

Tema 2 – Índice

- Modelo Entidad-Relación
- Entidad, Relación, Atributo
- Claves
- Cardinalidad, dependencia
- Modelo E-R extendido: entidades débiles, generalización, especialización, herencia
- Modelo relacional (pasar a tablas)

P.P-S. Chen, *'The Entity Relationship Model - Towards a Unified View of Data'*, ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, March 1976, pp. 9-36.



2009/2010

Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

1

El modelo Entidad-Relación (E-R)

- Percepción del mundo real
 - Resultado no se puede implementar directamente
 - Necesario pasarlo al modelo relacional (esquema de la base de datos)
- Una base de datos puede modelarse como
 - una colección de entidades,
 - relaciones entre entidades
- Conceptos básicos:
 - Entidad: “cosa” u “objeto” distinguible de otros objetos.
 - Atributo: propiedad de una entidad.
 - Relación: asociación entre entidades.



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

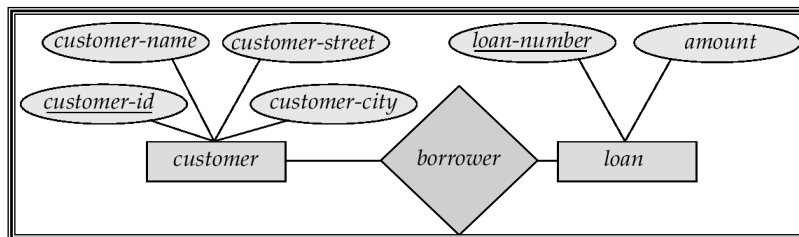
2

Descripción del EJEMPLO (del libro)

- Un banco desea tener almacenada la información sobre sus clientes, los préstamos que tienen éstos con el banco y los datos de sus empleados.



Parte del modelo E-R del EJEMPLO



- **Rectángulos:** entidades.
- **Rombos:** relaciones.
- **Líneas:** enlaces entre entidad-atributo y entre entidad-relación.
- **Elipses:** atributos
 - **Elipses dobles** representan atributos multivalorados.
 - **Elipses punteadas** representan atributos derivados.
 - **Subrayado:** el atributo que es clave primaria (más adelante)



Entidades

- Una entidad es un objeto que existe y es distinguible de otros objetos.
 - Una entidad está representada por un conjunto de propiedades o atributos.
 - Los valores para algún conjunto de propiedades identifican de forma unívoca cada entidad.
- Tenemos:
 - Entidad concreta: producto, proveedor, cliente, préstamo.
 - Entidad abstracta: día festivo, concepto, tipoProducto.
- *Conjunto de entidades*: conjunto de entidades del mismo tipo, comparten las mismas propiedades.
 - Conjunto de entidades *préstamo* presenta el conjunto de todos los préstamos que tiene un banco con sus clientes.
- Los conjuntos de entidades no son necesariamente disjuntos
 - Tenemos conjunto de entidades *cliente* y conjunto de entidades *empleado*. Una entidad *persona* puede ser una entidad *cliente*, una entidad *empleado*, ambas cosas, o ninguna.



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

5

Algunos conjuntos de entidades del EJEMPLO

customer-id	customer-name	customer-street	customer-city	loan-number	amount
321-12-3123	Jones	Main	Harrison	L-17	1000
019-28-3746	Smith	North	Rye	L-23	2000
677-89-9011	Hayes	Main	Harrison	L-15	1500
555-55-5555	Jackson	Dupont	Woodside	L-14	1500
244-66-8800	Curry	North	Rye	L-19	500
963-96-3963	Williams	Nassau	Princeton	L-11	900
335-57-7991	Adams	Spring	Pittsfield	L-16	1300
<i>customer</i>				<i>loan</i>	



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

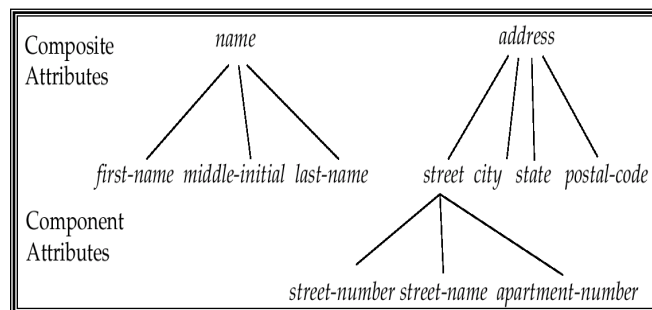
6

Atributos

- Los atributos describen propiedades de una entidad
 - Ejemplos de atributos: *producto-nombre*, *producto-precio*, *cliente-nombre*, *cliente-calle*.
- *Dominio* de un atributo: conjunto de valores permitidos para ese atributo.
 - Dominio del atributo producto-precio: conjunto de todos los enteros positivos.
- Una entidad se describe por un conjunto de pares. (atributo, valor).
 - Entidad producto: [(*nombre*, Puerta), (*precio*, 60)...]
 - Entidad cliente [(*nombre*, Luis), (*calle*, C/La paz)...]
- Tipos de atributos:
 - Simples vs compuestos (divididos en subpartes). *Cliente-nombre* puede dividirse en *nombre*, *apellido1*, *apellido2*
 - Single-valued (monovalorados) vs multi-valued (multivalorados, un atributo tiene un conjunto de valores). *Número-teléfono* es un atributo que puede tener varios valores.
 - Atributos derivados: su valor se deriva de otros atributos o entidades relacionadas. *Edad* puede derivarse de la *Fecha-nacimiento*.



Ejemplo de atributos compuestos, EJEMPLO



Relaciones

- Una *relación* es una asociación entre varias entidades.
- Un *conjunto de relaciones*: es un conjunto de relaciones del mismo tipo.
- Formalmente es una relación matemática con $n \geq 2$ de conjuntos de entidades. Si $E_1 E_2 \dots E_n$ son conjuntos de entidades, entonces un conjunto de relaciones R es un subconjunto de:
 $\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$

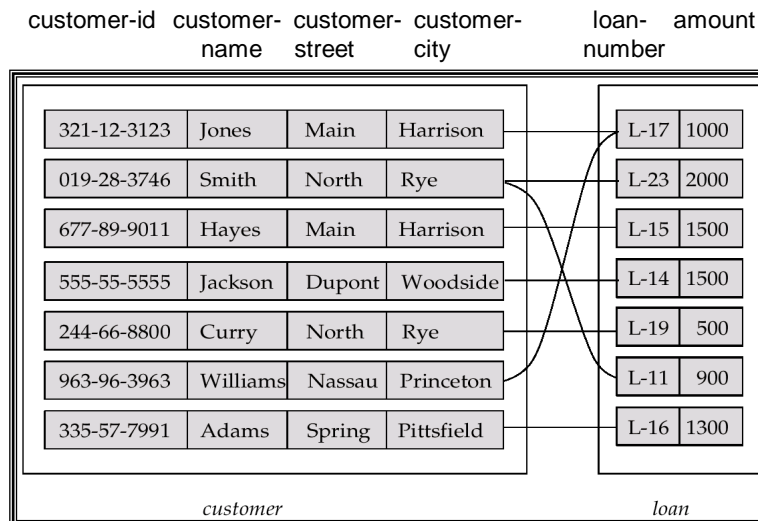
donde (e_1, e_2, \dots, e_n) es una relación

– Ejemplo:

$(321-12-3123, L17) \in \text{tener-prestamo}$

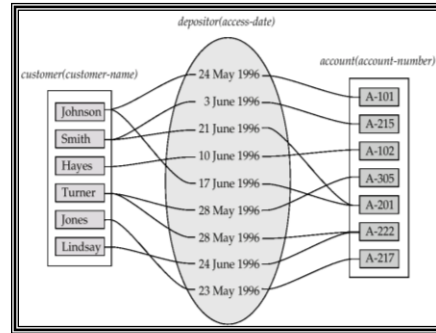


Conjunto de relaciones “tener-prestamo” del EJEMPLO



Tipos de relaciones y atributos

- Normalmente relaciones binarias: p.e. entre cliente y préstamo (tener-prestamo).
- En ocasiones relaciones ternarias o n-arias ($n > 2$).
- Las relaciones también pueden tener atributos.
- Ejemplo: La relación *poseer* (entre cliente y cuenta) puede tener el atributo *fecha-acceso*.



Roles (en relaciones)

- La función que una entidad juega en una relación es llamado rol (role)
- Normalmente los roles son obvios
 - Ejemplo: *cliente* y *préstamo* en *tener-prestamo*
- Otras veces no son obvios los roles
 - Ejemplo: *trabaja-para* en un gráfico sobre la organización de una empresa
 - *Trabaja-para* \subseteq *empleado* X *empleado*
 - ¿Quién es el empleado jefe y quien el trabajador?



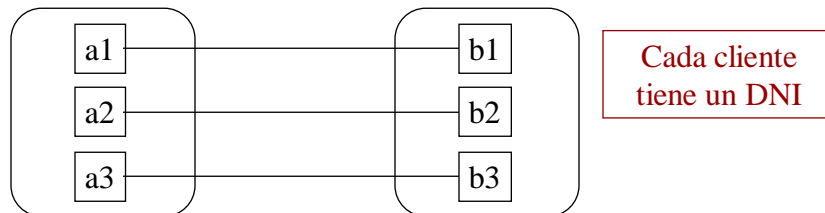
Claves

- Superclave : uno o más atributos que permiten identificar de forma única a una entidad en el conjunto de entidades.
 - La combinación de *nombre-cliente* e *id-cliente* es una superclave del conjunto de entidades *cliente*.
- Clave candidata: superclaves mínimas
 - *id-cliente* es una clave candidata de *cliente*.
- Clave primaria: la clave candidata elegida para identificar de forma unívoca a una entidad en el conjunto de entidades.
 - No puede tener valor nulo (NULL), no se puede repetir.
 - Preferiblemente que sus valores no suelen cambiar.



Cardinalidad de asignación

- Restricción *cardinalidad de asignación*: el número de entidades con las que puede asociarse otra entidad mediante una relación.
- **Una a una (1-1)**: Una entidad en A está asociada a lo sumo con una entidad en B, una entidad en B está asociada a lo sumo con una entidad en A.

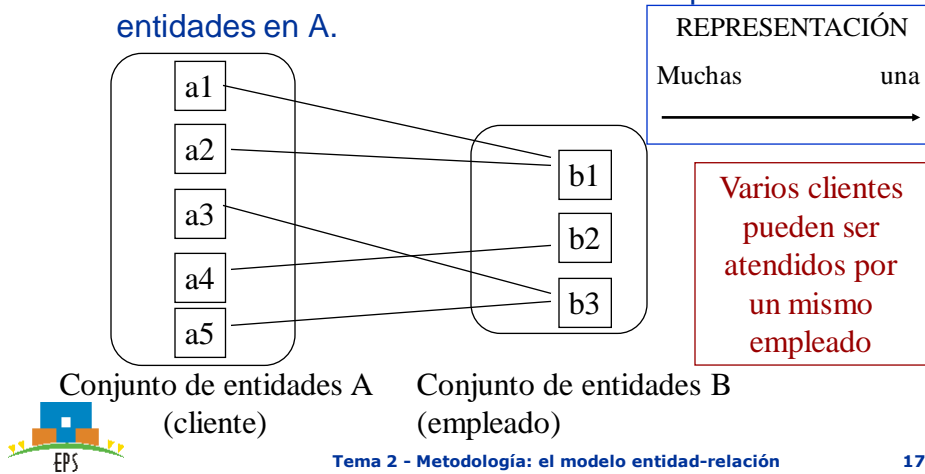


Conjunto de entidades A
(cliente)

Conjunto de entidades B
(DNI)

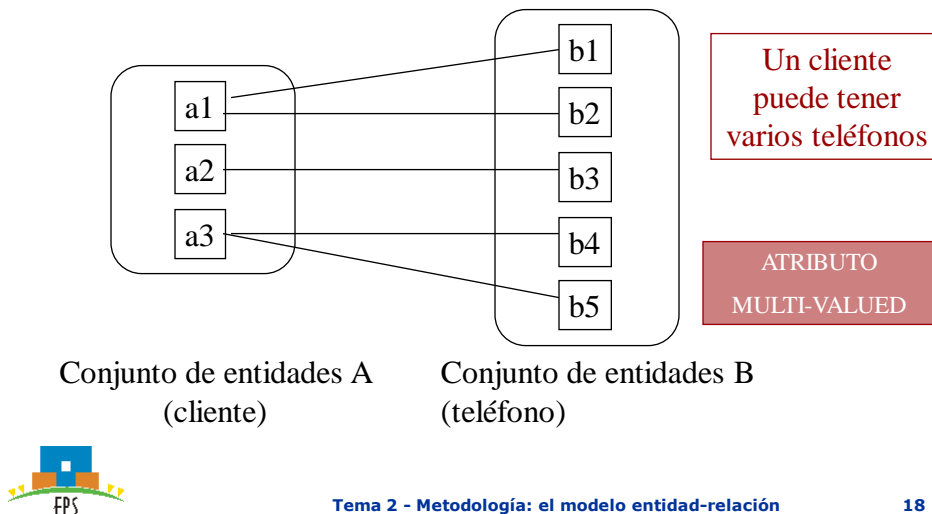
Cardinalidad de asignación

- **Muchas a una ($\infty-1$):** Una entidad en A puede estar asociada a lo sumo con una entidad en B, una entidad en B está asociada con un número cualquiera de entidades en A.



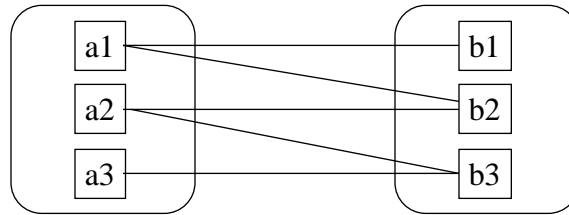
Cardinalidad de asignación

- **Otro ejemplo de muchas a una ($\infty-1$):**



Cardinalidad de asignación

- **Muchas a muchas ($\infty-\infty$):** Una entidad en A puede estar asociada con un número cualquiera de entidades en B, una entidad en B puede estar asociada con un número cualquiera de entidades en A.



Un cliente puede contratar varios préstamos. Un préstamo puede haber sido contratados por varios clientes.

Conjunto de entidades A
(cliente)

Conjunto de entidades B
(préstamo)



Especialización y generalización

- Proceso de diseño de arriba abajo (top-down): Un conjunto de entidades puede incluir subgrupos de entidades.
- Ejemplo:
 - El conjunto de entidades *persona* con atributos *nombre*, *calle* y *ciudad*
 - Una persona puede clasificarse como:
 - *cliente*. Puede tener el atributo *suelo*
 - *empleado*. Puede tener el atributo *tasa-crédito*
- El proceso de designación de subgrupos dentro de un conjunto de entidades se denomina **especialización**.
- Se puede aplicar repetidamente la especialización para refinar el modelo E-R. Ejemplo:
 - Un *empleado* se puede clasificar en: *oficial*, *cajero*, *secretaria*
 - Cada uno de estos tipos de empleados se describe por un conjunto de atributos que incluye todos los atributos del conjunto de entidades *empleado* más otros adicionales.

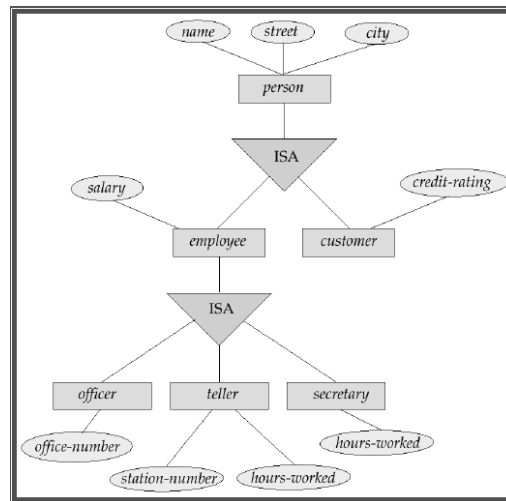


Especialización y generalización

- Proceso de diseño de abajo a arriba (down-top): varios conjuntos de entidades se sintetizan en un conjunto de entidades de más alto nivel basándose en características comunes.
- Proceso de **generalización**. La generalización es una inversión simple de la especialización.
- Los conjuntos de entidades de nivel más alto: **superclase**
- Los conjuntos de entidades de nivel más bajo: **subclase**.
- **Herencia de atributos**: un conjunto de entidades de más bajo nivel hereda todos los atributos y la participación en las relaciones del conjunto de entidades de más alto nivel con la que está enlazada.



Ejemplo de especialización y generalización



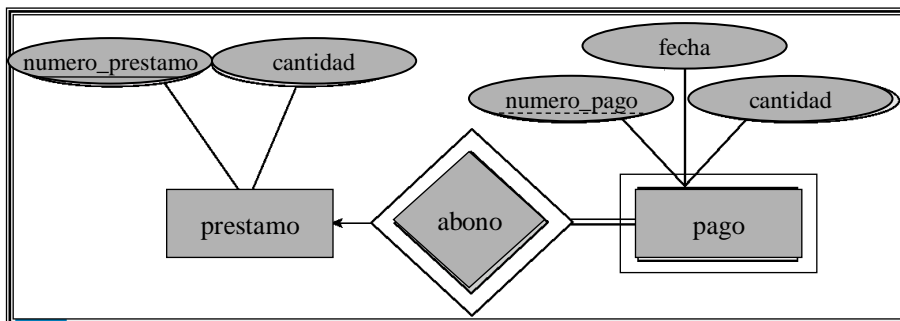
Entidades Débiles

- Una entidad que no tiene clave primaria es una entidad débil.
- Las entidades débiles no están bien definidas sino es con relación a otra entidad
 - la relación tiene que ser muchos (lado de la entidad débil) a uno
- Existe un/os atributo/s discriminante/s (o *clave parcial*) que diferencia todas las entidades débiles relacionadas a la misma entidad (fuerte).
- La clave primaria de una entidad débil se forma unión la clave primaria de la entidad fuerte (asociada con la entidad débil) y los atributos discriminantes.

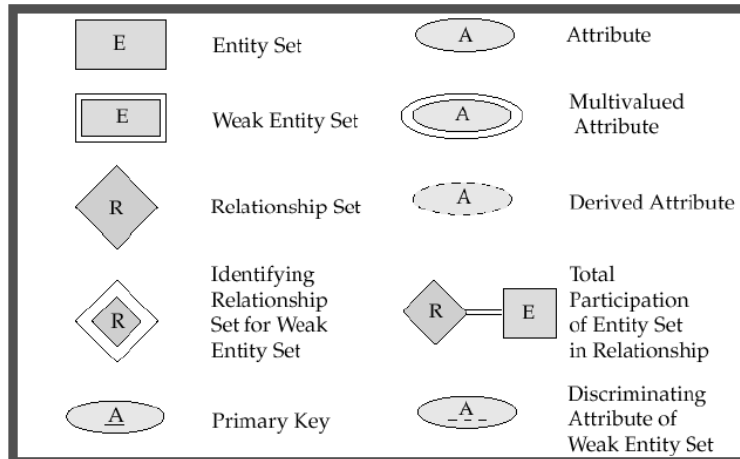


Entidades Débiles

- Se representan mediante líneas dobles
- El discriminador se marca con una línea de puntos.
- *numero_pago* es el discriminador de “pago”
- Clave primaria (*numero_prestamo*, *numero_pago*)



Notación



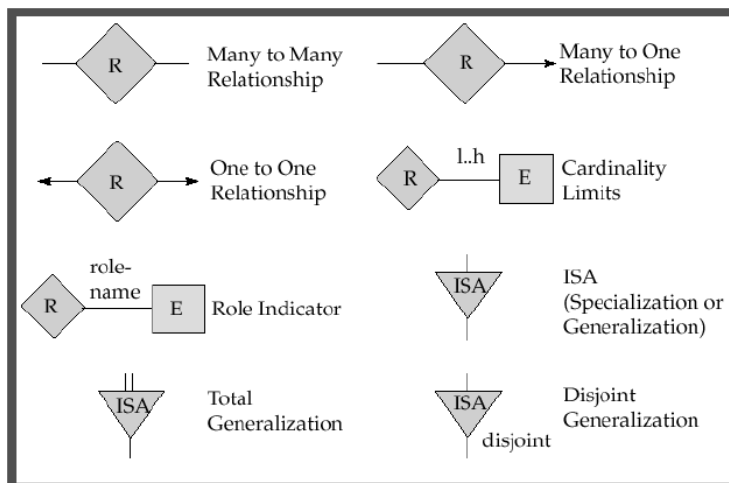
Página 39, Silberschatz



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

25

Notación



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

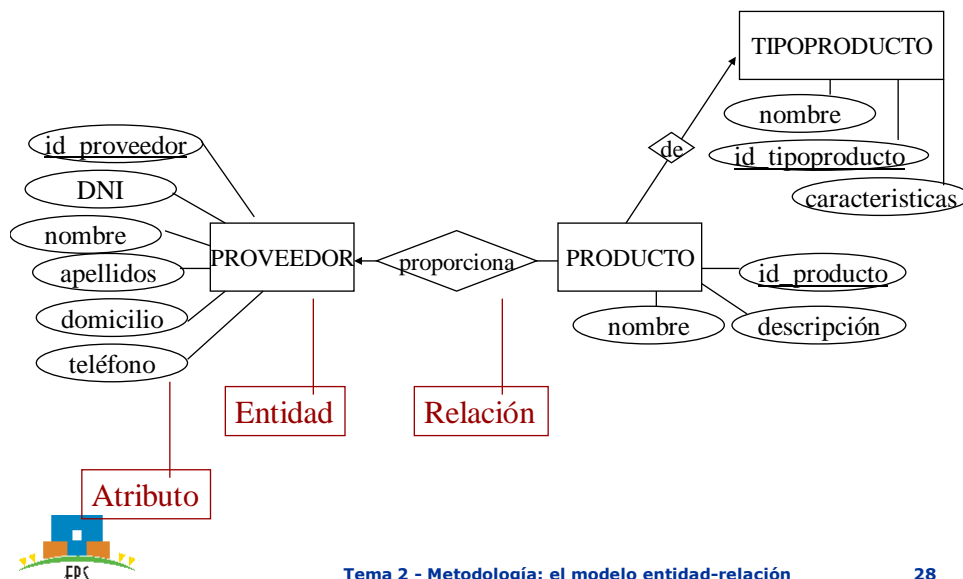
26

Descripción del EJERCICIO

- Una empresa de gestión de mercancías desea tener almacenados los datos de sus clientes, los productos y los proveedores relacionados con los distintos pedidos que realizan los clientes. También interesa llevar un control sobre los tipos de los productos.



Parte del modelo E-R del EJERCICIO



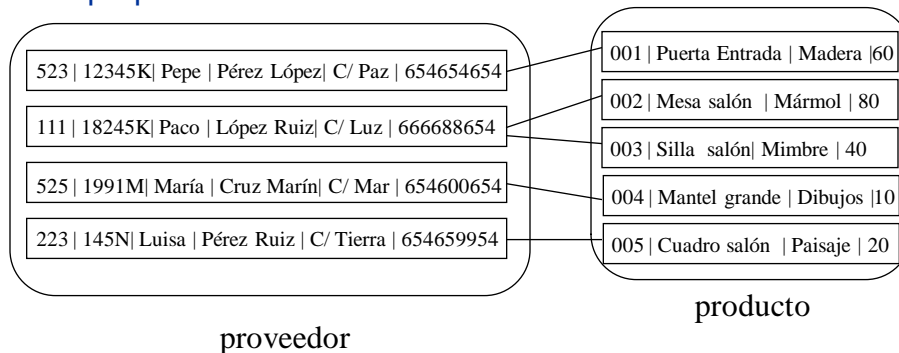
Algunas entidades y atributos del EJERCICIO

- *producto*, el conjunto de todos los productos del almacén. Cada producto se describe por los atributos *producto-id_producto*, *producto-nombre*, *producto-descripción*, *producto-precio*, *producto-total_venta*.
- *proveedor*, el conjunto de todos los proveedores del almacén. Cada proveedor se describe por los atributos: *proveedor-id_proveedor*, *proveedor-DNI*, *proveedor-nombre*, *proveedor-apellidos*, *proveedor-domicilio*, *proveedor-teléfono*.
- *cliente*, el conjunto de todas las personas que compran en el almacén. Notación: Cliente(*id_cliente*, *DNI*, *nombre*, *apellidos*, *domicilio*, *teléfono*).



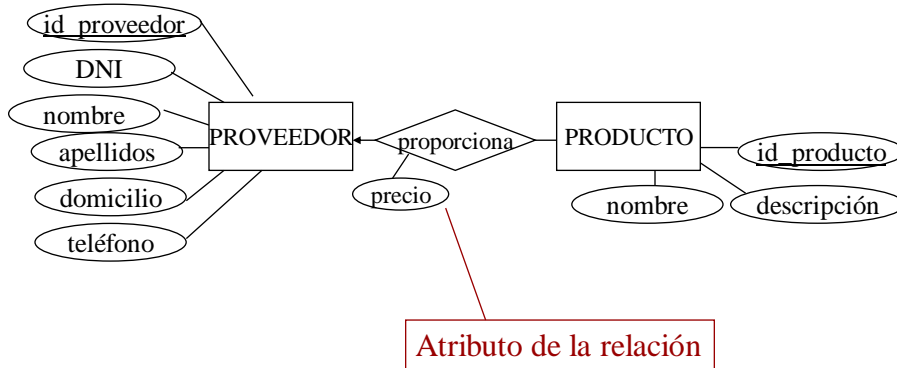
Ejemplo de relación del EJERCICIO

- Conjunto de relaciones: proveedor-producto
- En esta relación se asocia al proveedor Pepe con el producto Puerta Entrada: “el proveedor Pepe proporciona una Puerta de Entrada”.



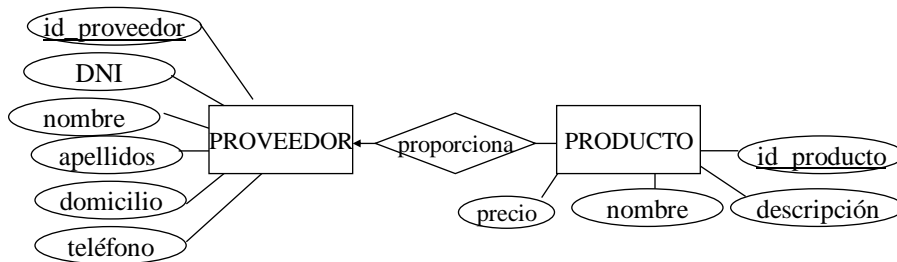
Ejemplo de relación con atributo en EJERCICIO

- Ejemplo: “el proveedor Pepe proporciona una Puerta de Entrada a un precio de 50 euros”.



Ejemplo de relación con atributo en EJERCICIO

- Ejemplo: “el proveedor Pepe proporciona una Puerta de Entrada a un precio de 50 euros”.



Atributo de la relación:
Tiene sentido en relaciones
muchos a muchos

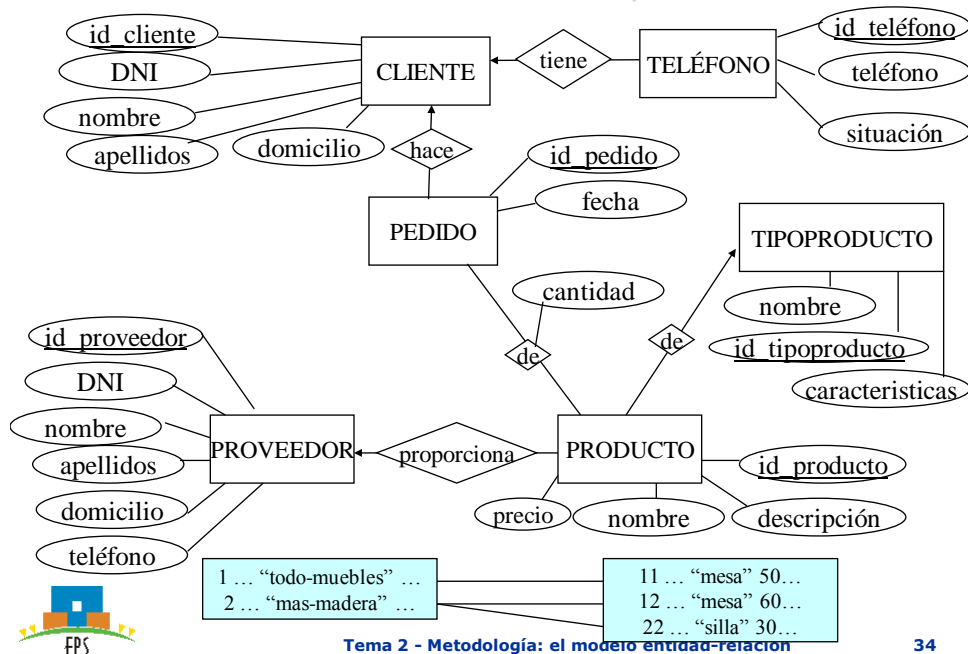


Claves del EJERCICIO

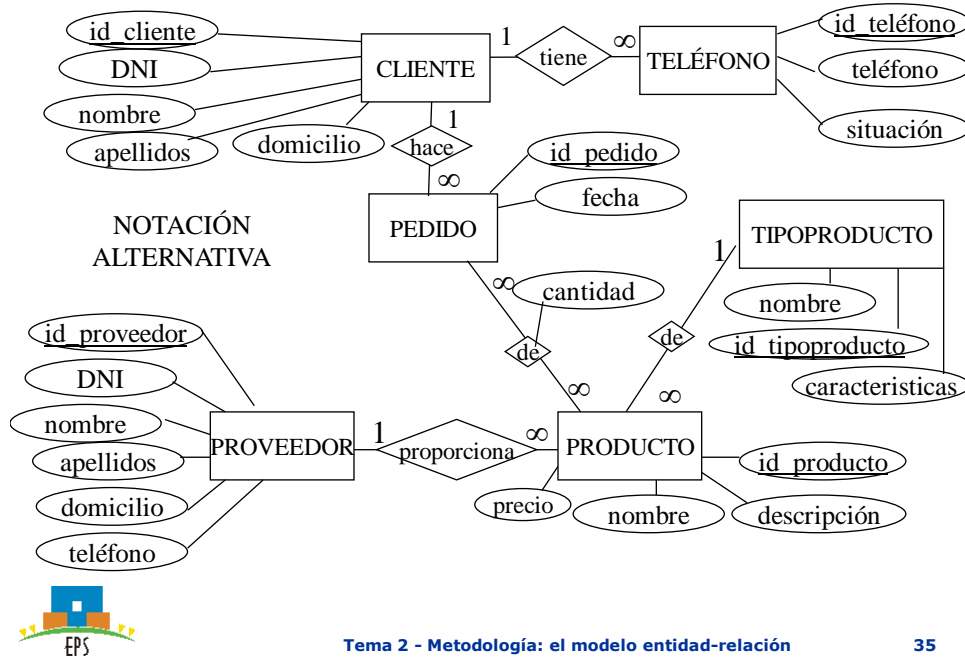
- *producto*, con la clave primaria *id_producto*.
- *tipoProducto*, con la clave primaria *id_tipoProducto*.
- *proveedor*, con la clave primaria *id_proveedor*.
- *pedido*, con la clave primaria *id_pedido*.
- *cliente*, con la clave primaria *id_cliente*.
- *telefono*, con la clave primaria *id_telefono*.



Modelo E-R con cardinalidad, EJERCICIO



Modelo E-R con cardinalidad, EJERCICIO



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

35

Reificación: pasar al modelo relacional



- Del modelo E-R al modelo relacional: esquemas de sus tablas, sus claves primarias y sus claves externas
- Los atributos son los campos de la tabla.
- Cada entidad se convierte en una tabla.
- Las relaciones $\infty-\infty$ se convierten en una tabla nueva.

TABLA
CLIENTE



CAMPOS

Id_cliente	DNI	Nombre	Apellidos	Domicilio
001	50529234	María	López	C/ Mayor 1
002	47219689	Juan	Castro	C/ Alcalá 5
...

REGISTROS



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

36

Modelo Relacional

- Todas las bases de datos que se pueden modelar siguiendo el modelo entidad-relación pueden implementarse siguiendo el modelo relacional.
- Una base de datos que se ajusta al modelo relacional puede representarse como un conjunto de tablas
- Convertir un diagram E-R a tablas es el primer paso para obtener una base de datos relacional
- Normalmente cada entidad y cada relación muchos a muchos da lugar a una tabla
- Cada tabla tienen un conjunto de columnas que suelen corresponderse con los atributos



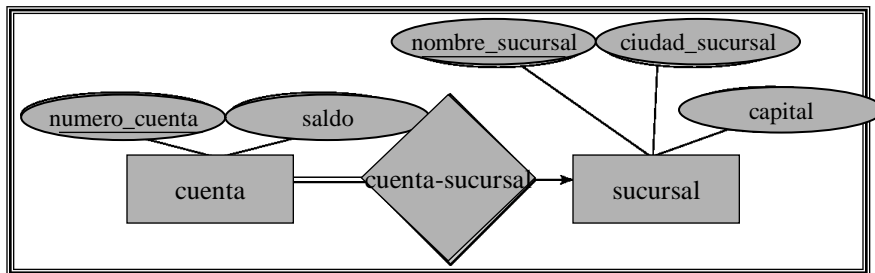
Relaciones uno a uno

- Para los conjuntos de relaciones uno a uno la clave primaria de una de las entidades que se relacionan deben formar parte de la tabla formada por la otra relación. Por lo tanto existen dos soluciones posibles
 - Esto es, se añade un atributo extra a UNA de las tablas obtenidas a partir de las entidades relacionadas
- Las entidades débiles son siempre uno a muchos



Relaciones Muchos a Uno

- Los conjuntos de relaciones muchos a uno no dan lugar a ninguna tabla. Se representan añadiendo la clave del “lado” de uno a la tabla del lado “muchos”
- Por ejemplo: la relación cuenta-sucursal no da lugar a una tabla sino que “nombre_sucursal” pasa a formar parte de la tabla “cuenta”



Relaciones Muchos a Muchos

- Un conjunto de relaciones muchos a muchos da lugar a una tabla que contiene las claves primarias de las entidades que relaciona

<i>customer-id</i>	<i>loan-number</i>
Cliente_id	numero_prestamo
019-28-3746	L-23
244-66-8800	L-93
321-12-3123	L-17
335-57-7991	L-16
555-55-5555	L-14
677-89-9011	L-15
963-96-3963	L-17



Atributos compuestos y multivalorados

- Los atributos compuestos (no atómicos) se descomponen en partes atómicas
 - Ejemplo: la entidad cliente con atributo nombre pasaría a tener atributos: nombre_de_pila, primer_apellido, segundo_apellido
- Un atributo multivalorado se representa como una tabla nueva
 - La nueva tabla tendrá una/s columna/s correspondiente/s a la clave primaria de la entidad original



Entidades Débiles

- Una entidad débil da lugar a una tabla que incluye una/s columna/s con la clave primaria de la entidad fuerte (ver lo explicado anteriormente sobre entidades débiles)

<i>loan-number</i>	<i>payment-number</i>	<i>payment-date</i>	<i>payment-amount</i>
L-11	53	7 June 2001	125
L-14	69	28 May 2001	500
L-15	22	23 May 2001	300
L-16	58	18 June 2001	135
L-17	5	10 May 2001	50
L-17	6	7 June 2001	50
L-17	7	17 June 2001	100
L-23	11	17 May 2001	75
L-93	103	3 June 2001	900
L-93	104	13 June 2001	200



Representando especialización como tablas

▪ Método 1:

- Crear una tabla con la entidad de mayor nivel
- Formar una tabla con cada entidad de menor nivel incluyendo en la tabla la clave primaria de la entidad de mayor nivel y los atributos correspondientes a la entidad de menor nivel.

<i>tabla</i>	<i>atributos</i>
<i>persona</i>	<i>nombre, calle, ciudad</i>
<i>cliente</i>	<i>nombre, credito</i>
<i>empleado</i>	<i>nombre, salario</i>

- Desventajas de esta aproximación: obtener información requiere acceder a dos tablas



Representando especialización como tablas

▪ Método 2:

- Crear una tabla para cada entidad con todos los atributos locales y todos los atributos heredados

<i>tabla</i>	<i>tabla atributos</i>
<i>persona</i>	<i>nombre, calle, ciudad</i>
<i>cliente</i>	<i>nombre, calle, ciudad, credito</i>
<i>empleado</i>	<i>nombre, calle, ciudad, salario</i>

- si la especialización es total (todas las personas tienen que ser o clientes o empleados) no se necesita una tabla para persona
 - a menos que las restricciones (claves extranjeras) lo hagan necesario
- Inconvenientes de esta aproximación: si existen personas que son clientes y empleados simultáneamente la base contiene información redundante.



Resumen: Del Modelo E-R a Tablas

- Hallar claves primarias
- Identificar atributos multivalorados/compuestos y convertirlos en entidades
- Identificar entidades débiles
- Identificar atributos/entidades redundantes
- Identificar relaciones que darán lugar a tablas n a n (y relaciones que no darán lugar a tablas)
- Todas las entidades producen una tabla



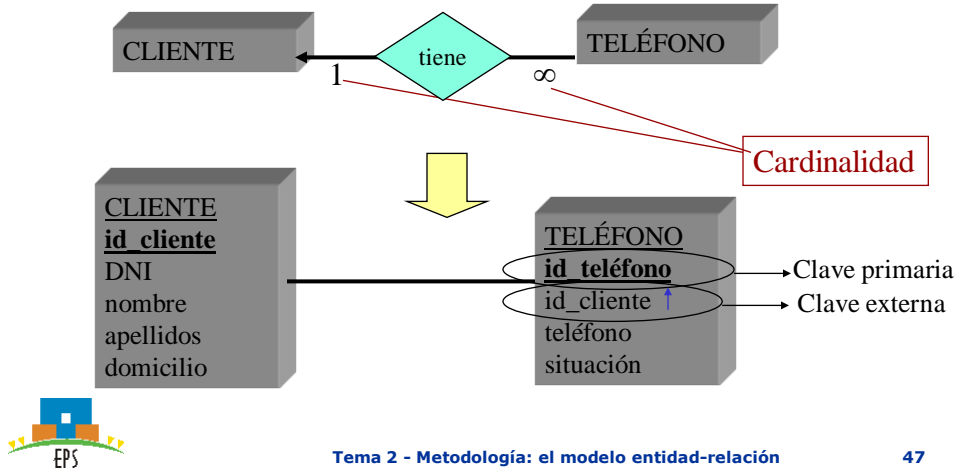
¿Modelo relacional del EJERCICIO?

- Consiste en generar las tablas que forman el Modelo Relacional
- El modelo relacional puede mostrarse con:
 - Diagrama de esquema.
 - De la forma: Nombre-tablas (sucesión de campos).



Relación muchos a uno del ejercicio

Cada teléfono corresponde a un único cliente

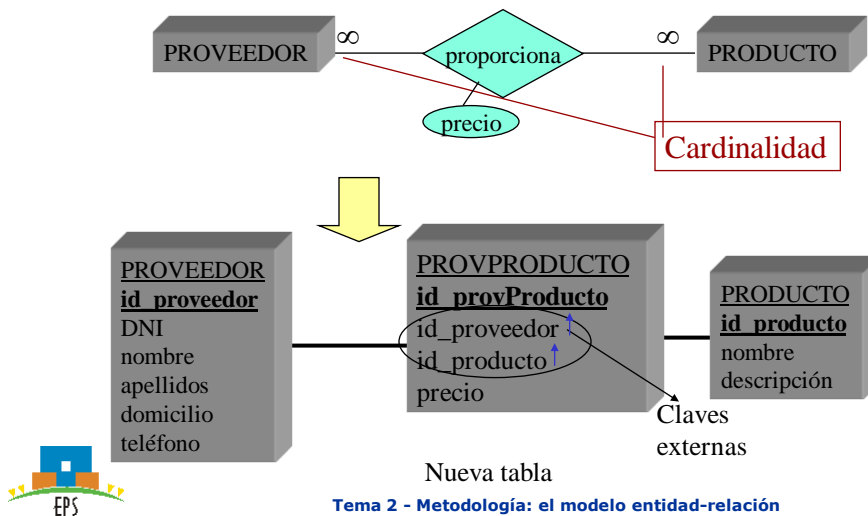


Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

47

Relación muchos a muchos del ejercicio

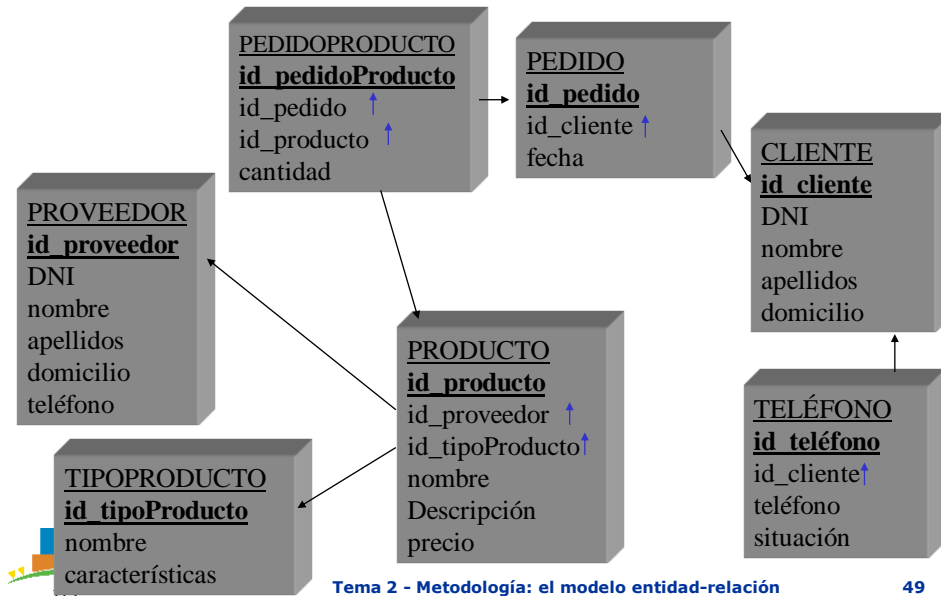
Relación entre proveedor y producto:



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

48

Esquema (modelo relacional) del EJERCICIO



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

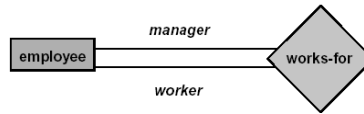
49

Expresando el modelo relacional del EJERCICIO

- Cliente (id_cliente, DNI, nombre, apellidos, domicilio)
- Teléfono (id_teléfono, id_cliente↑, teléfono, situación)
- TipoProducto (id_tipoProducto, nombre, características)
- Proveedor (id_proveedor, DNI, nombre, apellidos, domicilio, teléfono)
- Producto (id_producto, id_tipoProducto↑, id_proveedor↑, nombre, descripción, precio)
- Pedido (id_pedido, id_cliente↑, fecha)
- PedidoProducto (id_pedidoProducto, id_pedido↑, id_producto↑, cantidad)

¿Queda algo pendiente?

- Roles. ¿Cómo se transforma lo siguiente a tablas?

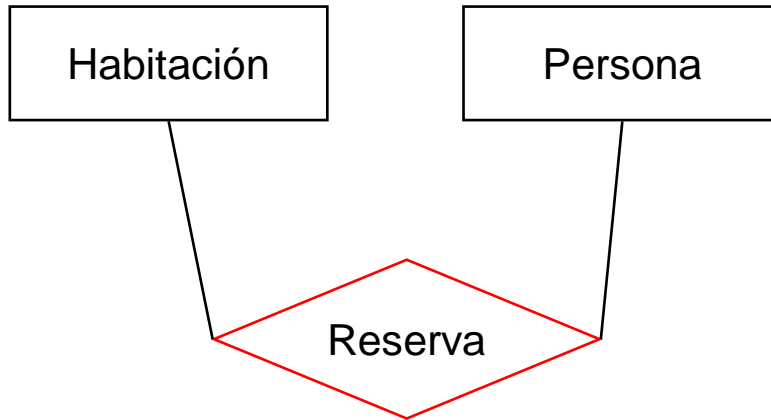


Examen Sept. 2004

- Se desea diseñar un sistema de reserva de habitaciones para la universidad. El sistema tiene que ser capaz de:
 - Proporcionar un listado con las habitaciones reservadas
 - Buscar reservas clasificándolas por: Fecha, Habitación, Persona que ha realizado la reserva, etc.
 - Los profesores y personal administrativo deben ser capaces de reservar cualquier tipo de habitación. Los estudiantes sólo habitaciones de uso general (salones de actos).
 - Los usuarios se identificarán con un nombre de usuario y una clave.
- ¿Modelo E-R? ¿Modelo Relacional?



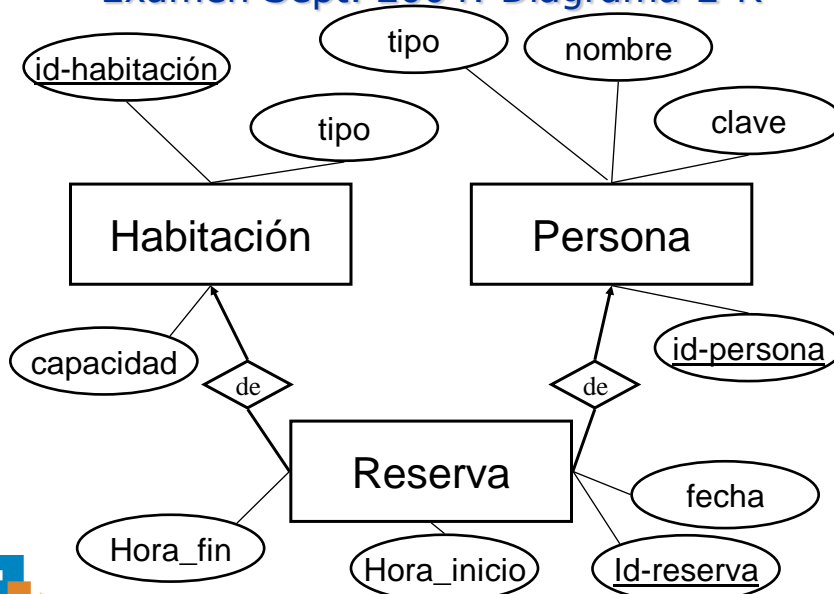
¿Entidad o Relación?



Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

53

Examen Sept. 2004: Diagrama E-R

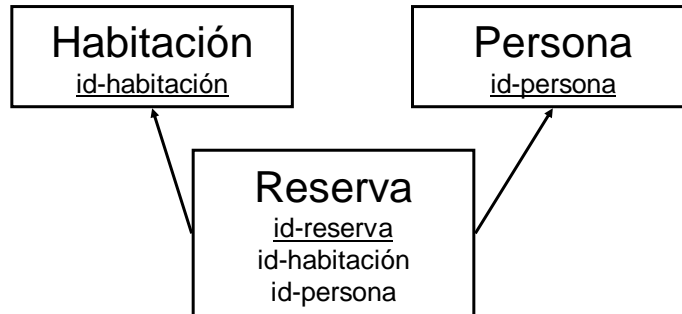


Tema 2 - Metodología: el modelo entidad-relación

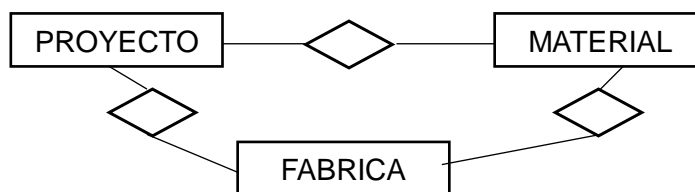
54

Examen Sept. 2004: Pasar a tablas

- Habitación (id-habitación, tipo, capacidad)
- Persona (id-persona, tipo, nombre, clave)
- Reserva (id-reserva, id-habitación[↑], id-persona[↑], fecha, hora_inicio, hora_fin)



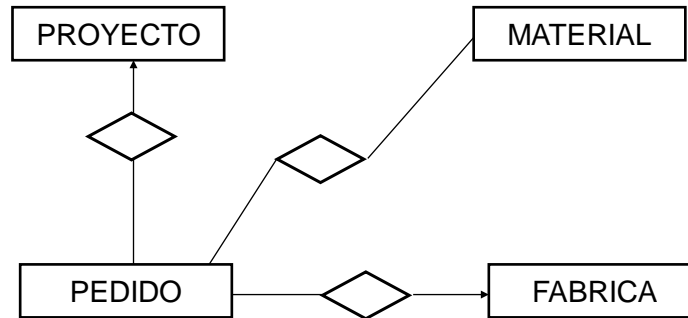
Problema: Tornillo feliz



- ¿Podemos saber si el “tornillo” fabricado en una empresa concreta se ha utilizado en un proyecto determinado?
- En caso negativo, ¿Cómo podemos cambiar el modelo E-R anterior para poder saberlo?



Problema: Tornillo feliz



Otros ejercicios propuestos

- Examen Feb. 2009. Limusinas
- **Examen Sep. 2009. Vinoteca**
- Examen Feb. 2008. Vuelos
- Examen Sep. 2008. Barcos - mercancías
- Examen Feb. 2007. Festivales musicales
- Examen Sep. 2007. Compra-venta de acciones
- Examen Feb. 2006. Gestión departamental
- Examen Sep. 2006. Gestión de ofertas de empleo
- Examen Feb. 2005. Clínica veterinaria
- Examen Sep. 2005. La medioteca

