Módulo 2.- Modelado de sistemas de información.

El modelo Entidad / Interrelación

Conceptos Básicos del Modelado E/R

- En la tabla siguiente se muestran algunos de los objetos semánticos usados en el modelado E/R.
- Es importante destacar que los ejemplos están elegidos para **resaltar** que algunas personas podrían tener **confusión** al incluir un objeto del mundo real en una de las clases:
  - Esto demuestra que **es imposible dar una definición precisa** de términos como entidad.
  - Uno de los objetivos del modelado semántico, aunque no alcanzado aún por completo, es **apoyar esta flexibilidad de interpretación**.

Conceptos Básicos del Modelado E/R

CONCEPTO	DEFINICIÓN INFORMAL	EJEMPLOS
ENTIDAD	Un objeto distinguible	▪ Proveedor ▪ Parte ▪ Envío ▪ Empleado ▪ Departamento ▪ Persona
PROPIEDAD	Un elemento de información que describe a una entidad	▪ Número del proveedor ▪ Cantidad de envío ▪ Departamento del empleado
INTERRELACIÓN	Una entidad que sirve para conectar entre si a otras dos o más entidades	▪ Envío (proveedor – parte) ▪ Asignación (empleado – dpto)
SUBTIPO	El tipo de entidad Y es un subtipo del tipo de entidad X sí y solo sí todo Y es por fuerza un X	▪ Empleado es un subtipo de persona

- Otra definición de interrelación:
  - Una interrelación es una **asociación entre entidades**.

El Modelo Entidad / Interrelación

- Presentado por ***Chen*** en 1976, es uno de los **enfoques más conocidos y usados** y desde entonces ha sido refinado de varias maneras por diversos investigadores.
- Este modelo:
  - **Incluye** análogos de la **mayoría** de los **elementos y restricciones** estáticos del modelado de datos.
  - Lleva aparejada una **técnica de diagramación** (**diagramas E/R**).
- Se comenzará con el estudio de los diversos elementos y restricciones de la estática del modelo E/R y, posteriormente, se estudiarán sus técnicas de diagramación.
  - Sin embargo, desde el comienzo se tendrá presente un sencillo ejemplo de este tipo de diagramas que representa a los datos de operación de una empresa de fabricación.

Entidades

- ***Chen*** define las entidades como **cosas que se pueden identificar claramente**.
- Se pueden clasificar en:
  - **Regulares o fuertes: Tienen existencia propia**, es decir, existen por si mismas.
  - **Débiles:** Su existencia **depende de otra entidad** en el sentido de que no pueden existir si no existe también esta otra identidad.
    - **Si se elimina esa identidad de la cual depende, debe desaparecer la entidad débil.**

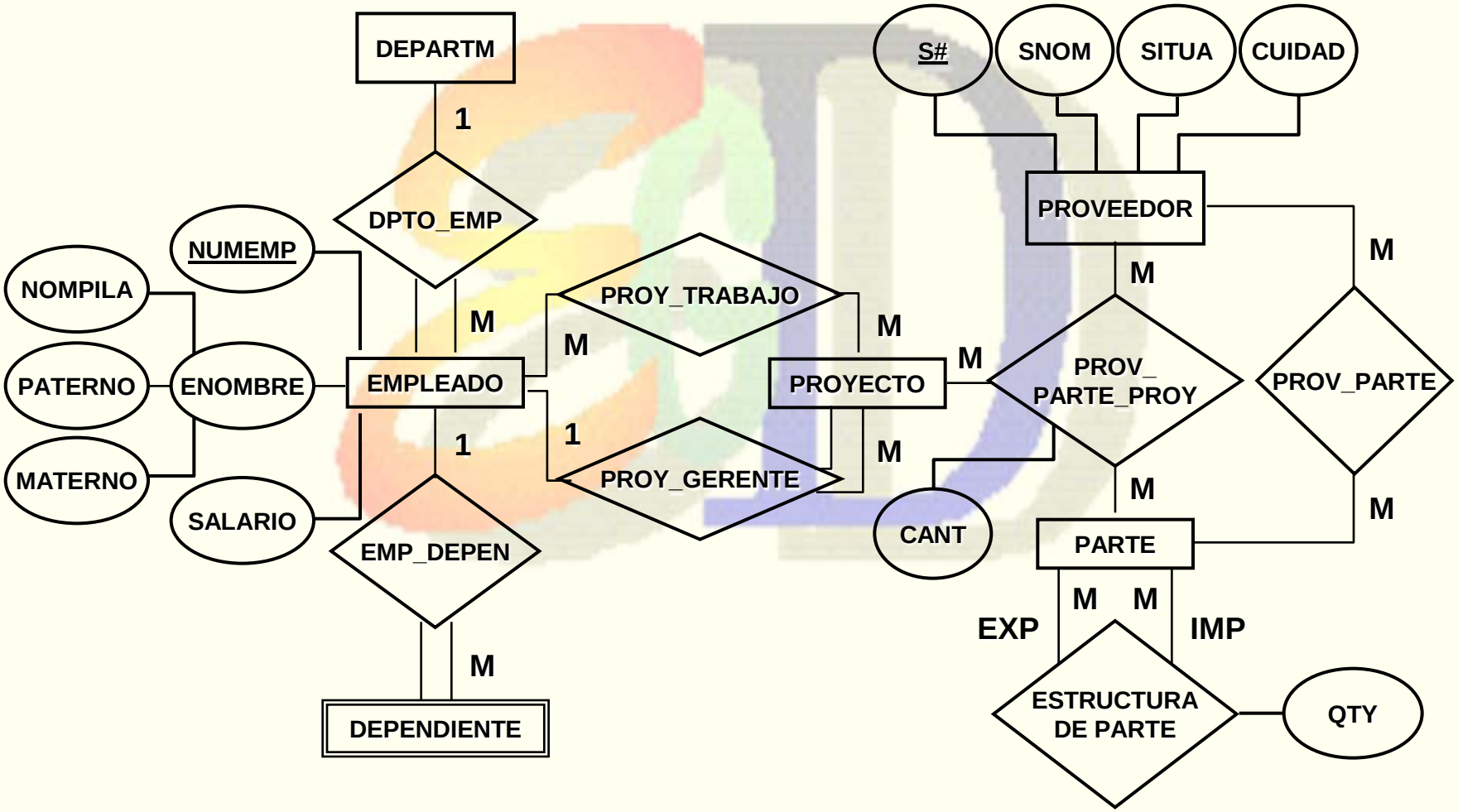
Entidades

- Por ejemplo, los dependientes de un empleado podrían ser:

Entidades Débiles → **Si no existe el empleado pertinente** → **No pueden existir (en lo concerniente a la Base de Datos)**

- Consecuentemente, **si se elimina a cierto empleado**:
  - ☞ **Será necesario eliminar también a todos los dependientes de ese empleado**.
- Una **entidad regular** es una entidad que **no es débil**.
- Borrado en propagación.
- Fidelidad:
  - Solo a 1.
  - Siempre al mismo.
- Siempre a 1.

Entidades


DEPARTM
1
DPTO_EMP
M
NUMEMP
NOMPILA
PATERNO
ENOMBRE
MATERNO
SALARIO
EMPLEADO
1
EMP_DEPEN
M
DEPENDIENTE
PROY_TRABAJO
M
M
1
PROY_GERENTE
M
PROYECTO
M
S#
SNOM
SITUA
CUIDAD
PROVEEDOR
M
M
PROV_
PARTE_PROY
PROV_PARTE
M
M
CANT
PARTE
M
M
EXP
IMP
ESTRUCTURA
DE PARTE
QTY

Propiedades

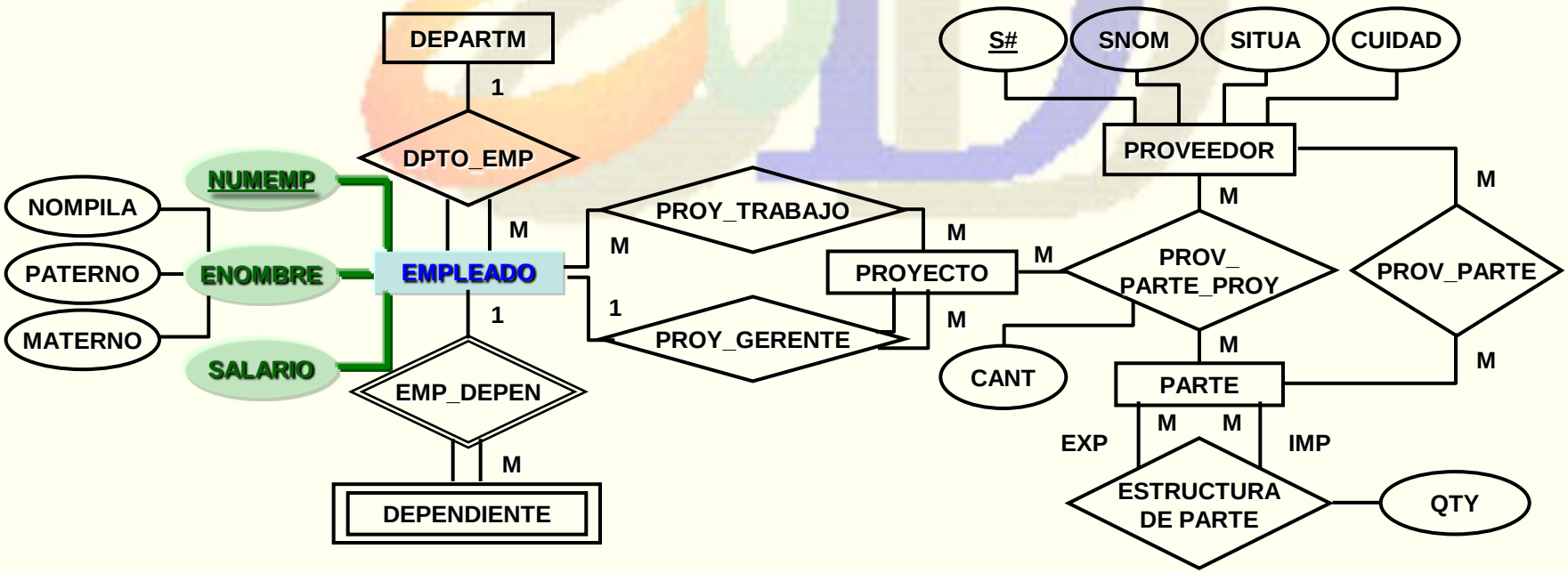
- Las entidades (y las interrelaciones, como se verá posteriormente) tienen **propiedades** también conocidas como **atributos**,

  aunque es conveniente evitar este término ya que tendrá un significado específico en el modelo relacional.

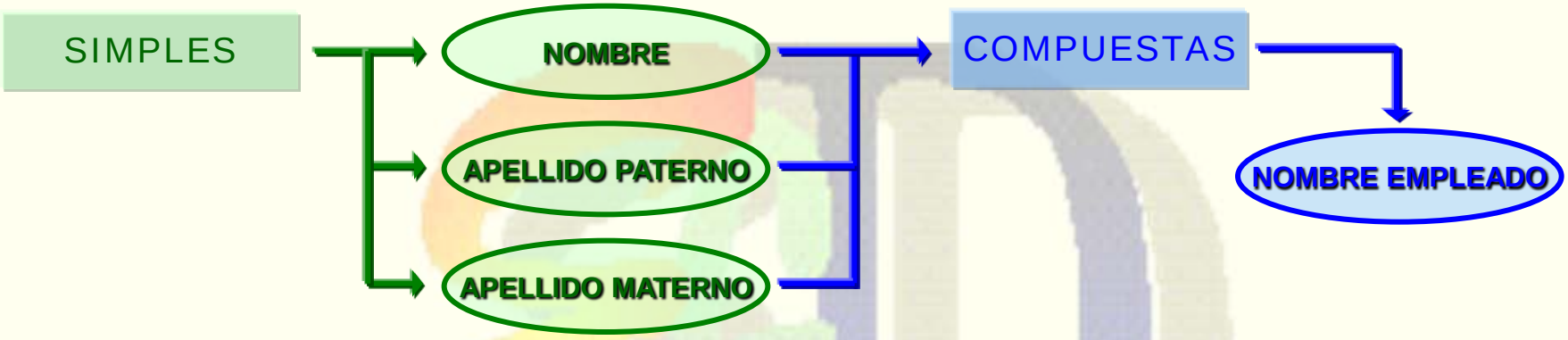
- Todas las **entidades de un tipo** determinado tienen ciertas **propiedades en común**.
- Cada tipo de propiedad toma sus **valores** de un **conjunto de valores** correspondiente (**dominio**, en términos relacionales).

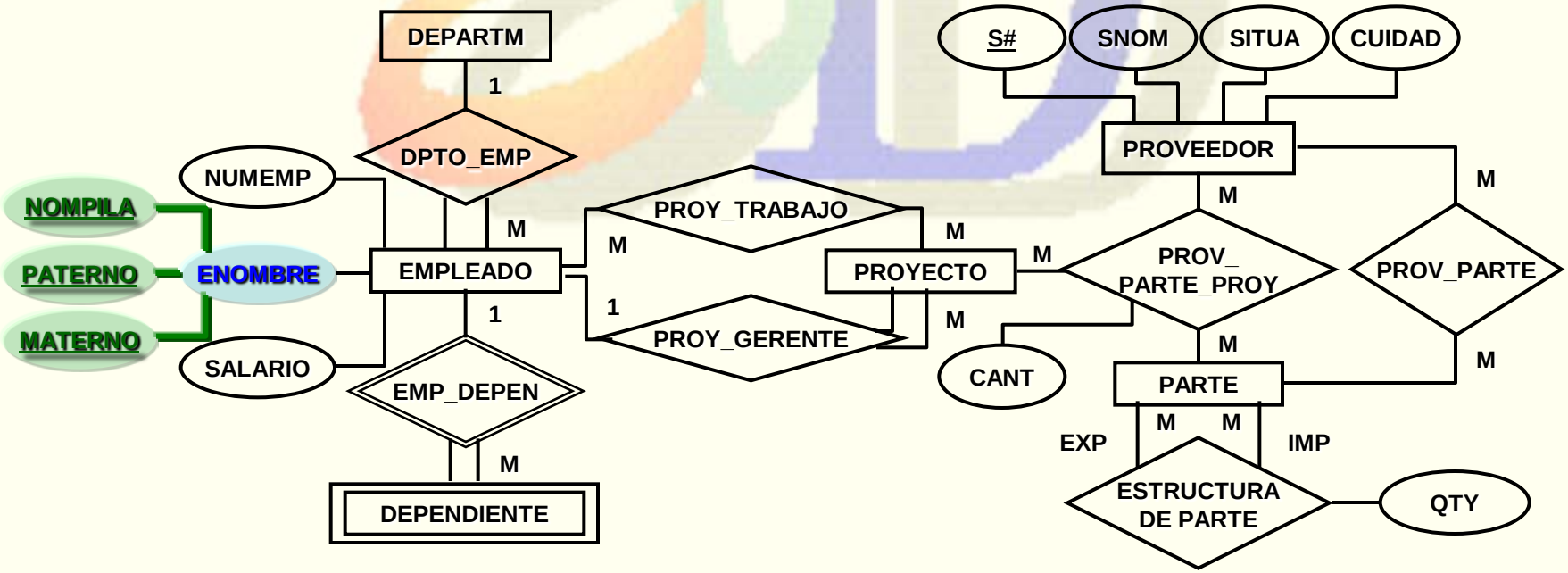
Propiedades

- Por ejemplo, todos los **empleados** tienen un **número de empleado**, un **nombre**, un **salario** ....
  - A propósito de este ejemplo, obsérvese cómo **no se incluye** un ***número de departamento*** como propiedad de los empleados, tal y como a primera vista **parecería lógico** hacer.
  - Se pospone la explicación de este hecho hasta haber analizado las interrelaciones



Clasificación de las Propiedades



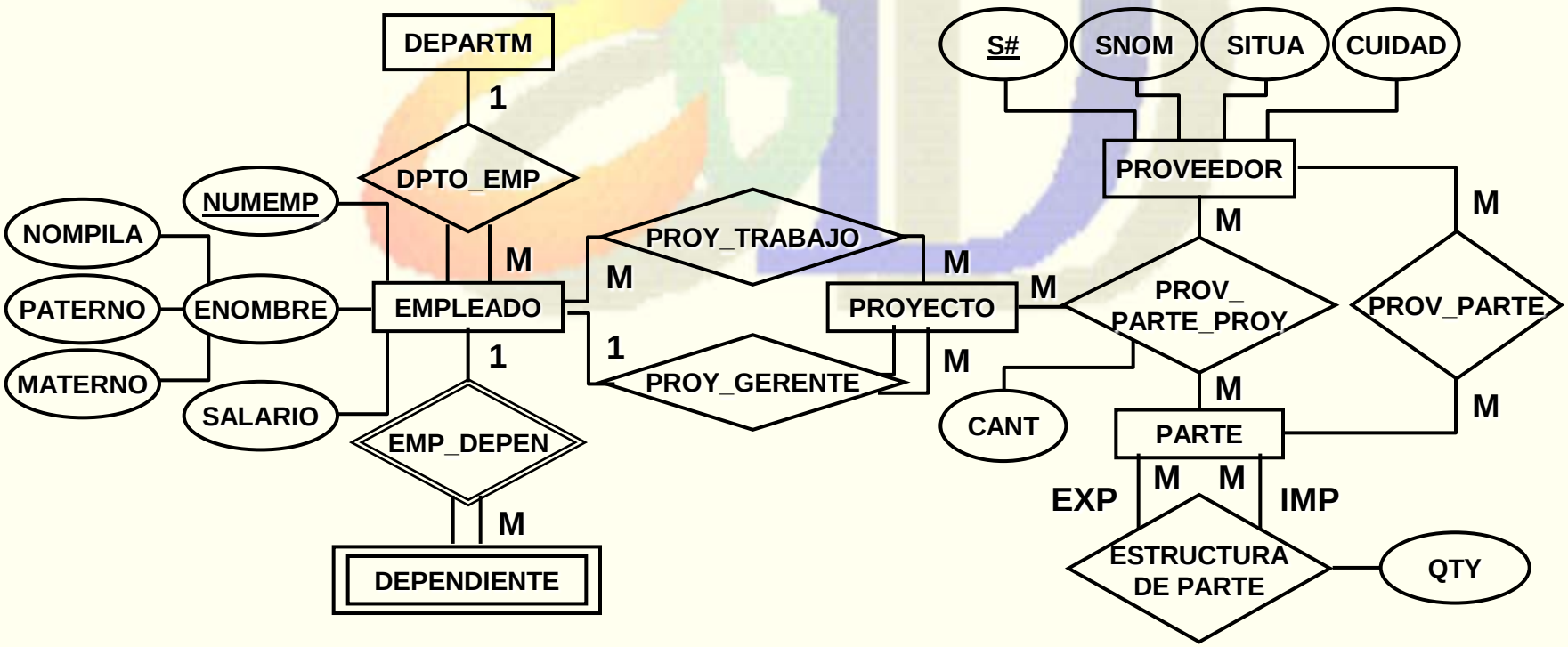


Clasificación de las Propiedades

Las propiedades puede ser:

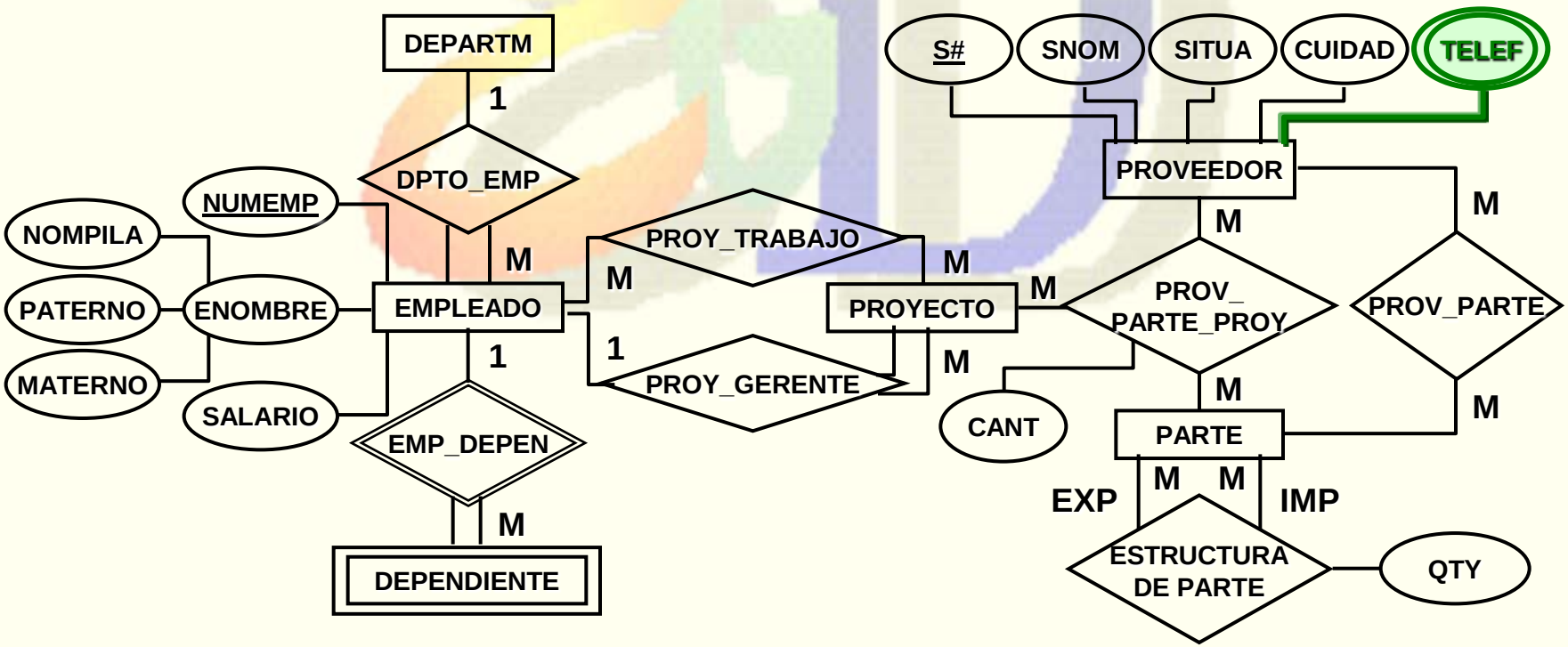
- **CLAVES**: Es decir, **únicas**.
  - Aunque **quizás lo sean sólo dentro de algún contexto**.

    Por ejemplo, **el nombre de un dependiente podría ser único sólo dentro del contexto de un número de empleado dado**.



Clasificación de las Propiedades

- **UNIVALUADAS.**
- **MULTIVALUADAS**: Pueden presentar **cualquier número de valores** para cada una de las entidades del tipo correspondiente.
  - ☞ Por ejemplo, **la propiedad TELÉFONO puede representar el hecho de que cada proveedor puede poseer un conjunto de números de teléfono**.

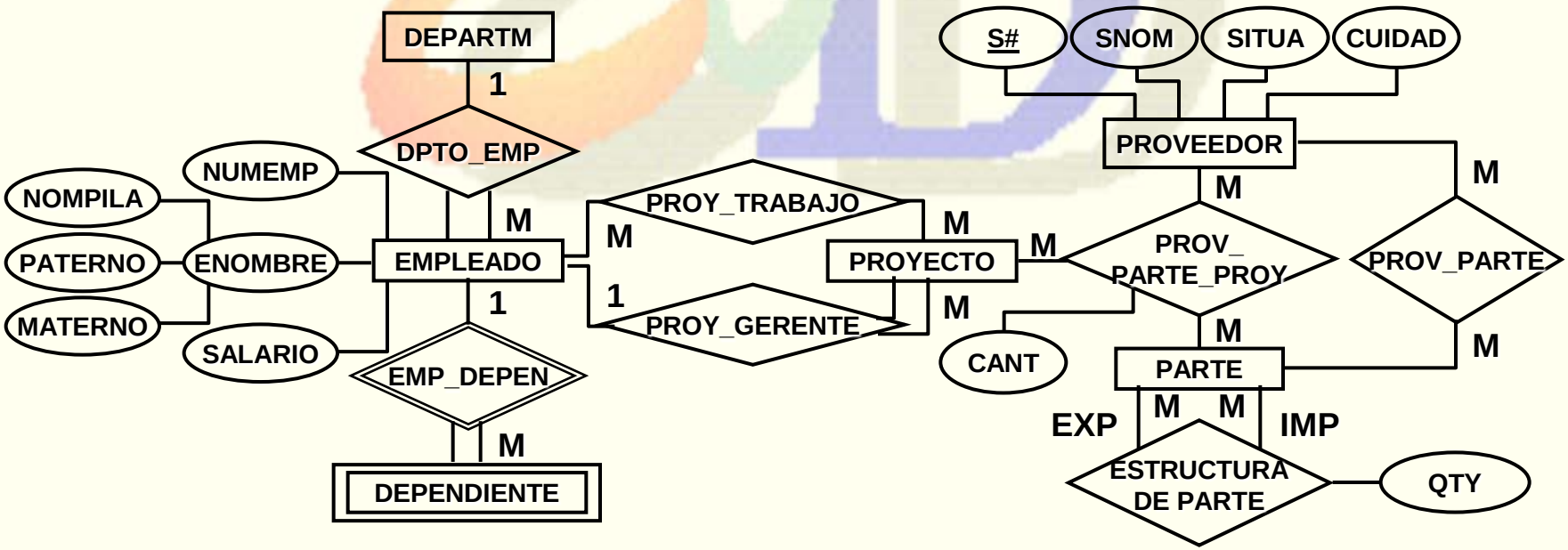


Clasificación de las Propiedades

- **FALTANTES**: Es decir, **desconocidas o no aplicables**.
  - Por ejemplo, **la propiedad CIUDAD de la entidad PROVEEDOR puede ser desconocida para algún proveedor concreto**.
  - Por otro lado, **la propiedad SITUACIÓN puede no ser aplicable a determinados proveedores**.
- **BASE o DERIVADA.**
  - Por ejemplo, **la cantidad total de una parte podría derivarse sumando las cantidades base de los envíos individuales de esa parte**.

Interrelaciones

- Para ***Chen***, una **interrelación** es **una vinculación entre entidades.**
  - Por ejemplo, **existe una interrelación entre departamentos y empleados (DPTO_EMP) que representa el hecho de que un cierto departamento ocupa un conjunto dado de empleados**.
- Al igual que en las entidades, **es necesario distinguir entre tipos y casos (u ocurrencias) de interrelaciones** (aunque en la mayoría de las ocasiones se prescindirá de tales refinamientos para análisis informales).



Participantes y Grado

- Se dice que **las entidades implicadas** en una interrelación dada son los **PARTICIPANTES** de la misma.
- Al **número de participantes** se le conoce como **GRADO** de esa interrelación
  - **ACLARACIÓN:**

    Este término no significa lo mismo en este modelo que lo que simbolizará en el modelo relacional.

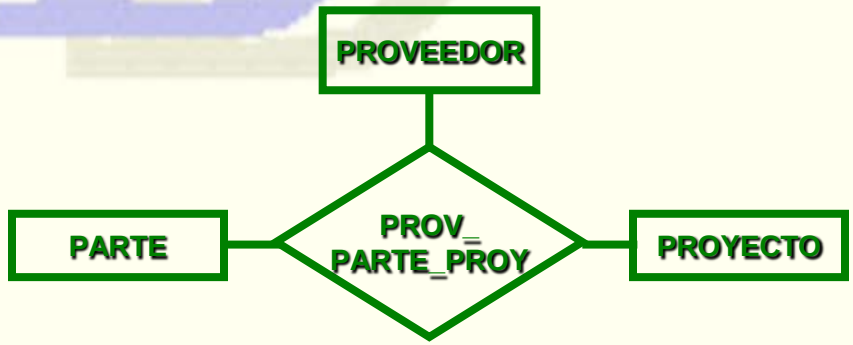
MODELO RELACIONAL

SP

S#	P#	QTY

RELACIÓN DE GRADO 3

MODELO E/R



INTERRELACIÓN DE GRADO 3

Participación en Interrelaciones

Sea **R** un tipo de interrelación en la cual **participa** el tipo de entidad **E**:

- Si **cada caso** de **E participa en por lo menos un caso** de **R**, se dice que **la participación de E en R** es **TOTAL**.
- En **caso contrario** se dice que la **participación** es **PARCIAL**.

Si todo empleado debe pertenecer a un departamento

La participación de empleados en DPTO_EMP es TOTAL

Si un empleado puede no pertenecer a departamento alguno

La participación de empleados en DPTO_EMP es PARCIAL

La CARDINALIDAD MÍNIMA de la participación de departamento en este tipo de interrelación es 1

Dado que cada empleado se relaciona con al menos un departamento

La CARDINALIDAD MÍNIMA de la participación de departamento en este tipo de interrelación es 0

Dado que un empleado no se relaciona obligatoriamente con un departamento

Multiplicidad de las Interrelaciones

- Sea un tipo de interrelación **A_B** entre los tipos de entidades **A** y **B**. La **multiplicidad** de **A_B** puede ser:

UNO A UNO

1 : 1

- **Una entidad tipo A se puede asociar, como mucho, con una entidad tipo B.**
- **Una entidad tipo B se puede asociar, como mucho, con una entidad tipo A.**

A = hombres ; B = mujeres → A_B = MATRIMONIOS VIGENTES

UNO A MUCHOS (MUCHOS A UNO)

1 : N (N : 1)

- **Una entidad tipo A se puede asociar con cualquier número de entidades tipo B.**
- **Una entidad tipo B se puede asociar, como mucho, con una entidad tipo A.**

A = equipo ; B = jugador → A_B = FICHA EN VIGOR

MUCHOS A MUCHOS

N : N

- **Una entidad tipo A se puede asociar con cualquier número de entidades tipo B.**
- **Una entidad tipo B se puede asociar con cualquier número de entidades tipo A.**

A = alumno ; B = asignatura → A_B = MATRÍCULA

Cardinalidad Máxima

- El concepto de **multiplicidad** se asocia a las **cardinalidades máximas** de las participaciones de los tipos de entidades en los tipos de interrelaciones:
  - **A participa en A_B con una CARDINALIDAD MÁXIMA 1 si una ocurrencia de B puede estar vinculada como mucho a 1 ocurrencia de A.**
  - **A participa en A_B con una CARDINALIDAD MÁXIMA ∞ si una ocurrencia de B puede estar vinculada a cualquier número de ocurrencias de A.**
- La **multiplicidad** es el **conjunto de cardinalidades máximas de los participantes** en un tipo de interrelación.

Cardinalidades Especiales

- Para concretar una **cardinalidad máxima** determinada **mayor que 1** *(1 < MAX < ∞)* puede asumirse:.
  - **∞** como **cardinalidad máxima.**
  - Y definirse una **restricción semántica adicional** que exprese el **valor máximo real**.
- Para concretar una **cardinalidad mínima** determinada **mayor que 1** *(MIN > 1)* puede asumirse:
  - **1** como **cardinalidad mínima.**
  - **∞** como **cardinalidad máxima.**
  - Y definirse una **restricción semántica adicional** que exprese el **valor mínimo real**.

Cardinalidades en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

- Por cuestiones de **sencillez** en los ejemplos, hasta aquí **hemos supuesto que todas las interrelaciones son binarias** (Grado 2) y hemos hablado de:
  - **Multiplicidad:**

    1 : 1 ; 1 : N ; N : N

  - **Interrelación R (A , B) con las cardinalidades:**

    $$R\ (A\ (MIN_A\ ,\ MAX_A)\ ,\ B\ (MIN_B\ ,\ MAX_B)\ )$$

- Por supuesto que tanto los **conceptos** como la **terminología para expresar interrelaciones de mayor grado pueden extenderse**.

Cardinalidades en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

- En general, para un tipo de interrelación **R, n-aria**

$$(n > 2)\ R(P_1, \ldots, P_n)$$

  - Hay que expresar el **número de ocurrencias** de **R** en las que pueden participar las ocurrencias de cualquier subconjunto de los tipos de entidades participantes.
  - Hay que expresar las **cardinalidades mínima y máxima** de las parejas de subconjuntos

$$R(A(MIN_A, MAX_A), B(MIN_B, MAX_B))$$

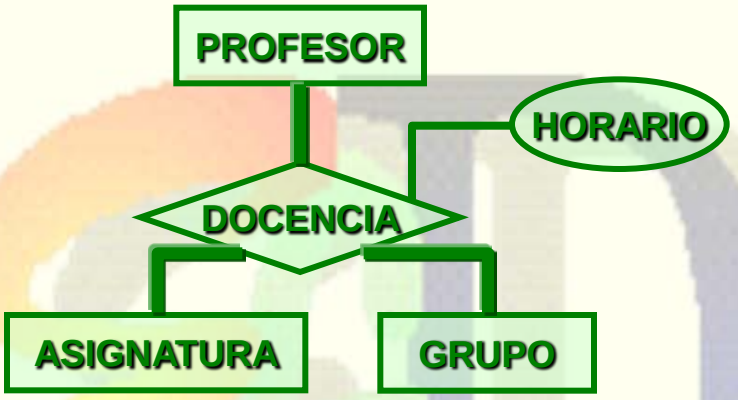
Donde **A** y **B** representan subconjuntos disjuntos del conjunto de participantes tales que:

$$A \cup B = \{A_1, \ldots, A_n\}$$

Indicando de esta forma que **una ocurrencia del subconjunto B (O A) se interrelaciona a través de R con cualquier número m de ocurrencias del subconjunto A (O B)** tal que:

$$MIN_A <= m <= MAX_A \ (O\ MIN_B <= m <= MAX_B)$$

Ejemplo de Interrelación Ternaria



- **Docencia (Profesor (0 , 1) , Asignatura – Grupo (1 , ∞))**
- **Docencia (Grupo (0 , ∞) , Profesor – Asignatura (1 , ∞))**
- **Docencia (Asignatura (0 , ∞) , Profesor – Grupo (1 , ∞))**

- Lo que sigue es una interpretación de la semántica expresada por las cardinalidades de:

DOCENCIA (PROFESOR , ASIGNATURA – GRUPO)

- **Docencia (Profesor (0 , 1) , Asignatura – Grupo (1 , ∞))**
- **Docencia (Grupo (0 , ∞) , Profesor – Asignatura (1 , ∞))**
- **Docencia (Asignatura (0 , ∞) , Profesor – Grupo (1 , ∞))**

- No todas las combinaciones Asignatura – Grupo reciben docencia de algún profesor:

  Probablemente porque no todos los grupos reciben todas las asignaturas

- Las combinaciones Asignatura – Grupo sólo pueden relacionarse con un profesor:

  Los grupos reciben las asignaturas de un único profesor

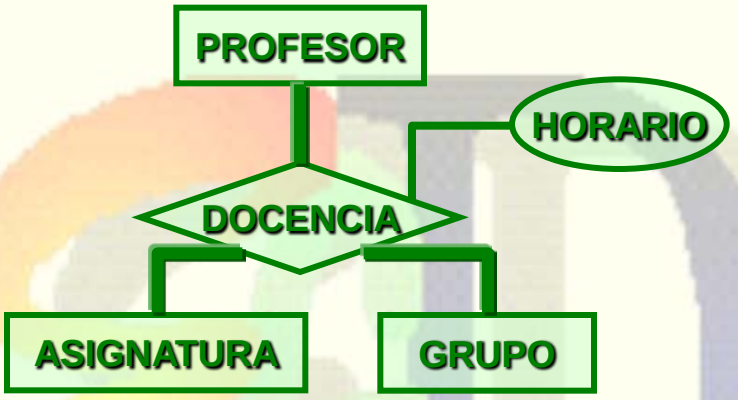
- Cada profesor imparte docencia en al menos una combinación Asignatura – Grupo:

  Cada profesor imparte al menos una asignatura a un grupo

- Cada profesor puede impartir docencia en muchas combinaciones Asignatura – Grupo:

  Cada profesor puede impartir diferentes asignaturas al mismo grupo, la misma asignatura a diferentes grupos o diferentes asignaturas a diferentes grupos

Ejemplo de Interrelación Ternaria



- Docencia (Profesor (0 , 1) , Asignatura – Grupo (1 , ∞))
- Docencia (Grupo (0 , ∞) , Profesor – Asignatura (1 , ∞))
- Docencia (Asignatura (0 , ∞) , Profesor – Grupo (1 , ∞))

- Las cardinalidades de las otras parejas de subconjuntos de la interrelación ternaria pueden interpretarse de forma parecida, por lo que se dejan como ejercicio para el alumno.

Multiplicidad y Participación en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

- La **multiplicidad** como expresión de las **cardinalidades máximas** y la **participación** como manifestación de las **mínimas**, **dan una representación directa que quizás es más clara simbólicamente**.
- El tipo de interrelación del ejemplo anterior:
  - **Presenta una MULTIPLICIDAD 1 : N : N**

    Porque estas son las cardinalidades máximas de los tipos de entidades participantes.
  - **Expresa PARTICIPACIÓN TOTAL de todos los participantes**.

    Dadas las cardinalidades mínimas de los subconjuntos de tipos de entidades interrelacionados sucesivamente con profesores, asignaturas y grupos.

Multiplicidad y Participación en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

- En general, **sea el tipo de interrelación ternaria A_B_C cuyos participantes son los tipos de entidades A , B , C**:
  - **En ella se pueden dar las siguientes multiplicidades:**

    1 : 1 : 1 ; 1 : 1 : N ; 1 : N : N ; N : N : N

  - **Se pueden expresar participaciones totales en los tipos de entidades participantes que se enfrenten a interrelaciones parciales con subconjuntos de tipos de entidades que tengan 1 como cardinalidad mínima.**

- Esta expresión en multiplicidades y participaciones **resulta ideal para el Modelo E/R** dado que, como se verá posteriormente, **es completamente representable en los Diagramas E/R**.

Multiplicidad y Participación en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

- Sin embargo, se observa que **la expresión mediante cardinalidades nos da más información que la simbolizada por las multiplicidades y participaciones**. En concreto:
  - **Las cardinalidades mínimas de los tipos de entidades participantes en la interrelación ternaria.**
  - **Las cardinalidades máximas de los subconjuntos de tipos de entidades enfrentados a ellos en las sucesivas interrelaciones parciales.**

Esta información no será representable en los Diagramas E/R, aunque siempre se podrán acompañar de la expresión mediante cardinalidades si fuese imprescindible añadir alguna información adicional al diagrama.

Multiplicidad y Participación en Tipos de Interrelaciones con Grado mayor que 2

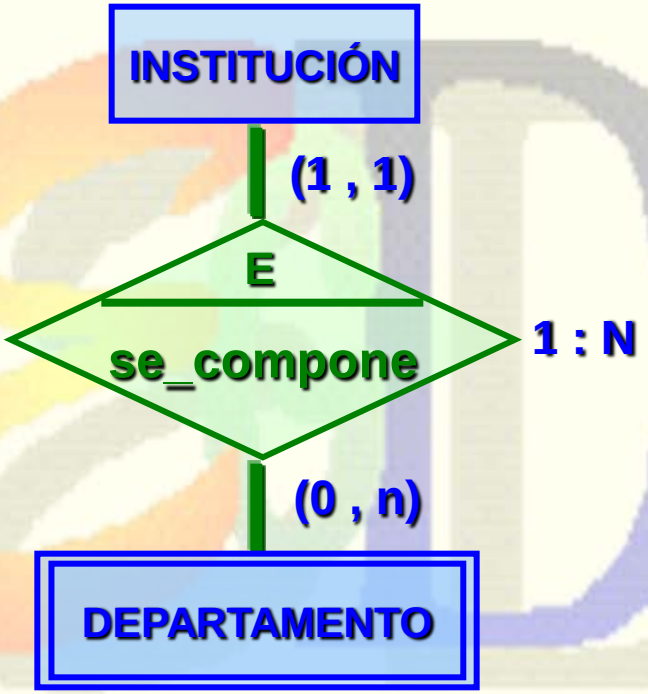
- Desde el punto de vista de las cardinalidades, **la extensión de estos comentarios a tipos de interrelaciones con Grado > 3 es inmediata:**
  - ☞ **Aumenta la cantidad de información expresable mediante las cardinalidades de las interrelaciones parciales de subconjuntos de tipos de entidades que no es representable mediante las multiplicidades y participaciones y, consecuentemente, mediante los Diagramas E/R.**

    Nótese que para Grado 4 ya aparecen interrelaciones parciales entre los subconjuntos de tamaño 2, aparte de aquellas entre un participante y los subconjuntos de tamaño 3.

Tipos de Interrelaciones Débiles: Dependencia en Existencia

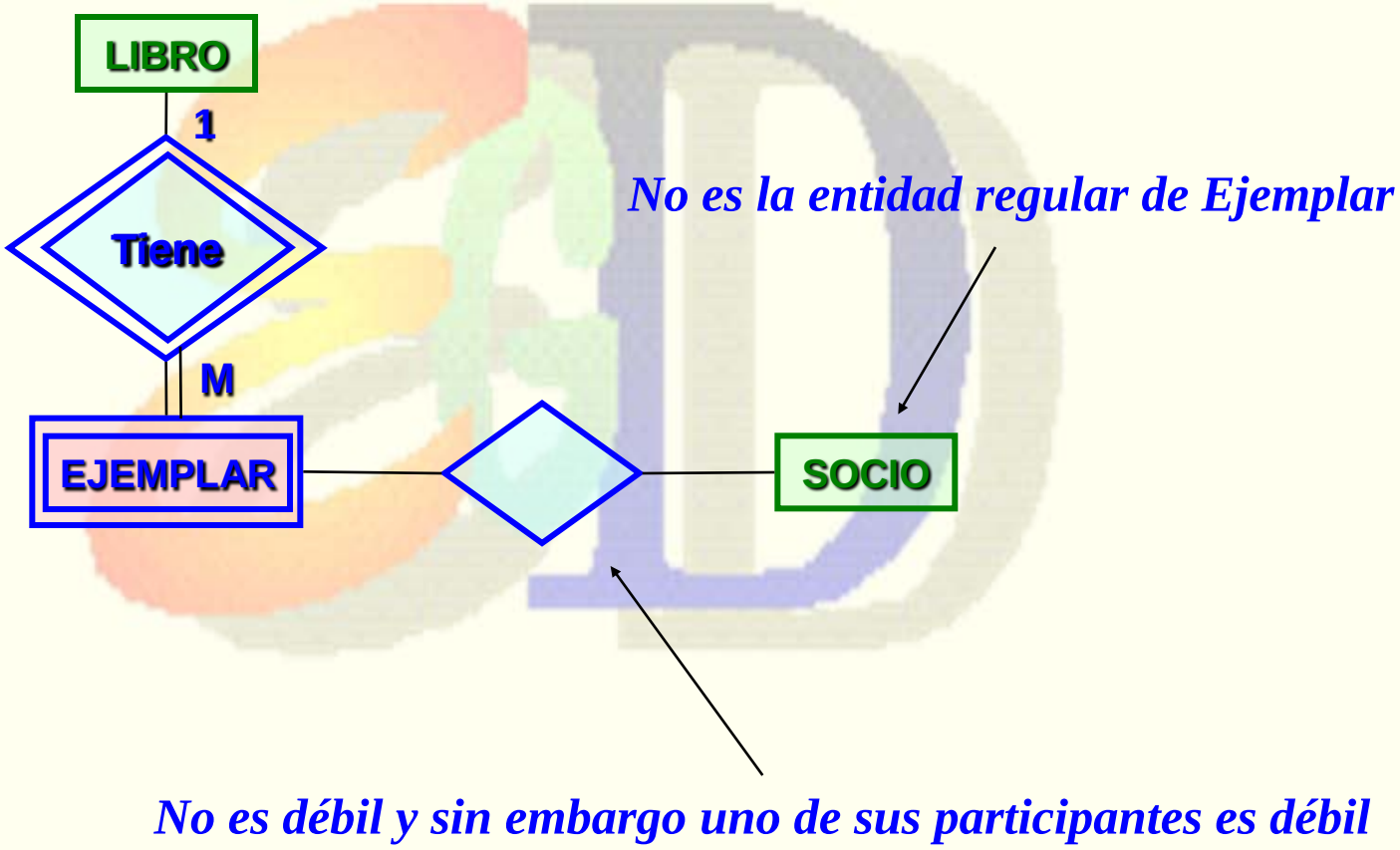
- **Según sus participantes**, los tipos de interrelación se clasifican en:
  - **DÉBILES: Si asocian a un tipo de entidad débil con su tipo de entidad regular.**
  - **REGULARES: Las demás.**
- Además, un tipo de **interrelación débil exige siempre** que las **cardinalidades del participante regular sean (1 , 1)**.
- Si existe **dependencia en existencia** en la **interrelación débil**:
  - Las ocurrencias del tipo de entidad débil **no pueden existir sin la ocurrencia de la entidad regular de la que dependen**.
  - Si desaparece una ocurrencia de un tipo de entidad regular, **todas las ocurrencias de la entidad débil que dependen en existencia de la misma desaparecen con ella**.

Ejemplo de Dependencia en Existencia



- La interrelación **se_compone** es un tipo de **interrelación débil** que presenta una **dependencia en existencia del tipo de entidad débil departamento** hacia el tipo de **entidad regular institución**:

Ejemplo de Dependencia en Existencia



Tipos de Interrelaciones Débiles: Dependencia en Identificación

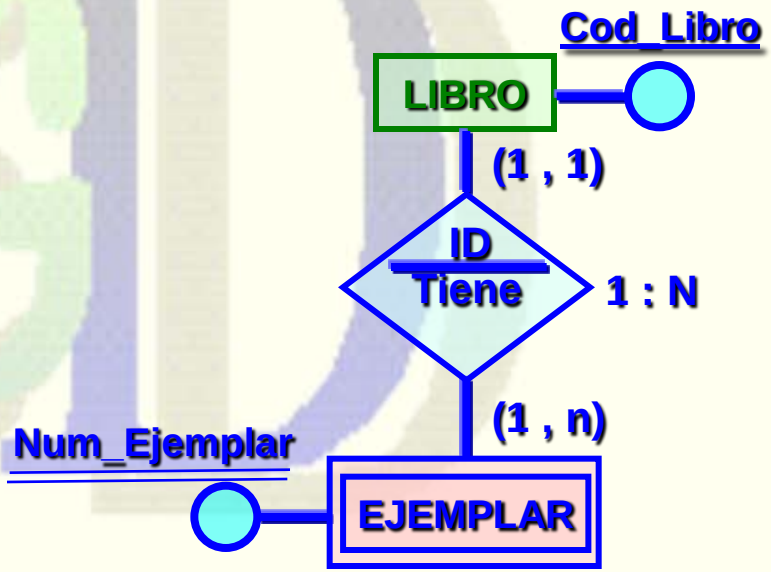
- Si **además** de la **dependencia en existencia** sucede que:
  - **Las ocurrencias del tipo de entidad débil no se pueden identificar mediante sus propios atributos puesto que su identificador sólo permite distinguir entre aquellas ocurrencias que dependen de una misma ocurrencia del tipo de entidad regular.**
  - **Se tiene que añadir la clave de la ocurrencia de la entidad regular de la cual dependen para lograr distinguir entre todas las ocurrencias del tipo de entidad débil (identificación total).**

Se dice que existe dependencia en identificación del participante débil hacia el regular y al identificador parcial de la entidad débil se le denomina discriminante o clave parcial.

Ejemplo de Dependencia en Identificación

- Por ejemplo, el tipo de **interrelación débil Tiene** presenta una **dependencia en identificación** del tipo de **entidad débil EJEMPLAR hacia** el tipo de **entidad regular LIBRO**.

  - **Bajo la suposición de que la propiedad Num_Ejemplar identifica a una ocurrencia de EJEMPLAR entre los ejemplares de un mismo LIBRO (ES discriminante).**
  - **Pero puede repetirse entre ejemplares de diferentes libros (NO ES clave).**



para identificar a EJEMPLAR se necesita Cod_Libro + Num_Ejemplar

- Por supuesto, **los ejemplares también dependen en existencia de los libros.**

Subtipos

- Este es un concepto añadido a la versión original de ***Chen***.

Toda entidad pertenece, al menos, a un tipo de entidad

- Sin embargo, **una entidad puede ser de varios tipos al mismo tiempo**. Por ejemplo:

Si algunos empleados son programadores
y
todos los programadores son empleados

podríamos decir que

programador es un **subtipo** del **supertipo** **empleado**

Subtipos

- **Todas las propiedades de los empleados se aplican de manera automática a los programadores, pero lo contrario no se cumple.**

  Por ejemplo:

  - Los programadores podrían tener una propiedad **lenguaje principal de programación** que no se aplica a los empleados en general.

- De forma similar, **los programadores participan de manera automática en todas las interrelaciones en las que participan los empleados, pero lo contrario no es cierto.**

  Por ejemplo:

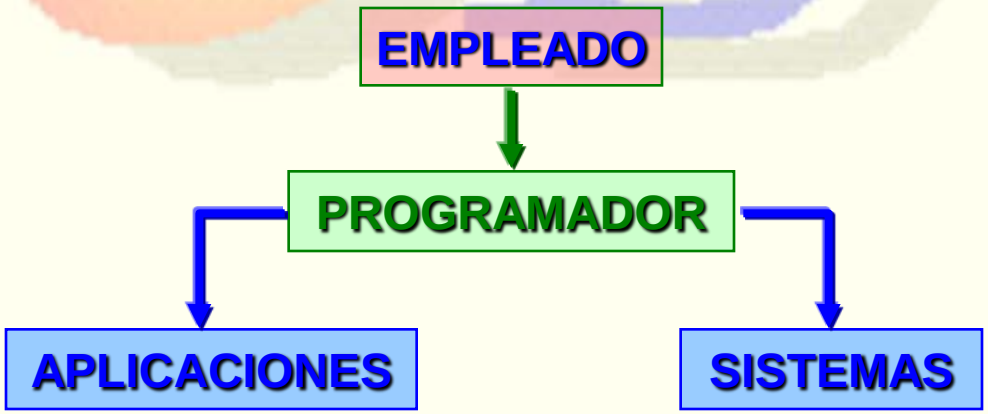
  - Los programadores podrían **pertenecer a algún colegio profesional**, sin que esto suceda con los empleados en general.

Jerarquías de Tipos

- Algunos **programadores** podrían ser **de aplicaciones** y otros **de sistemas**.
  - **aplicaciones** y **sistemas serían subtipos** del **supertipo programador**.

  En otras palabras, un subtipo de entidad sigue siendo un tipo de entidad y, por tanto, puede tener sus propios subtipos.

- Así pues, para un tipo de entidad dado **puede formarse una jerarquía de tipos que incluiría a sus subtipos inmediatos, a los subtipos de estos y así sucesivamente**.



Jerarquías de Tipos

A las jerarquías de tipos se las conoce con diversos nombres:

- **Jerarquías de GENERALIZACIÓN:** Por la razón de que, por ejemplo, un empleado es una generalización de un programador.
- **Jerarquías de ESPECIALIZACIÓN:** Por la razón de que, por ejemplo, un programador es una especialización de un empleado.
- **Jerarquías ES-UN (*ISA, en inglés*):** Por la razón de que, por ejemplo, todo programador es un empleado.

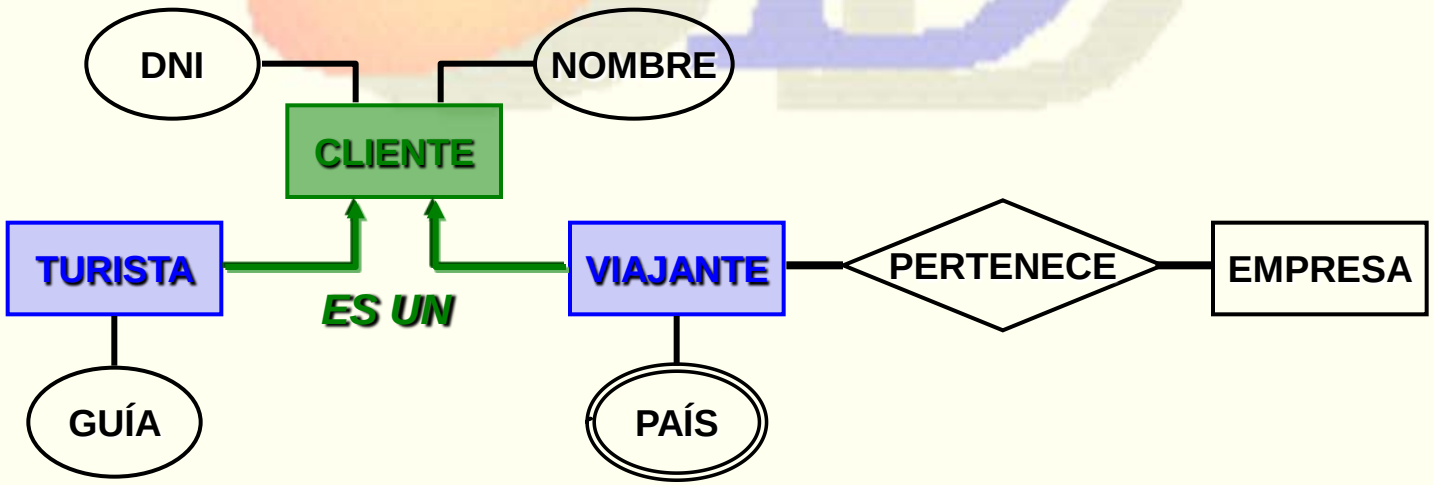
En realidad, esta diversidad de nombres proviene del reconocimiento del siguiente hecho:

La generalización es un mecanismo de abstracción que permite definir relaciones de subclase entre tipos de entidades y que se puede realizar siguiendo diferentes pasos.

Especialización

Dentro de un tipo de entidad existente, se definen subconjuntos de ocurrencias no necesariamente disjuntos con características diferenciadoras estáticas y/o dinámicas.

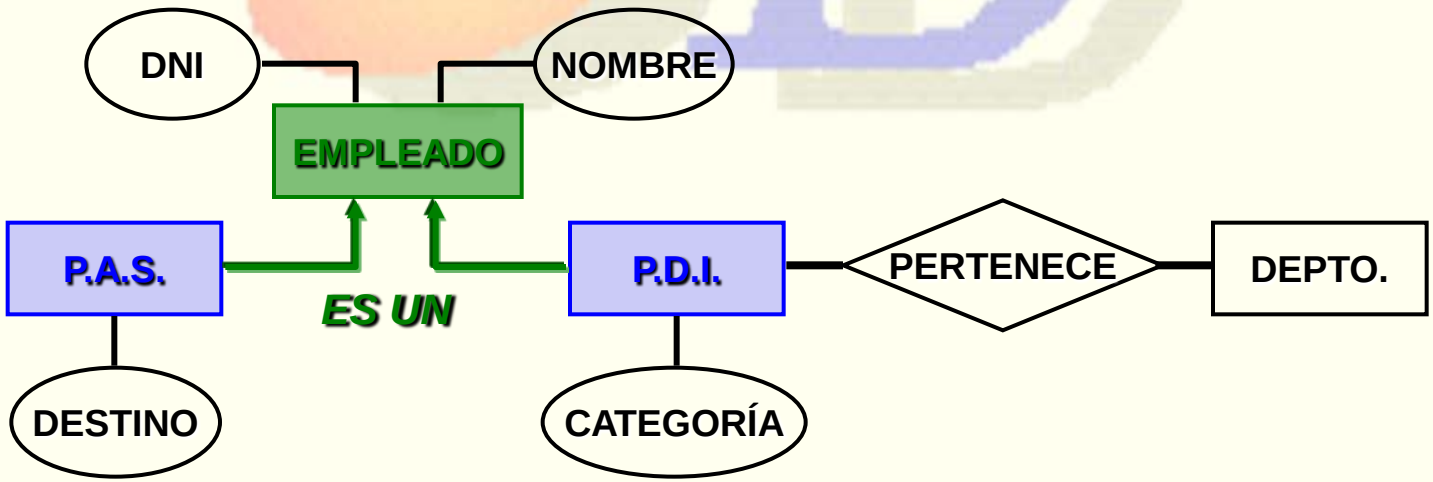
- Por ejemplo, en el contexto de una ***agencia de viajes***, el tipo de entidad **cliente** definido originalmente en el esquema es ***especializado***, en un refinamiento posterior, en los tipos de entidad **turista** y **viajante**.



Generalización

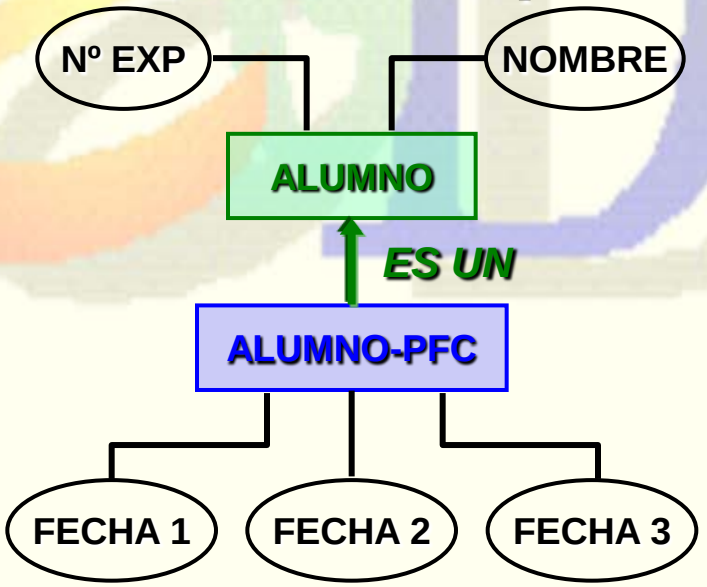
Un tipo de entidad se generaliza a partir de un conjunto de tipos ya existentes en el esquema, dado que comparten determinadas características estáticas o dinámicas.

- Por ejemplo, en el contexto de una ***universidad***, el tipo de entidad **empleado** se ha obtenido como una generalización de los tipos **P.A.S.** (personal de administración y servicios) y **P.D.I.** (personal docente e investigador), que han sido definidos previamente.



Establecer Jerarquías entre Tipos de Entidades previamente definidos

- En el contexto de la ***secretaría de un centro***, se ha detectado que el tipo **alumno-pfc** (alumno realizando el proyecto de fin de carrera) ya existente, es un subtipo del objeto **alumno**, también existente.
  - Basta entonces con establecer la correspondiente jerarquía de tipos.



Restricciones aplicables a las Jerarquías

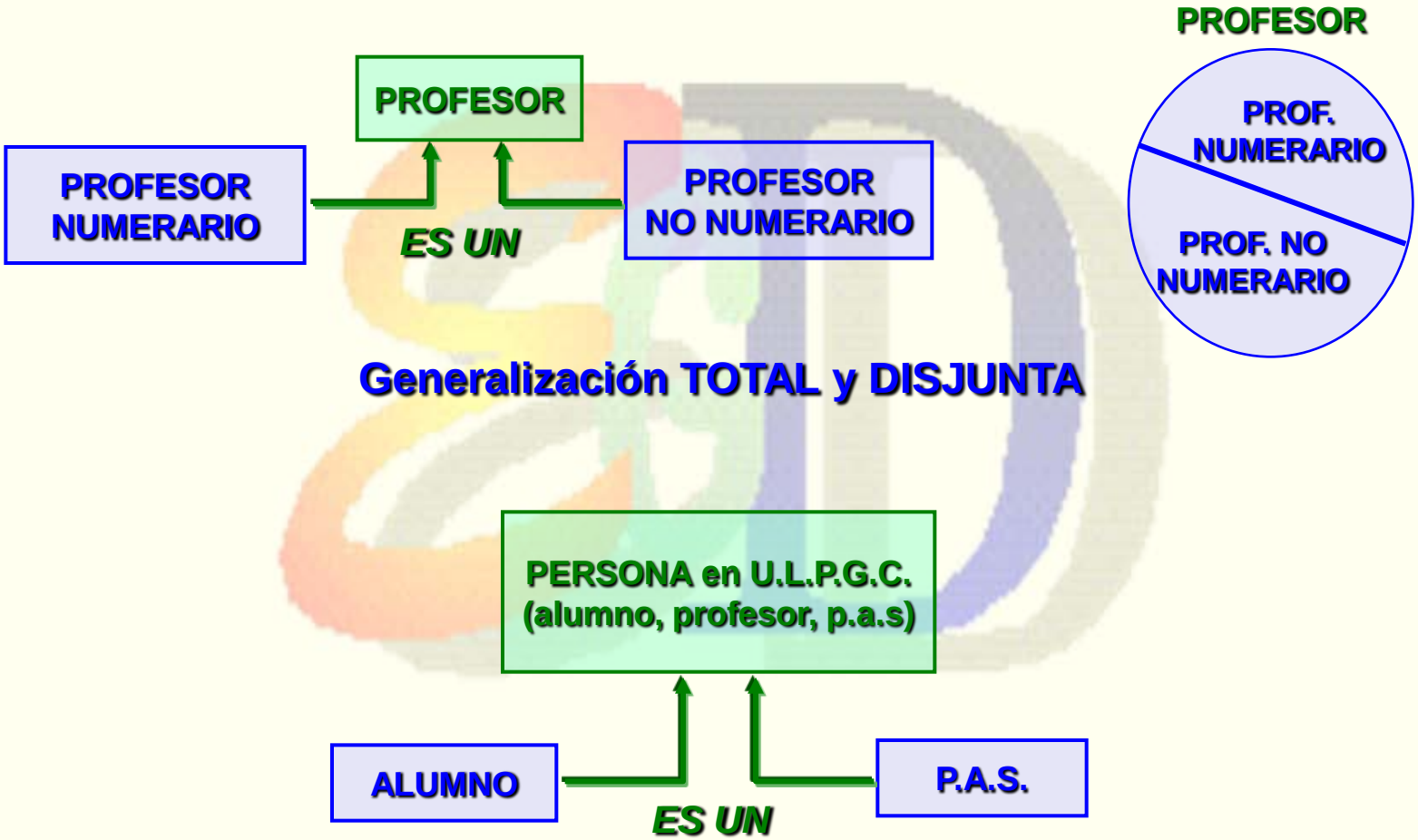
- **ELECCIÓN DE ESPECIALIDAD:**
  - **Definida por CONDICIÓN:** Una entidad de tipo general pertenece o no a un tipo de entidad especializado en función de la evaluación de una condición explícita o predicado.
  - **Definida por el USUARIO:** El usuario de la base de datos será el que indique si una entidad de tipo general pertenece o no a un tipo de entidad especializado.

Restricciones aplicables a las Jerarquías

- **PARTICIPACIÓN EN LA ESPECIALIZACIÓN:**
  - **TOTAL:** Toda entidad de tipo general debe pertenecer, al menos, a un tipo especializado.
  - **PARCIAL:** Pueden existir entidades de tipo general que no pertenezcan a ningún tipo especializado.

- **DE SOLAPAMIENTO:** Para indicar que los conjuntos de entidades especializados a partir de un tipo general pueden ser:
  - **DISJUNTOS:** Una entidad de tipo general no puede pertenecer a más de un tipo especializado.
  - **SOLAPADOS:** Una entidad de tipo general puede pertenecer a más de un tipo especializado.

Restricciones aplicables a las Jerarquías



Generalización PARCIAL y SOLAPADA (un P.A.S. puede estudiar en la univ.)

Jerarquías de Tipos .vs. Estructuras Jerárquicas

- Adviértase que las jerarquías de tipo **no deben confundirse** con las estructuras jerárquicas.
  - Con las jerarquías de tipo no se intenta expresar que para un empleado dado pueda haber un cierto número de programadores correspondientes.
  - Por el contrario, para un caso de empleado hay como máximo un caso de programador, el cual representa a ese mismo empleado en su papel de programador.

Composición

- Existen dos posibles mecanismos para generar tipos de entidades compuestos:

AGREGACIÓN

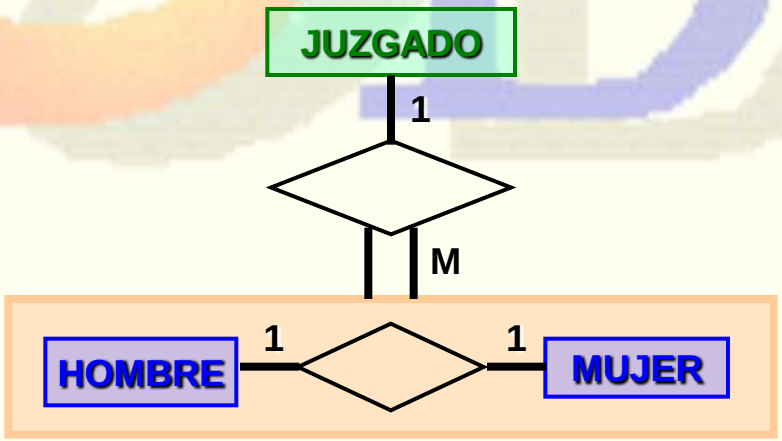
Es el mecanismo mediante el cual un tipo de interrelación entre dos o más tipos de entidades pasa a considerarse como un nuevo tipo de entidad con existencia independiente.

ASOCIACIÓN

Es el mecanismo de abstracción mediante el cual subconjuntos de ocurrencias de un tipo de entidad relacionadas entre sí según cierto criterio pasan a considerarse como un nuevo tipo de entidad con existencia independiente.

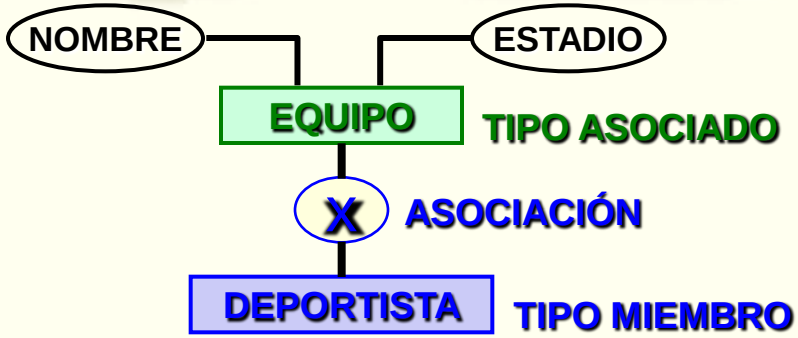
Composición: AGREGACIÓN

- Un tipo de entidad **agregado** es un tipo definido a partir de otros tipos interrelacionados entre sí denominados **tipos componentes**.
- Es importante destacar la diferencia entre interrelación y agregación:
  - **Toda agregación implica** la existencia de una interrelación entre los componentes.
  - **No toda interrelación implica** la existencia del correspondiente tipo de entidad agregado.



Composición: ASOCIACIÓN

- Un tipo de entidad **asociado** es un **tipo definido a partir de otro tipo** denominado **tipo miembro**.
  - Cada ocurrencia del tipo de entidad asociado **se compone de un conjunto de ocurrencias del tipo miembro**.
- En realidad, este mecanismo no se usa en el modelo Entidad/Interrelación dado que es equivalente a:
  - La definición de **un nuevo tipo de entidad** (el tipo asociado).
  - Una **interrelación uno a muchos** entre dicho tipo y el tipo de entidad miembro a partir del cual se define la asociación.



Recursos expresivos del Modelo E/R: RECAPITULACIÓN

- Corresponden a la clase de recursos esperables en la estática de cualquier modelo de datos.

ELEMENTOS PERMITIDOS

OBJETOS (entidades regulares o débiles).

ASOCIACIONES (interrelaciones regulares o débiles, jerarquías y agregación).

PROPIEDADES (de distintas clases aplicables tanto a entidades como a interrelaciones).

Más adelante también se introducirá la forma de especificar gráficamente el dominio de una propiedad.

RESTRICCIONES SEMÁNTICAS

Sobre OBJETOS (especificación de atributos clave o discriminantes. También llamadas restricciones de identificación).

Sobre las PROPIEDADES (restricciones de no nulidad o de dominio).

Sobre ASOCIACIONES (expresión de restricciones de cardinalidad, de dependencias en existencia o en identificación).

JERARQUÍAS de tipos de entidad (restricciones de participación o de solapamiento).

Restricciones inherentes al Modelo E/R

Para acabar con la recapitulación faltaría indicar que:

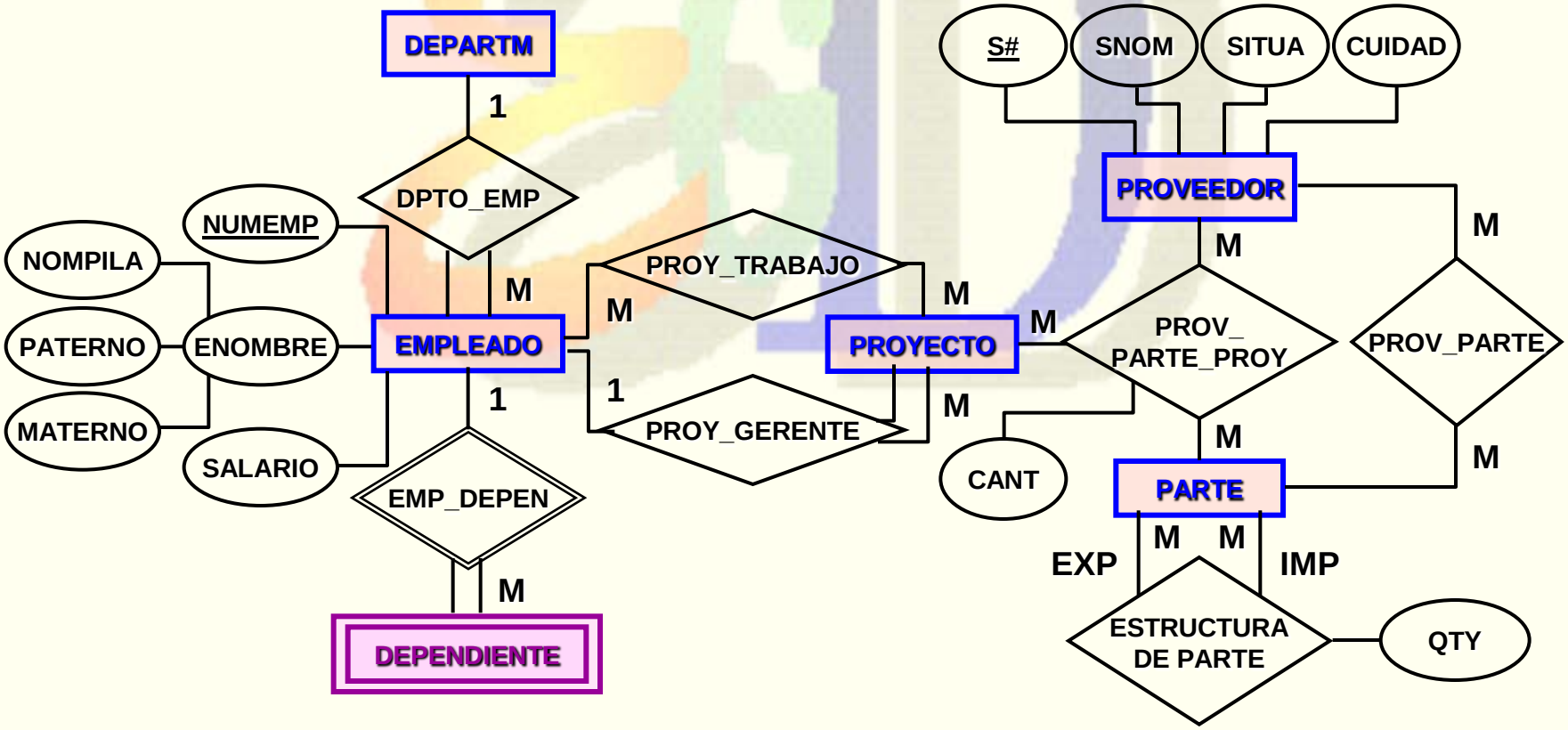
- El Modelo E/R es muy flexible porque se puede considerar que las **únicas restricciones inherentes** que impone son:
  - **Obligatoriedad** de la identificación.
  - **No se permite** definir tipos de interrelación en los que algún participante sea un tipo de interrelación. Esta restricción **puede solventarse con el adecuado uso de la agregación**.

Diagramas de Entidades / Interrelaciones

- Son una técnica para representar gráficamente la estructura lógica de una base de datos.
- Ofrecen una forma sencilla y muy comprensible de comunicar los rasgos más destacados del diseño.
- Al igual que el modelo E/R en sí, la técnica de diagramación ha evolucionado con el tiempo a partir de la original descrita por Chen.

Representación de los Tipos de Entidades en Diagramas E/R

- Las **ENTIDADES REGULARES** se indican con un **rectángulo**.
- Las **ENTIDADES DÉBILES** se indican con un **rectángulo de aristas dobles**.

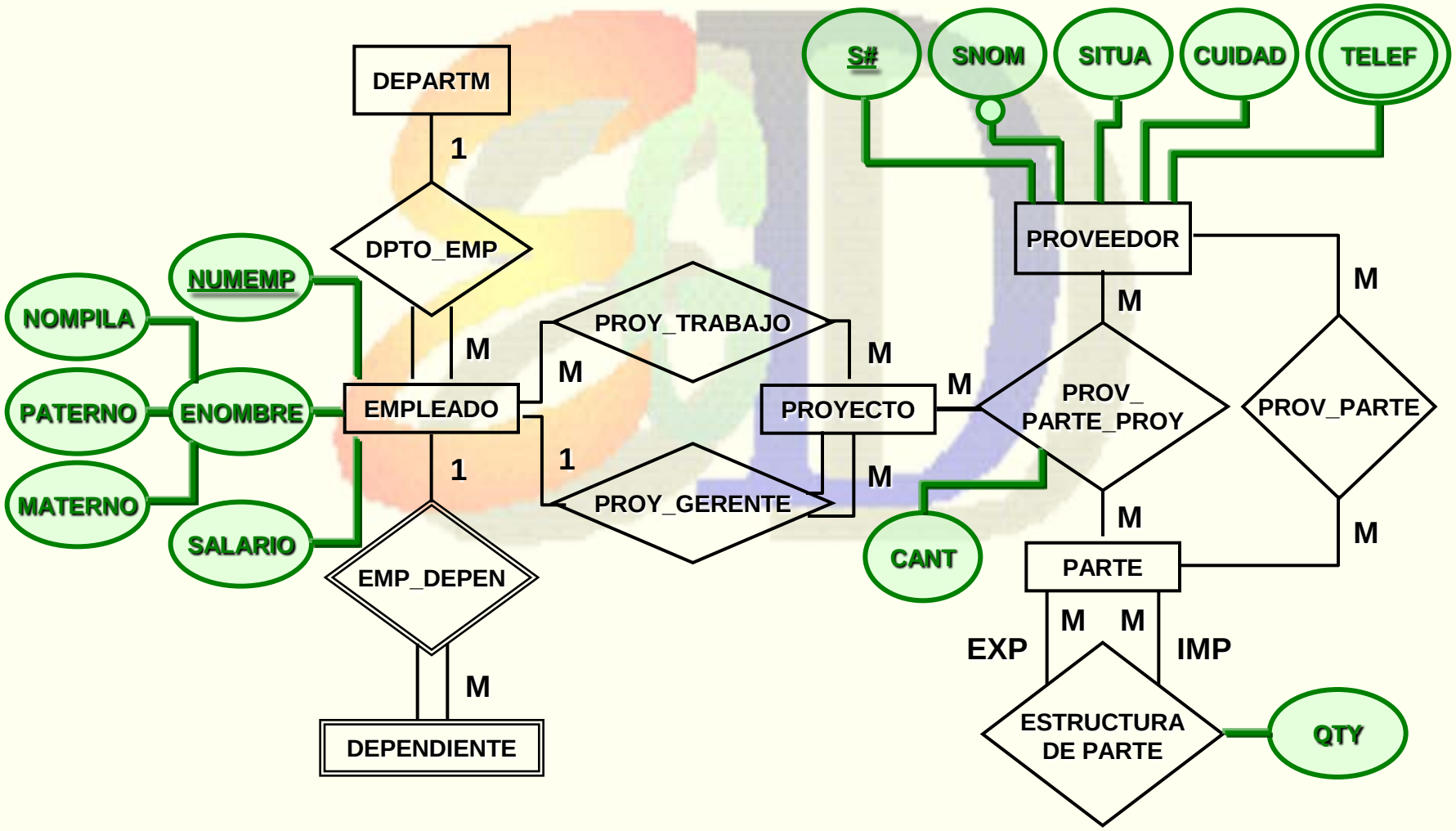


Representación de los Tipos de Propiedades en Diagramas E/R

- Se indican con un **óvalo** rotulado con su nombre y conectado a la entidad o interrelación pertinente con una línea.
- Las **claves** van subrayadas.
- El **óvalo** será **punteado** si la propiedad es **DERIVADA**.
- El **contorno** será **doble** si la propiedad es **MULTIVALUADA**.
- Si la propiedad **NO PUEDE SER FALTANTE**, se representará con un **pequeño círculo en la conexión** con el óvalo.

Por razones de espacio no es posible incluir todas las propiedades.

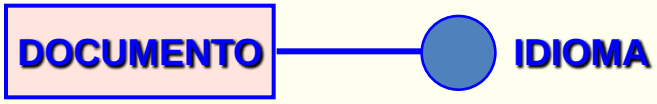
Representación de los Tipos de Propiedades en Diagramas E/R



Representación de los Tipos de Propiedades con sus Dominios en Diagramas E/R

- Con independencia de las entidades o propiedades, los dominios tienen nombre y existencia propia.
- Por ejemplo, la entidad documento puede tener una propiedad que defina el idioma en que está escrito.
  - La existencia de la propiedad idioma va unida a la existencia del tipo de entidad documento.
  - El dominio idiomas existe por sí mismo, independientemente del tipo de entidad documento o de la propiedad idioma.
- Su representación se muestra en la figura siguiente aunque, por lo general, si coinciden el nombre de la propiedad y el de su dominio bastará con escribirlo dentro del óvalo, tal y como se ha venido haciendo hasta ahora.

- Para ahorrar espacio se puede hacer como se muestra en la figura siguiente.



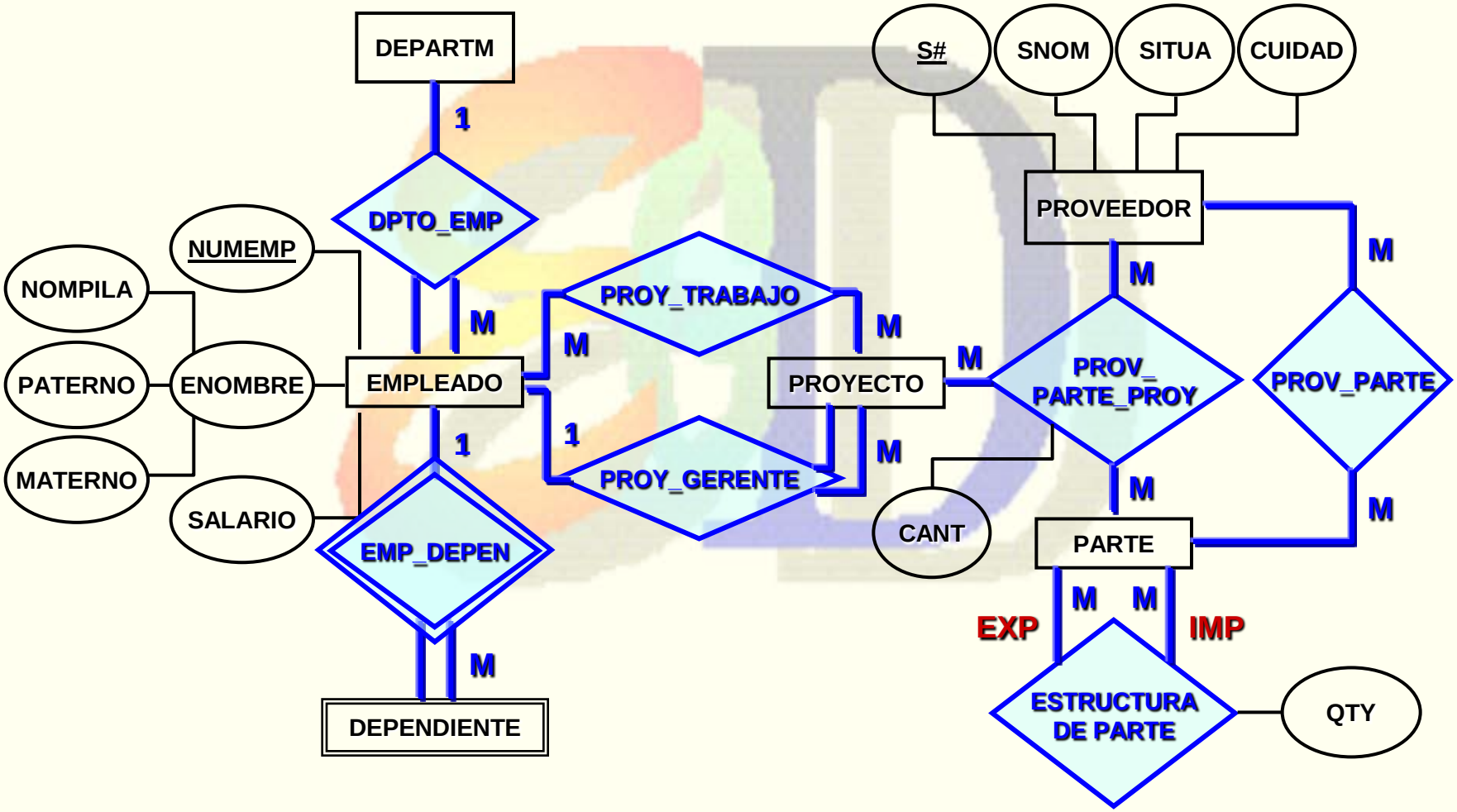
Representación de Interrelaciones en Diagramas E/R

- Cada tipo de interrelación se indica con un **rombo** rotulado con el nombre del tipo de interrelación.
- Los participantes de cada interrelación se conectan a la interrelación pertinente con líneas rectas rotuladas con **UNO (1)** o **MUCHOS (M)** para indicar la multiplicidad.
- El **rombo** tiene **aristas dobles** si dicha interrelación es la que existe entre un tipo de entidad débil y el tipo de entidad del cual depende su existencia.

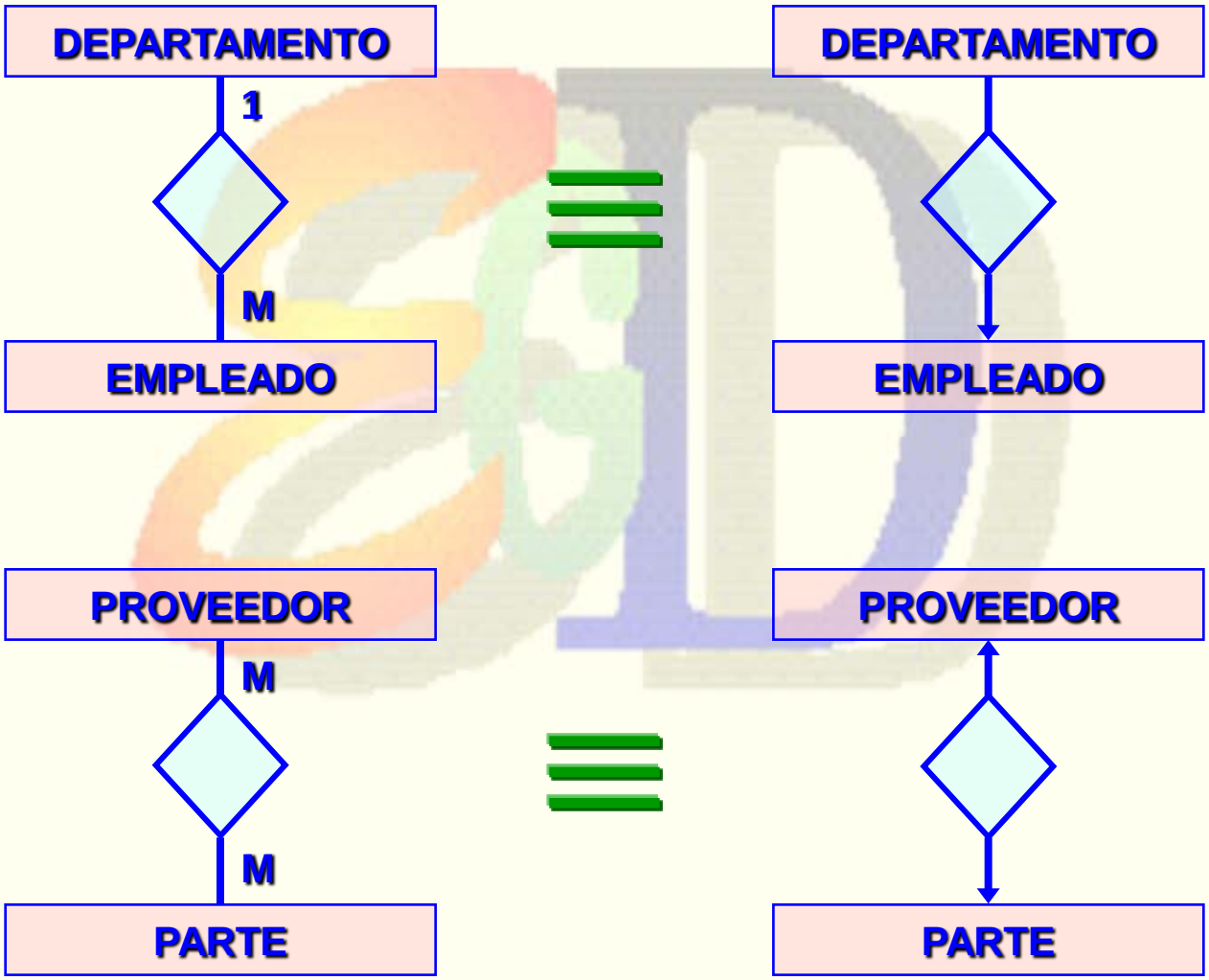
  Por ejemplo,la interrelación **emp_depen** es ***uno a muchos*** entre **empleado** y **dependiente**.

  Lógicamente, **la participación de dependiente es total**.

Representación de Interrelaciones en Diagramas E/R



Alternativas para la representación de la Multiplicidad

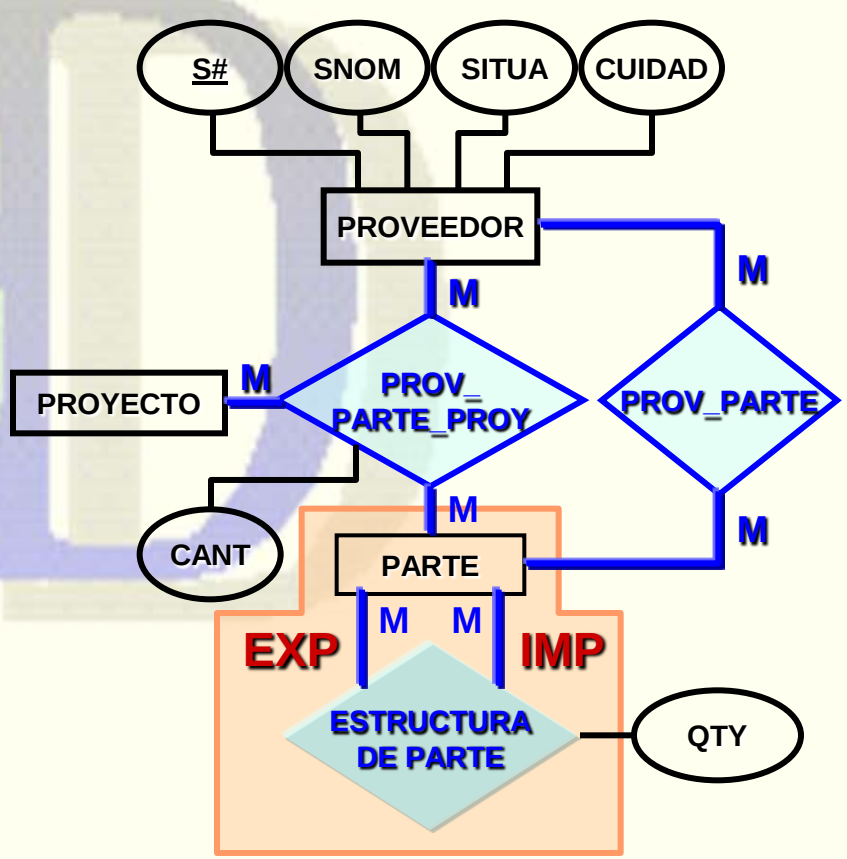


Representación de Interrelaciones en Diagramas E/R

- **Estructura_de_parte** es ***muchos a muchos*** entre **parte** y **parte**.
- Las dos líneas que van de **parte** a **estructura_de_parte** se distinguen **rotulándolas con dos nombres de funciones o roles distintos**.

  El uso de roles puede ser necesario para evitar ambigüedades:

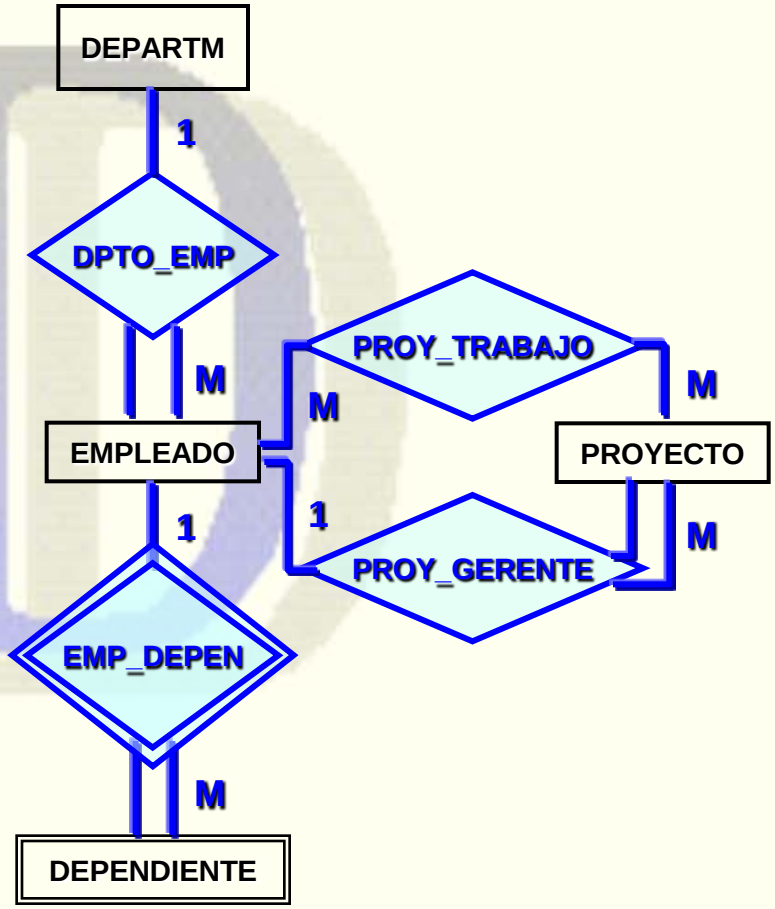
  - **EXP**: Por explosión de parte.
  - **IMP**: Por implosión de parte.
- **Estructura_de_parte** es un ejemplo de lo que se denomina **interrelación recursiva o reflexiva**.



Representación de Interrelaciones en Diagramas E/R

- Si la **participación es total**, entones la **línea de conexión es doble**. Por ejemplo:
  - Todo ***empleado*** **pertenece** a un **departamento** en la interrelación **dpto_emp**.
  - Todo ***proyecto*** **tiene** un gerente en la interrelación **proy_gerente**.

    Además, constituye una segunda interrelación entre empleados y proyectos.



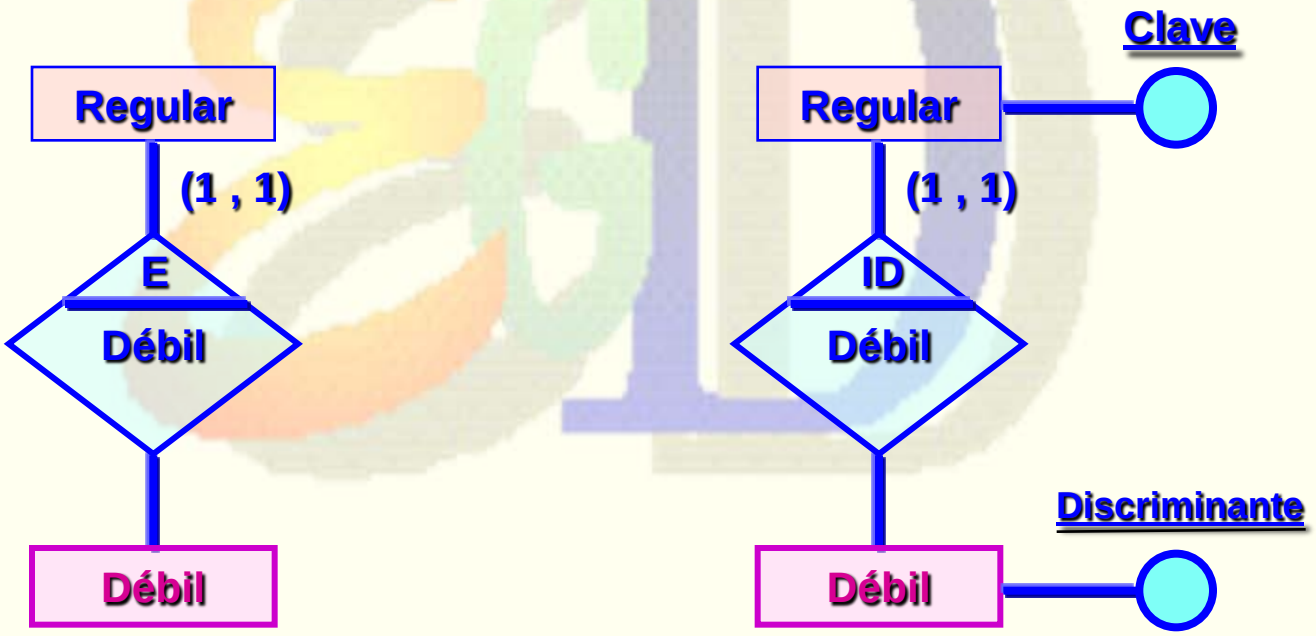
Alternativas para la representación de las Cardinalidades

- Dado que cada empleado se relaciona:
  - Al menos con un departamento.
  - Con un departamento como máximo.

- Dado que los departamentos pueden:
  - Relacionarse o no con los empleados.
  - Relacionarse con múltiples empleados.

Alternativas para la representación de los Tipos de Interrelación Débiles

- Si se desea precisar el tipo de dependencia que presenta la interrelación débil, se pueden usar las representaciones gráficas siguientes:



Dependencia en EXISTENCIA

Dependencia en IDENTIFICACIÓN (para identificar Débil se necesita Clave + Discriminante)

Representación de Tipos de Interrelaciones de Grado > 2 en Diagramas E/R

- Como ya se indicó y ahora se habrá comprobado, al presentar los mecanismos expresivos de los Diagramas E/R para las interrelaciones:

La información contenida en la expresión de cardinalidades para los tipos de interrelación con grado > 2 es representable sólo parcialmente en los Diagramas E/R

- Por ello, las expresiones de cardinalidad para el Modelo E/R se pueden realizar como a continuación se indica, indicando con guiones el desconocimiento de esas cardinalidades.

  En este ejemplo, para una relación ternaria **R (A , B , C)**:

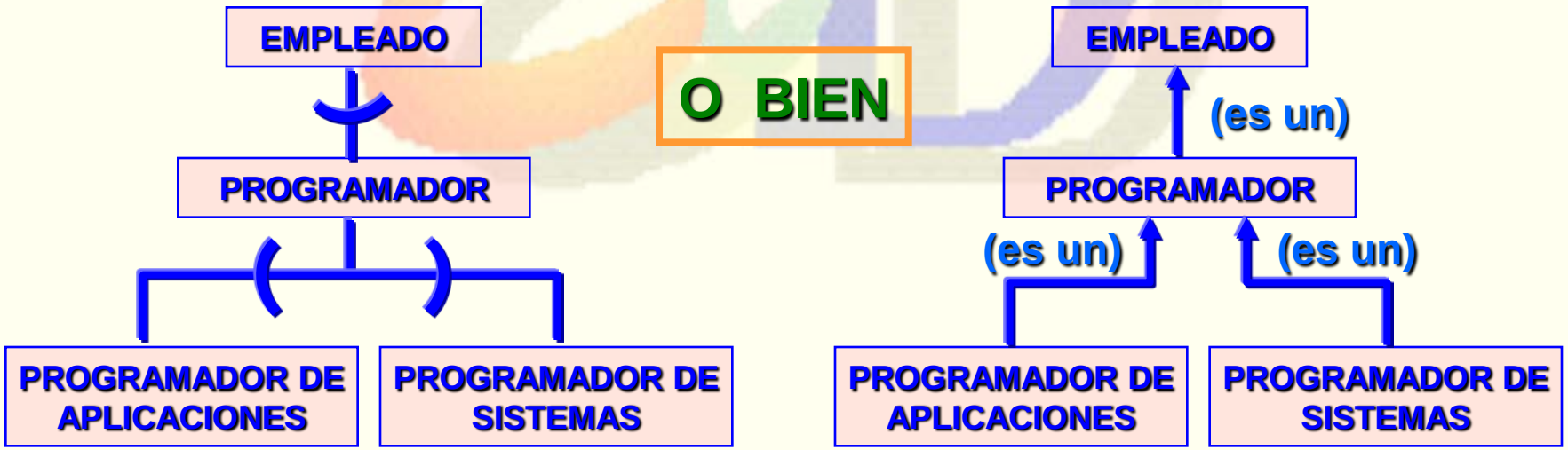
$$R\,(A\,(-\,,\,MAX_A)\,,\,BC\,(MIN_{BC}\,,\,-)\,)$$
$$R\,(B\,(-\,,\,MAX_B)\,,\,AC\,(MIN_{AC}\,,\,-)\,)$$
$$R\,(C\,(-\,,\,MAX_C)\,,\,AB\,(MIN_{AB}\,,\,-)\,)$$

Representación de Subtipos y Supertipos en Diagramas E/R

- Sea Y un subtipo de X:

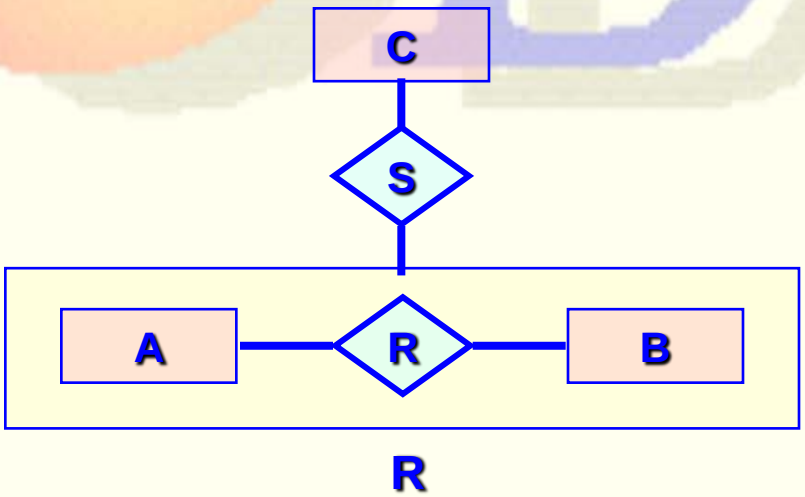
Se traza una línea recta de Y a X marcada con un operador
SUBCONJUNTO DE

Porque el conjunto de todas las Y es un subconjunto de todas las X



Representación de la Agregación en Diagramas E/R

- La interrelación y los tipos de entidades componentes se encuadran como se indica en la figura siguiente, de forma que **el tipo agregado puede entonces interrelacionarse con otros tipos de entidades**.
- El tipo de entidad agregado:
  - **Tendrá el nombre de la interrelación sobre la que se define (R).**
  - **Heredará las propiedades de los tipos componentes A y B.**
  - **Y las propiedades de la interrelación R.**



Recapitulación Final

- El diseño conceptual es la fase que requiere mayor esfuerzo en todo el proceso de diseño.
  - Las fases posteriores de diseño lógico y físico se pueden considerar simples etapas de transformación y refinamiento.
- El modelo E/R sólo permite expresar los aspectos estáticos de la realidad y no posee expresiones para la dinámica.
- Es necesario aumentar la capacidad expresiva del modelo conceptual para lograr representar los aspectos dinámicos.
- Por lo tanto, el modelo conceptual contará con los siguientes lenguajes:
  - **De definición de estructuras:** Es el lenguaje gráfico ya introducido con el modelo E/R que permite expresar los aspectos estructurales del SI.
  - **de manipulación:** Este lenguaje se define sobre los elementos del modelo E/R y en él se diferencian dos sublenguajes:
    - **Lógico.**
    - **Transaccional**

Componentes del Esquema Conceptual

- Teniendo en cuenta esta extensión del modelo, el **esquema conceptual de una BD** estará constituido por:
  - Un **diagrama E/R**, donde se describirán los **objetos del SI y las relaciones existentes entre ellos**.
  - Un conjunto de **restricciones estáticas o dinámicas**, expresadas mediante el lenguaje lógico, que enriquecen la representación expresada por el diagrama **añadiéndose a las que se pudieron expresar en el diagrama E/R**.
  - Un conjunto de **transacciones**, expresadas en el lenguaje transaccional, que **representarán la evolución del esquema**.
    - Las **operaciones** son acciones elementales que permiten **crear, eliminar, modificar o consultar ocurrencias de las entidades e interrelaciones**.
    - Una **transacción** es un conjunto de operaciones que se considera **atómico en lo que se refiere a su ejecución**.
      - ☞ **Se ejecutan todas sus operaciones o ninguna de ellas**.

Lenguaje de Manipulación

- Se podría optar por hacer uso ahora de un lenguaje formal para expresar el lenguaje lógico y el transaccional. De hecho, se han propuesto diversas sintaxis con mayor o menor acierto expresivo.
- Sin embargo, por ahora parece más acertado mantener una sintaxis informal que permita expresar adecuadamente las restricciones adicionales y las transacciones captadas de la realidad:
  - Sin comprometer el proceso de adaptación del alumno a la expresión de la realidad con el modelo E / R.
  - Sin oscurecer la facilidad expresiva de la dinámica que una sintaxis informal puede ofrecer.
- Por ello, **el uso de lenguajes formales para la expresión de restricciones adicionales y transacciones queda pospuesto al modelado lógico**.

Lenguaje de Manipulación

- El **lenguaje lógico** se reducirá, por ahora, a la **simple expresión en lenguaje natural de las restricciones de integridad no expresadas en el Esquema E/R**. Exigiéndose, eso si, la **mayor precisión** posible a la hora de su enunciación.
- El **lenguaje transaccional** se limitará a la siguiente sintaxis de definición de transacciones:

TRANSACCIÓN nombre-transacción (lista-de-parámetros)

[CONDICIÓN condición_ejecución]

OPERACIONES lista_operaciones

Lista de operaciones a realizar.

Condición que debe cumplirse para que la transacción se pueda ejecutar.

Lista de valores suministrados a la transacción.

se expresarán, por ahora, en lenguaje natural y con el máximo posible de precisión

Ejemplo de Transacción

Borrado de una interrelación binaria M : M con participación total de una de las entidades

- Existen dos posibles soluciones de entre las cuales habrá que elegir una en función de la semántica del caso particular.

Ejemplo de Transacción

❶ **Borrado EN CASCADA: Borrar la interrelación y la entidad de participación total si se viola esta restricción.**

TRANSACCIÓN borrar_R (ax_0 , bx_0)

OPERACIONES

- **Borrar la interrelación de tipo R en la que participa una entidad de tipo A con $a_0 = ax_0$ y una entidad de tipo B con $b_0 = bx_0$.**
- **Borrar la entidad de tipo A con $a_0 = ax_0$ si se cumple que ya no participa en ninguna ocurrencia de R.**

Ejemplo de Transacción

2. **Borrado RESTRICTIVO: Borrar la interrelación *solamente* si no se viola la restricción de participación total.**

TRANSACCIÓN borrar_R (ax_0 , bx_0)

CONDICIÓN

- **Existe una interrelación de tipo R en la que participa una entidad de tipo A con $a_0 = ax_0$ y una entidad de tipo B con $b_0 <> bx_0$.**

OPERACIÓN

- **Borrar la interrelación de tipo R en la que se verifica que $a_0 = ax_0$ y $b_0 = bx_0$.**