

## **MER v/s MER+: UNA APLICACION ACADEMICO-DOCENTE**

*Guillermo Bustos R. y Rubén Valenzuela T.  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad Católica de Valparaíso  
Casilla 4059, Valparaíso (Chile)*

### **1. Introducción**

El Modelo de Entidades y Relacionamientos (MER) fue propuesto aproximadamente hace 15 años como una herramienta que facilitaba la incorporación de mayor información semántica del mundo real en el diseño de bases de datos [1].

Entre las revisiones conceptuales a este modelo original, se tiene el Modelo Extendido de Entidades y Relacionamientos (MER+) [3] que incorpora algunos elementos adicionales.

Con el propósito de ilustrar ambos modelos, se propone un caso académico-docente que considera alumnos, profesores, cursos, planes, prácticas, memorias y las distintas relaciones entre ellos.

Lo anterior permite deducir algunas ventajas comparativas del modelo extendido frente al modelo original.

### **2. Modelo de Entidades y Relacionamientos (MER)**

El Modelo de Entidades y Relacionamientos [1] propone una visión más natural de la realidad que los modelos tradicionales, tales como el modelo relacional, de red y jerárquico [2]. Desde el punto de vista del MER, el mundo real consiste en entidades y relacionamientos entre estas entidades.

Una entidad es un objeto que puede identificarse distintivamente. Las entidades configuran conjuntos de entidades y cada elemento específico se denomina ocurrencia.

La asociación de dos o más entidades no necesariamente distintas, recibe el nombre de relacionamiento. Los relacionamientos también conforman conjuntos de

relacionamientos.

La proyección de una entidad en el relacionamiento está determinada por el concepto de cardinalidad. Esta designa el máximo número posible de ocurrencias de aquélla en un relacionamiento.

Cada entidad y relacionamiento se describe por medio de atributos o propiedades. Si los valores de un conjunto de atributos de una entidad al ser proyectados sobre un conjunto de ocurrencias de la misma están en una relación 1:1, dicho conjunto de atributos recibe el nombre de clave primaria. En el caso de que más de un conjunto satisfaga la definición anterior, se escoge generalmente aquél de mayor contenido semántico como clave primaria.

En el caso de que un relacionamiento se deba utilizar para identificar una de las entidades vinculadas, ésta se clasifica como entidad débil; en el caso contrario recibe el nombre de entidad regular. En forma análoga esto es válido para los relacionamientos.

La figura 1 ilustra la representación gráfica del MER [1]. En los diagramas, los conjuntos de entidades son representados por rectángulos, los conjuntos de relacionamientos por rombos, unidos por líneas que conectan los rectángulos con los rombos. Los números indican la cardinalidad de las entidades correspondientes.

Además, se incorpora un Lenguaje de Descripción de Datos (LDD) [1] con el cual se especifica el esquema con las entidades y los relacionamientos mostrados en el diagrama. En términos generales un esquema incluye una declaración de los conjuntos de valores -indicándose el nombre del conjunto de valores, la representación y los valores permitidos; una declaración de entidades -indicando los atributos y su conjunto de valores, y la clave primaria-; y una declaración de los relacionamientos -que incluye el rol, la clave primaria del relacionamiento o entidad, el

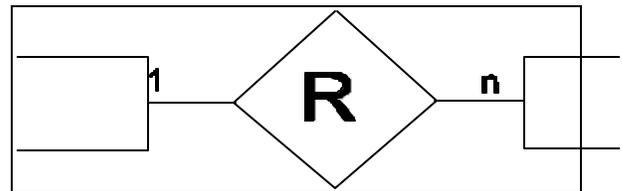


Figura 1: Diagrama MER.

número máximo de entidades, y la existencia de dependencia, si corresponde-.

### **3. Modelo Extendido de Entidades y Relacionamientos (MER+)**

Las principales extensiones con respecto al modelo básico que presenta el MER+ [3,4] dicen relación con la cardinalidad, los tipos de datos de los atributos, los mecanismos de abstracción de datos, las restricciones de integridad sobre los relacionamientos, y el LDD. El concepto de clave primaria del MER, se mantiene en el MER+ y se denomina identificador primario. Del mismo modo, los diagramas del MER+ son básicamente los mismos que los del MER.

#### **3.1. Cardinalidad**

Se define la cardinalidad mínima y la cardinalidad máxima de una entidad en el contexto de un relacionamiento, al número mínimo y máximo de ocurrencias de una entidad que pueden ser relacionadas a una ocurrencia de otra entidad por medio de un relacionamiento dado.

#### **3.2. Tipos de Datos de los Atributos**

En el MER+ los atributos se definen a partir de un conjunto de tipo de datos que determinan el dominio o conjunto de valores que el atributo puede asumir.

La introducción del concepto del tipo de datos en el MER+ tiene por objetivo permitir la representación precisa y coherente de las restricciones de integridad sobre los atributos. Los tipos de datos definidos para el MER+ son: básicos o predefinidos -entero, decimal, caracter, texto, fecha y lógico-, enumerados -definidos en función de un conjunto de valores, los cuales pasan a ser el dominio del tipo-, interpretados -redefinición de un tipo básico- y estructurados -tipo compuesto similar a las construcciones "RECORD" de Pascal [5]-.

#### **3.3. Abstracción de Datos**

Los tipos de abstracción particularmente relevantes para el proceso de modelamiento de datos son la agregación y la generalización.

En el MER+ se permite considerar un relacionamiento y las entidades asociadas como una única entidad (un agregado) y relacionar este agregado con otra(s) entidad(es).

En el contexto del MER+, se utilizará el término generalización para representar un proceso de abstracción que permite concebir varios tipos de entidad representados por una única entidad que mantiene las propiedades comunes y suprime las diferencias entre ellas.

El proceso que tiene el efecto opuesto al de la generalización es decir, que crea una nueva entidad agregando detalles a la descripción ya existente se llama especialización. Si la entidad  $E_i$  es un subconjunto de la entidad  $E$ , entonces  $E_i$  se dice una entidad especializada en relación a  $E$ . A la entidad  $E_i$  se le pueden agregar nuevas propiedades que no se aplican a  $E$ .

### **3.4. Restricciones de Integridad sobre los Relacionamientos**

Se considerarán cuatro tipos de restricción de integridad sobre los relacionamientos que permiten reflejar en forma precisa y coherente los efectos que las operaciones de inserción y remoción de las entidades asociadas: dependencia de existencia, imposición de existencia, dependencia de identificación y persistencia.

Considérese dos entidades  $E$  y  $D$  donde existe una dependencia de  $D$  en relación a  $E$  expresada por medio del relacionamiento  $R$ . Al insertar una ocurrencia  $d_i$  en  $D$ ,  $d_i$  debe ser relacionada con  $n$  ocurrencias de  $E$  ( $n \geq 1$ ). Si las ocurrencias  $e_1, e_2, \dots, e_n$  no son identificadas, se tiene dos opciones mutuamente excluyentes:

- a) Se rechaza la inserción de la ocurrencia  $d_i$ .
- b) Se inserta la ocurrencia  $d_i$  en  $D$ , seguida de la inserción de las ocurrencias  $e_1, e_2, \dots, e_n$  en  $E$  y de la inserción de  $\langle d_i, e_1 \rangle, \langle d_i, e_2 \rangle, \dots, \langle d_i, e_n \rangle$ , en el relacionamiento  $R$ .

En el MER+ se adopta la opción a) como consecuencia de la restricción de dependencia de existencia y se introduce una nueva restricción para lidiar con la opción b), la cual se llamará imposición de existencia.

Cuando una entidad no puede ser identificada exclusivamente por medio de sus atributos, su identificación puede ser hecha por medio de otra(s) entidad(es) a ella relacionada(s), a esto se le denomina una dependencia de identificación. Corresponde a un caso particular de la dependencia de existencia, puesto que la cardinalidad mínima y máxima de una entidad dependiente es siempre igual a uno.

Otra restricción sobre relacionamientos que debe considerarse en el MER+ es la persistencia. Un relacionamiento se dice persistente cuando, después de creado, no puede ser removido indirectamente por medio de la remoción de una ocurrencia de alguna de las entidades asociadas. Por ejemplo, sea R un relacionamiento entre  $E_1$  y  $E_2$  y  $r_1 = \langle e_1, e_2 \rangle$  una ocurrencia de R. En un relacionamiento parcial no persistente, la remoción de la ocurrencia  $e_1$  de la entidad  $E_2$  se propaga naturalmente para R. En un relacionamiento persistente esta propagación es bloqueada. Para la remoción de  $e_1$ , es necesario, primero remover explícitamente la ocurrencia  $r_1$  de R.

### **3.5. Lenguaje de definición de Datos (LDD) y el Esquema MER+**

Un esquema MER+ [3] es una especificación formal de las entidades y relacionamientos identificados en la fase de análisis, y de las restricciones de integridad que deberán ser preservadas.

La definición de un esquema a través del LDD es dividida en tres bloques: el primero permite al usuario definir nuevos tipos de datos a partir de los tipos básicos (este bloque es opcional); el segundo se destina a la definición de las entidades de la aplicación; y el tercero es reservado para los relacionamientos.

## **4. Caso Práctico**

Con el propósito de ilustrar la aplicación de ambos modelos, se describe globalmente a continuación, el problema académico-docente estudiado para este trabajo.

Las principales entidades involucradas son: alumnos, cursos, profesores, memorias, prácticas, planes de

estudio, periodos académicos y asignaturas. En este contexto, los alumnos pertenecen a un plan, asisten a cursos, dictan ayudantías, y realizan prácticas, además los egresados desarrollan memorias; los profesores, a su vez, dictan los cursos y guían las memorias; y finalmente, las asignaturas al constituir un plan, se ordenan como prerequisites y se dictan como cursos en los diversos periodos académicos.

La figura 2 grafica la aplicación del MER al problema dado. La entidad PRACTICA es una entidad débil. La figura 3 ilustra la aplicación del LDD/MER.

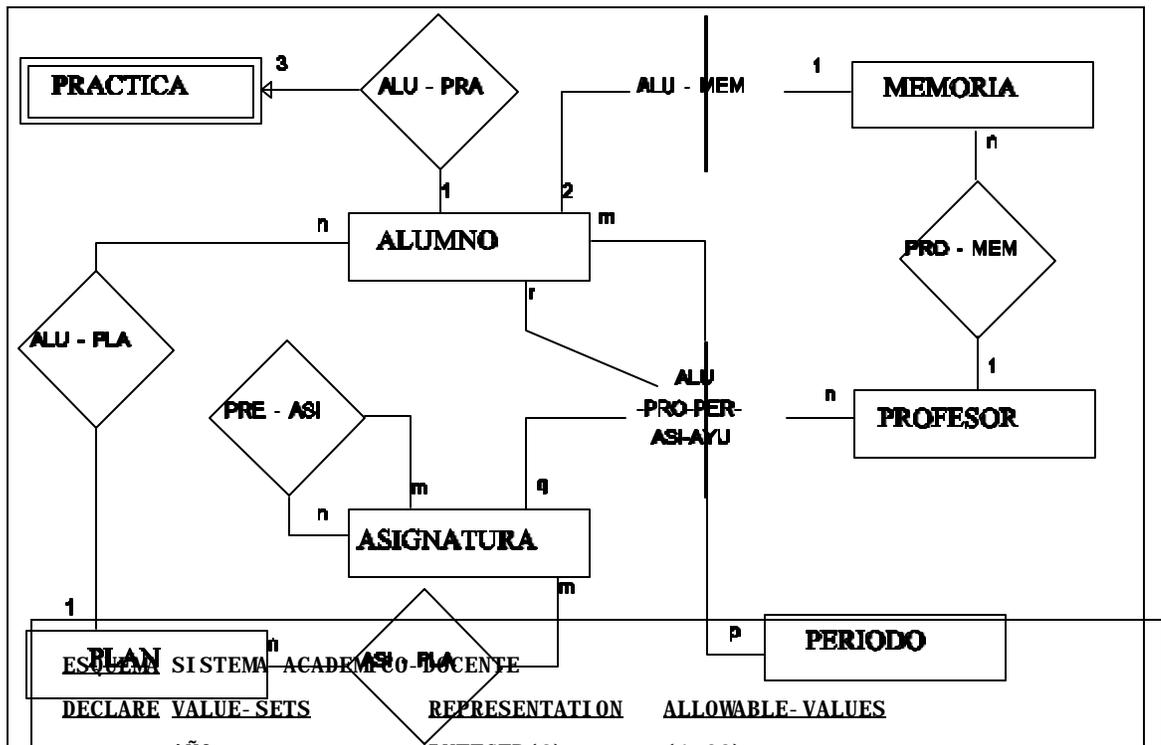


Figura 2. Diagrama MER para el sistema académico-docente.

DECLARE VALUE-SETS	REPRESENTATION	ALLOWABLE-VALUES
AÑO	INTEGER(2)	(1..99)
CLAVE	CHARACTER(6)	ALFANUMERIC
CORRELATIVO	INTEGER(4)	(1..9999)
CREDITOS	INTEGER(3)	(1..999)
DIGITO	CHARACTER(1)	('0'..'9') ('K')
FECHA	DATE	

```

DECLARE WEAK ENTITY RELATION PRACTICA
ATTRIBUTE/VALUE-SET:
NIVEL/NIVEL
INSTITUCION/NOMBRE
UNIDAD/NOMBRE
FECHA- INICIO/FECHA
FECHA- TERMINO/FECHA
PRIMARY-KEY
NIVEL
ALUMNO. PK THROUGH ALUMNO- PRACTICA
  
```

```

DECLARE REGULAR RELATIONSHIP RELATION ALUMNO PROFESOR ASIGNATURA PERIODO
ALUMNO
ROLE/ENTITY-RELATION. PK/MAX-NO-OF-ENTITIES
ALUMNO/ALUMNO. PK/m
PROFESOR/PROFESOR. PK/n 6
ASIGNATURA/ASIGNATURA. PK/q
PERIODO/PERIODO. PK/p
AYUDANTE/ALUMNO. PK/r
ATTRIBUTE/VALUE-SET
PARALELO/PARALELO
STATUS/VALORES- DE- STATUS
NOTA/NOTA
  
```

En la figura 4, que grafica la aplicación del MER+, la notación (min, max) corresponde a las cardinalidades mínima y máxima respectivamente. Además, como ilustración de las notaciones se tiene que el relacionamiento Desarrolla entre las entidades EGRESADO y MEMORIA es persistente (las marcas en el rombo lo indican), la entidad EGRESADO es una especialización de MEMORIA (de ahí la flecha), CURSO es una entidad agregada, PRACTICA es una entidad dependiente de la identificación de ALUMNO, y PLAN impone la existencia de ASIGNATURA a través de Contiene. La figura 5 muestra una porción del esquema LDD/MER+.

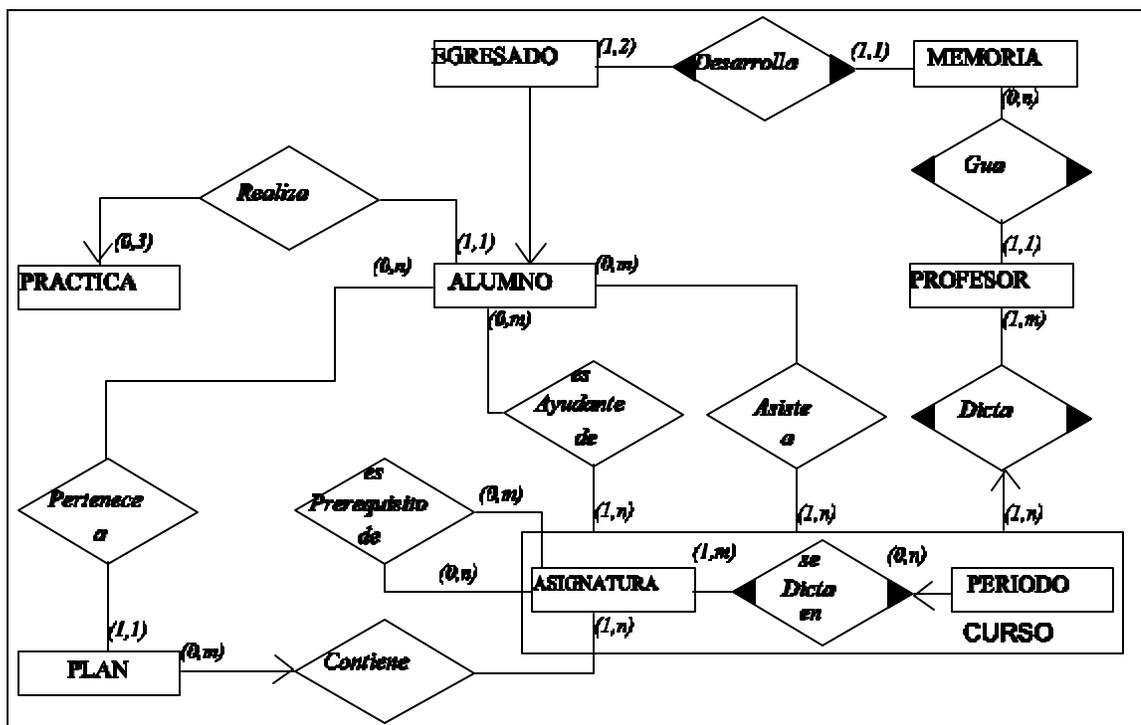


Figura 4: Diagrama MER+ del Sistema Académico-Docente.

```

esquema SISTEMA_ACADEMICO_DOCENTE

definición_tipos
    tipo AÑO: entero(1..99)
    tipo CLAVE: caracter(6)
    tipo CORRELATIVO: entero(1..9999)
    tipo CREDITOS: entero(1..999)
    tipo RUT: caracter(9)
fin definición_tipos

definición_entidades
    entidad PRACTICA
        atributos
            NIVEL: esencial
                tipo: NIVEL
            INSTITUCION: esencial
                tipo: NOMBRE
            UNIDAD
                tipo: NOMBRE
            FECHA_INICIO: esencial
                tipo: FECHA
            FECHA_TERMINO: esencial
                tipo: FECHA
        identificador primario
            NIVEL
    fin
    entidad CURSO: agregación_de ASIGNATURA, PERIODO vía SE_DICTA_EN
        identificador primario
            (CLAVE, AÑO, SEMESTRE, PARALELO)
    fin
fin definición_entidades

definición_relacionamientos
    relacionamiento DICTA
        entidades
            PROFESOR (1, m)
            CURSO (1, n)
        restricción
            DICTA es persistente
            DICTA impone existencia a PROFESOR
    fin
fin definición_relacionamientos

fin esquema

```

Figura 5: Esquema LDD/MER+ del Sistema Académico-Docente.

## 5. Conclusiones

Las aplicaciones anteriores permiten hacer algunas comparaciones entre ambos modelos. Estas comparaciones dicen relación con el contenido semántico reflejable por los modelos, al tratamiento de las entidades débiles, y a la relativa facilidad para la derivación de los esquemas

conceptuales en estructuras para una base de datos.

Se observa que el MER+ posee una mayor potencialidad para recoger la semántica del mundo real que el MER. Esto se expresa específicamente en:

- una mayor precisión en la definición de las entidades y de los relacionamientos al incorporar la cardinalidad mínima;
- un mayor significado en los relacionamientos al permitir incorporar entidades agregadas, lo que implica, en última instancia, tener sólo relacionamientos binarios que son más fáciles de comprender [4];
- una mayor claridad con respecto a la definición de los conjuntos de valores, puesto que incorpora tipos de datos enumerados y estructurados más acorde con los Sistemas de Administración de Bases de Datos (SABD) disponibles hoy en día; y
- una temprana definición de aspectos de manipulación de los datos, al incorporar las restricciones de integridad sobre los relacionamientos. Esto es útil ya sea para el SABD y/o para los procesos del sistema informático que hará uso de la base de datos.

El MER+ elimina el concepto de entidad débil del MER, ya que es posible que una entidad sea considerada débil con respecto a un determinado relacionamiento, y sin embargo esta propiedad puede ser totalmente transparente para otros relacionamientos en que esa misma entidad participa.

Si se considera que el proceso de diseño de una base de datos pasa por tres etapas bien definidas, a saber: diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico [3]. El MER+ -y por ende también el MER- se ajusta a las necesidades del diseño o modelamiento conceptual, y en esta perspectiva se ve facilitada la derivación de un esquema MER+ en estructuras de datos lógicas y físicas [2,4]. Las razones para esto son las siguientes:

- la incorporación de tipos de datos más sofisticados; y
- al considerar la posibilidad de generar entidades agregadas se evita los relacionamientos múltiples.

En el mismo contexto anterior, el mapeamiento del esquema MER+ en las estructuras lógico-físicas [4] también se ve dificultado con la introducción de las abstracciones de datos -agregación, generalización y especialización-, puesto que "distancian" aún más las estructuras de datos conceptuales de aquellas soportables por un SABD -generalmente del tipo relacional-.

Sin embargo, se debe mencionar que ambos modelos aún carecen de técnicas precisas y de amplia aceptación para derivar sus esquemas en estructuras procesables por SABD's [3].

De acuerdo a lo anterior, se puede deducir, aparentemente, que el MER+ es más ventajoso para los efectos del modelamiento conceptual que el MER. Sin embargo, el presente trabajo no es suficiente como para concluir definitivamente la superioridad del modelo extendido frente al original. Se requiere por tanto, una mayor investigación orientada en este sentido.

#### **Referencias Bibliográficas**

- [1] Chen, P. P., The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. ACM Trans. on Database Systems 1, 1, Mar 1976; pp. 9-36.
- [2] Date, C. J., An Introduction to Database Systems. Addison-Wesley Publishing Company, Mar 1981.
- [3] Fernandez, A. C. & Laender, A. H. F., MER+: Uma Extensão do Modelo de Entidades e Relacionamentos para Projeto Conceitual de Bancos de Dados. Revista Brasileira de Computação. V. 5 N. 1, jul/set 1989; pp. 5-14.
- [4] Flavin, M., Fundamental Concepts of Information Modeling. Yourdon Press, 1981.
- [5] Wirth, N., The Programming Language Pascal, Acta Informática, Vol. 1 N° 1, 1971, pp. 35-63.