

# Consideraciones acerca de la abstracción de agregación en la herramienta ERECASE

## Considerations about the aggregation abstraction in ERECASE tool

Carlos García G., MSc., Abel Rodríguez M., PhD., Luisa González G., PhD.

Departamento de Ciencia de la Computación, Universidad Central de Las Villas, Cuba

cgarcia@uclv.edu.cu, arm@uclv.edu.cu, luisagon@uclv.edu.cu

Recibido para revisión: 19 de Mayo de 2008, Aceptado: 28 de Noviembre de 2008, Versión final: 9 de Diciembre de 2008

**Resumen**—Los modelos de datos conceptuales han sido desarrollados para capturar el significado de los datos utilizando mecanismos de abstracción tales como asociación, generalización/especialización y agregación. El uso de la construcción de agregación ha sido limitado en herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*) para el diseño de bases de datos. El objetivo de este artículo es resaltar las potencialidades semánticas de la agregación y mostrar cómo su uso contribuye a la riqueza semántica de los esquemas conceptuales. Como un resultado se presenta una herramienta de diseño de bases de datos que soporta a la agregación como una de sus construcciones.

**Palabras Clave**—Modelación conceptual, Modelo Entidad-Relación, Abstracciones, Agregación, Herramientas CASE.

**Abstract**—Conceptual data models have been developed in order to capture the meaning of the data using abstraction mechanisms such as association, generalization/specialization and aggregation. The use of the abstraction of aggregation has been limited in database design CASE (*Computer Aided Software Engineering*) tools. The objective of this article is to analyze the semantic potential of aggregation and to show how its use contributes to semantic richness of the conceptual schemes. As a result a database design tool that supports the aggregation as one of its constructions is presented.

**Keywords**—Conceptual modeling, Entity-Relationship model, Abstractions, Aggregation, CASE tools.

### I. INTRODUCCIÓN

La modelación conceptual es una disciplina que ha ido ganando importancia en varias áreas de la Ciencia de Computación, entre las que pueden mencionarse la Ingeniería de Software, el diseño de Sistemas de Información, la Ingeniería de Dominio, Ingeniería de Requerimientos, Ingeniería de Conocimiento y el Diseño de Bases de Datos. Su objetivo fundamental radica en identificar, analizar y describir los conceptos esenciales y sus restricciones en un universo de discurso, que con la ayuda de algún lenguaje de modelación basado en un conjunto básico de abstracciones, consigue crear representaciones de los aspectos relevantes de un sistema físico y/o social [1].

Una abstracción es un proceso mental que se usa cuando se seleccionan algunas características y propiedades de un conjunto de objetos y se excluyen otras características que no son relevantes [2]. En los modelos conceptuales se pueden encontrar una colección de mecanismos de abstracción primitivos. Esta colección de abstracciones está formada por las abstracciones de: clasificación, agregación y generalización. Las abstracciones ayudan al diseñador a comprender, clasificar y modelar la realidad.

El modelo conceptual más popular sin lugar a dudas sigue siendo el modelo Entidad-Relación [3]. Para aumentar su poder de expresión, muchos autores han introducido o propuesto numerosas extensiones a este modelo entre las que se encuentra la agregación.

La principal contribución de este artículo es la de potenciar el uso de la agregación en esquemas conceptuales Entidad-Relación por la riqueza semántica que ofrece para modelar

situaciones del universo de discurso, que de otra manera su semántica no quedaría tan natural. Estas reflexiones, si bien pueden resultar triviales para algunos expertos, es una realidad que las herramientas CASE más populares no la soportan y por esta razón se considera oportuno destacar su utilidad.

El resto del artículo está organizado como sigue. En la sección II se exponen varios enfoques del concepto de agregación. En la sección III se muestra cómo se utiliza la agregación en la herramienta ERECASE [4], [5]. En la sección IV se muestra cómo el uso de la agregación contribuye a la riqueza semántica de los esquemas conceptuales. En esta sección se presentan algunos usos no tan comunes de la agregación como son: la participación de un conjunto de entidad agregada en una jerarquía de generalización y la participación de un conjunto de entidad agregada en una interrelación de asociación con un conjunto de entidad que forma parte del conjunto de entidad agregada. Por último, en la sección V se presentan las conclusiones.

## II. LA AGREGACIÓN

En el modelo Entidad-Relación la agregación se manifiesta en: 1) Una entidad es una agregación de sus atributos; 2) Una interrelación es una agregación de entidades y atributos; 3) Un atributo compuesto es una agregación de atributos. Estos tipos de agregaciones han sido abordados por varios autores [6], [2], [7], [8], [9], entre otros; pero la mayoría coincide con [9] en definir la agregación como una abstracción en la cual una interrelación entre varios conjuntos de entidades es tratada como un conjunto entidad de nivel superior.

La agregación también está presente en el modelo Orientado a Objetos y su uso está más dirigido en el sentido de relacionar un todo con sus partes [10], mientras que este trabajo se centra en destacar la utilidad de esta construcción en un sentido más general, cuando de forma natural esa agregación representa un hecho derivado de la interrelación de entidades de diferente naturaleza semántica con una relevancia en el universo de discurso.

En este artículo, al conjunto entidad que resulta de elevar el nivel de abstracción de una asociación mediante una agregación, se le denominará conjunto entidad agregada, para diferenciarla de los conjuntos de entidades primitivos, y sólo con el propósito de esclarecer la exposición, pues desde el punto de vista formal tienen un tratamiento similar.

El conjunto de entidad agregada tiene todas las propiedades que son inherentes a un conjunto de entidad (nombre, atributos) por lo que puede participar en otras interrelaciones. Por ejemplo una entidad agregada puede participar en una interrelación de asociación o en una jerarquía generalización/especialización con otro conjunto de entidad [11]. Es oportuno señalar que a nivel conceptual sólo tendrán sentido aquellas participaciones que tengan una contrapartida real, es decir, que representen hechos realmente existentes en el universo de discurso.

## III. SOPORTE DE LA AGREGACIÓN EN LA HERRAMIENTA ERECASE

Existen varias herramientas de ayuda a la modelación conceptual de datos para la creación de diagramas Entidad-Relación, entre las que se pueden citar las siguientes:

- 1) CaseStudio2 2.18 (<http://www.casestudio.com>)
- 2) Data Architect 3.0.0 (<http://www.thekompany.com>)
- 3) Database Architect 1.8.0 (<http://www.gurudevelopers.com>)
- 4) Database Design Studio Pro v2.21.3 (<http://www.dds-pro.com/index.html>)
- 5) Database Designer 10.04L (<http://www.ezyware.com/database.html>)
- 6) DeZign for databases v. 4 (<http://www.datanamic.com/dezign/index.html>)
- 7) EasyCase Professional 4.21.016 (<http://www.esti.com>)
- 8) ER/Studio 6.0.1 (<http://www.embarcadero.com>)
- 9) ERCreator 3.2 (<http://www.modelcreator.com>)
- 10) ERW 1.0.10 (<http://erw.dsi.unimi.it>)
- 11) ERwin Data Modeler 4.1.4.3643 (<http://www.ca.com>)
- 12) Microsoft Visio 2003 (<http://www.microsoft.com>)
- 13) SmartDraw 7 (<http://www.smartdraw.com>)
- 14) XCase 8.1 (<http://www.xcase.com>)
- 15) XTG Data Modeller v. 2.3.4 (<http://www.xtgsystems.com>)

Un análisis sobre las herramientas citadas anteriormente [12] muestra que existe poca variedad de construcciones para construir diagramas comprometiendo la expresividad del esquema conceptual, en particular ninguna de las herramientas analizadas utiliza la agregación como una construcción que permite elevar el nivel de abstracción de una interrelación de asociación

ERECASE se basa en el modelo Entidad-Relación Extendido y usa la notación que presenta Elmasri [7] en los diagramas. Para la creación de los esquemas conceptuales la herramienta posee un conjunto amplio de construcciones, entre ellas: entidades fuertes y débiles; interrelaciones de asociación recursivas, binarias y ternarias; interrelaciones ISA; interrelaciones débiles; jerarquías de generalización/especialización y agregación. La agregación es algo poco común en herramientas para la creación de diagramas Entidad-Relación, lo que hace que ERECASE sea singular en este sentido.

La herramienta ERECASE posee una interfaz gráfica de usuario que apoya la creación de diagramas y su transformación a esquemas relacionales; en particular, para modelar una agregación se debe seleccionar una interrelación de asociación. En la Figura 1 se muestra la interrelación de asociación «se\_evalúa» que permite describir las evaluaciones de un estudiante en cada asignatura.

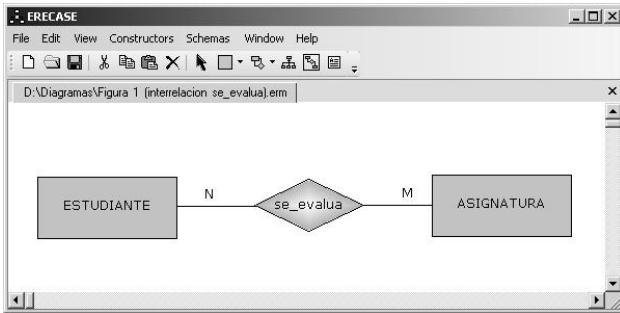


Figura 1. La interrelación «se\_evalua».

Para crear un conjunto entidad agregada, se selecciona la opción correspondiente en el menú principal (Constructions | Aggregation) y se despliega un rectángulo para indicar la interrelación y los conjuntos de entidades que participan en la misma, y de esta manera la interrelación seleccionada es tratada como un conjunto entidad agregada, la cual ahora representa una nueva abstracción como se muestra en la Figura 2, y además de tener un nombre también pudiera tener atributos propios, como puede ser la calificación obtenida por el estudiante en un examen.

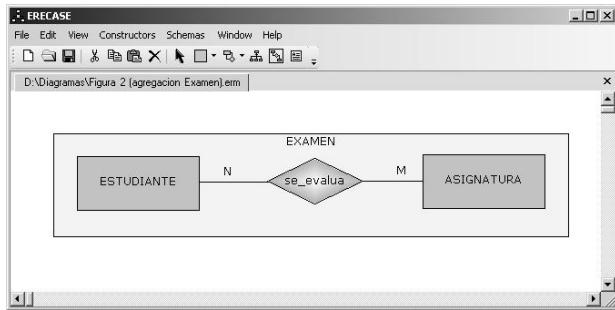


Figura 2. La interrelación «se\_evalua» convertida en la agregación EXAMEN.

Posteriormente este conjunto entidad agregada es considerada un conjunto de entidad más y puede ser utilizada junto con las otras construcciones del modelo tal y como se mostrará en la sección siguiente.

#### IV. POTENCIA EXPRESIVA DE LA AGREGACIÓN

Teniendo en cuenta que un conjunto entidad agregada es un conjunto de entidades en si mismo, puede entonces participar en otras interrelaciones. Para el estudio de la expresividad semántica de la agregación se analizará la participación de los conjuntos entidades agregadas en las siguientes interrelaciones: un conjunto entidad agregada en una interrelación de asociación, un conjunto entidad agregada en una jerarquía de especialización y un conjunto entidad agregada con uno de los conjunto entidad que participa en la propia agregación.

##### A. Participación de un conjunto entidad agregada en una interrelación de asociación

El uso más generalizado de un conjunto entidad agregada es la participación en interrelaciones de asociación como puede

observarse en la Figura 3, la cual muestra la modelación del hecho de que un juego queda definido en base a un encuentro entre dos equipos en una fecha dada y que los equipos pueden enfrentarse varias veces durante el campeonato. El ejemplo muestra como se ha elevado el nivel de abstracción de la interrelación JUEGAN a un conjunto de entidades agregada nombrada JUEGO y como a partir de esta abstracción se facilita la modelación del hecho adicional de que un juego tiene que ser efectuado en un determinado estadio.

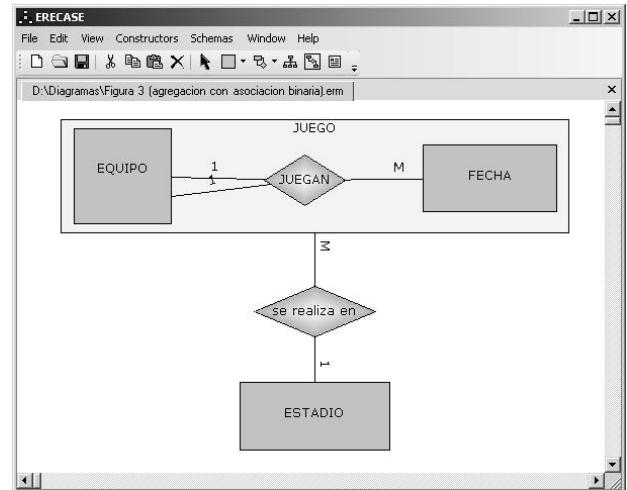


Figura 3. Una agregación participando en una interrelación de asociación.

Obsérvese que al definir el conjunto entidad agregada JUEGO se facilita la modelación de otros hechos como por ejemplo: los jugadores que participaron en un juego dado, cuál es el equipo ganador de un juego, entre otros. Si se intenta modelar la problemática de la Figura 3 sin el uso de la agregación, habría que utilizar una interrelación de grado mayor con un oscurecimiento en su semántica. En el ejemplo anterior se considera oportuno modelar FECHA como conjunto de entidades con propósitos didácticos, aunque no es imprescindible dado que fecha puede ser un atributo de la interrelación.

El ejemplo mostrado en la Figura 3 ha sido el uso más generalizado que ha tenido la agregación [6], [13], [8], [14], [15], y se puede afirmar que su utilización ayuda a un reforzamiento de la semántica de las construcciones utilizadas en los diagramas Entidad-Relación.

A continuación se mostrarán algunos de los usos menos comunes de la agregación.

##### B. Participación de un conjunto entidad agregada en una jerarquía de generalización/especialización

La utilización de un conjunto entidad agregada en una jerarquía de generalización/especialización se verá a partir del siguiente ejemplo: supóngase un sistema para el control docente de una Universidad en que las calificaciones se otorgan en una escala de 2 a 5; 2 significa desaprobado, 3 aprobado, 4 bien y 5 excelente que es la calificación máxima. En este universo de

discurso los estudiantes realizan un examen final en cada una de las asignaturas, si el estudiante no aprueba en este examen puede hacer un examen extraordinario que en caso de aprobarlo la calificación sólo puede ser 3. Se permite hacer un examen de mejora de nota sólo para aquellos estudiantes que han obtenido una calificación de 3 ó 4 en el examen final y en este caso la calificación que se otorga es la más alta entre la calificación anterior y la que se obtenga en el examen de mejora de nota. Además, para aquellos estudiantes que obtuvieron 5 en el examen final se permite realizar un examen de premio y los ganadores de los tres primeros lugares obtendrán una bonificación que se agrega a la calificación obtenida, y que varía para el primero, segundo y tercer premio. Es oportuno señalar que en este problema se desean registrar todas las calificaciones obtenidas por el estudiante en cada tipo de examen. La Figura 4 muestra un diagrama Entidad-Relación que modela esta problemática.

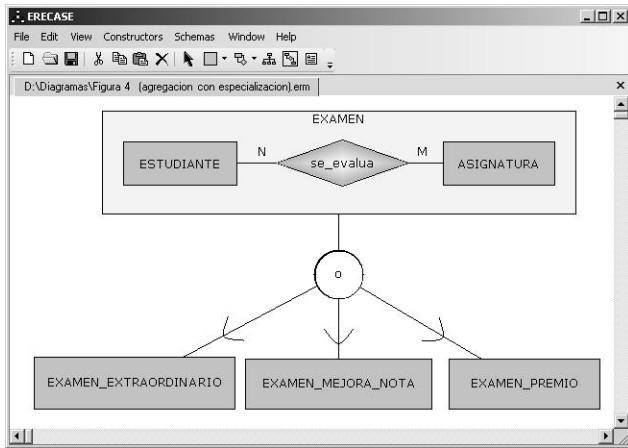


Figura 4. Una agregación participando en una jerarquía de generalización/especialización.

Como se puede observar los conjuntos de entidad EXAMEN\_EXTRAORDINARIO, EXAMEN\_MEJORA\_NOTA y EXAMEN\_PREMIO son especializaciones del conjunto entidad agregada EXAMEN. Para registrar las calificaciones finales en los diferentes exámenes se utilizan los siguientes atributos:

- 1) Calificacion: en el conjunto entidad EXAMEN registra la calificación obtenida en el examen final.
- 2) Calificacion\_Extraordinario: en el conjunto entidad EXAMEN\_EXTRAORDINARIO registra la calificación obtenida en el examen extraordinario si el atributo Calificacion tiene el valor 2.
- 3) Calificacion\_Mejor: en el conjunto entidad EXAMEN\_MEJORA\_NOTA registra la calificación obtenida en el examen de mejora de nota si el atributo Calificacion tiene el valor 3 ó 4.
- 4) Calificacion\_Bononificada: en el conjunto entidad EXAMEN\_PREMIO es el valor de la calificación bonificada obtenida en el examen de premio si el valor de Calificacion es 5.

El esquema lógico correspondiente al diagrama de la Figura 4 es el siguiente:

```

Estudiante( id_estudiante, Nombre, otros atributos )
Asignatura( id_asignatura, NombreAsignatura, otros atributos )
Examen( id_estudiante, id_asignatura, Calificacion )
Examen_Extraordinario( id_estudiante, id_asignatura, Calificacion_Extraordinario )
Examen_Mejora_Nota( id_estudiante, id_asignatura, Calificacion_Mejor )
Examen_Premio( id_estudiante, id_asignatura, LugarObtenido, Calificacion_Bonificada )

```

El cálculo de la calificación definitiva de un estudiante en una asignatura está basado en reglas de negocios que dependen del tipo de examen:

- 1) Si el valor del atributo Calificacion en el esquema Examen es 2 entonces se tomaría como calificación definitiva el valor almacenado en el esquema Examen\_Extraordinario.
- 2) Si valor del atributo Calificación es 3 ó 4 entonces la calificación definitiva sería ésta si el estudiante no realiza un examen de mejora de nota, en caso contrario se tomaría el valor más alto entre los atributos Calificacion y el atributo Calificacion\_Mejor del esquema Examen\_Mejora\_Nota.
- 3) Si el valor del atributo Calificacion es 5 y el estudiante no realiza examen de premio entonces esta sería su calificación definitiva; en caso de haberse presentado al examen de premio se tomaría el lugar obtenido en este examen para hacer el cálculo de la calificación final con bonificación cuyo valor se almacenará en el atributo Calificacion\_Bonificada.

Del análisis de este ejemplo se puede concluir que la especialización del conjunto de entidad agregada EXAMEN facilita la modelación de los requerimientos descritos y enriquece la modelación desde el punto de vista semántico; de esta forma se ha facilitado la modelación de aspectos no estáticos mediante reglas de negocio para cada especialización.

#### *C. Participación de un conjunto entidad agregada en una interrelación de asociación con uno de los conjuntos entidades que participa en la agregación*

El diagrama de la Figura 5, muestra la modelación del equipo ganador en cada juego, para esto se establece una interrelación de asociación entre el conjunto entidad agregada JUEGO y el conjunto de entidad EQUIPO, que a su vez es uno de los componentes del conjunto de entidad agregada JUEGO.

El esquema lógico que se obtiene al transformar la interrelación «muchos a uno», es el siguiente:

```
JUEGO( idEquipoHC, idEquipoVT, idFecha, idEquipoG )
```

Este esquema permite conocer cuál fue el equipo ganador entre dos equipos, el equipo visitador (VT, Visitor) y el equipo de casa (HC, Home Club) que se enfrentan en una fecha

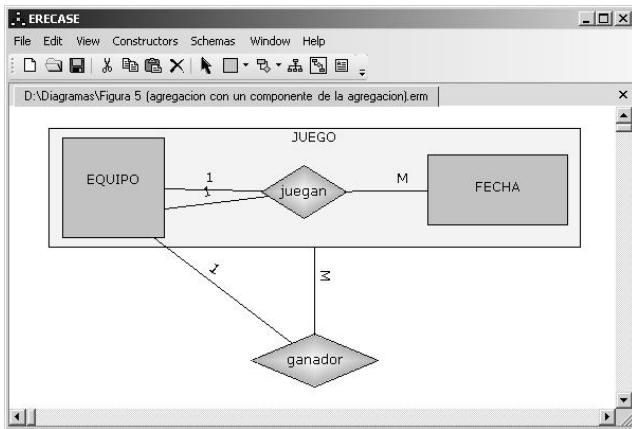


Figura 5. Una agregación participando en una interrelación de asociación con uno de los conjuntos de entidad que participan en la agregación.

determinada. De esta forma se garantiza que un hecho se complete con información, como es el de un juego realizado sobre el equipo ganador; de forma que el equipo ganador solo se adiciona a juegos realmente existentes.

El diagrama mostrado en la Figura 5 es uno de los usos no tan comunes de la agregación y que contribuye a resaltar la utilidad de la misma para la modelación natural de los hechos que se describen. Por supuesto que es posible modelar este hecho utilizando otras interrelaciones, pero con el consiguiente oscurecimiento de su semántica.

Si bien es cierto que la agregación constituye una construcción útil como se acaba de mostrar en los ejemplos anteriores, y que un conjunto entidad agregada constituye un conjunto entidad por derecho propio como cualquier conjunto de entidades, queda a juicio del diseñador no hacer un uso indiscriminado de la misma.

## V. CONCLUSIONES

Es este artículo se ha hecho énfasis en la utilidad de la agregación en esquemas Entidad-Relación, mostrándose la conveniencia de su uso para lograr una mayor expresividad semántica en la modelación conceptual. También se ha presentado una herramienta de diseño de bases de datos que soporta a la agregación como una de sus construcciones, la cual ha permitido mostrar algunos usos no tan comunes de esta construcción en diagramas Entidad-Relación.

## REFERENCIAS

- [1] Guizzardi, G., Herre, H. and Wagner, G. 2002. On the General Ontological Foundations of Conceptual Modeling. En ER 2002, LNCS, 2002, pp. 65-78.
- [2] Batini, C., Ceri, s. and Navathe, S. B., 1992. Conceptual Database Design: An Entity-Relationship Approach. Redwood City, CA.: Benjamin/Cummings.
- [3] Chen, P., 1976. The entity-relationship model: Toward a unified view of data., ACM Transactions on Database Systems, vol. 1, pp. 9-36.
- [4] Alvarez, W., Rodríguez, A. and García, C., 2006. ERECASE v.2.0 Una herramienta para el diseño conceptual de bases de datos con validación estructural., En Departamento de Computación Santa Clara: Universidad Central de Las Villas, 80 P.
- [5] Rodríguez A. and González, L., 2007. Sistema Integrado de Herramientas de Ayuda al Diseño de Bases de Datos en Ambientes Distribuidos., En Departamento de Ciencia de la Computación. vol. Dr. C. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas, 141 P.
- [6] Thalheim, B., 2000. Entity-Relationship Modeling. Foundations of Database Technology: Springer-Verlag.
- [7] Elmasri R. and Navathe S. B., 1997. Fundamentals of Database Systems, 4th. ed.: Pearson Addison-Wesley.
- [8] Korth, H. F., Silberschatz, A. and Sudarshan, S., 1997. Database System Concepts, 3rd Ed. ed. New York: McGraw-Hill.
- [9] Smith J. and Smith, D., 1997. Database abstractions: Aggregation and generalization, ACM Transactions On Database Systems, vol. 2, pp. 105-133.
- [10] OMG, 2003. UML Superstructure 2.0 Final Adopted Specification. Doc.# ptc/03-08-02, 2003.
- [11] Ponniah, P., 2003. Database Design and Development: Wiley-Interscience.
- [12] García, C., Rodríguez, A., Cabrera, N. and González, L., 2007. Diseño y validación estructural de esquemas conceptuales utilizando una herramienta CASE, En: Revista Cubana de Ciencias Informáticas, vol. 1, pp. 1-10, 2007.
- [13] Elmasri, R. and Navathe, S. B., 2003. Fundamentals of Database Systems, 4th Ed. ed.: Addison-Wesley.
- [14] Dey, D., Storey, V. C. and Barron, T. M., 1999. Improving Database Design through the Analysis of Relationships, ACM Transactions on Database Systems, vol. 24, pp. 453-483.
- [15] Teorey, T., 1999. Database Modeling & Design, Third Edition ed.: Morgan Kaufmann Publishers.

# Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

## Facultad de Minas



## Escuela de Ingeniería de Sistemas

### Pregrado

- ❖ Ingeniería de Sistemas e Informática.



### Posgrado

- ❖ Doctorado en Ingeniería-Sistemas.
- ❖ Maestría en Ingeniería de Sistemas.
- ❖ Especialización en Sistemas con énfasis en:
  - Ingeniería de Software.
  - Investigación de Operaciones.
  - Inteligencia Artificial.
- ❖ Especialización en Mercados de Energía.

Escuela de Ingeniería de Sistemas  
Dirección Postal:  
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A  
Facultad de Minas. Medellín - Colombia  
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365  
Email: [esistema@unalmed.edu.co](mailto:esistema@unalmed.edu.co)  
<http://ipsis.unalmed.edu.co/>

