

<https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1354>

*Artículos científicos*

## **Estrategia didáctica para la construcción de un modelo de datos**

*Didactic Strategy for the Construction of a Data Model*

*Estratégia didática para a construção de um modelo de dados*

**Elena Fabiola Ruiz Ledesma**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

[efruiz@ipn.mx](mailto:efruiz@ipn.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-1513-8243>

**Elizabeth Moreno Galván**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

[ingelymg@hotmail.com](mailto:ingelymg@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-5800-0087>

**Lorena Chavarría Báez**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

[lchavarria@ipn.mx](mailto:lchavarria@ipn.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-8746-6342>

**Elizabeth Acosta Gonzaga**

Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y

Ciencias Sociales y Administrativas, México

[eacostag@ipn.mx](mailto:eacostag@ipn.mx)

<https://orcid.org/0000-00021413-1063>

## Resumen

En el presente artículo se describe una estrategia didáctica que contempla la realidad del estudiante para trabajar el tema de modelado de datos, el cual forma parte de la materia Base de Datos que se imparte en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) 9, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN). En el grupo experimental se aplicó una estrategia didáctica basada en la experimentación y la practicidad de la teoría constructivista; en el grupo de control se trabajó el tema de forma tradicional. Como parte de los instrumentos metodológicos, se empleó la observación y el cuestionario. La primera se llevó a cabo antes de trabajar con el tema y el cuestionario fue utilizado para evaluar la propuesta. Se analizaron los resultados y se observó que el grupo experimental obtuvo mejores resultados que el grupo control. Se concluyó que el uso de la estrategia didáctica trabajada con el grupo de estudio permitió que los estudiantes tuvieran un mejor desempeño en el tema de modelado de datos.

**Palabras clave:** base de datos, modelado de datos, modelo entidad-relación, normalización.

## Abstract

This article describes a didactic strategy that contemplates the student's reality to work on the topic of data modeling, which is part of the subject Database taught at the Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) 9, belonging to the Instituto Politécnico Nacional (IPN). In the experimental group, a didactic strategy based on experimentation and the practicality of the constructivist theory was applied; in the control group, the subject was worked on in a traditional way. As part of the methodological instruments, observation and a questionnaire were used. The former was carried out before working with the topic and the questionnaire was used to evaluate the proposal. The results were analyzed, and it was observed that the experimental group obtained better results than the control group. It was concluded that the use of the didactic strategy worked with the study group allowed the students to have a better performance in the topic of data modeling.

**Keywords:** database, modeling, relationship entity model, standardization.

## Resumo

Este artigo descreve uma estratégia didática que contempla a realidade do aluno para trabalhar a disciplina de modelagem de dados, que faz parte da disciplina de Banco de Dados que é ministrada no Centro de Estudos Científicos e Tecnológicos (CECyT) 9, pertencente ao Instituto Politécnico Nacional Instituto (IPN). No grupo experimental, foi aplicada uma estratégia didática baseada na experimentação e na praticidade da teoria construtivista; No grupo controle, o assunto foi trabalhado de forma tradicional. Como parte dos instrumentos metodológicos, foram utilizados a observação e o questionário. A primeira foi realizada antes do trabalho sobre o tema e o questionário foi utilizado para avaliar a proposta. Os resultados foram analisados e observou-se que o grupo experimental obteve melhores resultados que o grupo controle. Concluiu-se que a utilização da estratégia didática trabalhada com o grupo de estudo permitiu que os alunos tivessem um melhor desempenho na disciplina de modelagem de dados.

**Palavras-chave:** banco de dados, modelagem de dados, modelo entidade-relacionamento, normalização.

**Fecha Recepción:** Abril 2022

**Fecha Aceptación:** Noviembre 2022

---

## Introducción

Hoy en día, las bases de datos se utilizan ampliamente ya que proporcionan una forma eficiente de administrar la información. Su diseño y uso no son una tarea trivial, puesto que se debe lograr generar una estructura tal que no dé lugar a la redundancia e inconsistencia de los datos que se manejen. Esta situación se ha abordado desde hace varias décadas, definiendo esquemas y modelos acordes a los recursos tecnológicos y las necesidades de la época.

En la carrera de técnico en Programación del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) 9 Juan de Dios Bátiz, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN), se imparte la unidad de aprendizaje denominada *Base de Datos*, entre cuyos contenidos se encuentra el tema de modelado de datos, tópico que es requerido para la construcción de sistemas en el área de tecnologías de la información (TI). De forma establecida en planes y programas de estudio, así como en los libros dedicados al tema (Silberschatz, Korth y Sudarshan, 2002, 2011), y de acuerdo con Rubio (2017), se emplea la

siguiente secuencia de enseñanza, a la que le denominamos en este trabajo como *secuencia de enseñanza tradicional*:

- a) Se abordan teóricamente los conceptos de *base de datos*, *modelado*, *tipos de modelos*, elementos que componen tanto al modelo relacional como al de entidad-relación (E/R) y formas normales.
- b) Se expone y analiza un caso por parte del profesor.
- c) Se hace la generación del modelo.
- d) Se aplican formas normales al modelo.

Dicha secuencia es la forma tradicional como se enseña bajo la guía del profesor a través de un proyecto de un sistema de base de datos concreto (Zhuoyi, Na y Hongjie, 2012). Dado que el resultado de esta secuencia de enseñanza no es medible durante las fases del proceso, es decir, no es fácil valorar si el diseño resultante contiene redundancia o inconsistencia de datos hasta que el diseñador ha logrado generar un modelo, se propone una estrategia didáctica donde es posible retroalimentar durante cada fase a los estudiantes que se inician en el proceso, lo cual es de suma importancia puesto que suelen tener deficiencias desde la elección de atributos y establecimiento de relaciones hasta la aplicación de las formas normales.

## Marco teórico-conceptual

### Base de datos

Una base de datos se define como una colección o depósito de datos integrados, almacenados en un soporte secundario (no volátil) y con redundancia controlada. Los datos que han de ser compartidos por diferentes usuarios a través de aplicaciones deben mantenerse independientes tanto de los mismos usuarios como de sus aplicaciones. La estructura de una base de datos se apoya en un modelo de datos, el cual debe permitir captar las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real (Cattell *et al.*, 1997; Miguel y Piattini, 1999).

El uso de las bases de datos se desarrolló a partir de la necesidad de almacenar grandes cantidades de información. En la década de los setenta, Codd (1970) publicó el modelo relacional, así como una serie de reglas y normas que, con el desarrollo del modelo E/R (Chen, 1976), siguen siendo utilizadas en el modelado de bases de datos hasta el día de hoy (Beynon-Davies, 2018; Pisco *et al.*, 2017). Actualmente, también existen los enfoques:

organizativo, distribuido y el orientado a objetos (Khoshafian, 1993) y NoSQL (Castelltort y Laurent, 2013).

La arquitectura de una base de datos se define en tres niveles: físico, lógico y de vista (Silberschatz *et al.*, 2011). La definición de la estructura de la base de datos se realiza en el nivel lógico y la herramienta para representar la estructura de una base de datos es el modelo.

## Modelos

Un modelo se define como un “conjunto de conceptos, reglas y convenciones bien definidas que nos permiten aplicar una serie de abstracciones a fin de describir y manipular los datos de un cierto mundo real que deseamos almacenar en la base de datos” (Miguel y Piattini, 1999).

Los modelos de datos, por lo tanto, son una colección de herramientas conceptuales para describir datos, relaciones entre estos, semántica y restricciones de consistencia (Arora, 2015). A lo largo del desarrollo de teorías acerca de las bases de datos, así como a partir de la evolución tecnológica de almacenes físicos de información, se diseñaron diversos esquemas de modelado.

## Tipos de modelado

La gestión de la información implica una estructuración adecuada de esta. Los primeros modelos que se desarrollaron fueron el de red y el jerárquico, mediante los cuales se estructuraban los datos como listas y árboles; posteriormente, dados los avances en materia de administración de la información, se diseñaron tanto el modelo relacional (E/R), como el modelo orientado a objetos, los cuales han sido los más ampliamente utilizados (Rashid y Al-Radhy, 2014), por lo que la estrategia didáctica que se propone en el presente documento se basa en su utilización y a continuación se describen más a fondo.

## Modelo relacional

Se utiliza un grupo de tablas para representar los datos y las relaciones entre estos (Silberschatz *et al.*, 2011). Está basado en fundamentos matemáticos, lo que brinda eficiencia a las operaciones que se realizan sobre las relaciones.

## Terminología

- *Tupla*: conjunto de valores que componen una fila de una relación.
- *Dominio*: conjunto de valores posibles para una columna.
- *n-tupla*: tupla compuesta de  $n$  dominios, siendo  $n$  el grado de la relación.
- *Cardinalidad*: número de tuplas de una relación.
- *Claves lógicas*: claves para representar las asociaciones entre dos tablas.

## Modelo entidad-relación

El modelo E/R aporta una herramienta de modelado para representar las entidades, propiedades y relaciones, llamado *diagrama entidad-relación*. Mediante este diagrama, se puede mostrar gráficamente el esquema conceptual abstracto y mantener una independencia conceptual con respecto a la implementación propiamente dicha (Moreno, 2000). Se usa para localizar datos concretos, su objetivo es la gestión y relación de los datos (Gordillo, Licona y Acosta, 2013).

## Elementos de un modelo E/R

Los elementos del modelo E/R son los siguientes (Silberschatz *et al.*, 2011):

- *Entidad*: cosa u objeto en el mundo real que es distinguible de todos los demás objetos.
- *Atributos*: describen propiedades que posee cada miembro de un conjunto de entidades.
- *Dominio*: conjunto de valores que puede tomar un atributo.
- *Relación*: asociación entre diferentes entidades.

El incremento en el número de entidades, correlaciones y atributos resulta en un incremento en la complejidad y costo (Çağiltay, Topallı, Aykaç y Tokdemir, 2013).

## Normalización

La normalización de bases de datos (Codd, 1970) es el proceso por el cual un esquema existente se modifica para traer sus tablas componentes hacia el cumplimiento de ciertas propiedades a través de una serie de formas normales progresivas. Se trata de un tema que no es fácil de asimilar por diseñadores con poca experiencia. Por fortuna, existen desarrollos tecnológicos orientados a apoyar la práctica de enseñanza-aprendizaje de

normalización (Mendjoge, Joshi y Narvekar, 2016; Mitrovic, 2002). Las formas normales que se generalmente se consideran son: primera forma normal (1FN), segunda forma normal (2FN), tercera forma normal (3FN), forma normal de Boyce-Codd (BCFN), cuarta forma normal (4FN) y quinta forma normal (5FN).

### **Sobre el constructivismo**

Debido a que la estrategia didáctica que se plantea es de carácter constructivista, al respecto se comenta que el constructivismo enfatiza la socialización y el contexto de aprendizaje, esto es, que dicho aprendizaje no se adquiere a través de la impartición de los temas por parte de los profesores, sino que es adquirido a través de la construcción significativa de conocimiento bajo un cierto contexto. Durante el proceso, el estudiante debe hacer uso de materiales de aprendizaje necesarios, de tal forma que el núcleo de la teoría constructivista es tomar al estudiante como el objeto central, enfatizando en él mismo la iniciativa de exploración, búsqueda de conocimiento y construcción de aprendizaje significativo (Zhuoyi *et al.*, 2012).

### **Métodos y materiales**

La metodología de investigación empleada es cualitativa con un alcance descriptivo, de acuerdo con lo señalado por Hernández, Fernández y Baptista (2008).

Se trabajó con dos grupos de 35 y 36 estudiantes, respectivamente. Uno de ellos se consideró como grupo de estudio (experimental) con el que se trabajó el tema de modelo de datos con la estrategia didáctica propuesta. El segundo grupo fue el de control, en donde se desarrolló el mismo tema, pero empleando la secuencia de enseñanza tradicional, mencionada en la introducción de este documento, y que se resume en los siguientes pasos: 1) empleo del libro de texto por parte del profesor para dar la teoría y presentar ejemplos sobre los temas de modelo relacional, modelo E/R, relación entre ellos y proceso de normalización, 2) desarrollo del modelo E/R usando un ejemplo dado, 3) transformación del modelo E/R al modelo relacional y 4) aplicación del proceso de normalización, si es necesario. Los grupos estuvieron constituidos por estudiantes de cuarto semestre de la carrera técnica de Programación del CECyT 9 del IPN. La edad de los estudiantes osciló entre 16 y 17 años. El tema abordado con ambos grupos fue modelado de datos, que está ubicado en la unidad temática 1 correspondiente a la unidad de aprendizaje de Base de Datos. Para revisar

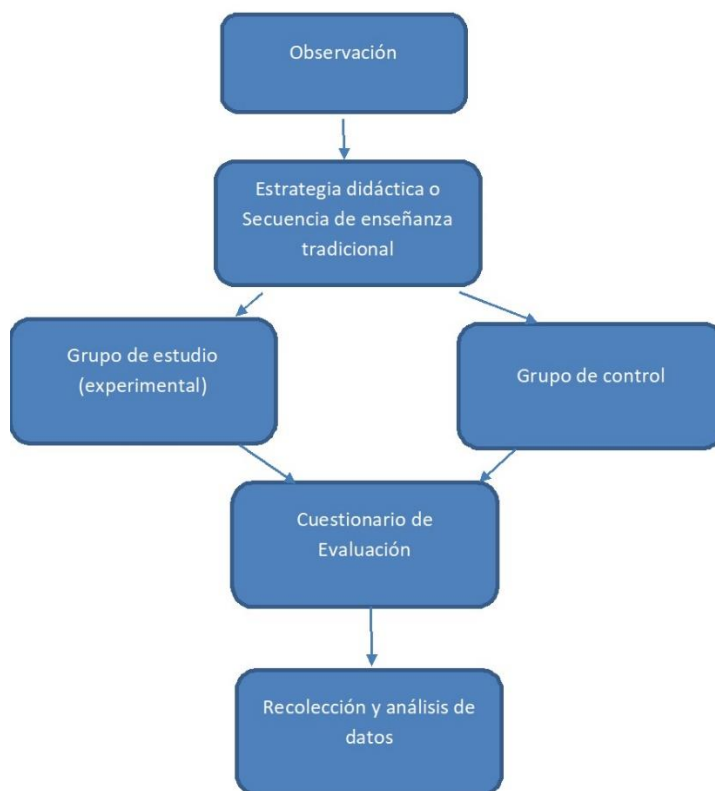


los conocimientos previos de los estudiantes de ambos grupos (de control y de estudio), se empleó el primer instrumento metodológico, que fue la observación previa al trabajo del tema de modelo de datos, y, para evaluar el trabajo realizado, en ambos grupos se aplicó un cuestionario de evaluación.

La estrategia didáctica que se propone en el presente artículo es de carácter constructivista, centrada en el estudiante, lo cual impulsó a modificar la secuencia de enseñanza tradicional de tal forma que los estudiantes que por primera vez toman la materia, por lo tanto, no experimentadas en el modelado de bases de datos, sean capaces de generar modelos relacionales y E/R a través de la experimentación y tratamiento de la información que se le proporcione. La secuencia de pasos que se propone seguir es la siguiente: 1) tomar una situación del mundo real le sea familiar al estudiante, 2) identificar, a través del ejemplo, las características del modelo relacional y, una vez que el alumno las haya asimilado, explicar el concepto formal, 3) proceder como en el paso anterior para exponer el tema de normalización en sus distintas formas y 4) transformar el modelo relacional obtenido al modelo E/R correspondiente. Como se puede ver, con esta forma de proceder se favorece el aprendizaje del estudiante, ya que los temas se abordan de una forma dinámica, con el enfoque constructivista. Al usar esta estrategia didáctica se presentan los temas desde una perspectiva que parte de lo más particular a lo más general, a diferencia de la forma tradicional, que procede a la inversa y que, en algunos casos, expone este tema de manera superficial, porque al partir del modelo E/R al modelo relacional puede no ser necesario el proceso de normalización, por lo cual se presenta, en esta propuesta más dinámica, el tema de normalización de una manera más amplia e intuitiva. Por otra parte, se otorgará al docente una herramienta para instruir intuitiva y experimentalmente a los estudiantes en la construcción de dichos modelos.

En el diagrama de la figura 1 se presentan los pasos que se siguieron en la metodología de investigación.



**Figura 1.** Proceso empleado en la metodología de investigación

Fuente: Elaboración propia

## Observación

La observación se toma como base de la recogida de datos en la investigación empírica y puede tener distintos sentidos fundamentales (Cohen, Manion, Morrison, 2007). En el caso del estudio reportado en este artículo, la observación se empleó como un instrumento metodológico que permitió obtener un conocimiento general de los grupos con los que se generó la experiencia de enseñanza.

La observación en el aula es un medio de exploración de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el tópico de modelo de datos. Esta observación tuvo como finalidad reconocer las pautas de una enseñanza previa con la que los alumnos están familiarizados, incluyendo el tipo de interacción al que están acostumbrados con sus profesores y al empleo de tecnología. Al mismo tiempo, las observaciones realizadas mostraron las condiciones generales del grupo y auxiliaron en la comparación que se realizó entre la forma de trabajo que los estudiantes estaban acostumbrados a realizar con sus profesores y el desenvolvimiento que tuvieron con el encargado de esta investigación dentro de la experiencia de enseñanza presentada en este artículo.

Antes de llevar a cabo la observación programada, se hizo una selección de criterios acerca de cómo prever sus registros, qué fenómenos privilegiar en ella, cómo validarla por distintas vías y los elementos de análisis a profundizar posteriormente.

Todo lo planteado hasta aquí responde a las preguntas y puntos de interés siguientes:

- ¿Qué se pretende observar?
- Naturaleza de la enseñanza que el maestro promueve.
- A nivel del discurso del maestro, las definiciones que este proporciona y, en el plano de lo que dice, cómo lo dice y qué sentido le otorga.
- Estrategias que utilizan los estudiantes al resolver los problemas.
- Lo que dicen los alumnos y cómo lo dicen.
- Lo que escriben los alumnos y cómo lo escriben.
- ¿Qué otros elementos están presentes? (por ejemplo, lo referente al discurso colectivo, al tipo de intercambio grupal, etc.).

Como resultado de la observación, se tiene que los estudiantes tanto del grupo de control como del experimental toman por primera vez la materia de Base de Datos y la forma en como ellos describen las clases que han tenidos con su profesor es de forma tradicional (expositiva), esto es, el profesor da la teoría extraída de un libro de texto y pone ejemplos, es decir, el profesor se encarga de explicar apoyado de ejemplos, formula algunas preguntas para hacer participar a los estudiantes, no hay intercambio grupal, los estudiantes copian en sus cuadernos lo escrito en el pizarrón.

### **Propuesta de trabajo en el aula (estrategia didáctica con el grupo de estudio o experimental y secuencia de enseñanza con el grupo de control)**

A continuación, se muestra el trabajo desarrollado con los grupos de control y de estudio o experimental.

#### **Trabajo en el aula con el grupo de control**

Con el grupo de control se empleó la secuencia de enseñanza tradicional. A continuación, se muestran los pasos empleados y las actividades llevadas a cabo:

- Estudio de fundamentos teóricos de bases de datos.
- Estudio de modelos de bases de datos y tipos de modelos.
- Definición, características, elementos y notación de modelado E/R.

- Análisis y mapeo de un problema planteado transformando el modelo conceptual en un conjunto de relaciones candidatas.
- Definición, ejemplos y características de las formas normales.
- Aplicación de reglas normales de forma que las relaciones candidatas se refinan para eliminar redundancia de datos.

## **Trabajo en el aula con el grupo de estudio o experimental**

Con el grupo experimental se trabajó la estrategia didáctica, la cual está integrada por seis fases que parten del análisis de un caso real hasta la construcción de los modelos relacional y de E/R. Esta estrategia está basada en un modelo constructivista en virtud de que se plantea la adquisición del conocimiento significativo a través de la experimentación por parte del estudiante. A continuación, se presentan las seis fases de esta estrategia didáctica, las cuales se efectuaron considerando un ejemplo de productos disponibles en una tienda de abarrotes pero es aplicable a cualquier situación.

### **Fase 1. Análisis de un caso del mundo real**

Se presenta a los estudiantes imágenes de los productos que se pueden adquirir en una tienda de abarrotes y, mediante una lluvia de ideas, se solicita al estudiante determinar las características comunes a todos los productos (aquí se trabaja un aspecto del constructivismo referido a que el estudiante participe experimentando y trabajando con elementos próximos a su realidad).

### **Fase 2. Tratamiento de la información de forma tabular usando hoja de cálculo**

Con la información obtenida de la observación y el análisis de los productos, el estudiante genera una representación tabular, tal y como se muestra en la tabla 1, donde cada atributo se coloca como fila de la tabla. En este punto es importante observar y guiar al estudiante en la elección de los atributos, puesto que podrá haber elegido aquellos irrelevantes para el tema o, en contraposición, no haber tomado en cuenta algunos (se continúa con la experimentación por parte del estudiante como aspecto del constructivismo). Como lo más importante a lograr es la abstracción, en esta etapa los formatos de nombres de fila o tipos de datos no son relevantes.

**Tabla 1.** Tabulación de datos

Nombre
Precio
Marca
Descripción
Categoría
Vendedor

Fuente: Elaboración propia

Una vez asignadas las filas, se debe llenar la tabla con información (registros o columnas), como se muestra en la tabla 2, de esta forma es posible identificar si fueron determinadas las filas adecuadas para describir las características de todos los productos o si es necesario agregar más para describir información no tomada en cuenta anteriormente.

**Tabla 2.** Reporte tabular de registros

Nombre	Leche	Cereal azucarado	Helado
Precio	11.00	15.00	30.00, 15.00
Marca	Pura, Milky	Cerealitos, CA	Heladines, Freezes
Descripción	Caducidad: cinco días, sabor chocolate, fresa, vainilla	Hojuelas azucaradas, maíz inflado chocolate, sabor frutal	A base de leche. Sabor: chocolate, napolitano, fresa
Categoría	Lácteo	Cereal	Congelado
Vendedor	Ana González	Ana González	Luis Gómez

Fuente: Elaboración propia

Mediante observación y análisis de la tabla 2, se pueden identificar:

- Valores duplicados (Marca, Comprador).
- Existencia de columnas con información heterogénea (Descripción).
- Valores inconsistentes (En la columna Descripción: “Tamaño de los valores”: “Chico” y “Pequeño” hacen referencia al mismo concepto, pero están descritos de formas diferentes).
- Campos multivaluados (Marca).

Una vez observadas las características que generan redundancia e inconsistencia de los datos, se aplican tratamientos sobre la información (sigue habiendo un trabajo de tipo

constructivista que promueve en el estudiante observar y reflexionar sobre lo que va realizando).

### Fase 3. Aplicación de algoritmos de normalización a través de proceso de tratamiento de la información

Se solicita al estudiante que identifique columnas no atómicas, es decir, aquellas que contienen información heterogénea (Descripción) y separar la información creando nuevas filas de la forma que se ilustra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Aplicación de la propiedad de atomicidad

Nombre	Leche	Cereal	Helado
Precio	11.00	15.00	30.00, 15.00
Marca	Pura, Milky	Cerealitos, CA	Heladines, Freezes
Descripción	Caducidad: cinco días	Hojuelas azucaradas, maíz inflado	A base de leche
Sabor	Chocolate, fresa, vainilla	Azúcar, chocolate, frutas	Chocolate, napolitano, fresa
Categoría	Lácteo	Cereal	Congelado
Vendedor	Ana González	Ana González	Luis Gómez

Fuente: Elaboración propia

Se pide al estudiante que agregue un identificador único denominado de ahora en adelante *identificador* o *clave principal* que represente unívocamente a cada registro de la tabla, como se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.** Asignación de identificador único para cada registro

Identificador Producto	23567	29643	93458
Nombre	Leche	Cereal	Helado
Precio	11.00	15.00	30.00, 15.00
Marca	Pura, Milky	Cerealitos, CA	Heladines, Freezes
Descripción	Caducidad: cinco días	Hojuelas azucaradas, maíz inflado	A base de leche
Sabor	Chocolate, fresa, vainilla	Azúcar, chocolate, frutas	Chocolate, napolitano, fresa
Categoría	Lácteo	Cereal	Congelado
Vendedor	Ana González	Ana González	Luis Gómez

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 5 y 6 se realiza la separación en tablas independientes, con su propio identificador, aquellas filas (Vendedor) que no dependen directamente del identificador. Para que el estudiante pueda distinguirlos, se requiere que analice si dichas filas contienen un valor al realizar el registro de la fila por primera vez. En el presente ejemplo, la fila Vendedor se separa debido a que no depende del identificador de producto y además permanece sin valor hasta que se realiza el proceso de venta.

**Tabla 5.** Separación de filas independientes de la clave principal

Identificador Producto	23567	29643	93458
Nombre	Leche	Cereal	Helado
Precio	11.00	15.00	30.00, 15.00
Marca	Pura, Milky	Cerealitos, CA	Heladines, Freezes
Descripción	Caducidad: cinco días	Hojuelas azucaradas, maíz inflado	A base de leche
Sabor	Chocolate, fresa, vainilla	Azúcar, chocolate, frutas	Chocolate, napolitano, fresa
Categoría	Lácteo	Cereal	Congelado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Separación de filas

Identificador Vendedor	10	20
Nombre Vendedor	Ana González	Luis Gómez

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de mantener relacionados los datos, se crea una tabla intermedia la cual permite tener relacionados los datos a través de los identificadores de estas y se agrupan datos por afinidad (marca, sabor, presentación) y crear nuevas tablas, nuevamente conservar las relaciones mediante los identificadores principales de cada una de estas, como se observa en la tabla 7.

**Tabla 7.** Generación de tablas por afinidad

Identificador Producto	23567	29643	93458
Nombre	Leche	Cereal	Helado
Precio	11.00	15.00	30.00, 15.00
Identificador Marca	M1, M2	M3, M4	M5, M6
Descripción	Caducidad: cinco días	Hojuelas azucaradas, maíz inflado	A base de leche
Identificador Sabor	S1, S2, S3	S4, S1, S5	S1, S6, S2
Identificador Categoría	C1	C2	C3

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se van creando tablas, repositorios o catálogos que pueden ser llenadas mediante valores escritos una única vez, asegurando la consistencia de los datos.

En este nivel, pueden existir filas que contienen muchos valores (IdentificadorMarca, IdentificadorSabor), a las que se les denomina *filas multivaluadas*, que deben ser extraídas mediante la creación de nuevas tablas que sean capaces de crear relaciones a través de identificadores para posteriormente eliminar las filas.

A partir de un análisis del negocio, se puede identificar que la fila Precio es una fila multivaluada, es posible extraerla dada su codependencia con la tabla Marca, por lo que se puede mover la fila Precio a la tabla que relaciona la marca con el producto, tal proceso se observa en las tablas 8, 9 y 10.



**Tabla 8.** Eliminación de campos multivalor y columnas codependientes

Identificador Producto	23567	29643	93458
Nombre	Leche	Cereal	Helado
Descripción	Caducidad: cinco días	Hojuelas azucaradas, maíz inflado	A base de leche
Identificador Categoría	C1	C2	C3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.** Eliminación de campos multivalor y columnas codependientes

Identificador Marca	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Identificador Producto	23567	23567	29643	29643	93458	93458
Precio	11.00	11.00	15.00	15.00	30.00	15.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** Eliminación de campos multivalor y columnas codependientes

Identificador Marca	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Marca	Pura	Milky	Cerealitos	CA	Heladines	Freezes

Fuente: Elaboración propia

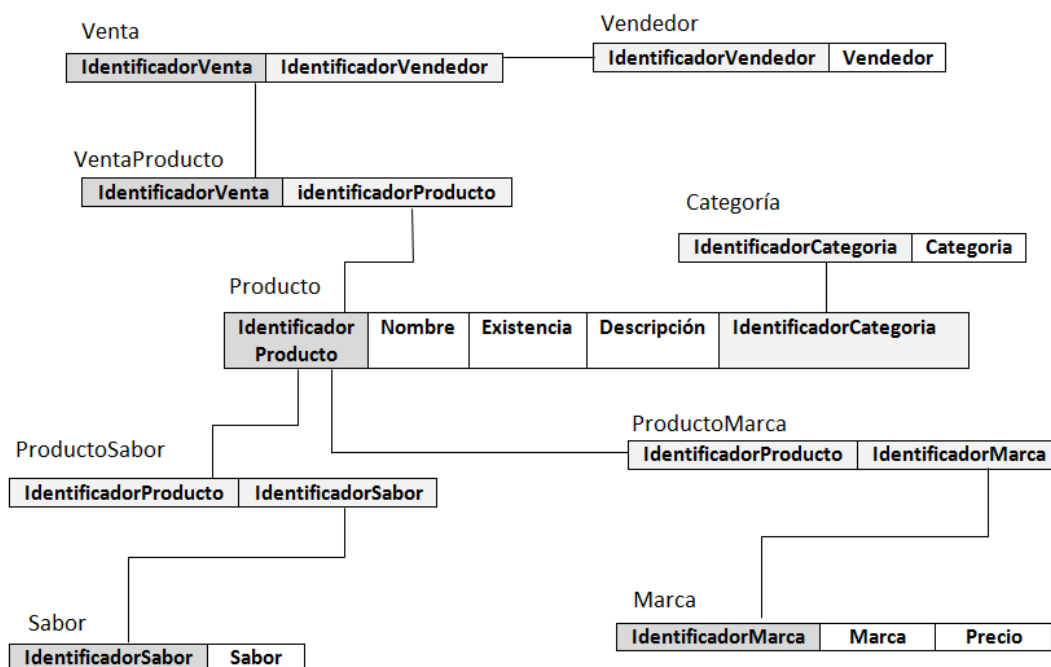
Retomando la tabla generada en el paso 3, aún existe una fila multivaluada (IdentificadorProducto), a la que se puede aplicar el mismo tratamiento indicado en el paso 6.

#### Fase 4. Generación de modelo relacional

Dada la naturaleza de los resultados en tablas, se procede a la realización del modelo relacional (figura 2) a través de la siguiente secuencia: 1) primero se asigna un nombre a todas y cada una de las tablas generadas, 2) se eliminan los valores de las columnas, es decir, únicamente se conservan los encabezados de tabla, 3) posteriormente, se ubican las tablas sin orden establecido para que, finalmente, 4) en los casos que exista una relación entre identificadores, dicha relación se represente mediante líneas (con estos pasos realizados se observa la participación total del estudiante en la construcción del conocimiento, que en este

caso es la creación de un modelo relacional, a partir de todo lo efectuado con la separación de las filas de las tablas).

**Figura 2.** Modelo relacional obtenido a partir del caso expuesto

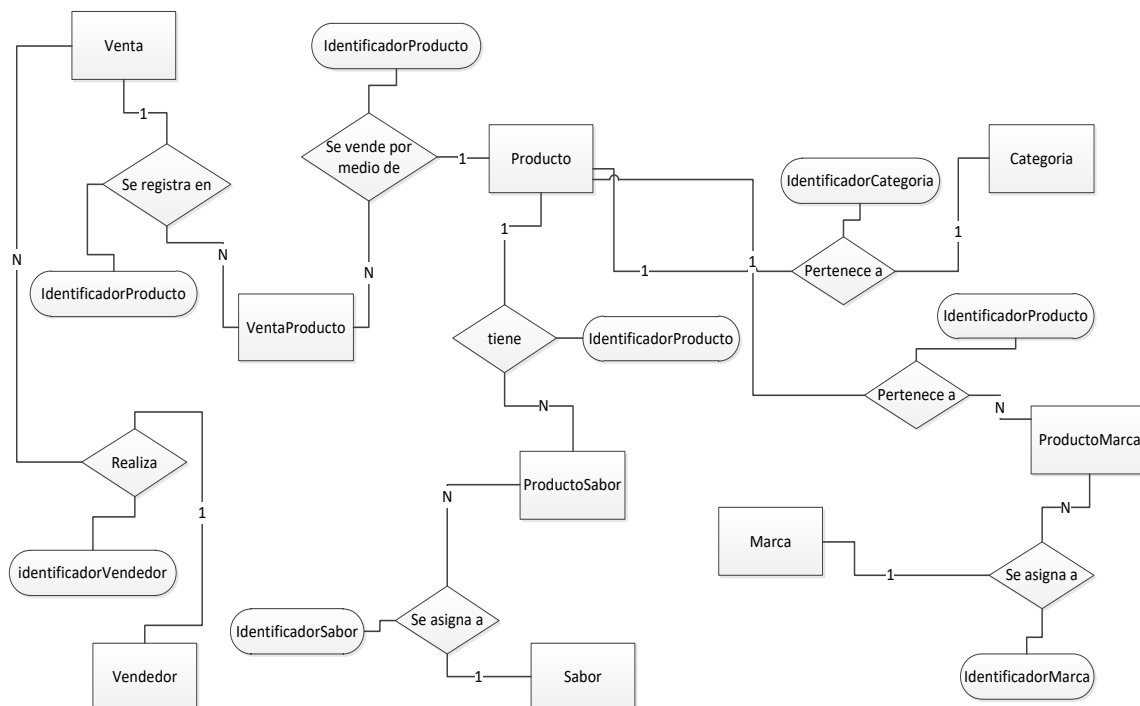


Fuente: Elaboración propia

### Fase 5. Generación de modelo E/R

Una vez que se ha obtenido el modelo relacional, se puede utilizar la nomenclatura estándar para la representación mediante un diagrama de entidad-relación, donde cada tabla se representa por medio de una entidad (rectángulo), las columnas se representan como atributos (óvalo) y la unión entre tablas como relación (rombo), lo que señala el identificador por medio del cual se realiza la relación. Un diagrama de entidad-relación debe incluir las filas de cada tabla representadas por óvalos salientes de la entidad, sin embargo, para facilitar la visualización de relaciones, en la figura 3 se han suprimido.

**Figura 3.** Modelo E/R obtenido a partir del caso expuesto



Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en el diagrama obtenido en la figura 3, ya no es necesaria la aplicación de alguna forma normal, dado que todas las relaciones se encuentran establecidas de la forma 1:1, 1:N, N:1, tampoco existen atributos multivaluados o derivados, por lo cual se ha generado un modelo sin redundancia y sin inconsistencias. También, es posible apreciar la correspondencia entre los modelos que se muestran en la figura 2 y la figura 3, en donde las relaciones 1:1 se transforman solamente pasando la clave primaria de una tabla como atributo de clave foránea de la otra tabla, sin la necesidad de generar nuevas tablas. Lo mismo sucede con las relaciones 1:N.

### Fase 6. Cuestionario de evaluación

Después de haber trabajado con el grupo experimental la estrategia didáctica y con el grupo de control la secuencia de enseñanza tradicional, se aplicó a ambos grupos el mismo cuestionario de evaluación, cuya duración fue de 2 horas y el cual consiste en la asignación de un valor de acuerdo con 10 indicadores (criterios que se tomaron en cuenta para evaluar

el conocimiento del estudiante en el tema, a saber: el nivel de abstracción para generar un modelo de datos correcto, la aplicación adecuada del proceso de normalización y el entendimiento de la simbología o nomenclatura de cada modelo) en una escala de 0 a 10 para determinar la facilidad en la construcción de un modelo de datos. El cuestionario de evaluación se presenta en la tabla 11.

**Tabla 11.** Información del cuestionario de evaluación

Instrucciones: analiza el siguiente escenario y realiza en una hoja de papel el modelo E/R normalizado (al menos BCFN) utilizando nomenclatura estándar.

Considere un sistema donde se administra información de vuelos de la aerolínea Volarás, la cual es una línea comercial dedicada a transportar pasajeros. De la misma, se sabe la siguiente información:

- A cada pasajero se le asigna un identificador único de cuatro dígitos para abordar.
- Interesa conocer el nombre completo (nombre, apellido paterno y materno), sexo, fecha de nacimiento y CURP de todos los pasajeros.
- Para un vuelo se asigna fecha y hora de salida, fecha y hora de llegada, ciudad de origen, ciudad de destino y precio.
- Para un vuelo, se asigna un identificador de cinco dígitos del número de vuelo, ciudad de origen y ciudad de destino.
- Interesa determinar qué avión se designará para cada vuelo, por lo que se asigna un número que sirve como identificador de dicho avión y su tipo asignado por fabricante (Boeing 737, 747, 757 y 767 y Airbus A320, A330 y A340).
- Un pasajero puede tomar varios vuelos.
- Un vuelo puede reservarse para muchos pasajeros.
- Los vuelos no pueden tener más de dos escalas y no hay cambio de tipo de avión para un mismo número de vuelo.

a) Elabore modelo E/R para la solución del caso expuesto.

Se evaluará:

- i) Uso de nomenclatura estándar (entidades y relaciones).
- ii) Representación de *todos* los atributos.
- iii) Cardinalidad.

iv)	Representación de llaves primarias y foráneas.
b)	Elabore la reducción a tablas del modelo. Se evaluará:
i)	Reducción fiel del modelo E/R
ii)	Representación de llaves primarias(*), foráneas(**) y candidatas(***)
c)	Elabore un diccionario de datos. Se evaluará:
i)	Integración de todos los campos incluidos en el modelo E/R.
ii)	Descripción completa de todos los campos incluidos en el modelo E/R.

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores que se consideraron para la evaluación, con los cuales se hace la comparación de los resultados obtenidos con el grupo experimental y el grupo de control, se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12.** Indicadores de construcción de un modelo de datos

Núm.	Indicador	Descripción
1	Uso de nomenclatura estándar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representación de entidad mediante un rectángulo con el nombre de esta dentro.</li> <li>- Representación de atributo por medio de un óvalo con su nombre inscrito unido a la entidad perteneciente por medio de una línea de conexión.</li> <li>- Representación de llave principal subrayada.</li> <li>- Representación de relación a través de un rombo unido por líneas conectoras entre entidades, dominio y codominio.</li> <li>- Representación de cardinalidad indicada en cada relación por medio de: 1:1, 1: N, M: 1, M: N, o bien simbología gráfica: 1, &gt; 1 y 1 &lt;.</li> </ul>
2	Identificación de entidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstracción a través de conceptos clave del escenario, que son representados como entidades.</li> <li>- Entidades categorizadas por: fuertes o dominio (rectángulo inscrito) y débiles o codominio.</li> </ul>

3	Identificación de atributos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstracción de las características pertenecientes a cada entidad.</li> <li>- Atributos categorizados por: simple, compuesto o derivado.</li> <li>- Elección de atributo como llave principal.</li> </ul>
4	Relación entre entidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elección adecuada de llave foránea.</li> <li>- Indicada según el sentido de la relación.</li> </ul>
5	Aplicación 1FN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los atributos en todas las entidades cumplen con la característica de atomicidad.</li> <li>- La entidad contiene una clave principal.</li> </ul>
6	Aplicación 2FN	- Dependencia funcional completa: cada atributo de la entidad depende de la clave principal.
7	Aplicación 3FN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe ninguna dependencia funcional transitiva entre los atributos que no son clave, es decir, cada atributo que no está incluido en la clave principal no depende transitivamente de esta.</li> <li>- Ningún atributo debe depender de una entidad que no tenga clave principal.</li> </ul>
8	Aplicación BCFN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La clave primaria está formada por solo un atributo.</li> <li>- Solo existen dependencias funcionales elementales que dependen de la clave principal o cualquier clave alternativa.</li> <li>- Las únicas dependencias funcionales elementales son aquellas en las que la clave principal determina un atributo.</li> <li>- Agrupamiento de datos por afinidad formando entidades relacionadas entre sí mediante atributos comunes.</li> </ul>
9	Aplicación 4FN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En una entidad no existen atributos multivaluados y se generaron todas las relaciones externas con otras entidades.</li> <li>- Eliminar dependencias multivalor, es decir, existencia de relaciones independientes M: N</li> </ul>
10	Aplicación 5FN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda dependencia de la entidad viene implicada por claves candidatas.</li> <li>- No existen relaciones de dependencias no triviales que no siguen los criterios de las llaves principales.</li> </ul>

		- Cada relación de dependencia se encuentra definida por llaves candidatas
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el cuestionario, se analizaron los datos por grupo, lo que corresponde a la parte de resultados del presente documento.

## Resultados

### Evaluación al grupo experimental (grupo 1)

En la tabla 13 se muestran los porcentajes de indicadores logrados por el grupo 1.

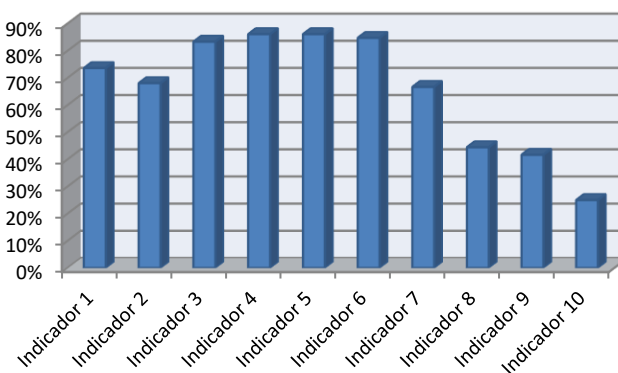
**Tabla 13.** Resultados porcentuales de indicadores obtenidos por el grupo 1 en la construcción de un modelo de datos.

Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje obtenido	74 %	68 %	83 %	86 %	86 %	85 %	67 %	44 %	42 %	25 %

Fuente: Elaboración propia

El grupo obtuvo un promedio de 6.72 en una ponderación de 1 a 10 tomando como 10 el máximo de logro de indicadores. El histograma de la figura 4 muestra gráficamente los porcentajes de indicadores logrados por los estudiantes pertenecientes al grupo 1.

**Figura 4.** Gráfico porcentual de la cantidad de estudiantes del grupo 1 que obtuvieron cada indicador



Fuente: Elaboración propia



## Evaluación al grupo control (grupo 2)

En la tabla 14 se muestran los porcentajes de indicadores logrados por el grupo 2.

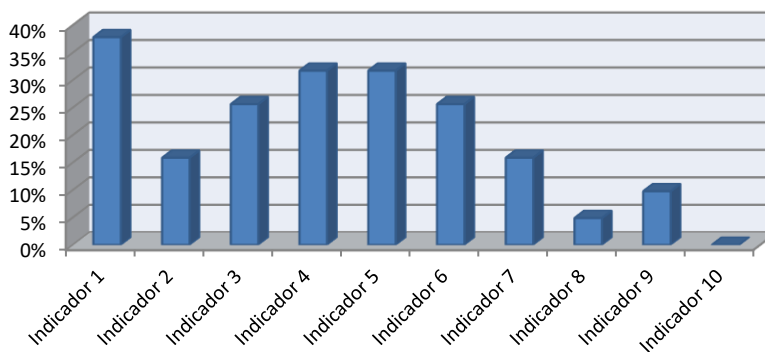
**Tabla 14.** Resultados porcentuales de indicadores obtenidos por el grupo 2 en la construcción de un modelo de datos

Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje obtenido	36 %	17 %	25 %	33 %	33 %	25 %	14 %	3 %	6 %	0 %

Fuente: Elaboración propia

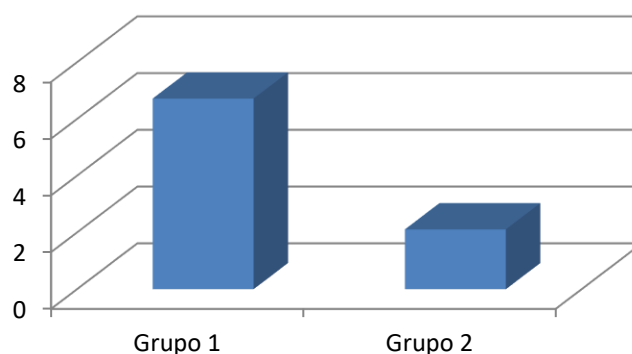
El grupo obtuvo un promedio de 2.11 en una ponderación de 1 a 10 tomando como 10 el máximo de logro de indicadores. El histograma de la figura 5 muestra gráficamente los porcentajes de indicadores logrados por los estudiantes pertenecientes al grupo 2.

**Figura 5.** Gráfico porcentual de la cantidad de estudiantes del grupo 2 que obtuvieron cada indicador



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la figura 6 se ilustra el promedio de indicadores logrado por grupo.

**Figura 6.** Promedio de indicadores logrado por grupo

Fuente: Elaboración Propia

A partir de examinar las características de los resultados, es evidente que una gran mayoría de los estudiantes logró alcanzar principalmente dos indicadores en sus diseños: 1FN y 2FN. Sin embargo, en el grupo experimental, donde se aplicó la estrategia didáctica, predominaron los indicadores relacionados con la identificación de entidades, atributos y relaciones y en muchos casos lograron implementar la 5FN; mientras que en el grupo donde se dio prioridad a la teoría se alcanzaron mejores resultados en la aplicación de notación estándar sin lograr alcanzar la 5FN. Del análisis se puede observar también que los estudiantes del grupo experimental fueron capaces de lograr diseñar modelos con un mayor número de identificadores alcanzados.

## Discusión

Este estudio prueba que existe una gran necesidad de actualización de técnicas de enseñanza-aprendizaje en este campo, lo que coincide con lo mencionado por Rubio (2017). En general, los profesores se centran en el conocimiento teórico dejando de lado la relación que existe con la práctica, como aparece en la mayoría de los libros de texto (Silberschatz *et al.*, 2002, 2011). Los métodos tradicionales de enseñanza de bases de datos para posterior asignación de habilidades prácticas no generan los mejores resultados, sin embargo, no se puede negar que los estudiantes aún pueden obtener algunas habilidades para operar en la práctica.

Debido a la alta complejidad de las bases de datos, los modelos conceptuales necesitan ser mejorados de forma que sea posible implementar bases de datos de alta calidad. Un buen diseño es necesario para una buena implementación y permite la identificación de errores e inconsistencias en el sistema.

Esta investigación ha mostrado una técnica cuyo propósito principal es brindar una orientación práctica experimental que ayude a los estudiantes de cursos de bases de datos a desarrollar y construir modelos conceptuales de datos con el máximo contenido semántico, lo que coincide con lo señalado por Zhuoyi *et al.* (2012). De la misma forma, los profesores podrán estimular a los estudiantes a consensuar la teoría para darle sentido a lo practicado, situación que, consecuentemente, les ayudará a obtener conocimiento sobre los contenidos del curso, modelos y herramientas ganando a su vez habilidades en cómo operar prácticamente.

## Conclusiones

La implementación de bases de datos en sistemas de *software* ha convertido a este en uno de los tópicos centrales en los campos de TI y desarrollo de sistemas. Tal importancia radica en la creciente demanda de soluciones tecnológicas por parte de las organizaciones que provoca a su vez una gran demanda de especialistas en el tema. Por lo tanto, en los centros educativos orientados al ramo, deben de tomarse acciones de forma que las estrategias educativas para la enseñanza de los cursos de bases de datos promuevan la aplicación práctica de conocimiento, es decir, la teoría y la práctica deben de combinarse.

Si un programa de estudio se centra en enseñar a los estudiantes primero los fundamentos teóricos y después se aplica más énfasis en un sistema gestor de bases de datos para manipulación de los datos, se estará perdiendo el proceso de análisis y resolución de problemas. Por otra parte, los estudiantes solo serán capaces de memorizar el conocimiento si solo se utiliza como método de evaluación un examen teórico minimizando sus habilidades para aplicar la teoría en la práctica. La educación debe focalizarse en desarrollar un aprendizaje significativo en los estudiantes, y esa es la intención de la técnica sugerida en este estudio.

## Futuras líneas de investigación

Aspectos que se pueden trabajar en el futuro son: desarrollar una aplicación informática con base en la estrategia didáctica propuesta que permita ser usada para diferentes ejemplos en la unidad de aprendizaje de Base de datos.

## Referencias

- Arora, S. (2015). A comparative study on temporal database models: A survey. Paper presented at the 2015 International Symposium on Advanced Computing and Communication. Silchar, September 14-15, 2015.
- Beynon-Davies, P. (2018). *Sistemas de bases de datos*. Madrid, España: Reverté.
- Çağiltay, N. E., Topallı, D., Aykaç, Y. E. y Tokdemir, G. (2013). Abstract conceptual database model approach. Paper presented at the 2013 Science and Information Conference. London, October 7-9, 2013.
- Castelltort, A. and Laurent, A. (2013). Representing history in graph-oriented NoSQL databases: A versioning system. Paper presented at the Eighth International Conference on Digital Information Management. Islamabad, September 10-12, 2013.
- Cattell, R. G. G., Barry, D., Bartels, D., Berler, M., Eastman, J., Gamerman, S., Jordan, D., Springer, A., Strickland, H. and Wade, D. (1997). *The Object Database Standard: ODMG 2.0*. New York, United States: Macmillan Publishers.
- Chen, P. (1976). The entity-relationship model—toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1), 9-36.
- Codd, E. F. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*, 13(6), 377-387.
- Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6<sup>th</sup> ed.). New York, United States: Routledge.
- Gordillo, A., Licona, D. y Acosta, E. (2013). *Desarrollo y aprendizaje organizacional*. México: Trillas.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, C. (2008). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Khoshafian, S. (1993). *Object-Oriented Databases*. New York, United States: John Wiley & Sons.
- Mendjoge, N., Joshi, A. R. and Narvekar, M. (2016). Intelligent tutoring system for Database Normalization. Paper presented at the 2016 International Conference on Computing Communication Control and Automation. Pune, August 12-13, 2016.
- Miguel, A. D. y Piattini, M. G. (1999). *Fundamentos y modelos de bases de datos* (2.<sup>a</sup> ed.). México: Alfa Omega.

- Mitrovic, A. (2002). NORMIT: a Web-enabled tutor for database normalization. Paper presented at the International Conference on Computers in Education. Auckland, December 3-6, 2002.
- Moreno, A. (2000). Diseño e implementación de un lexicón computacional para lexicografía y traducción automática. *Estudios de Lingüística del Español*, 9.
- Pisco, Á., Regalado, J. J., Gutiérrez, J., Quimis, O., Marcillo, K. y Marcillo, J. (2017). *Fundamentos sobre la gestión de base de datos*. Aloy, España: 3Ciencias.
- Rashid, T. A. and Al-Radhy, R. S. (2014). Transformations to issues in teaching, learning, and assessing methods in databases courses. Paper presented at the 2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering.
- Rubio, J. M. (2017). Bases de datos. Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado de <http://zeus.inf.ucv.cl/~jrubio/docs/ICI%20344/Capitulo%20IV%20Parte%201.pdf>.
- Silberschatz, A., Korth, H. F. y Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos* (4.<sup>a</sup> ed.). España, Madrid: McGraw-Hill.
- Silberschatz, A., Korth, H. F. and Sudarshan, S. (2011). *Database System Concepts* (6<sup>th</sup> ed.). New York, United States: McGraw-Hill.
- Zhuoyi, C., Na, L. and Hongjie, Z. (2012). Exploration of Teaching Model of the Database Course Based on Constructivism Learning Theory. Paper presented at the 2<sup>nd</sup> International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks. Yichang, April 21-23, 2012.

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, (igual).
Metodología	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, (igual).
Software	Elizabeth Moreno Galván, Lorena Chavarría Báez (igual).
Validación	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez (igual).
Análisis Formal	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, Elizabeth Acosta Gonzaga, (igual).
Investigación	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, Elizabeth Acosta Gonzaga, (igual).
Recursos	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, (igual).
Curación de datos	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, Elizabeth Acosta Gonzaga, (igual). (igual).
Escritura - Preparación del borrador original	Creación y / o presentación de la obra publicada, escribiendo específicamente el borrador inicial.
Escritura - Revisión y edición	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, (igual).
Visualización	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, (igual).
Supervisión	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Administración de Proyectos	Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Adquisición de fondos	Elizabeth Moreno Galván, Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Báez, Elizabeth Acosta Gonzaga, (igual).