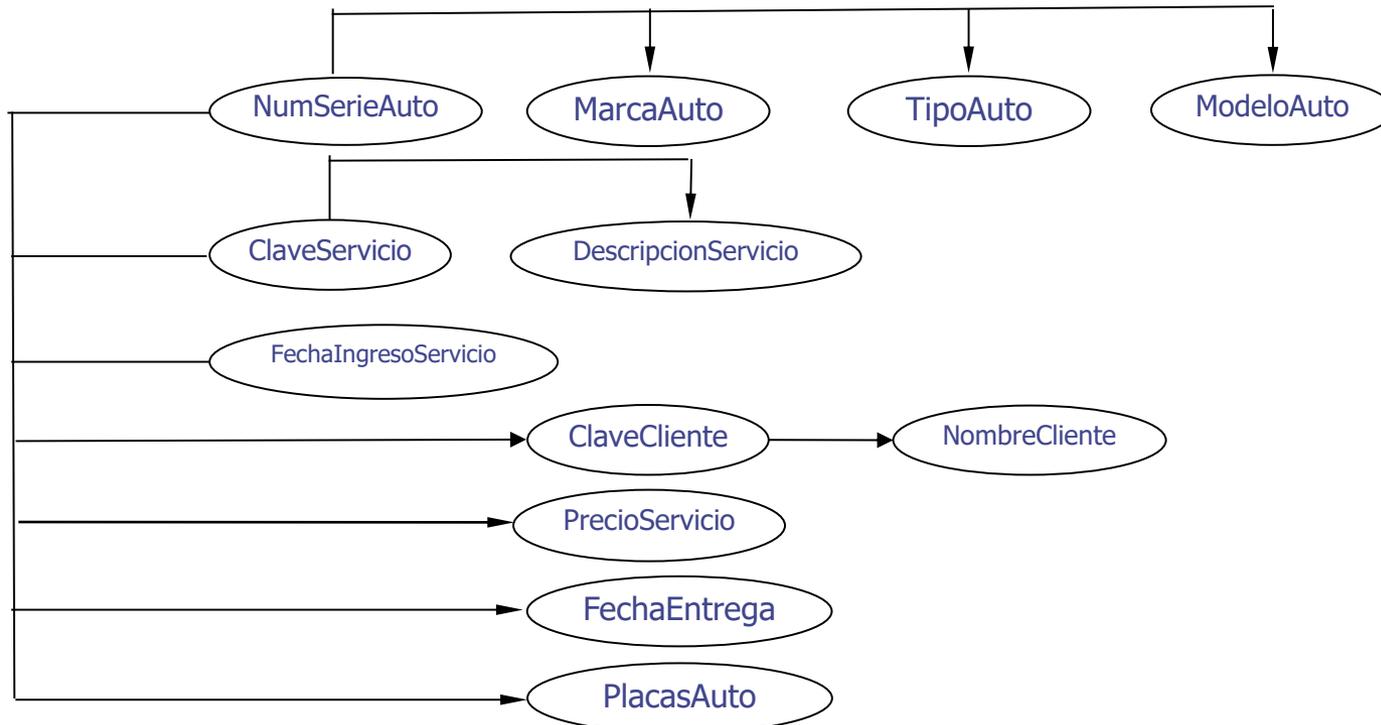
- Determine por lo menos una llave única.
- Haga el diagrama de Dependencias Funcionales.
- Descomponga la tabla en las tablas necesarias en 2NF.
- Añada las llaves primarias a cada una de las tablas resultantes.

3.3 Segunda Forma Normal (2NF)

Tabla ServiciosVehiculos

ClaveCliente	NombreCliente	FechaIngreso	Clave	DescripciónServicio	Precio	NumSerieAuto	MarcaAuto	TipoAuto	Modelo	PlacasAuto	FechaEntrega
		Servicio	Servicio		Servicio				Auto		Auto
2348	JUAN MARTINEZ	10/04/2017	S-123	Afinación	1,200.00	10W4512000	Ford	Fusion	2016	FYA123A	12/04/2017
1200	FEDERICO ROBLES	11/04/2017	A-210	Cambio Aceite	500.00	23AR124578	Chrysler	PickUp	2010	FZ10023	11/04/2017
2348	JUAN MARTINEZ	14/04/2017	S-200	Garantía	0.00	10W4512000	Ford	Fusion	2016	FYA123A	15/04/2017
1340	MARIA LUISA MARES	15/04/2017	S-123	Afinación	1,200.00	15RT1020300	Volkswagen	Sedán	2000	FYY200A	17/04/2017
1231	PEDRO LÓPEZ	15/04/2017	A-210	Cambio Aceite	500.00	12W1R12032	Chevrolet	Aveo	2015	FZM5420	16/04/2017
1200	FEDERICO ROBLES	20/04/2017	S-450	Reparación Alternador	1,500.00	11YW104567	Honda	Accord	2015	FZW1021	25/04/2017
1231	PEDRO LÓPEZ	09/03/2022	A-210	Cambio Aceite	500.00	12W1R12032	Chevrolet	Aveo	2015	FYS1000A	09/03/2022
1340	MARIA LUISA MARES	12/12/2023	S-123	Afinación	1,500.00	15RT1020300	Volkswagen	Sedán	2000	FYY200A	13/12/2023

Llave única: FechaIngresoServicio+ClaveServicio+NumSerieAuto



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. Consideremos algunos cambios a la siguiente tabla:

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			

- Se debe añadir un atributo llamado categoría.
- Es un dato asignado a los profesores por un comité de evaluación.
- 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.
- El dominio de categoría es **Titular A, Titular B, Titular C, Suplente A, Suplente B, Suplente C.**

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				

La nueva versión de la tabla se encuentra en **2NF** ya que la llave única consta de solo un atributo por lo que no puede haber dependencias parciales.

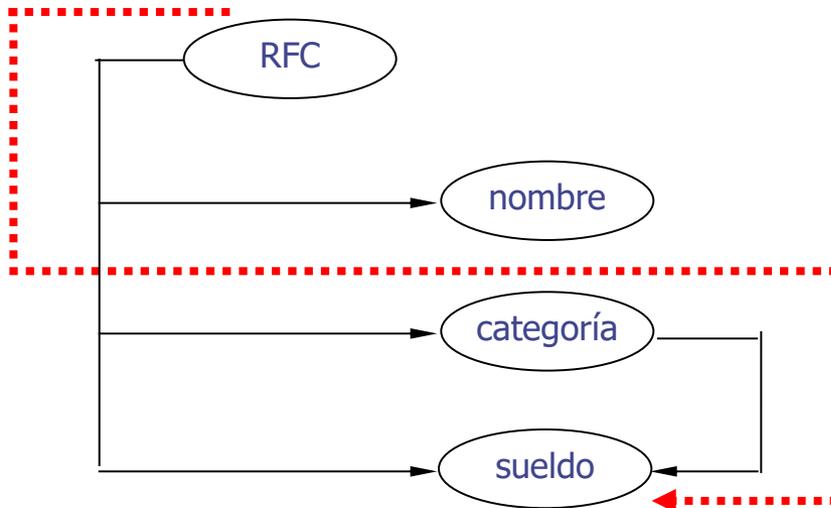
3.4 Tercera Forma Normal

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 se puede ignorar sin detrimento del análisis)



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				

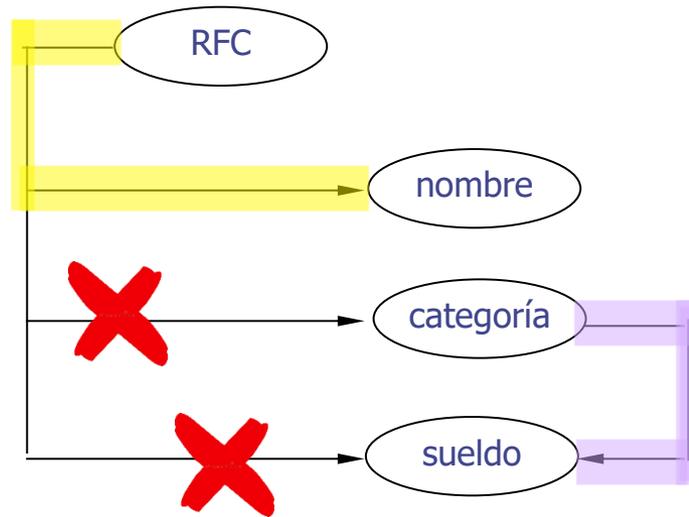
Aunque se encuentra en 2NF tiene las siguientes anomalías, solo que ahora por dependencia transitiva.

- ✓ **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 profesor 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 conocer el sueldo correspondiente a la categoría que tenían.

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 alterada 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

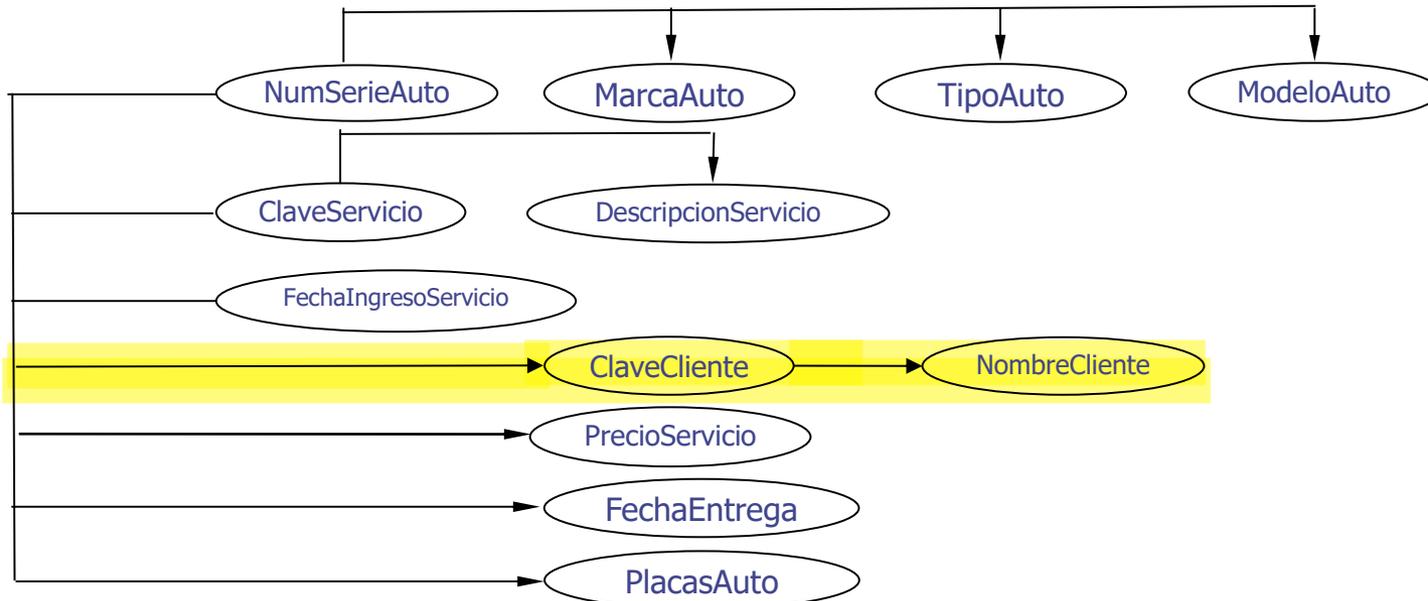
- ✓ Observe que las
- ✓ Para que una relación esté en **3NF**, primero debe estar en **2NF**.
- ✓ Por lo tanto, si una relación está en **2NF** y no hay dependencias transitivas, también está en **3NF**, (vea las tablas de la página 24).

3.4 Tercera Forma Normal (3NF)

Ejercicio:

A la tabla llamada *Cientes*, que ya se encuentra en 2NF del ejemplo del Taller de Servicio, hay que añadir un par de atributos llamados *Ciudad* y *Descuento*. El descuento es un porcentaje variable que se aplica al total a pagar. A los clientes se les aplica el descuento dependiendo de la ciudad donde residen.

Una vez que la tabla tenga los atributos indicados, se debe analizar en busca de una dependencia transitiva, en tal caso, haga la descomposición de la tabla para asegurarse que las resultantes queden 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**, pero con el tiempo fueron insuficientes.

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

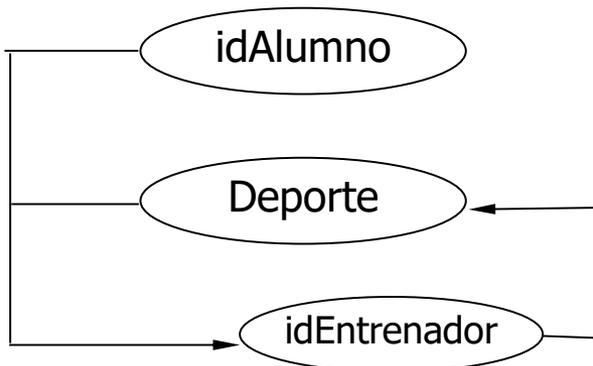
Tabla AlumnosDeportes

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**

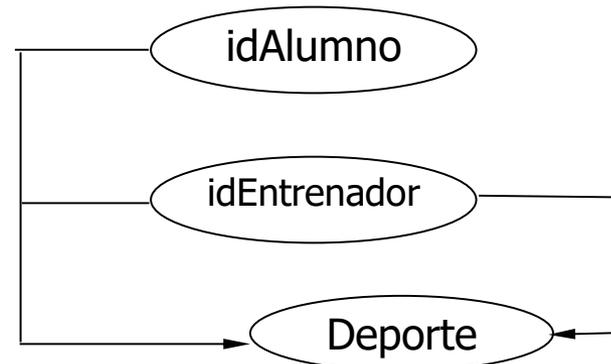
idAlumno + Deporte

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

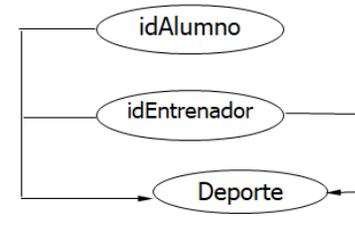
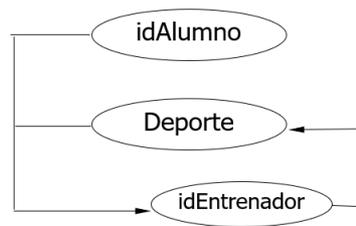
Aunque un alumno puede practicar varios deportes, no puede relacionarse 2 veces con un mismo entrenador porque un entrenador solo puede entrenar un deporte.



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



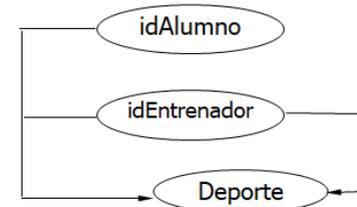
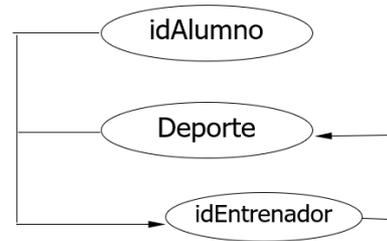
- **Está en 2NF** porque no hay dependencias parciales (todos son atributos primos y la definición solo considera atributos no primos).
- **Está en 3NF** ya que no hay dependencias transitivas (conociéndose al alumno y deporte se conoce al entrenador, por lo que la DF Entrenador→Deporte no es transitiva).
- 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:

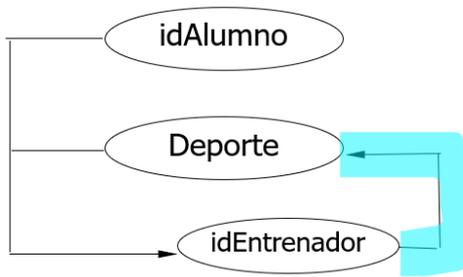
- Hay más de una llave única.
- Las llaves únicas son llaves compuestas (se componen de más de un atributo).
- Las llaves no son disjuntas, es decir, algunos de los atributos en las llaves son comunes.

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).

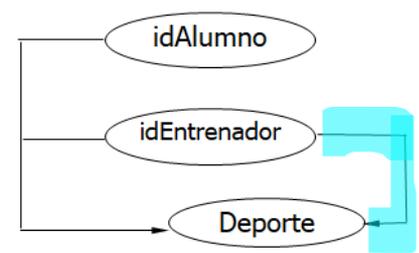
Para este ejemplo, *idEntrenador* es un determinante y no es llave única, por lo tanto, la tabla no está en BCNF.

3.6 Forma Normal de Boyce-Codd



Dependencias funcionales:

$idAlumno + Deporte \rightarrow idEntrenador$
 $idEntrenador \rightarrow Deporte$
 $idAlumno + idEntrenador \rightarrow Deporte$



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



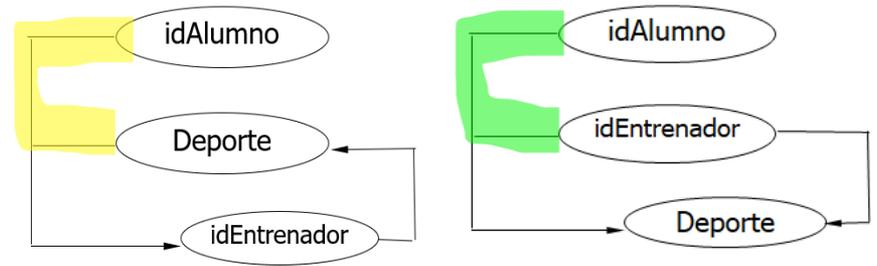
Tabla EntrenadoresDeportes

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.

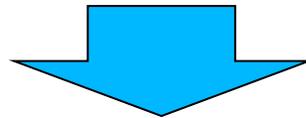


Tabla AlumnosDeportes

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).

3.7 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; la 4NF proporciona más elementos para identificar esquemas incorrectos.

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	Quimica 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

Si requiere diseñar una o más tablas para conservar la información respecto a las **materias que pueden impartir los profesores** y a los **libros de consulta asociados a las materias**.

3.7 Cuarta Forma Normal

El DBA decide crear una sola 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).

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

$\mathbf{t}_3[\mathbf{R} - \beta] = \mathbf{t}_2[\mathbf{R} - \beta]$ Este par anterior 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

$\mathbf{t}_4[\mathbf{R} - \beta] = \mathbf{t}_1[\mathbf{R} - \beta]$ Este par anterior 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

$\alpha \twoheadrightarrow \beta$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.