

Desarrollando Competencias Específicas y Genéricas en Modelamiento de Datos

Marcela Varas
Depto. de Ing. Informática y Cs. de la Computación
Universidad de Concepción
Mvaras@udec.cl

Resumen

Se presenta una experiencia en el uso de distintas estrategias para desarrollar las competencias asociadas al análisis, diseño y evaluación de modelos de datos desarrollada en el curso Modelamiento de Datos en un período de 5 años en la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Concepción.

Palabras claves: Desarrollo de competencias analíticas, competencias genéricas, abstracción, aprendizaje activo, aprendizaje por resolución de problemas, estudio de casos, trabajo en equipo.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Dentro de las competencias que un ingeniero civil informático debe poseer se encuentran aquellas orientadas a captar una cierta problemática y poder representarla en algún lenguaje de modelación, tal como UML o el modelo entidad relación.

El proceso de abstracción es una constante en el desarrollo de actividades que involucran el modelamiento. Este proceso es difícil de enseñar en términos tradicionales, es más bien una capacidad que los estudiantes ya traen y que es necesario orientar y potenciar para poder desarrollar las competencias específicas que posibilitarán un desempeño exitoso en el ámbito del modelamiento de sistemas y bases de datos.

La asignatura Modelamiento de Datos es una asignatura donde los estudiantes se enfrentan al problema de modelar sistemas informáticos, en particular bases de datos. Esta asignatura corresponde a la primera asignatura de diseño de sistemas informáticos en el plan de estudios de la carrera Ingeniería Civil Informática. Sin embargo, previamente han debido modelar problemas utilizando lógica y funciones matemáticas, y posteriormente lenguajes de programación, por lo que los estudiantes ya han experimentado y entrenado el proceso de abstracción previamente, sólo que han plasmado el resultado con lenguajes de representación distintos a los usuales en este curso.

1.2 La dificultad de enseñar a modelar

El proceso de modelamiento es un proceso inherentemente creativo y humano que cuenta con poco apoyo metodológico: existen numerosos lenguajes de modelación, pero no así métodos de modelamiento.

El proceso que dirige el modelamiento es la abstracción. La abstracción es el proceso mental por el cual se separa lo relevante de lo irrelevante [1]. La clasificación de algún elemento como relevante es un juicio, y como tal, está sujeto a la apreciación de cada individuo.

Los procesos que se desarrollan para analizar un problema y finalmente entregar un resultado en un modelo comunicable (por ejemplo un esquema entidad relación) son variados, desestructurados y dependen en gran medida de la forma de enfrentar los problemas de cada persona, la que a su vez puede estar fuertemente influenciada por la experiencia, capacidades y modelos mentales.

Esta heterogeneidad plantea un interesante desafío en la enseñanza del modelamiento, pues lo que es homogéneo son sólo los lenguajes de modelación y las características medibles de cada producto generado, como la calidad de cada esquema.

1.3 La asignatura Modelamiento de Datos

La asignatura se imparte una vez al año, y recibe estudiantes de segundo año, que han aprobado el año de ciencias básicas (Cálculo, álgebra, física y química) y que han aprobado el curso de lenguaje de programación o Computación y Programación, por lo que tienen una visión introductoria de los sistemas informáticos, además de poder resolver problemas pequeños a través de programas.

Oficialmente, la asignatura cuenta con 5 horas de docencia directa, 2 de práctica y 3 de teoría. En la actualidad, la asignatura cuenta con 3 horas de taller, 2 horas teórico prácticas y 5 horas de trabajo autónomo por parte del estudiante.

La asignatura tiene los siguientes objetivos y contenidos enunciados:

Objetivos	Contenidos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar la capacidad de abstracción. 2. Desarrollar la habilidad de expresar modelos de realidades utilizando lenguajes formales y semi formales. 3. Potenciar la capacidad de análisis de problemas. 4. Desarrollar la habilidad de aprendizaje de nuevos lenguajes para modelar realidades. 5. Comprender la importancia de los modelos en el desarrollo de sistemas informáticos en general, y sistemas de bases de datos y software en particular. 	<ol style="list-style-type: none"> I. Conceptos Fundamentales. <ol style="list-style-type: none"> 1. Realidades, Modelos y Lenguajes. 2. Estrategia General de Resolución de Problemas. 3. Dimensiones de un Sistema Basado en Software. 4. Características de los Sistemas de Bases de Datos 5. Procesos de abstracción en el modelamiento. 6. Propiedades de las correspondencias entre clases. 7. Concepto de Dato y Modelo de Dato. II. Lenguajes <ol style="list-style-type: none"> 8. Modelo Entidad Relación 9. Modelo Entidad Relación Extendido 10. Formalismo Individual 11. Modelo Relacional. 12. Modelos Orientados al Objeto

Las competencias que se desarrollan en esta asignatura son variadas, pero este artículo se enfocará en estrategias para desarrollar las competencias que se enuncian a continuación.

1. Interpretar correctamente un esquema en un lenguaje de modelación (UML, ER)
2. Dada una especificación de requisitos, generar un esquema completo.
3. Evaluar la completitud de un esquema
4. Comparar dos esquemas entregando sus ventajas y desventajas relativas.
5. Analizar un problema a través de su representación en esquemas conceptuales.
6. Resolver un problema de análisis a través del trabajo colaborativo
7. Presentar y defender una propuesta técnica de solución.
8. Traducir un esquema de un lenguaje a otro.

2 Estrategias utilizadas

A través de los años, se han desarrollado distintas estrategias pedagógicas con el fin de desarrollar estas competencias. El éxito ha sido incremental, alcanzando los estudiantes cada año un mejor desempeño que en el anterior.

Progresivamente se han ido eliminando las clases teóricas, teniendo establecido 3 horas de trabajo taller y 2 horas de clases teórico-prácticas.

Los contenidos del curso se encuentran disponibles en forma electrónica por lo que no se entregan en forma de clases teóricas.

Año	1999		2000		2002		2003	
número de alumnos	37		44		55		49	
	#	%	#	%	#	%	#	%
no cumple requisitos	5	14	1	2	1	2	0	0
entre 1 y 1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
entre 2 y 2,9	0	0	0	0	8	15	0	0
entre 3 y 3,9	9	24	1	2	2	4	4	8
entre 4 y 4,9	23	62	40	91	35	64	28	57
entre 5 y 5,9	0	0	1	2	7	13	15	31
entre 6 y 7	0	0	1	2	2	4	2	4

Cuadro resumen calificaciones finales

En el cuadro resumen de calificaciones finales se puede apreciar que a partir del año 2000 se establece una diferencia mayor entre las calificaciones de los estudiantes que aprueban la asignatura y aquellos que no, que mayoritariamente corresponden a aquellos que no participan en clases (asistencia). En particular, el año 2003 bajo notablemente el nivel de reprobación, asociado a una alta asistencia y participación en clases.

2.1 Características generales del curso.

El curso cuenta normalmente entre 40 y 50 estudiantes. La planificación es detallada por lo que los estudiantes están en conocimiento de las actividades a desarrollar con anticipación, incluyendo evaluaciones y proyectos.

Se cuenta con clases demostrativas y talleres. Para el desarrollo de los talleres se crean grupos de trabajo que se mantienen estables a partir del segundo o tercer taller del semestre, de modo de permitir observar a los estudiantes y conformar adecuadamente los equipos.

Se registra asistencia¹ y se evalúa la participación individual (nivel de aporte en clases), tanto por el profesor como por los compañeros de curso (co-evaluación).

Existen evaluaciones individuales escritas de tres horas con apunte en mano. Existe un proyecto individual semestral, que se entrega en etapas mediante informes escritos. El resultado de cada taller es evaluado según la presentación que haga un miembro del equipo elegido en forma arbitraria por el docente. El equipo recibe la calificación obtenida por el estudiante que presentó el resultado. La docencia directa es impartida por el docente responsable de la asignatura. De existir profesor o alumno ayudante, apoya la supervisión de los talleres.

¹ La asistencia a clases es libre en la Universidad de Concepción, por lo que se utiliza este método para fomentar la asistencia a clases.

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas en la asignatura

2.2.1 Talleres

Los talleres se desarrollan en bloques de tres horas continuas, en salas habilitadas con mesas adecuadas, proyector de transparencias y telón. Se diseñan casos según las directrices de la técnica ABP (Aprendizaje Basado en Problemas [2]), de acuerdo a los requerimientos del curso y el tiempo disponible.

Todos los grupos desarrollan el mismo caso, y es responsable de disponer de un lápiz de transparencias. Al comenzar el taller se explica el caso a tratar y el resultado requerido (esquema entidad relación, evaluación del esquema, análisis de un problema, interpretación de un esquema, etc.). Los equipos de trabajo reciben como material el enunciado del caso y una transparencia para entregar sus resultados.

Al finalizar dos horas de taller, en forma arbitraria se elige un equipo y un integrante del mismo, quien debe presentar ante el curso el resultado por ellos obtenido. El estudiante presenta y explica el resultado y es sometido a las consultas del profesor y compañeros, quienes normalmente han propuesto soluciones diversas.

El profesor dirige la discusión, evalúa lo presentado y califica al integrante del equipo en la exposición de su resultado (calificación que corresponde a todo el equipo), y califica el aporte realizado a la discusión por parte de los otros compañeros. También los estudiantes se autoevalúan y co evalúan.

Se diseñan los talleres de manera que se desarrollen las competencias enunciadas en la sección 1.3. Se evalúa el éxito de los estudiantes en cada actividad, por lo que se diseñan talleres de reforzamiento cuando se requiere.

Los contenidos de la asignatura se entregan de manera incremental, poniendo énfasis en los conceptos de abstracción base del modelamiento ([1], [6]), de modo que la introducción de un nuevo lenguaje sea asumida con naturalidad por los estudiantes. Además, el desarrollo de casos y la evaluación de los mismos hace que los contenidos aparezcan como respuestas a problemáticas concretas (ABP, aprendizaje colaborativo)

El entrenamiento sucesivo, y la entrega de patrones de diseño, facilita el desarrollo de las competencias involucradas en el diseño de bases de datos y software.

2.2.2 Clases

Las clases se centran en el desarrollo de casos en forma colaborativa con el curso, pero con un afán demostrativo. Es decir, se trata de que los estudiantes puedan tener un modelo de cómo resolver un cierto tipo de problema.

En el caso del modelamiento, no todas las personas resuelven los problemas utilizando las mismas estrategias, por lo tanto el docente debe utilizar varias distintas para que cada estudiante pueda encontrar la que mas le acomode.

En particular en la asignatura se manejan estrategias generales para modelar:

1. Ir de lo general a lo particular (utilizando estrategias descendentes [1])
2. Ir de lo particular a lo general (utilizando estrategias ascendentes [1])
3. Análisis incremental (utilizando estrategias centrífugas y mixtas [1])

2.2.3 Evaluaciones Escritas

Las evaluaciones escritas son de dos tipos: cortas (tests) y largas (certámenes de 3 horas).

Los tests son frecuentes y tienen por objetivo verificar que los estudiantes hayan revisado los contenidos a cubrir en un taller específico.

Los certámenes están orientados a verificar el desarrollo de ciertas competencias, midiendo eficiencia individual. La duración es de 3 horas, considerado más de lo típico, pero aún es poco tiempo para desarrollar varios problemas de tamaño mediano, por lo que sólo se puede verificar el desempeño ante problemas pequeños.

2.2.4 Proyecto Individual

El proyecto individual es desarrollado por cada estudiante durante el semestre. Cada uno de ellos elige un problema basado en un caso real, pero acotado al alcance de la asignatura. Aquí se tiene una gran diversidad de trabajos, por lo que la carga docente es muy alta en la supervisión de su desarrollo.

Se realizan entregas parciales, las cuales son evaluadas y calificadas. En al menos una entrega se solicita el esquema entidad relación y en otra el esquema UML de la base de datos que soluciona la problemática planteada.

El proyecto es desarrollado en forma autónoma por el estudiante fuera del horario de clases, y bajo la tutoría del docente en caso de requerirlo. En este proyecto se pretende desarrollar en cada estudiante las competencias básicas de análisis y modelamiento.

Un buen desempeño en este proyecto es requisito para aprobar la asignatura.

2.2.5 Evaluación Oral

En la última versión del curso se introdujo una evaluación oral, en la cual se perseguía medir el desempeño de los estudiantes ante una situación que implicaba tensión.

Las competencias medidas se centran más en la capacidad de manejar al auditorio que en problemas técnicos, pues se diseñó de manera tal que la complejidad de las preguntas era baja, pero debería ser respondida mediante un esquema en pizarra o una respuesta corta, con medición del tiempo. Cada estudiante debía responder una o dos preguntas en un tiempo total de 5 minutos.

3 Ejemplo de Taller

A continuación se presenta el primer taller realizado en el curso impartido el año 2003. El objetivo de este taller era desarrollar la competencia de a) generar un esquema completo a partir de una especificación, b) Interpretar correctamente un esquema en un lenguaje de modelación y comprender que la subjetividad del observador es un factor determinante en los resultados del proceso de modelamiento.

Los estudiantes habían revisado los conceptos de clasificación, agregación, generalización, cardinalidad y cobertura previamente, además de haber recibido una clase demostrativa de dos horas con anterioridad.

Como resultado de este taller en particular, los estudiantes obtuvieron un buen desempeño en la Parte I (modelamiento), pero no así en la Parte II (interpretación de los esquemas recibidos).

En algunos casos, la Parte III, de confrontación entre lo que habían interpretado versus la especificación original les causó frustración y desconcierto, sobre todo en aquellos casos donde la especificación se entregó en forma gráfica.

Como resultado global de la actividad, los estudiantes asumieron el hecho de que las interpretaciones de distintas especificaciones son subjetivas, y que no existen especificaciones lo suficientemente formales y completas que permitan anular la subjetividad en la interpretación.

Taller 1 Modelamiento de Datos.
Jueves 14 de agosto de 2003
Profesora: Marcela Varas

Tema: Abstracciones en el Modelamiento

Parte 0. Organización de equipos

Se conformarán a lo más 10 equipos de trabajo, en forma aleatoria.

Cada equipo tendrá un líder quien organizará el trabajo de modo de obtener un resultado de calidad a las 11:00 horas.

El líder será asignado por la profesora, o elegido por el equipo en aquellos casos en que se indique.

Parte I. Modelamiento

1. Su equipo recibirá la especificación de una realidad (especificación R).
2. Su equipo debe representar esta realidad en un esquema, a través de clasificación, agregación y generalización, utilizando la notación entregada en clases. Además se debe indicar la cobertura de cada generalización y la cardinalidad de cada clase con respecto a las agregaciones en que participa.
3. Producto: esquema en papel y en transparencia (especificación A).
4. Plazo: 1 hora

Parte II. Ingeniería Reversa

1. Su equipo recibirá una especificación de una realidad en términos de clasificaciones, agregaciones y generalizaciones (especificación A).
2. Su equipo debe reconstruir la realidad que dio origen a esta especificación.
3. Producto: realidad en papel y transparencia (reconstrucción).
4. Plazo: 1 hora

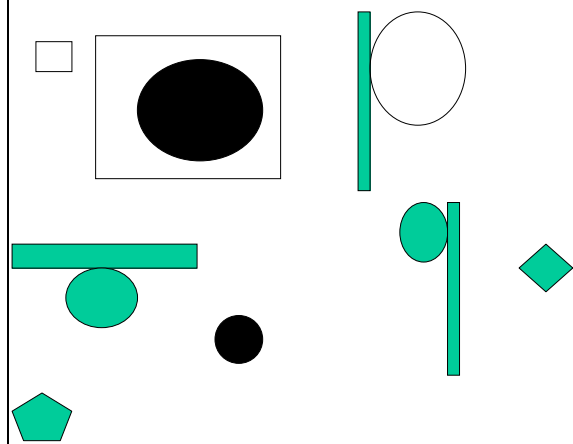
Parte III. Confrontación

1. Su equipo recibirá la especificación R que dio origen a la especificación A que analizó.
2. Compare la especificación R con la reconstrucción de su equipo.
3. Identifique diferencias. Evalúe la relevancia de dichas diferencias.
4. Analice las razones por las cuales existen dichas diferencias.
5. Documente cada una de las actividades.
6. Plazo: entregar informe hasta miércoles 20 (23:00 horas por e-mail, 18:00 horas en secretaría).

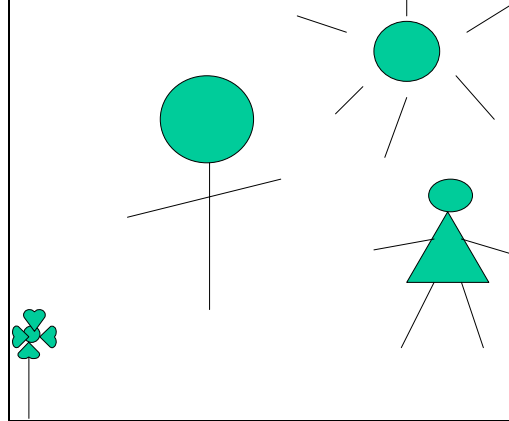
Enunciado Taller

Realidades que los estudiantes recibieron como especificación de requisitos

Realidad B



Realidad D



Realidad A

En un video club se tienen registros de películas: Título, año, director, actores principales, censura. Cada película puede estar en dos formatos distintos: VHS o DVD, con un número distinto de copias.

Realidad F

ABEJA
MANZANA
MIEL
PERA
DURAZNO
CONSERVA
PAN
GUSANO
HORMIGA
MARIPOSA
FLOR
HARINA

Realidad H

Chile tiene 13 regiones.
Cada región tiene al menos 2 provincias.
Cada provincia tiene dos o más comunas.
Cada comuna tiene un cierto número de habitantes.

Ejemplo: utilice datos aproximados de Chile y la Octava región.

Realidad G

Los edificios tienen más de un piso
 En cada piso puede haber uno o más departamentos
 Los departamentos tienen habitaciones dispuestas de distinta manera.
 Es relevante conocer el uso de cada habitación en un departamento.

Ejemplo.

Edificio 1.
 Piso 1

Dormitorio 1		Sala - Comedor		Dormitorio 2
Cocina		Baño		

Piso 2

Oficina 1		Recepción		Oficina 2
Baño	Closet	Baño 2	Bodega	

Realidad E

En una clínica dental atienden distintos odontólogos con distintas especialidades.
 Cada uno de ellos tiene un conjunto de pacientes.
 Los pacientes entregan sus datos al comenzar un tratamiento: rut, nombre completo, dirección, teléfono. Estos datos se registran en una ficha de paciente.
 Los dentistas a veces tienen asistentes.
 Cada día, los dentistas revisan su agenda. Allí están indicados los pacientes citados.

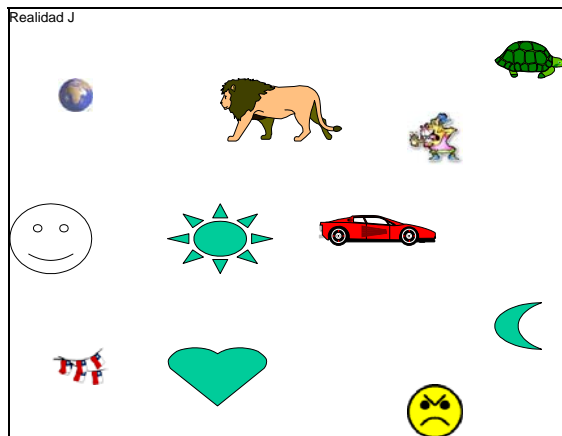
Ejemplo de Ficha de Paciente:

Rut: 11.455.368-8
 Nombre: Juan Alberto Perez Gonzalez
 Dirección: mi calle #1313, mi barrio, mi ciudad
 Teléfono: 356891 – 09662987

Ejemplo de Agenda:

Dentista: Mario Sacamuelas
 Lunes 15 de Agosto de 2003
 16:00 Juan Pérez
 16:30 Pedro Muela Mala
 17:00
 17:30 Juan Diente Chueco
 18:00 María Colmillo Blanco

Realidad J



Realidad I

Una playa de estacionamientos tiene una capacidad determinada.
 En un instante dado de tiempo, se tiene un conjunto de automóviles estacionados.
 Cada espacio puede estar ocupado o no.
 Para los vehículos que utilizan el estacionamiento interesa el numero de patente, el tipo (camioneta o automóvil), el color y la hora de entrada.

Utilice datos ficticios para efectos de ejemplificación. Puede considerar una playa de estacionamiento como la incluida para efectos de ejemplo.

Realidad C

- Pedro tiene una pelota de futbol
- Juan tiene una bicicleta
- Juan tiene una pelota de basquetbol
- María juega tenis
- María tiene una raqueta de tenis
- Marco tiene una pelota de tenis
- Diego juega basquetbol y futbol
- Marco juega tenis
- Pedro, Juan, Marco, María, Diego y Simón son niños
- Los niños hombres juegan fútbol.
- María no sabe andar en bicicleta.

4 Conclusiones y Comentarios.

La inclusión de los conceptos de abstracción dentro de los contenidos del curso Modelamiento de Datos, previo a los lenguajes de modelación particulares, facilita el proceso de adquisición y uso de nuevos lenguajes de modelación.

Los métodos pedagógicos utilizados ayudan a que los estudiantes tengan un rol activo en la asignatura, fomentando la creación de vínculos afectivos entre compañeros que inician una carrera² y compartirán muchos períodos de estudio y divertimento.

El trabajo en grupos, pasados uno o más talleres, se transforma en trabajo en equipo. Para llegar a esto último hubo que observar las distintas motivaciones de los estudiantes: pasarlo bien, aprender, sacar buenas notas, ser reconocido por sus pares, y diseñar sistemas de evaluación y gratificaciones acorde con ello.

A través de los cursos sucesivos, se ha aumentado levemente la complejidad de las evaluaciones, y los estudiantes consiguen niveles de reprobación similares a los años anteriores.

Se ha tenido que ir ajustando la ponderación asignada a cada evaluación de modo de conjugar los esfuerzos invertidos por los estudiantes y la relevancia de cada una de ellas en el cumplimiento de los objetivos del curso.

Las exposiciones orales han motivado que los estudiantes mas aventajados apoyen al resto de sus compañeros de equipo, tanto motivados por la necesidad de disminuir el riesgo de una mala calificación (en caso de que el peor estudiante del equipo sea seleccionado para presentar el resultado del equipo) como por un afán de compartir y desarrollar a sus compañeros.

La defensa de las ideas de los estudiantes ante sus pares con fundamentos técnicos es un objetivo que se cumple sólo en aquellos casos donde los estudiantes dominan los contenidos del curso. La presentación oral de los resultados ha servido, la mayor parte de las veces, para motivar a los estudiantes a mejorar sus habilidades comunicacionales.

La evaluación inmediata de los trabajos y la discusión entre todos los actores de las materias del curso apoya notablemente la tarea del docente, aunque demanda un amplio conocimiento de la disciplina y un alto nivel de concentración, pues no se pueden prever las consultas de los estudiantes ni la diversidad de soluciones para cada problema propuesto.

Los estudiantes han valorado positivamente la técnica pedagógica (según los resultados de la encuesta de evaluación docente que la Universidad de Concepción aplica al término de cada semestre para que los estudiantes evalúen a los docentes).

La técnica utilizada en este curso responde a aquella denominada ABP, Aprendizaje Basado en Problemas, la cual ha probado ser muy eficaz en este tipo de materias.

Las competencias asociadas al diseño de software son difíciles de desarrollar, pero esto se torna aun más difícil si no se utilizan técnicas activas de enseñanza.

5 Referencias

- [1] Batini, C., Ceri, S., Navathe, S. "Diseño Conceptual de Bases de Datos: Un enfoque de entidades-interrelaciones", Addison-Wesley/Díaz de Santos, 1994.

² En el primer año, plan común, los estudiantes están mezclados con alumnos de otras especialidades de ingeniería civil.

- [2] Branda, L. (2001) Aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad. En: Aportes para un cambio curricular en Argentina 2001. Jornadas de Cambio Curricular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud (pp. 79-101),
- [3] Font, Antonio, “Una experiencia de Autoevaluación y evaluación negociada en un contexto de aprendizaje basado en problemas (ABP)”, Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria, Volumen 3, Número 2, Diciembre 2003.
- [4] Jacobson, Booch, Rumbaugh, The Unified Software Development Process, Addison Wesley 1999.
- [5] Rumbaugh, Jacobson, Booch, The Unified Modeling language Reference Manual, Addison Wesley 1998.
- [6] Varas, M. “Los Conceptos De Abstracción Como Estrategia Para La Enseñanza De Modelamiento De Datos En Ingeniería Civil Informática”, Actas Jornadas Nacionales de Educación en Ingeniería, Valparaíso 1996.
- [6] Varas M, Apuntes Modelamiento de Datos, Universidad de Concepción, 2003.