

Módulo 2. MODELO ENTIDAD / RELACIÓN.

Los problemas, no son problemas si tienen solución. Esta premisa me parece muy apropiada para ambientar el tema que se va a explicar en este módulo.

Todo problema en la vida, excepto la muerte, es solucionable. Entonces usted señor lector pensará que lo que yo estoy queriendo decir es que en la vida no existen los problemas. Claro que existen! Lo que sucede es que somos nosotros, al tratar de solucionarlos, los que nos complicamos a veces y agrandamos el problema a solucionar. Y ahí sí, verdaderamente existe un problema.

En el mundo de las bases de datos, para que esto no nos suceda, debe existir un mecanismo que nos permita solucionar un problema de una manera muy sencilla e intuitiva, para posteriormente convertir dicha solución en una base de datos.

Supongamos el siguiente caso: El hospital San Juan de Dios nos pide desarrollar una aplicación con bases de datos que permita controlar su funcionamiento diario y operativo. Si nosotros empezamos a pensar en la solución, sin previamente haber hecho un estudio o análisis del problema, seguramente en la mitad del camino nos van a surgir dudas que nos harán retroceder en el proceso de solución. Y ahí es donde verdaderamente se forma el problema. Podrían existir dudas tales como

Cuantas especialidades maneja el hospital?
Como son los turnos de las enfermeras?
Existen médicos qué tienen consultorio dentro del mismo hospital?
Cuales son las drogas administradas por la EPS del paciente y cuales no?
Cuales son las condiciones mínimas que debe cumplir un paciente para ser admitido en hospitalización? Y en urgencias? Y en consulta externa?
Cual es el plazo de pago que tiene el paciente después de haber sido dado de alta?
Existen enfermeras por piso? Por especialidad? Por médico? Por sección?
Cuales son las secciones en las cuales se divide el hospital?
Etc, etc, etc, etc.

Las anteriores inquietudes deben ser resueltas antes de empezar a desarrollar la aplicación. Es decir, es parte de la etapa del análisis del problema responder a estas preguntas.

En el ambiente de bases de datos, la forma de realizar el análisis del problema es a través del Modelo Entidad / Relación (también llamado, por algunos autores, Modelo Entidad / Vínculo), el cual es el tema principal de este módulo.

Vale aclarar que el Modelo Entidad / Relación es una herramienta que se puede utilizar, no solamente en ambiente de bases de datos, sino en muchos otros ambientes. Basta con que nuestro problema implique el manejo de unos datos relacionados entre sí para que este modelo nos sirva para empezar a desarrollar la solución.

Pero también es conveniente aclarar que cuando tenemos un problema a solucionar, y dicha solución implica la creación de una base de datos relacional, el primer modelo que debemos tener en cuenta para producir el análisis de nuestro problema es el Modelo Entidad / Relación.

Qué es el Modelo Entidad / Relación?

Es un modelo, creado por Peter Chen en 1976, que permite representar gráficamente los datos que se van a manejar en un problema en particular, junto con sus relaciones.

En otras palabras, es una representación gráfica del problema a solucionar, es decir, es una forma de dibujar el problema para poder contrastarlo posteriormente con las necesidades reales del usuario. A dicha representación gráfica se le denomina Diagrama Entidad / Relación.

Otras definiciones, como la de Henry Korth, sugiere que este modelo permite describir 4 elementos del problema a solucionar:

- Datos
- Relaciones entre datos
- Semántica de los datos
- Reglas de integridad

Dentro de esta definición es muy importante entender que el Modelo Entidad / Relación permite representar y, además, comprender la semántica de los datos. Pero qué significa esto? Simplemente que, a través de la correcta elaboración del modelo, lograremos comprender el significado, dentro del contexto en el cual se va a ubicar, de cada uno de los datos involucrados en el problema.

Y qué significan las reglas de integridad? En bases de datos, el término regla de integridad se refiere a las reglas o normas que deben cumplir los datos para que éstos sean correctos y consistentes dentro del contexto propio.

Por ejemplo, en cualquier contexto, el campo `edad_de_estudiante` debería tener una regla de integridad que dijera que sus posibles valores están entre 1 y 120. (Creo que es muy raro encontrar estudiantes de más de 120 años).

Por otra parte, consideremos el ejemplo del campo `suelo_de_empleado`. Cual podría ser una regla de integridad para este datos acá en Colombia? Consideran que una respuesta acertada es que su valor debe estar entre 300 y 10000? Ya sé que ustedes estarán pensando que ese rango dado es muy corto. Es cierto, pero y si cambiamos de contexto y hablamos de Estados Unidos? Será ésta una regla de integridad válida para Estados Unidos? Claro que sí, ya que esos valores están dados en dólares, no en pesos colombianos.

Por lo tanto, la gráfica que vamos a aprender a construir en este módulo nos permitirá comprender de una mejor manera, y a través de los 4 componentes explicados anteriormente, el problema a solucionar.

Abstracción de la Realidad

Para poder realizar correctamente un Modelo Entidad / Relación, se requieren de ciertas habilidades de análisis. Dentro de estas habilidades hay una que es la más importante y que es la capacidad de abstracción de la realidad.

Esta capacidad permite que la persona que está dibujando el modelo sea capaz de analizar el problema como un todo. Siempre digo que abstraerse de la realidad para mirar el problema es como “pararnos encima del problema y poderlo vislumbrar desde arriba para poder mirar sus componentes y relaciones”. Esto es algo muy parecido a la metodología TOP DOWN para solucionar problemas, en la cual debo analizar el problema como un solo elemento y luego se va desglosando el problema en subelementos que nos permitirán entrar al detalle del mismo.

Es una habilidad que solo se adquiere con la práctica y con la sana costumbre de creer que “el todo no es la suma de las partes”.

Importancia de la Claridad en los Requerimientos del Usuario

Durante el transcurso de los ejemplos y ejercicios de este módulo, nos vamos a dar cuenta de que no existen soluciones únicas a los problemas. Y esto, de hecho, se da en los problemas de la vida cotidiana.

Muchas de las soluciones de un problema dependen de factores que influyen en él. En el caso de las bases de datos, hay requerimientos del usuario que, obviamente, influyen dentro del modelo entidad / relación que se va a construir y, por ende, influyen en su solución.

Es decir, la explicación al modelado de un problema depende en gran medida de ciertos detalles explicados y plenamente comprendidos de los requerimientos del usuario.

Por eso es tan importante que, antes de empezar a desarrollar el modelo entidad relación, tengamos total claridad sobre lo que el usuario necesita de la futura base de datos. Por Ingeniería de Software sabemos que esto se obtiene con una serie de metodologías propias del área y las cuales escapan al alcance propuesto en este curso.

Elementos del Modelo Entidad / Relación

A continuación estudiaremos en detalle cuales son los elementos involucrados dentro del modelo para, en un apartado posterior, aprender a dibujar el Diagrama Entidad / Relación.

Dentro del Modelo Entidad / Relación existen tres conceptos fundamentales que debemos comprender en su totalidad y los cuales son los siguientes:

Entidades
Atributos
Relaciones

Para efectos de la explicación de estos tres conceptos, vamos a seguir considerando el ejemplo expuesto anteriormente referente al Hospital San Juan de Dos.

Entidades

Una entidad se puede definir como *cualquier elemento concreto o abstracto que exista en el problema y del cual queramos conocer cierta información.*

Esta última parte de la definición es muy importante. Si tomamos en cuenta el ejemplo del Paciente. Será una entidad? Corresponde el Paciente a la definición dada anteriormente? Sí, ya que es un elemento concreto incluido dentro del problema y del cual necesitamos saber cierta información como su cédula, nombre, edad, diagnóstico, sexo, etc.

Ahora bien, será el nombre de la enfermera una entidad? Si nos ponemos a analizar este ejemplo a la luz de la definición dada, nos damos cuenta de que cumple con la mitad de ella, es decir, el nombre de la enfermera es otro elemento, éste sí abstracto, incluido en el problema, pero que en realidad no queremos conocer información de él; de hecho, el nombre de la enfermera se constituye en información referente a otro elemento del problema que es la enfermera.

Cuando se dice "elemento concreto o abstracto" se refiere a aquellos elementos visibles, palpables o invisibles, intangibles respectivamente.

Desde este punto de vista, entonces, tenemos que los siguientes elementos, entre otros más, son entidades del problema propuesto:

Paciente
Médico
Enfermera
Medicamento
Enfermedad
Cita
Diagnóstico
Historia Clínica

Considero que no merece mayor detalle explicar porque Paciente, Médico, Enfermera, Cita e Historia Clínica son entidades, algunas concretas y otras abstractas (Cuales ?). Pero analicemos las demás entidades.

Se podría pensar que Medicamento no es propiamente una entidad sino que es información referente al paciente, es decir, necesitamos saber en la futura base de datos el nombre de los medicamentos que va a tomar un paciente dado. En este caso, lo único que necesitamos conocer acerca del Medicamento es su nombre y por lo tanto, no podríamos decir que es una Entidad sino, más bien, una característica propia del

Paciente. Pero qué sucede si, por ejemplo, necesitamos saber, además del nombre del medicamento, su número de lote de producción, el nombre del laboratorio que lo fabricó, el nombre del químico farmacéutico responsable del mismo, entre otras cosas. Desde este punto de vista, el medicamento se convierte en Entidad ya que existe información inherente a él que deseamos conocer.

En la explicación anterior se vislumbra claramente la importancia que tienen los requerimientos del usuario. Es el usuario, en este caso, el que decide qué información necesita manejar acerca de los medicamentos, para que el analista / diseñador decida si modelarla como entidad o como característica de otra entidad (en este caso, Paciente).

Lo mismo sucedería con Enfermedad. Podríamos pensar en colocar el nombre de la enfermedad como una característica del Paciente y no como una entidad. Esto dependerá de la buena comprensión que tengamos de los requerimientos del usuario (y, valga decir, de lo bien que éstos estén definidos).

Exactamente el mismo caso tendríamos con Diagnóstico. Es usted, señor diseñador, el que define si es entidad o no, dependiendo de la conversación previa que haya tenido con el usuario.

Vale decir que el hecho de que una entidad sea concreta o abstracta no va a tener mayor importancia en la definición del modelo. Es una cuestión simplemente semántica, es decir, que le va a dar significado al modelo.

Atributos

En el apartado anterior hablábamos de que toda entidad tiene características propias, es decir, tiene información asociada a ella. En realidad, esto es lo que es un atributo. Por definición, un atributo es *una característica propia de una entidad de la cual se puede obtener información*.

Es de aclarar que todo atributo de una entidad tiene 3 componentes implícitos:

- a) Nombre: Es el conjunto de caracteres con el cual se va a identificar un atributo dentro de la entidad.
- b) Valor: Es el contenido del atributo en un momento determinado del tiempo.
- c) Dominio: Es el conjunto de posibles valores que puede tomar el atributo.

Para seguir con el ejemplo anterior, podemos enunciar los siguientes atributos para las entidades propuestas:

	Atributos		
Entidad	Nombre	Dominio	Valor
Paciente	Cédula – Paciente	Números de 8 dígitos	98541785
	Nombre – Paciente	Hasta 30 caracteres	Juan Pérez
	Edad – Paciente	Números de 3 dígitos	54
	Sexo – Paciente	M o F	M

Enfermera	Código – Enfermera Nombre – Enfermera Teléfono – Enfermera Dirección – Enfermera	Alfanumérico (4) Hasta 30 caracteres Numero de 10 dígitos Hasta 35 caracteres	30B5 Ana López 3105159073 Calle 6 4-10
Medicamento	Numero – Lote Nombre – Medicamento Nombre – Laboratorio – Fabricante Fecha – Elaboración	Alfanumérico (6) Hasta 30 caracteres Hasta 30 caracteres Dd/mm/yyyy	600LAB DOLEX Quifarma 12/08/2005
Cita	Fecha – Cita Hora – Iniciación – Cita Hora – Finalización – Cita Número – Consultorio	Dd/mm/yyyy Hh:mm Hh:mm Número de 3 dígitos	15/04/2006 09:30 10:05 303
Historia Clínica	Número – Historia Fecha – Elaboración Síntomas – Presentados Fecha – Primera - Revisión	Número de 3 dígitos Dd/mm/yyyy Hasta 100 caracteres Dd/mm/yyyy	502 19/09/2004 Mareos 20/09/2004

Tabla No. 1 Atributos de Entidades – Ejemplo Hospital

Toda entidad debe poseer, como mínimo, 2 atributos para que tenga sentido su existencia.

Además, generalmente todas las entidades tienen uno o más atributos que identifican en forma única a cada una de las instancias de la entidad. Estos atributos se conocen como *atributos claves* de la entidad.

El (los) atributo(s) clave de la entidad es aquel conjunto de atributos que identifican en forma única cada instancia de una entidad, es decir, para n instancias diferentes habrá n valores distintos de ese atributo.

Tipos de Atributos

De acuerdo a ciertas características que se exponen a continuación, existen 6 tipos de atributos. Algunos son excluyentes entre sí, otros son incluyentes.

Para explicar los diferentes tipos de atributos que existen, seguiré exponiendo el ejemplo del hospital San Juan de Dios.

Los tipos de atributos existentes son los siguientes:

- a) Simples
- b) Compuestos
- c) Univalorados
- d) Multivalorados
- e) Derivados

f) Nulos

Atributos Simples: Son atributos cuyos valores no pueden ser descompuestos en partes más pequeñas sin perder significado.

Atributos Compuestos: Son aquellos cuyo valor puede ser descompuesto en partes más pequeñas sin perder significado.

Estos dos tipos de atributos son excluyentes entre sí, es decir, un atributo es simple o es compuesto pero no los dos a la vez.

En la Tabla No. 2 se expresan algunos ejemplos para mostrar la diferencia entre atributos simples y compuestos.

Atributos Simples y Compuestos	
Tipo de Atributo	Ejemplos
Atributos Simples	Sexo - Paciente
	Número Historia – Clínica
	Nombre – Laboratorio
	Nombre – Medicamento
	Código – Enfermera
Atributos Compuestos	Fecha – Cita
	Dirección – Residencia – Médico
	Hora – Finalización – Cita
	Edad - Paciente

Tabla No. 2 Ejemplos de Atributos Simples y Compuestos

Analicemos un poco más en detalle la Tabla No. 2 y respondamos a las siguientes preguntas:

- Por qué la Fecha de la Cita es un atributo compuesto? Porque es un atributo cuyo valor lo puedo descomponer en día, mes y año y cada uno de estas descomposiciones tiene significado.
- Cual es la razón para que la hora de la finalización de la cita sea un atributo compuesto? Está compuesto de horas y minutos.
- En contraposición a las dos preguntas anteriores, por qué el número de la historia clínica es simple? Porque, en términos generales, éste es un atributo que se distingue por ser un número el cual no se puede descomponer en dígitos sin perder significado. Es así, por ejemplo, como la historia clínica de Juan Pérez es la 560. Y dentro de esta información, ni el 5 ni el 6 ni el 0 como dígitos independientes significan algo.
- Igual sucede con el sexo del paciente, verdad? Es M o F y cada una de estas dos letras no se pueden descomponer más.
- Y por qué la edad del paciente se puede considerar un atributo compuesto? Habría posibilidad de considerar la edad del paciente como un atributo simple? En qué casos?
- En que categoría ubicaría usted el atributo cédula del médico? Por qué?

Para responder estas dos últimas preguntas recuerde que el modelo a construir depende en gran medida de los requerimientos del usuario y de la percepción que tenga el diseñador del problema a resolver.

Antes de abordar el tema de los atributos univalorados y multivalorados, debemos definir lo que es la *instancia* de una entidad. Las instancias de una entidad se definen como los “registros” que están siendo representados por la entidad, es decir, son los datos particulares que están incluidos en la entidad y que están siendo representados por ella.

Tomemos el ejemplo de la entidad Paciente y sus atributos cedula-paciente, nombre-paciente, edad-paciente y teléfono-paciente. Si en un momento dado se desea representar los pacientes que hay hospitalizados, pues el número de instancias de la entidad Paciente será igual al número de pacientes hospitalizados. En este caso, suponiendo 4 pacientes hospitalizados, las instancias se muestran en la tabla No. 3.

Instancias de la Entidad PACIENTE			
Cédula - Paciente	Nombre-Paciente	Edad – Paciente	Teléfono– Paciente
45,520,520	Juan Carlos Mora	35	311 5429652
17,540,960	Ana María Mesa	19	2589645
36,850,890	Julián Pedroza	65	315 5206325
98,547,520	Ligia Tabares	39	2694530

Tabla No. 3 Ejemplo de Instancias de la Entidad Paciente

Toda entidad debe representar, como mínimo, a dos instancias. Entidades que, de antemano, sabemos que van a contener una sola instancia no tienen sentido.

Atributos Univalorados: Son aquellos que tienen un solo valor para cada una de las instancias de la entidad.

Atributos Multivalorados: Son los atributos que pueden tener muchos valores para cada una de las instancias de la entidad.

Al igual que los atributos simples y compuestos, estos dos tipos de atributos también son excluyentes.

En la tabla No. 4 se expresan algunos ejemplos de atributos univalorados y multivalorados.

Atributos Univalorados y Multivalorados	
Tipo de Atributo	Ejemplos

Atributos Univalorados	Edad – Enfermera
	Cédula – Paciente
	Sexo – Médico
	Número – Lote – Fabricación
	Número – Historia – Clínica
Atributos Multivalorados	Teléfono Paciente
	Nombre – Laboratorio – Productor
	Nombre - Medicamento

Tabla No. 4 Ejemplos de Atributos Univalorados y Multivalorados

Respondamos las siguientes preguntas referentes a la Tabla No. 4:

- Por qué la edad de la enfermera es univalorado? Porque no existe ninguna enfermera en particular (instancia) que tenga más de una edad.
- Por qué el número de lote de fabricación de un medicamento es univalorado si existen muchos lotes de fabricación? A pesar de que existen muchos lotes de fabricación de un mismo medicamento (o inclusive de medicamentos diferentes), cada medicamento en particular, es decir, el frasco de DOLEX que tengo en mi poder en estos momentos (instancia) fue producido en un solo lote de fabricación.
- Qué hace que el teléfono del paciente sea un atributo multivalorado? Porque un paciente, al ingresar al hospital, pudo haber reportado más de un teléfono de contacto, es decir, cada paciente puede tener más de un valor en el atributo teléfono.
- Cual es la razón para considerar el nombre del laboratorio productor del medicamento y el nombre del medicamento como atributos multivalorados?

Atributos Derivados: Son atributos cuyos valores son calculados con base en los valores de otros atributos.

Es de aclarar que no existe un tipo de atributo excluyente con los atributos derivados. Es decir, podría existir un atributo simple y derivado a la vez. También uno compuesto, univalorado y derivado a la vez.

Todo atributo derivado es calculado numéricamente a través de una fórmula matemática.

En la tabla No. 5 se muestran ejemplos de atributos derivados.

Atributos Derivados	
Nombre del Atributo	Derivado de.....

Sueldo-enfermera	Número-horas-trabajadas
	Salario-básico-hora
Edad-paciente	Año-nacimiento-paciente
Valor-tratamiento-a-recibir	Valor-medicamento
	Valor-exámenes
	Valor-radiografías

Tabla No. 5 Ejemplos de Atributos Derivados

Con respecto a los atributos derivados, respondamos las siguientes preguntas:

- Por qué la edad del paciente se deriva del año de nacimiento?
- Se podrá deducir que el nombre del paciente es derivado de la cédula del paciente? Acaso el nombre del paciente se calcula numéricamente a través de la cédula? En este caso, el nombre del paciente depende de la cédula, mas no se deriva de ella.

No se debe confundir el hecho de que un atributo sea derivado de otro con que un atributo dependa de otro atributo. Son conceptos diferentes. Todo atributo que sea derivado de otro, depende de este para obtener su valor. Pero pueden existir atributos que dependan de otros sin ser derivados.

Atributos Nulos: Son aquellos atributos que pueden no poseer valores para ciertas o todas las instancias de una entidad. Esta ausencia de valores se puede deber a dos razones:

- Que el atributo no aplica para esa instancia de la entidad.
- Que no se conozca el valor del atributo para la instancia de la entidad.

Es de anotar que basta con que una sola instancia de una entidad no posea valores en un atributo, para considerarlo atributo nulo. Es decir, no se debe dar el hecho de que el atributo no posea valores en todas las instancias (sobra advertir que este caso no tendría sentido ya que en realidad el atributo sería innecesario en la entidad).

En la tabla No. 6 se muestran ejemplos de atributos que son nulos:

Atributos Nulos	
Nombre de Atributo	Por qué es nulo?
Número-celular-paciente	No todos los pacientes tienen teléfono celular
Email-enfermera	No todas las enfermeras tienen correo electrónico
Especialidad- Médico	Existen médicos generales que no se han especializado.
Hobbies-enfermera	No se conocen los hobbies de todas las enfermeras.

Tabla No. 6 Ejemplos de atributos Nulos

Es importante tener en cuenta que en el modelo Entidad/Relación es deseable evitar atributos nulos. Esto debido a que posteriormente estos atributos nulos se convertirán en campos de las tablas que no poseerán valor y esto conlleva ciertos problemas en las consultas SQL que se hagan sobre esos campo. La razón de ser de este problema se detallará en el módulo de SQL.

En el Modelo Entidad / Relación se deben evitar, en lo posible, los atributos nulos.

Para evitar este tipo de atributos, existen mecanismos como la generalización y la especialización los cuales serán explicados más adelante en este módulo.

Relaciones

Una relación es una asociación entre 2 o más entidades. Esta definición es poco clara y práctica. En mi concepto personal, considero que una mejor definición sería la siguiente:

“Una relación es una acción (verbo) que se ejerce entre dos o más entidades”.

Esta definición implica que la relación entre dos o más entidades se debe dar a través de un verbo y que, por lo tanto, la lectura de esta relación se pueda dar por medio de frases cortas con mucho sentido dentro del contexto del problema que se está modelando.

El nombre de una relación SIEMPRE debe ser un VERBO.

Miremos este concepto a través de un pequeño ejemplo: Si estamos modelando el espacio problema de una exposición de moda textil (caso Colombiamoda o Colombiatex), cuatro de las principales entidades serían las siguientes: Diseñador, Modelo, Producto, Cliente. Si nos detenemos a pensar en la forma como vamos a relacionar estas 4 entidades, llegamos a la redacción de las siguientes frases simples con mucho significado dentro del problema:

- El Diseñador *contrata* Modelos (o también, el/la Modelo *es contratada* por el Diseñador)
- El/la Modelo *exhibe* (modela) Productos (o el Producto *es exhibido* por el/la Modelo)
- El Producto *es ofrecido* al Cliente (o el Cliente *compra* Productos)

Pero si tratamos de encontrar una frase con sentido que involucre a las entidades Cliente y Modelo, cual sería la más apropiada? Nos encontraremos con una dificultad para desarrollar dicha frase porque, en la vida real de una exposición de moda textil, no

existe ninguna interacción entre el Cliente y el/la Modelo. Por lo tanto, deducimos que entre la entidad Cliente y la entidad Modelo no existe ninguna relación.

Las relaciones entre entidades en el modelo Entidad / Relación se deben definir de una manera muy natural e intuitiva. No deben ser relaciones forzadas que no produzcan frases con sentido.

Ejercicio.

En el ejemplo que hemos venido desarrollando, existirá relación entre las siguientes duplas de entidades? Y si existe, cual sería su nombre?

- Paciente – Médico
- Enfermera – Médico
- Medicamento – Paciente
- Diagnóstico – Enfermera
- Paciente – Síntoma
- Cita – Medicamento
- Historia Clínica – Enfermera
- Paciente – Historia Clínica

Participación de una Entidad en una Relación

Antes de definir el concepto, es importante resaltar que la participación es algo que se da entre una Entidad y una Relación, independiente de las otras entidades que estén involucradas en la misma relación. Por ejemplo, si tenemos la siguiente relación:

Médico ===== Atiende ===== Paciente

Es importante analizar, por separado, la participación de la entidad Médico en la relación Atiende y la participación de la entidad Paciente en la relación Atiende.

Por definición, siempre que una entidad esté ligada a otra u otras a través de una relación, se dice que esa entidad *participa* en la relación en cuestión.

En el ejemplo anterior, la entidad Médico participa en la relación Atiende. Y también, la entidad Paciente *participa* en la relación Atiende.

Tipos de Participación

Existen 2 tipos de participación:

- Participación Total
- Participación Parcial

Para comprender el concepto, el cual es muy importante para el enriquecimiento de la semántica del modelo Entidad / Relación, desarrollemos un ejemplo que nos ilustre los dos casos mencionados.

Suponga la siguiente relación con base en el ejemplo de la exposición de moda textil que mencionamos anteriormente:

Modelo ===== Exhíbe ===== Producto

Es indudable, por lo dicho anteriormente, que la entidad Modelo *participa* en la relación Exhíbe y también que la entidad Producto *participa* en la misma relación. Pero de qué forma participan?

Para analizar la participación de la entidad Modelo en la relación Exhíbe, hagámonos la siguiente pregunta: “Todos los/las modelos exhiben productos?” Creo que la respuesta es SI, ya que si existiera un(a) modelo que no exhibiera productos, pues su razón de ser en la exposición de moda textil no tendría sentido. Por lo tanto, como todas las instancias de la entidad Modelo participan en la relación Exhíbe, podemos deducir que Modelo tiene Participación Total en la relación Exhíbe.

Una entidad tiene participación TOTAL en una relación cuando TODAS sus instancias participan en la relación.

Ahora, analicemos la participación de la entidad Producto en la relación Exhíbe. Cual es su participación? Haciendo el mismo análisis, llegamos a la conclusión de que la participación es PARCIAL, debido a que pueden existir Productos que no son exhibidos por ningún(a) Modelo, es decir, existen instancias de Producto que NO participan de la relación Exhíbe.

Una entidad tiene participación PARCIAL en una relación cuando existen instancias que NO participan en la relación.

Con el anterior ejemplo se puede ver claramente el concepto expuesto con respecto a que la participación se da entre una entidad y una relación, independiente de la(s) otra(s) entidad(es) con las cuales esté relacionada.

Ejercicio:

Realizar el análisis de la participación que poseen las siguientes entidades en las relaciones expuestas.

- Carro ===== Matriculado En ===== Oficina de Tránsito
- Lotero ===== Vende ===== Billeto Ganador
- Póliza de Seguro =====Corresponde a ===== Motocicleta
- Facultad ===== Conformar ===== Semillero de Investigación
- Persona ===== Posee ===== Computador Portátil
- Pasajero ===== Viaja en ===== Avión

Cardinalidades de las Relaciones

La cardinalidad de una relación se define como el número de instancias de una entidad con las cuales se puede relacionar cada una de las instancias de otra entidad.

Desde ese punto de vista, se pueden definir cuatro tipos de cardinalidades:

- Relación Uno a Uno
- Relación Uno a Varios
- Relación Varios a Uno
- Relación Varios a Varios

Relación Uno a Uno

Se define una relación uno a uno como aquella donde cada instancia de una primera entidad solo se puede relacionar con una y solo una instancia de una segunda entidad y viceversa.

Supongamos la siguiente relación:

Paciente ===== Posee ===== Historia Clínica

Al analizar esta relación tenemos lo siguiente: Un paciente (instancia de Paciente) posee una sola historia clínica (instancia de Historia Clínica) y una historia clínica corresponde a un solo paciente. Es decir, cada instancia de una entidad solo se relaciona con una instancia de la otra entidad y por eso llegamos a la conclusión de que la relación “Posee” es una relación uno a uno.

Es importante anotar que cuando se va a analizar la cardinalidad de una relación, se debe analizar en ambos sentidos, es decir, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. Por eso, en el anterior ejemplo, no basta con decir que la relación es uno a uno debido a que un paciente tiene una sola historia clínica (izquierda a derecha). Faltaría analizar una historia clínica a cuantos pacientes corresponden (derecha a izquierda).

Siempre que se analice la cardinalidad de una relación, se debe proceder en ambos sentidos de la misma, es decir, de izquierda a derecha y viceversa.

En el análisis de la cardinalidad de una relación, siempre se debe partir de UNA y solo UNA instancia de la entidad “origen” para ver con cuantas instancias se relaciona en la entidad “destino”.

Relación Uno a Varios.

Sea la siguiente relación:

Facultad ===== Contiene ===== Carrera

Es una relación uno a varios porque *una* facultad (entidad origen) puede contener *varias* carreras (entidad destino) y a su vez, *una* carrera (entidad origen) solo pertenece a *una* facultad (entidad destino).

Relación Varios a Uno.

Es la misma situación de la relación Uno a Varios. La diferencia radica en que partimos de hacer el análisis en sentido contrario a como se hace en una relación Uno a Varios. Pero la relación sigue siendo la misma y con el mismo significado. Por lo tanto, se considera que en realidad existen 3 tipos de cardinalidades y no 4.

En realidad, existen 3 cardinalidades diferentes y no 4, ya que las relaciones uno a varios y varios a uno tienen el mismo significado.

Relación Varios a Varios.

Es el tipo de relación más común en la vida real. Analicemos la siguiente relación:

Estudiante ===== Cursa ===== Materia

La relación “Cursa” es una relación Varios a Varios ya que *un* estudiante puede cursar *varias* materias y, a su vez, *una* materia puede estar siendo cursada por *varios* estudiantes.

Miremos el siguiente ejemplo para clarificar un concepto importante:

Ciudad ===== Gobernada por ===== Alcalde

Esta relación puede tener 2 formas de analizarse, dependiendo de los requerimientos del usuario. Las 2 formas de analizar la relación difieren en el lapso de tiempo en el cual se desea que se dé la relación. Por ejemplo:

- En un lapso de tiempo, *una* ciudad puede ser gobernada por *varios* alcaldes y *un* alcalde pudo haber gobernado *varias* ciudades (si la ley lo permite). Por lo tanto, en este caso ésta sería una relación Varios a Varios.
- En un momento dado del tiempo (en este instante, por ejemplo), *una* ciudad es gobernada por *un* solo alcalde y *un* alcalde puede gobernar *una* sola ciudad. Para este caso, la relación es Uno a Uno.

El primer análisis sería válido si lo que desea el usuario es guardar el registro histórico de los diferentes alcaldes que han gobernado cada ciudad, mientras que el segundo caso es válido solo en el caso en que el usuario desee saber quien es el alcalde de una ciudad en un momento dado.

La cardinalidad de una relación se tiene que analizar PARA EL MISMO LAPSO DE TIEMPO en ambos sentidos, es decir, de izquierda a derecha y viceversa.

Ejercicio.

Analizar la cardinalidad de cada una de las siguientes relaciones:

- Madre Biológica ===== Concibe ===== Hijo
- Estudiante ===== Estudia ===== Carrera
- Artículo ===== Escrito por ===== Periodista
- Empleado ===== Tiene ===== Hoja de Vida
- Profesor ===== Dicta ===== Materia
- Finca ===== Posee ===== Mayordomo
- Casa de Software ===== Desarrolla ===== Software

Entidad Débil

El concepto de entidad débil es una situación que no se presenta con frecuencia en los problemas de la vida real, pero que es importante conocerlo para poder afrontarlo en el caso que se necesite.

En apartados anteriores dijimos que las entidades tienen uno o más atributos claves, es decir, atributos que identifican cada instancia de la entidad. Pero algunas veces, se presenta la situación en la cual existen entidades que no alcanzan a formar su clave a través de atributos propios. En estos casos, este tipo de entidad debe armar su propia clave a través del atributo clave de otra entidad con la cual está relacionada junto con uno o más atributos propios. A este tipo de entidad se le conoce como *entidad débil*. Obviamente, la entidad que “presta” su clave a la entidad débil, se conoce como entidad fuerte.

Una entidad débil es aquella que no posee clave a través de sus atributos propios, sino que se tiene que valer de la clave de otra entidad con la cual está relacionada para poder, junto a uno o más atributos propios, armar su propia clave.

Toda entidad débil debe tener uno o más *discriminantes*. Estos son los atributos propios de la entidad débil que, junto con la clave de la entidad fuerte, conforman su clave.

El discriminante es el conjunto de atributos de la entidad débil que conforman parte de su clave.

Ejemplo.

En la universidad UNICIENCIA se tiene un sistema de activos fijos. Dentro de este sistema, se lleva el registro de las *sillas* que hay en cada una de las *oficinas*. Es política de la universidad codificar, a través de numeración, las sillas de cada oficina. Por ejemplo, si en la oficina de Rectoría hay 5 sillas, estarán numeradas del 1 al 5. Y si en la oficina de Admisiones y Registro existen 4 sillas, estarán numeradas del 1 al 4. El ejemplo se ilustra en la Figura 6.

Como se puede analizar del caso propuesto, se tienen 2 entidades: OFICINA Y SILLA, relacionadas de la siguiente forma:

OFICINA ===== Posee =====SILLA

Si entramos a analizar los atributos claves de cada entidad, encontramos que la clave de la entidad OFICINA podría ser “número”. Pero si hacemos lo mismo con la entidad SILLA, descubrimos que el número de la silla no es suficiente como clave de la entidad.

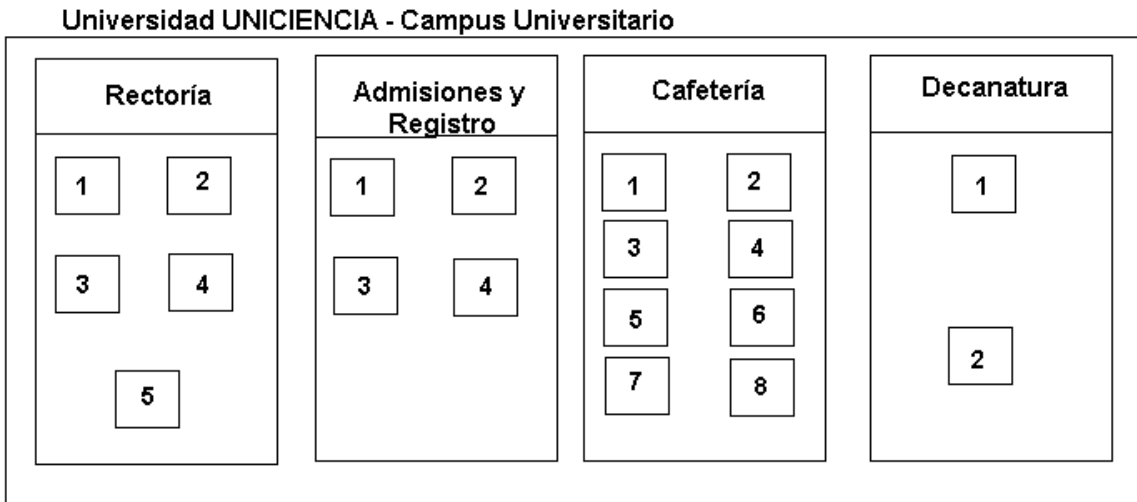


Figura 6. Numeración de Sillas en UNICIENCIA - Concepto de Entidad Débil

Esto debido a que existen varias sillas con el mismo número, lo cual contradice la definición de atributo clave dada en apartados anteriores. Para poder identificar una silla en particular, debemos asociarla a la oficina a la que pertenece. Así, si se hace alusión a la silla No. 3, tendremos inconvenientes en saber si se trata de la silla de Rectoría, de Admisiones y Registro o de Cafetería. En cambio, si se menciona la silla No. 3 de Cafetería, no habrá lugar a ambigüedades.

En este caso particular, la entidad SILLA es una entidad débil y la entidad fuerte será OFICINA. Nótese que SILLA no tiene clave propia y, por lo tanto, debe valerse del número de la oficina (atributo clave de la entidad fuerte) para formar, junto con el número de la silla, su propia clave.

En el ejemplo anterior, cual es el discriminante?

Especialización

El concepto de especialización viene fundamentado en el hecho de que en las bases de datos relacionales no es conveniente tener campos nulos, si por dichos campos se van a realizar consultas. En el capítulo sobre SQL se explicará en detalle la razón de esta situación, pero por ahora, se puede decir que realizar consultas en SQL sobre campos nulos, puede traer como consecuencia resultados no predecibles.

Se define la especialización como la subagregación o subdivisión de una entidad en 2 o más entidades hijas, con el fin de poder marcar diferencias entre dichas entidades hijas.

Desarrollemos el siguiente caso. Suponga la entidad PROFESOR dentro del modelo entidad / relación de la Universidad. Qué atributos posee la entidad? Podríamos pensar en los siguientes atributos:

- Cédula
- Nombre
- Teléfono
- Profesión
- Número Oficina
- Horario de Atención a Estudiantes
- Nombre Empresa donde Labora

Al analizar los atributos, nos damos cuenta de que existen 3 atributos nulos: Número de Oficina, Horario de Atención a Estudiantes y Nombre de Empresa donde Labora. Por qué estos atributos son nulos? En qué instancias de la entidad PROFESOR será nulo el atributo Número de Oficina? Los profesores de cátedra no poseen oficina propia en la universidad, es decir, para cada instancia correspondiente a un profesor de cátedra, este atributo será nulo. Lo mismo sucede con el horario de atención a estudiantes. Por otra parte, el Nombre de la Empresa donde Labora es un atributo que solo aplica para los profesores de cátedra, es decir, para las instancias correspondientes a profesores de tiempo completo, este atributo será nulo (es obvio que el profesor de tiempo completo labora solo en la universidad).

De hecho, en la explicación anterior nos damos cuenta que existen 2 **tipos** de profesores y esa es la razón de ser de la especialización. Es poder subdividir una entidad padre en varias entidades hijas, de acuerdo a su tipo. En este caso, los tipos de profesores **son** de tiempo completo y de cátedra.

Por lo tanto podríamos pensar en especializar a la entidad PROFESOR en 2 entidades hijas: TIEMPO COMPLETO y CATEDRA. Y la especialización se debe poder leer así: “un profesor es de tiempo completo y/o es de cátedra”.

La especialización no es una relación, por lo tanto, no conlleva cardinalidad.

Toda especialización se debe poder “leer”, con sentido, con el verbo “ser”. Si se lee con otro verbo, ya no sería especialización sino relación.

Entonces, la especialización de PROFESOR, sería la siguiente:

Entidad Padre PROFESOR

Atributos:

Cédula
Nombre
Teléfono
Profesión

Entidad Hija TIEMPO COMPLETO

Atributos:

Número de Oficina
Horario de Atención a Estudiantes

Entidad Hija CATEDRA

Atributos:

Nombre Empresa donde Labora

En una especialización, en la entidad padre se colocan los atributos comunes a todas las instancias, es decir, los atributos que no son nulos.

En una especialización, en las entidades hijas se colocan los atributos propios de cada entidad, es decir, se colocan los atributos en las entidades hijas donde no serán nulos.

Por lo anterior, es fácil deducir que después de especializar, el modelo ya no posee atributos nulos. Por ejemplo, el atributo “Nombre de Empresa donde Labora”, que era nulo antes de la especialización, en la entidad CATEDRA ya no es nulo, debido a que todos los profesores de cátedra tienen un nombre de empresa donde laboran (si se diera el caso de un profesor de cátedra “desempleado”, el modelo tendría que permitir la existencia de este atributo como nulo. Es ya un caso extremo).

Es así, como lo dijimos antes, que la razón de ser de una especialización es convertir un modelo que posee atributos nulos en un modelo sin atributos nulos.

Herencia de atributos.

Es importante entender que en una especialización, toda entidad hija *hereda* de su entidad padre los atributos.

Entonces, en el ejemplo desarrollado, cuantos atributos posee la entidad CATEDRA? Cinco(5) atributos: Cédula, Nombre, Teléfono, Profesión y Nombre Empresa donde Labora.

Y cuantos y cuales atributos tiene la entidad TIEMPO COMPLETO?

Es importante hacer unas consideraciones que se deben cumplir en toda especialización:

Toda especialización tiene que tener mínimo 2 entidades hijas.

Por la misma finalidad de una especialización, la cual es poder *diferenciar* a las entidades hijas por sus atributos propios, no tiene sentido una especialización con una sola entidad hija. La acción de diferenciar implica mínimo 2 objetos.

No tiene sentido una especialización donde ninguna entidad hija tenga atributos propios.

Si ninguna entidad hija tiene atributos propios significa que no hay diferencia entre ellas. Y entonces para qué se especializó?

Es incorrecta una especialización donde existan uno o más atributos comunes a todas las entidades hijas.

Si existen atributos comunes a todas las entidades hijas, estos atributos deberían modelarse como atributos de la entidad padre. Al fin y al cabo, no están diferenciando a las entidades hijas.

Tipos de Especializaciones

Existen 4 tipos de especializaciones separadas en dos categorías:

- Especialización Total
- Especialización Parcial

- Especialización Disjunta
- Especialización Solapada

Dentro de cada categoría, ambas especializaciones son excluyentes entre sí, lo cual no sucede entre categorías. Lo anterior significa que una especialización puede ser Total o Parcial pero no las dos al mismo tiempo. Y que una especialización puede ser Disjunta o Solapada pero tampoco las dos al mismo tiempo. Lo que sí puede suceder es que haya una especialización Total y Disjunta a la vez; o Total y Solapada; o Parcial y Disjunta; o Parcial y Solapada.

Es de anotar que, al modelar una especialización, saber a qué tipo se refiere, le da semántica al modelo para poder comprenderlo mucho mejor.

A continuación se detallará en el significado de estos 4 tipos de especializaciones.

Especialización Total

Este tipo de especialización se define como *aquella en donde **toda** instancia de la entidad padre se encuentra representada por alguna(s) de las entidades hijas.*

Ejemplo.

En la siguiente Tabla se muestra un ejemplo de una especialización Total.

Entidad Padre	Entidades Hijas
Medio de Transporte	Aéreo
	Marítimo
	Terrestre

Tabla No. 8 Ejemplo de Especialización Total

Todas las instancias de la entidad Medio de Transporte pertenecen al menos a alguna de las entidades hijas. O acaso usted conoce un Medio de Transporte que no sea ni aéreo, ni marítimo ni terrestre?

Especialización Parcial

Por el contrario, la especialización parcial se define como *aquella donde existen instancias de la entidad padre que no están reflejadas en **ninguna** de las entidades hijas.*

La tabla No. 9 muestra un ejemplo de este tipo de especialización.

Entidad Padre	Entidades Hija
Automóvil	Servicio Particular
	Servicio Público

Tabla No. 9 Ejemplo de Especialización Parcial

La anterior es una especialización parcial debido a que existen instancias de la entidad Automóvil que no son de Servicio Particular ni de Servicio Público. Por ejemplo, dentro de la entidad Automóvil pueden haber carros oficiales del estado, carros de policía, camiones del ejército, etc.

Especialización Disjunta

Una especialización es disjunta *si las instancias de la entidad padre **no** pueden estar representadas **por más** de una entidad hija.*

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de este tipo de especialización.

Entidad Padre	Entidades Hijas
Médico	General
	Especialista

Tabla No. 10 Ejemplo de Especialización Disjunta

Un médico es general o especialista. Supuestamente el médico que se especializa, deja de ser médico general. Por lo tanto, un médico no puede ser las 2 cosas al mismo tiempo. Cada instancia de la entidad Medico está representada en, a lo sumo, una entidad hija.

De hecho, la anterior especialización es disjunta y total a la vez. Explique el por qué.

Especialización Solapada

La especialización solapada se define como *aquella donde las instancias de la entidad padre pueden estar representadas por más de una entidad hija.*

Miremos el siguiente ejemplo:

Entidad Padre	Entidades Hijas
Profesor	Tiempo Completo
	Investigador
	Representante Docente

Tabla No. 11 Ejemplo de Especialización Solapada

Un profesor, al mismo tiempo, puede ser de tiempo completo, ser investigador dentro de la universidad y ser representante docente ante el consejo académico. Es decir, una instancia de la entidad Profesor, puede pertenecer al mismo tiempo a las 3 entidades hijas. Cabe anotar que en este caso se da el hecho de que esté representada por *todas* las entidades hijas, pero basta con que esté representada por más de una hija para considerar la especialización como solapada.

DIAGRAMA ENTIDAD RELACION

En este apartado se mostrará en detalle la manera de desarrollar un Diagrama Entidad / Relación que es un dibujo que esquematiza el Modelo Entidad / Relación.

El diagrama Entidad / Relación es la forma de representar un Modelo Entidad / Relación.

No perdamos de vista que el un modelo es una representación gráfica de una situación del mundo real. A través del Diagrama Entidad / Relación elaboramos esa representación gráfica.

La representación que se muestra a continuación es una de las muchas representaciones que se utilizan en el medio. Todas las representaciones son igualmente válidas; lo único que las diferencian son su simbología.

En la Tabla No. 7 se enuncian los símbolos utilizados para dibujar cada uno de los elementos de un modelo Entidad / Relación.

Elemento	Símbolo Utilizado
Entidad	Rectángulo
Entidad Débil	Doble Rectángulo
Atributos Simples, Compuestos, Univalorados y Nulos	Elipse Continua
Atributos Derivados	Elipse Punteada
Atributos Multivalorados	Doble Elipse
Atributo Clave	Elipse Continua con el Nombre del Atributo Subrayado.
Relaciones	Rombo en la mitad de las entidades involucradas, junto con líneas que unen dichas entidades con los rombos.
Cardinalidad de las Relaciones	Flechas / No flechas en las líneas que unen las entidades involucradas en un relación.
Participación Total de una Entidad en una Relación	Línea doble para unir la entidad con el rombo correspondiente a la relación
Participación Parcial de una Entidad en una Relación	Línea simple para unir la entidad con el rombo correspondiente a la relación.
Especialización	Un triángulo con la palabra ES dentro de si, que une la entidad padre con sus entidades hijas.

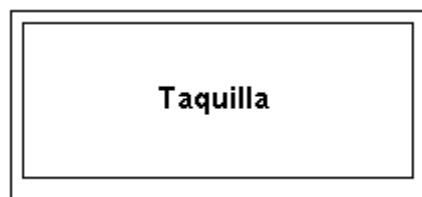
Tabla No. 7 Símbolos Usados en un Diagrama Entidad / Relación

A continuación se esquematiza de una manera gráfica cada uno de los símbolos utilizados en el Diagrama Entidad / Relación.

Entidad



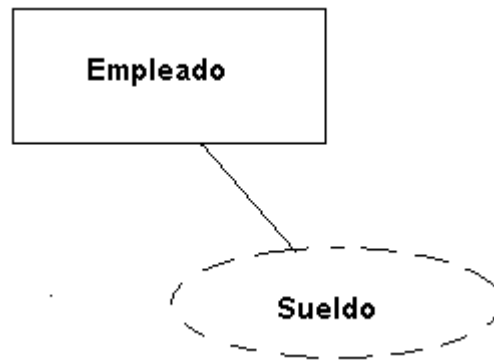
Entidad Débil



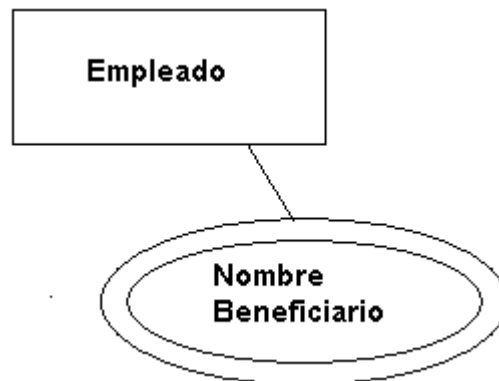
Atributos Simples, Compuestos, Univalorados, Nulos



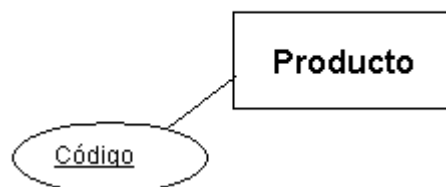
Atributos Derivados



Atributos Multivalorados



Atributo Clave



Relaciones



Relaciones Uno a Uno



La regla general para saber dibujar la cardinalidad de las relaciones consiste en dibujar una flecha dirigida a la entidad correspondiente al lado de “uno” de la relación. En el ejemplo anterior, *un* paciente tiene *una* sola historia clínica y, a su vez, *una* historia clínica corresponde a *un* solo paciente. En este caso, ambas entidades son del lado de “uno” de la relación y por lo tanto se colocan flechas apuntando a ambas entidades.

La cardinalidad de una relación se dibuja dirigiendo una flecha hacia la entidad del lado de “uno” de la relación.

Relación Uno a Varios



Un departamento posee *varios* municipios y *un* municipio está localizado en *un* solo departamento. La entidad del lado de “uno” de la relación es Departamento y por eso la flecha se dirige hacia ella.

Relación Varios a Varios



En una relación varios a varios no hay entidades del lado de “uno” de la relación, por lo tanto, no se dibujan flechas.

Participación Total de una Entidad en una Relación



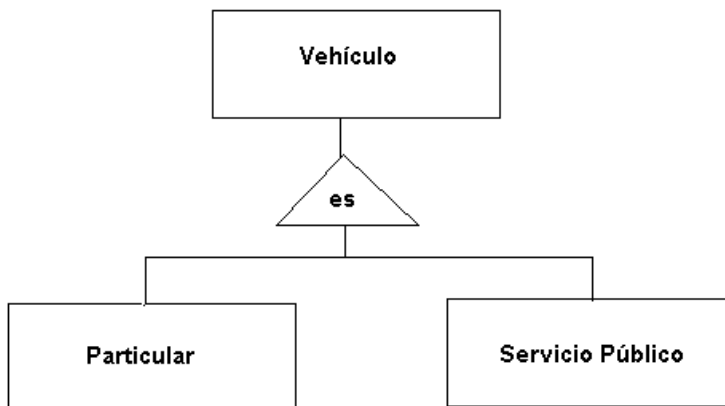
Todo alcalde está dirigiendo una ciudad y toda ciudad está siendo gobernada por un alcalde. En este caso, es una relación uno a uno porque se está analizando en un momento dado del tiempo. Tanto la entidad Alcalde como la entidad Ciudad participan en forma total en la relación Dirige y por lo tanto se dibuja doble línea como conector entre la entidad y la relación.

Participación Parcial de una Entidad en una Relación



Existen ciudadanos que no poseen pasaporte. Por esa razón, la participación de la entidad Ciudadano en la relación Tiene es parcial y se esquematiza con una sola línea. En cambio, la participación de la entidad Pasaporte en la relación Tiene es total (Por qué?) y se dibuja con doble línea.

Especialización



Antes de ilustrar el diagrama entidad / relación a través de unos cuantos ejemplos, es importante explicar que para empezar a desarrollar un diagrama de este tipo existen tres posibles puntos de partida:

- Tener a la mano, en forma de documento, los requerimientos detallados del usuario. Esto se puede lograr, bien sea, pidiéndole al usuario que redacte en una

hoja sus requerimientos (situación que casi nunca se da) o redactando uno mismo como analista / diseñador una hoja de requerimientos de acuerdo a las entrevistas que se tuvieron con el usuario.

- Que el usuario le entregue al diseñador un ejemplo de un formato preimpreso que se desea sistematizar. Por ejemplo, una factura, una orden de compra, un listado con información importante.
- Que el diseñador sea contratado por una empresa para sistematizar un área del negocio y, a partir de ahí, hacer el levantamiento de requerimientos.

Ejemplo

El siguiente es el ejemplo de una orden de compra que se desea sistematizar a través de una base de datos:

Empresa de Energía “Corriente Alterna S.A.” Carrera 76 No. 54 – 70 Barrio Las Estrellas Teléfono 5 14 76 23 Medellín		
ORDEN DE COMPRA		
Número: 303	Fecha: 05/12/2005	Nit Proveedor: 800.630.520-1
Código	Descripción	Precio Unitario
105060	Lápiz Mirado No. 2	\$ 1200
503069	Block Rayado Tamaño Oficio	\$ 3800
603040	Compás Laminado en Cobre	\$ 5900
SUBTOTAL:		\$10,900
IVA (16 %):		\$ 1,744
TOTAL:		\$12,644
Proveedor: Papelería Mundial S.A. Calle 52 No. 10 – 65 Tel: 4 16 54 33 Buenos Aires Argentina		

Es de anotar que en la anterior orden de compra, se está asumiendo que se va a pedir una unidad de cada producto impreso en ella; por eso es que no existe una columna de cantidad pedida. Más adelante se desarrollará este caso.

A partir de esta orden de compra, desarrollar el diagrama entidad / relación correspondiente a la información que se maneja en ella.

Solución:

Primero que todo identifiquemos las entidades que hay involucradas en el problema:

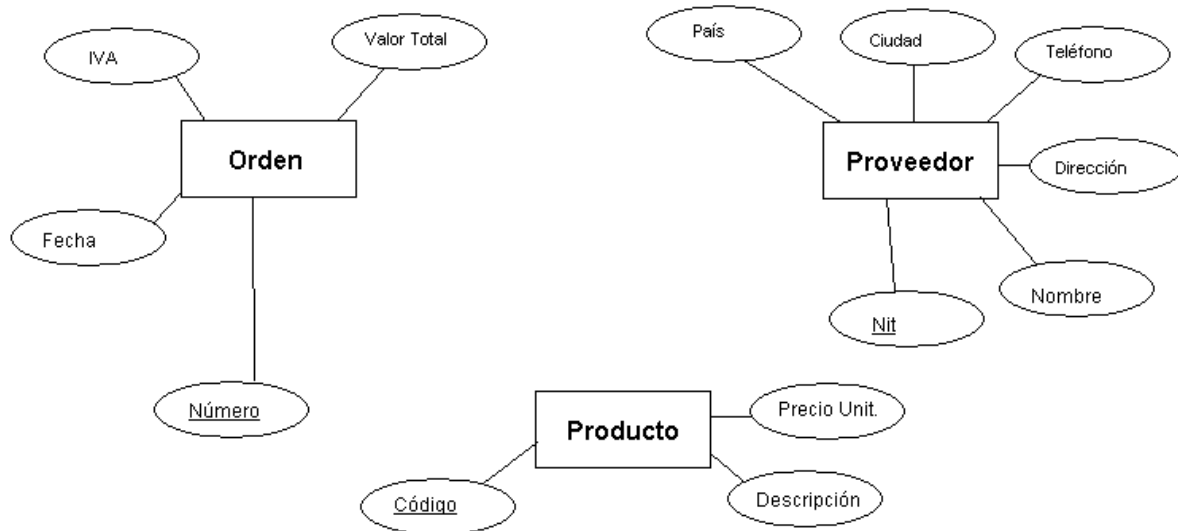
- Orden de Compra
- Producto
- Proveedor

De cada entidad, identifiquemos los atributos que se manejan en la orden de compra:

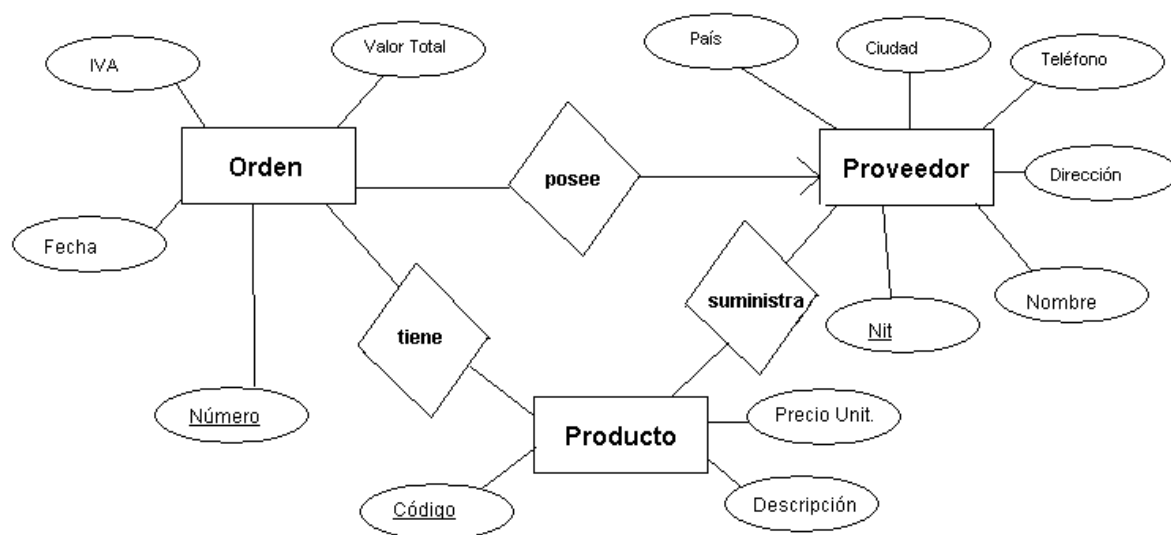
- Orden de Compra
 - Número
 - Fecha
 - IVA
 - Valor Total
- Producto
 - Código
 - Descripción
 - Precio Unitario
- Proveedor
 - Nit
 - Nombre
 - Dirección
 - Teléfono
 - Ciudad
 - País

Al repasar la orden de compra impresa, nos damos cuenta que no nos está haciendo falta inventariar ningún dato, excepto por el encabezado de la misma. Pero, por qué no se tuvo en cuenta dentro del anterior inventario de entidades y atributos a la empresa de energía Corriente Alterna S.A.? Pues sencillamente porque el dueño del modelo que se va a construir es precisamente Corriente Alterna S.A. Además, si modeláramos la entidad “Corriente Alterna S.A.”, cuantas instancias tendría esta entidad? Una. Y hay que recordar que toda entidad debe poseer mínimo 2 instancias.

Por lo tanto, el diagrama que vamos a dibujar consta de 3 entidades. El siguiente paso consiste en determinar cuales van a ser las relaciones relevantes entre las entidades. Debemos tener en cuenta que es a través de las relaciones que se obtiene la información valiosa de un modelo.



Para este caso, la forma más simplista de relacionar las entidades del modelo a través de 3 relaciones que permita relacionar todo con todo, es decir, una orden tiene asignado un proveedor, una orden tiene productos y los productos son suministrados por proveedores. De tal forma, que el modelo quedaría de la siguiente manera:



En un diagrama Entidad / Relación, en lo posible, no deben existir relaciones cerradas (circulares).

Lo anterior significa que si en un diagrama entidad / relación existe un conjunto de relaciones que dan como resultado un ciclo, y esta condición cíclica se puede evitar, lo que se va a generar es redundancia en la base de datos. Habrán ocasiones en las cuales la condición cíclica de las relaciones no se podrán evitar y en este caso el diagrama se debe dejar así. En estos últimos casos, no se generará redundancia en la base de datos futura.

Como podemos ver en el ejemplo, existe una condición cíclica en las relaciones que, si es posible, debemos evitar. Pero, cual es el procedimiento a seguir para determinar si una condición cíclica en una conjunto de relaciones se puede evitar? Vamos a explicar el procedimiento en el ejemplo que venimos desarrollando.

Para “quebrar” la circularidad existente en el diagrama referente a la orden de compra, existen 3 posibilidades:

- Eliminar la relación “posee”.
- Eliminar la relación “tiene”.
- Eliminar la relación “suministra”.

Con cualquiera de las 3 cosas que se haga, se eliminará la circularidad. Pero como saber cual es la relación que se puede eliminar?

El concepto sugiere que debemos eliminar una relación que, al no existir en el modelo, nos siga permitiendo obtener la misma información que si existiera. Este punto es muy importante para tomar la decisión correcta. Por lo tanto, debemos empezar a hacer un análisis de qué información obtenemos con y sin cada una de las 3 relaciones existentes.

Para empezar, consideremos la posibilidad de eliminar la relación “posee”. Qué información obtenemos directamente a través de esta relación? Con esta relación podemos responder a la consulta “Dada una orden de compra, cual es su proveedor?”. Debemos analizar si eliminando esta relación, podremos seguir contando con esta información a través de las dos relaciones restantes. Miremos si, a través de las relaciones “tiene” y “suministra”, logramos obtener la respuesta a la anterior consulta. Para hacer este análisis debemos tener muy en cuenta las cardinalidades de las relaciones. Con respecto a esto tenemos lo siguiente:

Una orden tiene muchos productos y un producto es suministrado por muchos proveedores. De esta manera estoy llegando, indirectamente, desde la entidad ORDEN a la entidad PROVEEDOR. Para hacer un análisis más concreto del asunto, manejemos los siguientes datos de ejemplo:

ORDEN	PRODUCTO	PROVEEDOR
520	635290	801.500.220-1
		400.500.121-1
	698520	801.500.220-1
		400.500.121-1
		415.801.780-1
	630520	400.500.121-1
		801.500.220-1
630	580400	150.420.250-1
		360.520.400-1

En la anterior tabla, vemos un análisis de los datos obtenidos, teniendo muy en cuenta las cardinalidades de las relaciones. Podemos ver claramente como *una* orden de

compra tiene *varios* productos y como *un* producto es suministrado por *varios* proveedores. Con esta información obtenida, podemos deducir cual es el proveedor que suministra la orden de compra No. 630? Y cual proveedor suministra la orden de compra No. 520? La respuesta es No!

Lo único que podemos asegurar es que el proveedor de la orden No. 630 es aquel cuyo nit es el 150.420.250-1 o el que tiene nit 360.520.400-1, pero no se puede asegurar cual de los 2 es. Lo mismo sucede con la orden No. 520. No hay certeza de cual es el proveedor que la suministra.

Por lo tanto, si se elimina la relación “posee”, se estará perdiendo la información que se obtiene si ésta existiera. Así que **NO SE PUEDE ELIMINAR LA RELACION “posee”**.

A continuación, se hace un análisis similar con la relación “tiene”. La información obtenida directamente con esta relación es “Qué productos están siendo pedidos en una orden de compra en particular?”. Vamos a analizar la posible eliminación de esta relación de forma similar al análisis hecho anteriormente.

ORDEN	PROVEEDOR	PRODUCTO
520	800.500.320-1	635240
		635250
		635260
		635270
360	400.155.155-1	621550
		621560
		621570

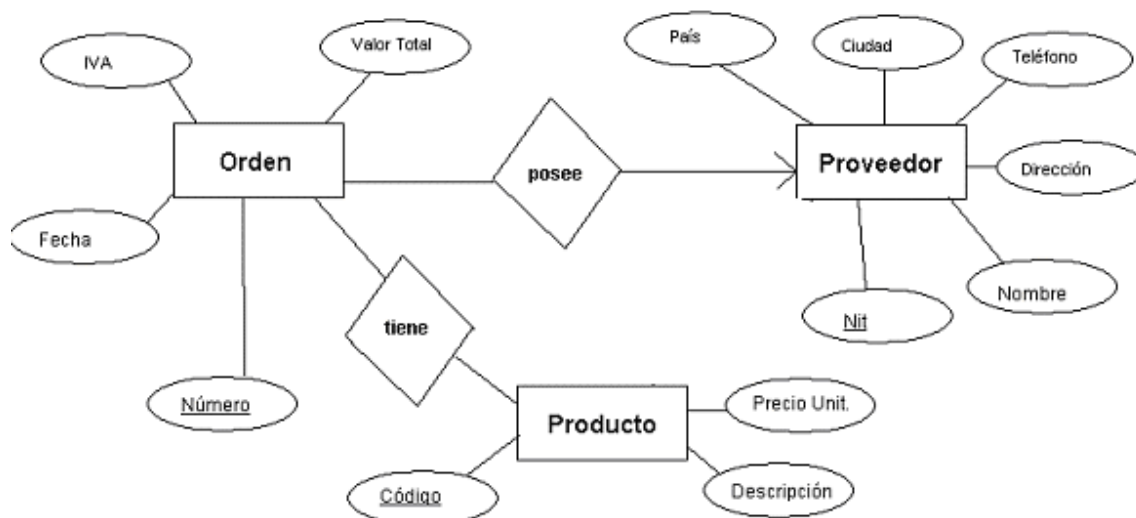
Con la anterior información, podremos saber una orden qué productos contiene? Se puede asegurar que los productos que contiene la orden No. 520 son los productos cuyo código son 635240, 635250, 635260 y 635270? No lo podemos asegurar! Solo sabemos que esos son los productos que suministra el proveedor cuyo nit es 800.500.320-1. Por lo tanto, **NO SE PUEDE ELIMINAR LA RELACION “tiene”**.

Nos queda una relación por analizar y es la relación “suministra”. En caso de que esta relación no se pudiera eliminar, entonces se puede concluir que el modelo quedaría con la circularidad en las relaciones y que no se generaría redundancia en la base de datos futura.

Hagamos el análisis en forma similar a como lo hemos hecho hasta ahora. La pregunta que resuelve esta relación es “Un producto dado, qué proveedor lo suministra?” Miremos los datos con los cuales hacemos el análisis.

ORDEN	PROVEEDOR	PRODUCTO
520	800.500.320-1	524120
		365241
		854120
300	900.150.333-1	415260
		805030

Con estos datos es claro que tenemos certeza de que el proveedor de la orden No. 520 es aquel cuyo nit es 800.500.320-1 y que los artículos de esa orden son el 524120, 365241 y 854120. Y con esta información podemos concluir que los productos 524120, 365241 y 854120 son suministrados por el proveedor 800.500.320-1 en esa orden. Por lo tanto, LA RELACION “suministra” DEBE SER ELIMINADA y no se pierde la información obtenida si estuviera en el modelo. Por lo tanto, el diagrama Entidad / Relación definitivo queda de la siguiente forma:



Es claro que con este esquema no podremos saber cuales son todos los productos que suministra un proveedor dado, pero también es claro que esa no es la intención de sistematizar una orden de compra. Por lo tanto, no hay información de interés que se esté perdiendo. Lo único relevante que se debe saber es qué proveedor suministra una orden y cuales son los productos que se están pidiendo.

Empresa de Energía “Corriente Alterna S.A.” Carrera 76 No. 54 – 70 Barrio Las Estrellas Teléfono 5 14 76 23 Medellín ORDEN DE COMPRA				
Número: 303	Fecha: 05/12/2005		Nit Proveedor: 800.630.520 - 1	
Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Valor Total
105060	Lapiz Mirado No. 2	3	\$1,200	\$3,600
503069	Block Rayado Tamaño Oficio	2	\$3,800	\$7,600
603040	Compás Laminado en Cobre	4	\$5,900	\$23,600
		SUBTOTAL:		\$34,800
		IVA (16 %):		\$ 5,568

		TOTAL:		\$40,368
Proveedor: Papelería Mundial S.A. Calle 52 No. 10 – 65 Tel: 4 16 54 33 Buenos Aires Argentina				

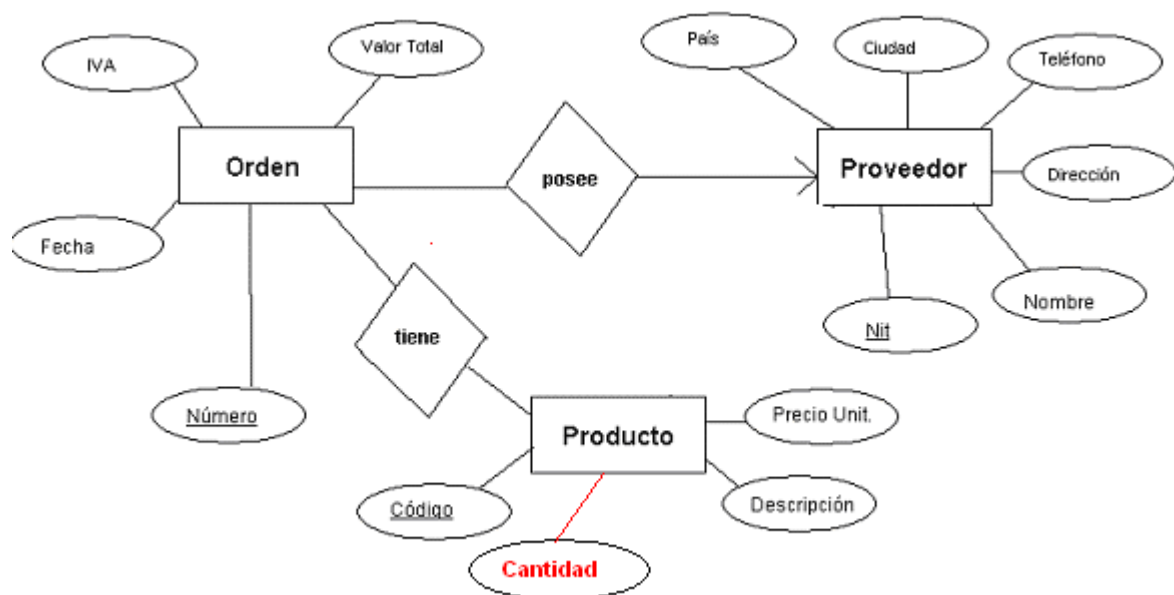
Para introducir un nuevo concepto, y también con el fin de mostrar un ejemplo mucho más práctico y real, vamos a considerar la misma orden de compra de la Empresa de Energía “Corriente Alterna S.A.”, pero incluyéndole dos datos más de interés en el detalle de la misma. Vamos a incluir la cantidad de unidades a pedir de cada artículo y el valor total de cada artículo pedido, es decir, el resultado de la cantidad pedida multiplicado por el precio unitario.

El desarrollo del ejercicio es igual al anterior, a excepción de estos 2 nuevos datos. La pregunta que surge entonces es “donde van modelados los 2 nuevos datos en el diagrama”?

Consideremos inicialmente el dato “Cantidad”. Al analizar donde se podría modelar este dato, tenemos 2 posibilidades:

- Que “Cantidad” sea atributo de la Entidad “Producto”
- Que “Cantidad” sea atributo de la Entidad “Orden”

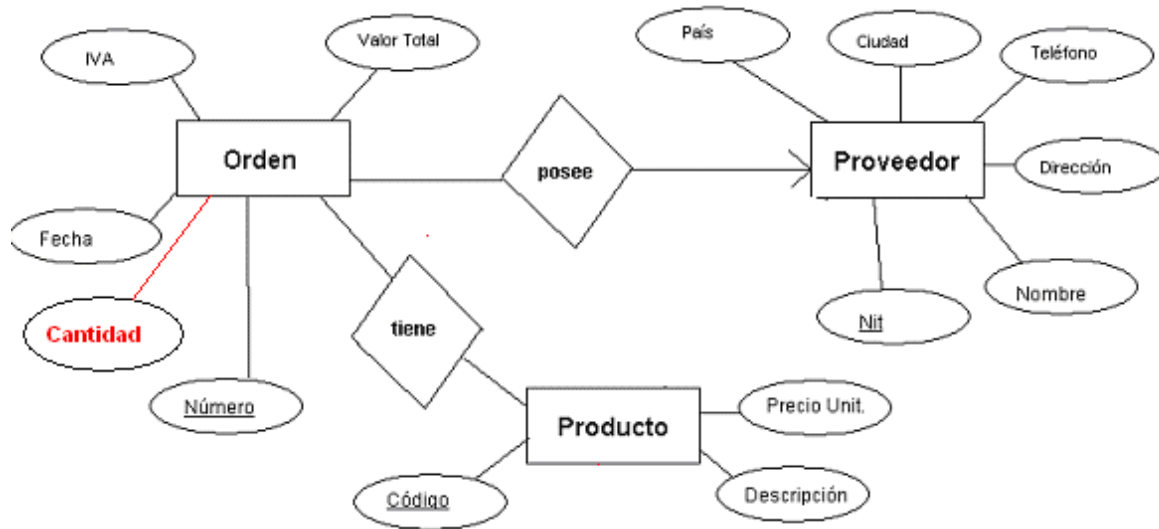
Consideremos el primer caso, cuyo diagrama está a continuación:



Colocando el dato “Cantidad” como atributo de la Entidad “Producto”, tendremos directamente la información de cuanta cantidad se pidió de un producto. Por ejemplo, con este modelo es factible directamente saber que se pidieron 3 unidades de Lápices Mirado No. 2. Pero entonces la pregunta que surge es “en cual orden de compra se pidieron 3 Lápices Mirado No. 2?” Esta pregunta surge debido a que Lápices Mirado No. 2 se pudieron haber pedido en múltiples órdenes de compra, tal y como lo constata

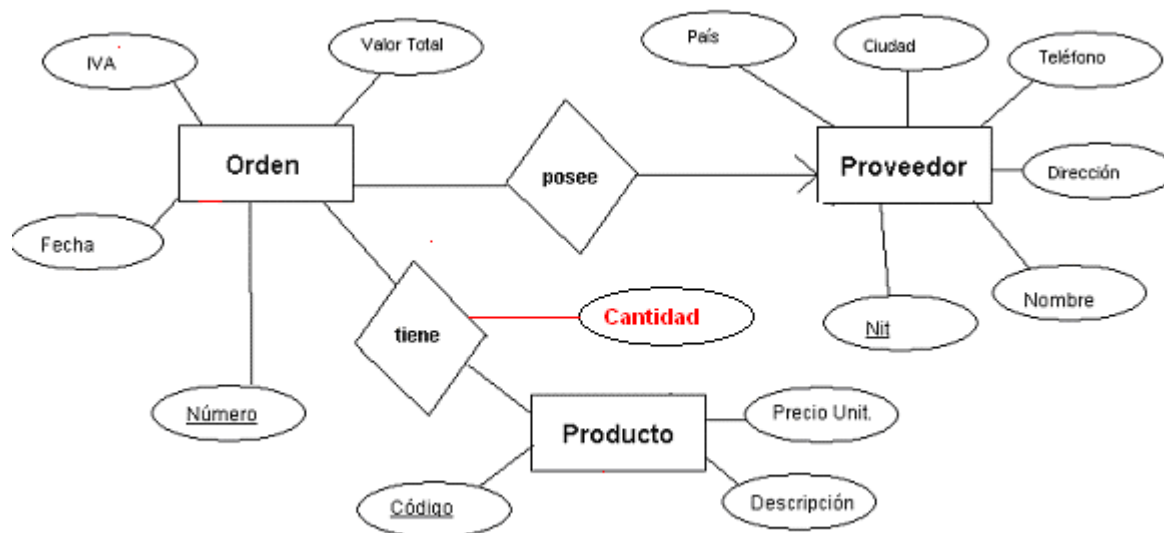
la cardinalidad de la relación entre “Orden” y “Producto”. La respuesta a esa pregunta queda sin resolver.

Contemplemos la segunda posibilidad, cuyo diagrama se muestra a continuación:



Colocando el dato “Cantidad” como atributo de la Entidad “Orden”, tendremos directamente la información de cuanta cantidad se pidió en una orden dada. Por ejemplo, con este modelo es factible directamente saber que se pidieron 3 unidades en la orden No.303. Pero entonces la pregunta que surge es “En la orden 303 se pidieron 3 unidades de cuál artículo?” Esta pregunta surge debido a que en una orden de compra se pudieron haber pedido varios productos, tal y como lo constata la cardinalidad de la relación entre “Orden” y “Producto”. La respuesta a esa pregunta queda sin resolver.

Por lo tanto, surge la necesidad de colocar el atributo “Cantidad” en un sitio donde quede plasmada **cuánta cantidad se pide de un producto dado, en una orden dada**. Es decir, un sitio donde “Cantidad” quede dependiendo de las dos entidades. La solución es la que se muestra en el siguiente diagrama:



Como se puede observar, se está colocando “Cantidad” como atributo de la relación “Tiene” (relación entre Orden y Producto). Esto es permitido dentro del modelo entidad relación y es lo que se conoce como una **agregación**.

Una agregación, dentro de un diagrama entidad relación, es una relación que tiene atributos.

Las agregaciones se utilizan cuando existen atributos que deben depender, a la vez, de dos entidades relacionadas.