

Working Method for Conceptual Database Modeling using Crow's Foot Notation and ER - Assistant Software to improve the process of database design in Database Management Courses at a University of Trujillo, Peru

Rocio Capuñay-Puyén, Mg¹, Paúl Quiñones-Martínez, Mg¹

¹ *Universidad Privada del Norte, Perú, rocio.capunay@upn.pe, paul.quinones@upn.pe*

Abstract – It is known that a conceptual model is the representation of a real context; for this reason, it can be said that the conceptual data model is an intermediary between the objects of reality and the database model that is implemented in a computer. Several existing notations are known that provide us with the guidelines to design a conceptual model such as: Chen's Notation, UML Notation, Barker's Notation, among others.

Therefore, our objective is to propose a working method for conceptual data modeling considering the crow's foot notation and the ER-Assistant case tool. It can be asserted that the combination of both elements allows the automation of the creation of a conceptual database model.

For the development of the work method, in the first instance the course projects that the students presented were analyzed. Then, with the information collected, the students elaborated their conceptual model, documented it and in parallel the progress of the students was measured.

Finally, good results were obtained in most of the students, placing them at an "In Process" level. Which means the assimilation of theoretical and practical concepts in the development of a conceptual data model.

Keywords-- Database, Concept Design, Crow's Foot Notation.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.176>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Método de trabajo para el Modelado Conceptual de Base de Datos usando la Notación Pata de Cuervo y el software ER-Assistant para mejorar el proceso de diseño de bases de datos en cursos de Gestión de Base de Datos en una Universidad de Trujillo, Perú

Rocio Capuñay-Puyén, Mg¹, Paúl Quiñones-Martínez, Mg¹

¹ Universidad Privada del Norte, Perú, rocio.capunay@upn.pe, paul.quinones@upn.pe

Resumen – Se conoce que un modelo conceptual es la representación de un contexto real; por lo mismo, se puede afirmar que el modelo conceptual de datos es un intermediario entre los objetos de la realidad y el modelo de base de datos que se implementa en una computadora. Se conocen varias notaciones existentes que nos brindan los lineamientos para diseñar un modelo conceptual tales como: Notación de Chen, Notación UML, Notación de Barker, entre otras.

Por ello, nuestro objetivo es proponer un método de trabajo para el modelado conceptual de datos teniendo en consideración la notación de pata de cuervo y la herramienta case ER-Assistant. Se puede aseverar que la combinación de ambos elementos permite la automatización de la creación de un modelo conceptual de base de datos.

Para el desarrollo del método de trabajo, en primera instancia se analizaron los proyectos de curso que los estudiantes presentaron. Luego, con la información recopilada, los estudiantes elaboraron su modelo conceptual, lo documentaron y en paralelo se midió el progreso de los estudiantes.

Finalmente, se obtuvieron buenos resultados en la mayoría de los estudiantes ubicándoles en un nivel “En Proceso”. Lo cual significa la asimilación de los conceptos teóricos y prácticos en la elaboración de un modelo conceptual de datos.

Palabras clave– Base de datos, Diseño Conceptual, Notación Pata de cuervo

I. INTRODUCCIÓN

Según las características de una organización o empresa, los datos pueden variar y tienden a incrementarse en grandes cantidades. Por ello a grandes cantidades de datos, se debe optar por buenas medidas de gestión de estos, tal como los sistemas de información, cuyo objetivo es ayudar a usar la información como un recurso organizacional. En la actualidad, la necesidad de analizar un gran volumen y variedad de datos con el propósito de extracción de información ha promovido inversiones en Big Data. La aplicación de la ingeniería de software para Big Data es reciente y emergente. [1]

A su vez, los sistemas de información se apoyan en las bases de datos, las cuales son estructuras especializadas que permiten a sistemas computarizados guardar, manejar y recuperar datos con gran rapidez [2].

La estructura de una base de datos requiere inicialmente de actividades de diseño cuidadoso, ya que es un aspecto de vital importancia. Se afirma que un modelo bien diseñado permite promover un mejor entendimiento de la organización para la cual se desarrolla el diseño de la base de datos.

Es conocido que el diseño de una base de datos es una tarea ardua, la cual requiere de una comunicación clara y frecuente entre diseñadores de bases de datos, programadores y usuarios finales. Al respecto, también cabe mencionar que surgieron algunas guías para prevenir errores de diseño tales como: sintaxis, abstracción, simplificación, sobrecarga, convergencia y divergencia [3].

El primer paso del diseño de una base de datos es obtener el modelo conceptual de datos, del cual se obtiene una representación relativamente sencilla, por lo general gráfica, de estructuras de datos reales más complejas [2].

El esquema conceptual es la primera descripción formalizada de la aplicación de la base de datos. Por un lado, sirve para discutir con el cliente sobre la funcionalidad del sistema. Por otro lado, es la base para futuros pasos de diseño que realizan esta funcionalidad en un sistema de base de datos existente [4]. En este artículo, se analizará la sencillez visual que nos ofrece un buen modelado conceptual de datos.

En el artículo titulado “The Details of Conceptual Modelling Notations are Important - A Comparison of Relationship Normative Language”, realizado en la Universidad de Melbourne, en Australia, se encontró como objetivo el sostener que la notación es extremadamente importante en el proceso de modelar relaciones debido al lenguaje normativo que especifica la notación. También afirma que las notaciones menos formales ponen en desventaja al modelador menos experimentado [5]. En su investigación resaltó la notación de relación de Barker. Un aspecto interesante de dicha notación es que especifica un lenguaje normativo con una combinación de nombre de tipo de entidad, opcionalidad, nombre de relación, cardinalidad y tipo de entidad nombre.

En el artículo “Comprensión de la sintaxis del diagrama: un estudio empírico de las notaciones de relación entre entidades”, realizado en la Universidad de Glasgow, en Reino Unido, se tiene como objetivo sostener que las notaciones simbólicas bien definidas son esenciales para la comunicación entre equipos de personas que trabajan en cualquier aplicación. Para grandes implementaciones de software, se usa comúnmente UML; para las bases de datos, los diagramas de relación de entidades (ER) son útiles [6].

En el artículo titulado “Herramienta para la enseñanza de Modelado Conceptual de Bases de Datos”, realizado en la Universidad Nacional de la Plata – UNLP, en Argentina, se

tiene como objetivo presentar una herramienta desarrollada para el Modelado Conceptual denominada CASER con fines didácticos para dar cátedra en la facultad de Informática. Todo esto con el fin de brindar a los estudiantes un software para generar esquemas conceptuales de datos en forma simple, asistida y automatizada [7].

En el artículo titulado “Generación automática del diagrama entidad-relación y su representación en SQL desde un lenguaje controlado (UN-LENCEP)”, realizado en la Universidad Nacional de Colombia, Líder del grupo de investigación en Lenguajes Computacionales, se tiene como objetivo proponer un conjunto de reglas heurísticas para la obtención automática del diagrama entidad-relación y su representación en SQL [8].

En su artículo titulado “Standard ISO/IEC 9126-3 application in the entity-relationship conceptual data model”, realizado en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se tiene como objetivo presentar una reflexión sobre las consideraciones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para evaluar los criterios de calidad del Modelo Conceptual, poniendo énfasis en el estándar ISO/IEC 9126-3 [9].

En nuestro entorno, en los semestres académicos previos a los de esta investigación, se pudo apreciar que el modelado conceptual de datos se hacía principalmente sin el uso de herramientas CASE.

II. SUSTENTO TEÓRICO

A. Ciclo de Vida de una Base de Datos

Se conoce que las bases de datos sirven de apoyo a los sistemas de información y dentro de éstos, las bases de datos también están sometidas a un ciclo de vida. El ciclo de vida de una base de datos (DBLC) contiene seis fases: estudio inicial de una base de datos, diseño de una base de datos, implementación y carga, prueba y evaluación, operación y mantenimiento y evolución [2].

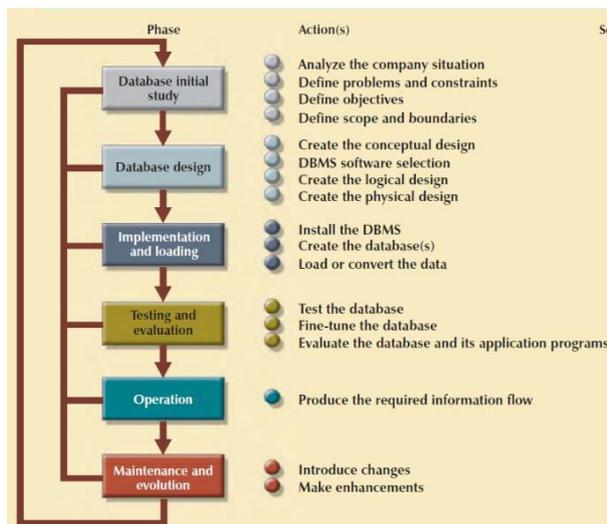


Fig. 1 Ciclo de vida de una base de datos
Fuente: Tomado de [2]

En la primera fase del ciclo de vida se busca: analizar la situación de la compañía, definir problemas y restricciones, definir objetivos y definir alcance y fronteras. En la segunda fase se concentra en el diseño del modelo de la base de datos que soportará las operaciones y objetivos de la organización [2].

Tomando como referencia la Fig 1, el diseño conceptual es la primera etapa del proceso de diseño de una base de datos. Y el producto que se obtendrá es un modelo conceptual.

B. Modelo Conceptual

Según [2] nos dice que el modelo conceptual representa una vista global de toda la base de datos como la ve toda la organización. Esto es, el modelo conceptual integra entidades, relaciones, restricciones y procesos. El modelo conceptual más ampliamente usado es el modelo de entidad-relación – ER. El modelo ER se ilustra con ayuda del ERD. El ERD se usa para representar gráficamente el esquema conceptual.

Mannino, menciona que el modelo conceptual define las entidades y las relaciones. La fase del modelado conceptual de los datos utiliza los requerimientos de datos y genera los diagramas entidad-relación (ERD) para el esquema conceptual y para cada uno de los esquemas externos [10].

Un modelo de base de datos conceptual bien diseñado protege la fuente de datos al permitirle evolucionar de modo que sirva a las necesidades de información actuales y del mañana [11].

El modelo entidad-relación es la herramienta gráfica preferida por los diseñadores de bases de datos, ya que permite describir las entidades y sus relaciones. Por ello, se ha convertido en el estándar generalmente aceptado para modelar datos [2].

C. Notaciones

Haciendo una breve reseña histórica, se encuentra inicialmente el modelo de Peter Chen en 1976 para facilitar el diseño de bases de datos al permitir al diseñador expresar las propiedades conceptuales de la base de datos en un esquema de empresa. La palabra empresa se usa ampliamente en las discusiones de bases de datos para significar la organización para la cual se conserva la base de datos. La empresa podría ser un pequeño negocio, una corporación, una universidad, una agencia gubernamental, un hospital o alguna otra organización [11]. El modelo describe el entorno en términos de entidades, atributos y relaciones. Las entidades son representadas con rectángulos, las relaciones con rombos y los atributos con óvalos, tal y como se muestra en la siguiente figura.

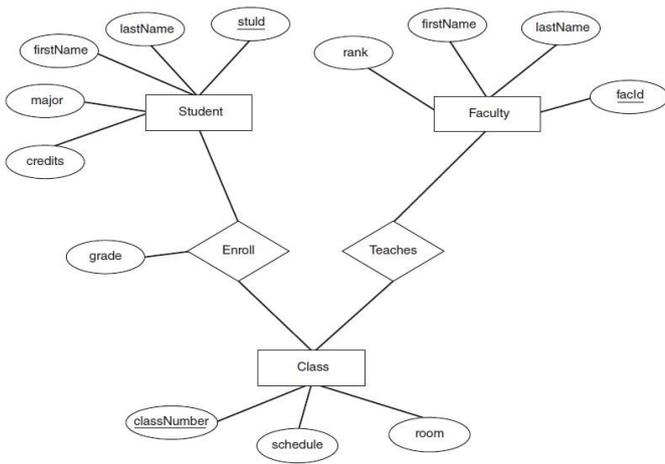


Fig. 2 Diagrama E-R para la base de datos University Tomado de [11]

Entre los elementos de un diagrama entidad-relación se consideran los siguientes:

- Entidad son colecciones de cosas de interés, pueden ser físicas como libros, gente y lugares, y también eventos como pagos [10]; es decir, cualquier cosa acerca de la cual se han de capturar y guardar datos [2].
- Cada entidad está descrita por un conjunto de atributos que describe características particulares de la entidad, una entidad debe tener una llave primaria y sus atributos descriptivos.
- Las relaciones describen asociaciones entre datos. Casi todas las relaciones describen asociaciones entre dos entidades. Existen tres tipos de relaciones entre datos: uno a muchos (1:M), muchos a muchos (M:N) y uno a uno (1:1). [2]

Una notación más actual es “pata de cuervo” (crow’s foot). El nombre “pata de cuervo” se deriva del símbolo de tres puntas que se usa para representar el lado “muchos” de la relación. Esta es una notación popular respaldada por muchas herramientas CASE ya que está más orientado a la implementación. [10]

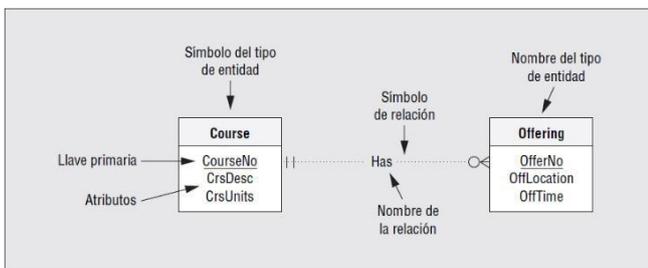


Fig. 3 Diagrama E-R con la notación pata de cuervo Tomado de [10]

Teniendo en cuenta la “notación de pata de cuervo”, encontramos el término cardinalidades, estas son restricciones sobre el número de entidades que participan en una relación. Se usan tres símbolos para representar las cardinalidades: el símbolo de la pata de cuervo (dos líneas en diagonal y una línea recta) representa muchas entidades relacionadas (cero o más), el círculo significa una cantidad de

ceros, mientras que una línea perpendicular a la línea de la relación significa una cardinalidad de uno. [10]

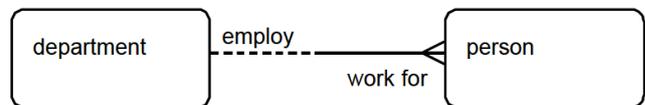
TABLA 1 RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE CARDINALIDADES

Clasificación	Restricciones de las cardinalidades
Obligatoria	Cardinalidad mínima ≥ 1
Opcional	Cardinalidad mínima = 0
Funcional o de valor único	Cardinalidad máxima = 1
1-M	Cardinalidad máxima = 1 en una dirección y cardinalidad máxima > 1 en la otra dirección
M-N	Cardinalidad máxima > 1 en ambas direcciones
1-1	Cardinalidad máxima = 1 en ambas direcciones

Fuente: Tomado de [10]

Por otro lado, también se encuentra la notación de Barker que se usa comúnmente para describir datos para Oracle. Un aspecto interesante de la notación de Barker es que también se especifica un lenguaje normativo. Este estándar fue publicado en 1989. Contiene los elementos necesarios para ser completamente formal en la especificación comercial. [5]

Se puede apreciar que, la cardinalidad de las relaciones usa líneas punteadas o continuas, combinando en algunos casos con el símbolo de la pata de cuervo. Según el ejemplo, la línea punteada denota opcionalidad y la línea continua, obligatoriedad.



A department may employ one or more people
A person must work for one and only one department

Fig. 4 Diagrama E-R Tomado de [5]

La notación pata de cuervo y la de Barker manejan cardinalidad y opcionalidad. En la siguiente tabla se muestran algunas diferencias:

TABLA 2 CARDINALIDAD EN LAS NOTACIONES

Cardinalidad	Pata de cuervo	Barker
Cero o uno	Círculo vacío y barra -----○ Entity	Línea punteada ----- Entity
Uno y solo uno	Dos barras al final de la línea ----- Entity1	Línea continua ----- Entity
Cero muchos o	Círculo vacío y pata de cuervo -----○ Entity1	Línea punteada con pata de cuervo ----- Entity
Uno muchos o	Una barra y pata de cuervo ----- Entity1	Línea continua con pata de cuervo ----- Entity

Fuente: Adaptado de [12]

El lenguaje de modelado unificado se ha convertido en la notación estándar del modelado orientado a objetos. En el modelado orientado a objetos, primero se definen los objetos, seguidos por sus características (atributos y operaciones) y después la integración dinámica entre ellos. El UML contiene diagramas de clases, diagramas de interfases y diagramas de interacción para respaldar el modelado orientado a objetos. La notación del diagrama de clases proporciona una alternativa a las notaciones de los ERD. [10] Los diagramas de clases contienen clases (colección de objetos), asociaciones entre las clases (relaciones binarias) y características de los objetos (atributos y operaciones).

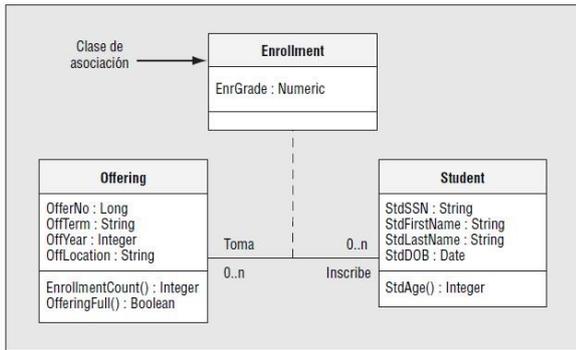


Fig. 5 Diagrama de clases con lenguaje del modelado unificado Tomado de [10]

D. Herramientas CASE

Las herramientas CASE pueden ayudar a mejorar la productividad de los sistemas de información, otorgan facilidades en las fases iniciales del desarrollo de sistemas, apoyando de esta manera el desarrollo de las bases de datos. La diagramación es la función más importante y la más utilizada de una herramienta CASE, permiten que los diagramas se expandan. Algunas herramientas CASE intentan mejorar la apariencia visual de un diagrama mediante la creación de un despliegue automático. [10] Otra de las funciones de una herramienta CASE, es la documentación, la cual se puede evidenciar con el uso de reglas de integridad, tipos de datos, diccionario de datos. [10] En esta investigación mostramos la comparación de algunas herramientas CASE que sirven para diagramar un modelo conceptual de base de datos.

TABLA 3 COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS CASE

	Ingeniería progresiva	Ingeniería en reversa	Fácil instalación	Soporte UML	Licencia gratuita	Aplicación Didáctica
Power Designer	x	x		x		
Erwin Data Modeler	x	x		x	x	
ER-Assistant			x		x	x
MS Office Visio				x		

NOTA: "X" significa que cumple con la característica Fuente: Elaboración propia de los autores

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General:

Caracterizar el proceso del diseño de bases de datos en los cursos de Gestión de Base de datos en una Universidad de Trujillo, Perú e identificar los componentes de la notación de pata de cuervo y del software ER - Assistant que permitan proponer un método de trabajo para mejorar este proceso de diseño.

B. Objetivos Específicos:

- Describir las características del proceso de diseño de bases de datos en los cursos de Gestión de base de datos en una Universidad de Trujillo, Perú.
- Identificar los componentes de la notación de pata de cuervo y del software ER-Assistant que pueden tomarse como fundamento para formular el método de trabajo.
- Proponer un método de trabajo para el modelado conceptual de bases de datos.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

A. Método de estudio

La presente investigación, es por su orientación, aplicada y de tipo propositivo en cuanto a su diseño. Justamente se eligió el diseño propositivo, puesto que la investigación pretende alcanzar alternativas de solución frente a determinados problemas de la realidad [12]. En este sentido, se ha investigado primero una determinada realidad problemática (diseño de bases de datos relacionales), para proponer un modelo conceptual de base de datos (utilizando el sw ER-Assistant) basado en algún fundamento teórico-científico (Notación de pata de cuervo).

Finalmente, el diseño esquematizado de la investigación se resume tal y como se indica en la Fig. 5, considerando los siguientes elementos:

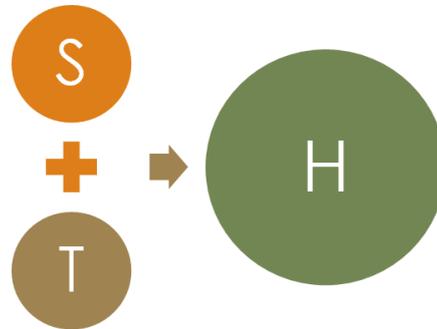


Fig. 6 Esquema de diseño de tipo propositivo Adaptado de [12]

- S: Alternativa de solución que se propone (Método de trabajo para el Modelado conceptual de Bases de Datos)
- T: Teoría en la que se basa la propuesta de solución (Notación de pata de cuervo y ER-Assistant).
- H: Hecho que se investiga y se quiere resolver con la propuesta (proceso de diseño de bases de datos)

B. Población y Muestra

La población bajo estudio estuvo constituida por 36 proyectos académicos del curso de Gestión de Base de Datos del año 2020 - 2021. En estos 36 proyectos se aplicó el

modelo conceptual bajo la notación de pata de cuervo haciendo uso del software ER-Assistant, estos proyectos fueron trabajados de forma grupal y estuvieron distribuidos de la siguiente manera:

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS ACADÉMICOS

CICLO ACADÉMICO	Nº Proyectos
2020-1	6
2020-2	6
2021-1	14
2021-2	10

Nota: Elaboración propia de los autores

- Para la muestra, se pensó inicialmente tomar el promedio del total de proyectos por ciclo académico; sin embargo, en vista que el mínimo número de proyectos por ciclo académico fue 6, se consideró tomar 6 proyectos por ciclo, lo cual equivale a 24 proyectos que serán tomados como muestra.
- En el caso de los ciclos académicos 2021-1 y 2021-2, se tomaron 6 proyectos al azar a través de la generación de números aleatorios, utilizando la página web <https://echaloasuerte.com/number>

C. Instrumentos

Se empleó como técnica la revisión documental, cuya principal fuente fue el Repositorio de la Universidad y como herramientas: el software ER-Assistant, las tablas propuestas en el método de trabajo para documentar el modelo obtenido y la rúbrica de evaluación del desempeño de los estudiantes. Se comparte el enlace de descarga del software ER-Assistant: https://highered.mheducation.com/sites/0072942207/student_view0/er-assistant.html

V. RESULTADOS

A. Describir las características del proceso de diseño de bases de datos en los cursos de Gestión de base de datos en una Universidad de Trujillo, Perú.

A través de un diagnóstico del proceso de diseño de bases de datos y considerando el ciclo de vida de una base de datos, se pudo encontrar lo siguiente:



Fig. 7 Proceso de diseño de base de datos

Elaboración propia de los autores

- En la lista de requerimientos figuran las especificaciones de administradores, gerentes y usuarios finales.
- Para el modelo conceptual, se usaba la notación propuesta por Peter Chen. El diseño de base de datos conceptual utilizaba como herramienta el MS Visio o de forma manual.
- Para el modelo físico, se utilizaba como herramienta el MS SQL Server 2014.

B. Identificar los componentes de la notación de pata de cuervo y el software ER-Assistant que pueden tomarse como fundamento para formular el método de trabajo.

El software ER-Assistant permite al usuario crear, editar y mostrar diagramas entidad-relación. Para ello, incluye las entidades, atributos y relaciones con sus restricciones de cardinalidad. Además, verifica la consistencia del modelo y los diagramas pueden ser incrustados en MS Word.

A continuación, se muestra la pantalla inicial del software.



Fig. 8 Interfaz del software ER-Assistant
Elaboración propia de los autores

Para crear un diagrama entidad-relación, se comienza creando las entidades.

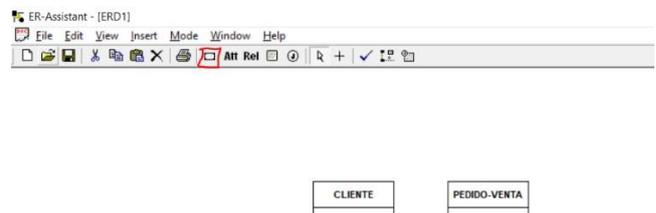


Fig. 9 Creación de entidades en ER-Assistant
Elaboración propia de los autores

Luego, se complementa con los atributos en cada entidad.

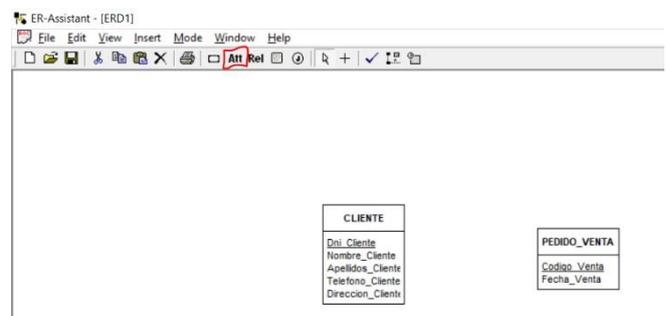


Fig. 10 Creación de atributos y clave primaria en las entidades

Elaboración propia de los autores
 Por último, se agrega la relación con su respectiva cardinalidad.

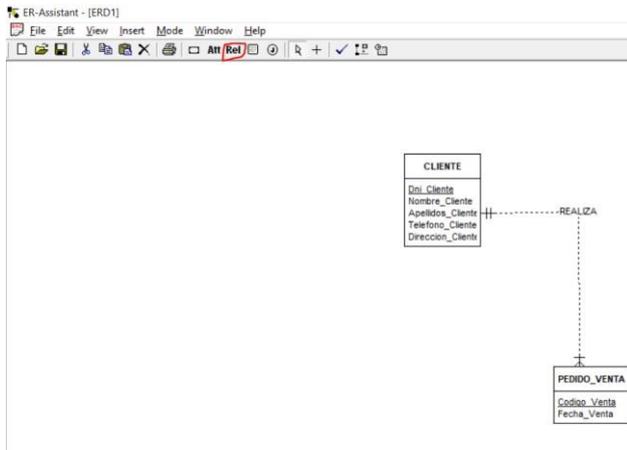


Fig. 11 Creación de las relaciones
 Elaboración propia de los autores

Un modelo completo terminaría de la siguiente manera:

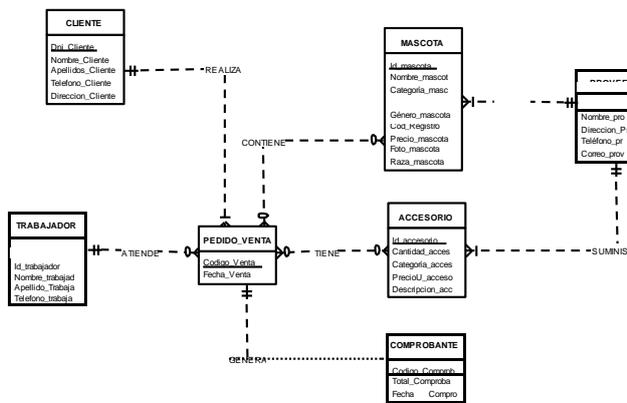


Fig. 12 Diagrama Entidad-Relación de una veterinaria

Este software nos permite también hacer la verificación del diagrama, es decir, si se cumplen con las reglas de la notación utilizada.

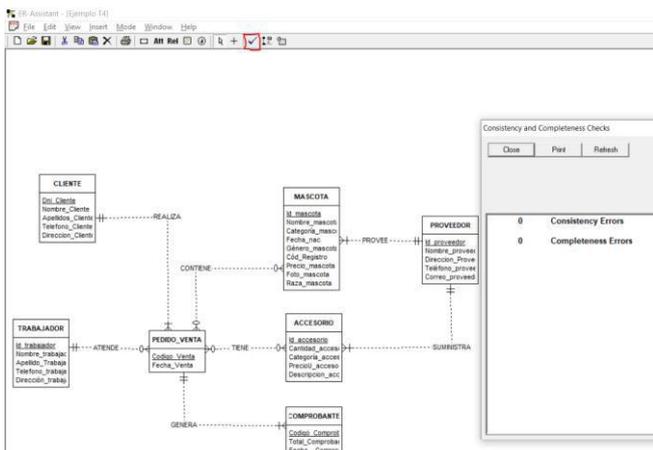


Fig. 13 Diagrama Entidad-Relación de una veterinaria
 Elaboración propia de los autores

C. Proponer un método de trabajo para el modelado conceptual de bases de datos.

El diseño de bases de datos propuesto se basa en los siguientes componentes:

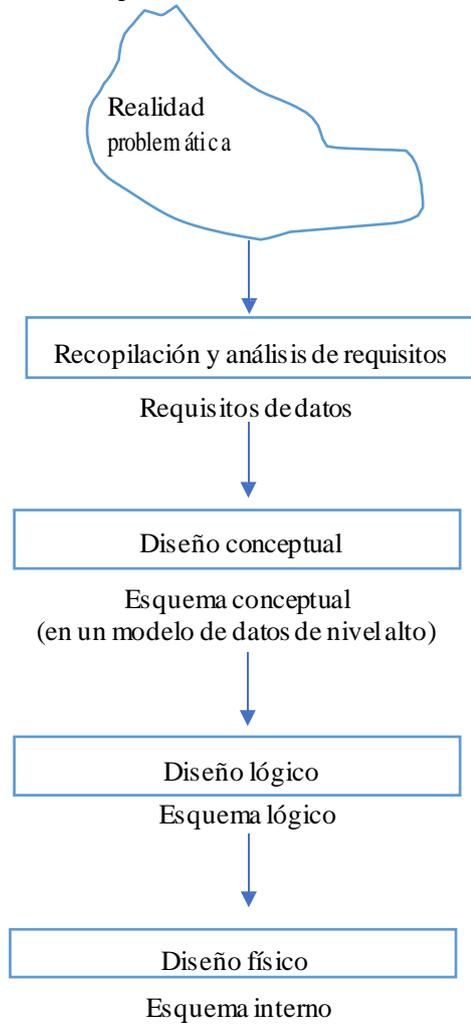


Fig. 14 Proceso de diseño de base de datos
 Tomado de [13]

- **Análisis de requisitos:** A través de los casos de estudio propuestos o empresas reales en estudio, se analizan los requerimientos necesarios para comenzar el modelado, atendiendo reglas de negocio entre otras especificaciones del mundo real.
- **Diseño conceptual:** Se obtiene un modelo conceptual, que se usa para entender y diseñar las necesidades de datos de una organización.
- **Diseño lógico:** Se obtiene un modelo lógico. Debido a que la mayoría de los DBMS comerciales utilizan el modelo relacional, se debe convertir un ERD en tablas relacionales para implementar su diseño de base de datos
- **Diseño físico:** Se obtiene el modelo físico, donde se establecen claramente los tipos de datos, el almacenamiento y las características de acceso a los datos de la base de datos para asegurar su integridad, seguridad y operación.

De lo anteriormente mencionado, en esta investigación nos centraremos en la obtención del modelo conceptual, el cual fue diseñado siguiendo la notación pata de cuervo y utilizando el software ER-Assistant.

1. En primer lugar, se presenta el caso de estudio a los estudiantes. Ellos agrupados en equipos, analizan el texto a través de la técnica de subrayado para distinguir entre entidades, atributos y relaciones. En el caso que se trabaje con empresas reales, los estudiantes indagan las generalidades de la empresa, su estructura organizacional y su direccionamiento estratégico.
2. Luego, con la información recopilada se procede a elaborar el diagrama entidad-relación, teniendo en consideración los elementos básicos del mismo y las reglas de integridad y consistencia.
3. Una vez terminado el diagrama entidad-relación, se procede a la documentación de este a través de las siguientes tablas:

TABLA 4
Entidades del diagrama ERD

Nombre de la Entidad	Descripción de la Entidad

Nota: Elaboración propia de los autores

TABLA 5
Atributos de las tablas del diagrama ERD

Nombre de la Entidad	Nombre del Atributo	Descripción del Atributo	¿Es Identificador Primario?

Nota: Elaboración propia de los autores

TABLA 6
Detalle de las relaciones del ERD

Entidad 1	Verbo de 1 a 2	Cardinalidad De 1 a 2	Entidad 2	Verbo de 2 a 1	Cardinalidad De 2 a 1	Clasificac

Nota: Elaboración propia de los autores

4. Se mide el progreso a través de una rúbrica, la cual se muestra a continuación.

TABLA 7
RÚBRICA DE EVALUACIÓN

CRITERIO	NO LOGRADO	EN PROCESO	LOGRADO
Nombra y dibuja todas las entidades que corresponden al proyecto académico, usando la notación pata de cuervo en ER-Assistant	1	19	4
Identifica y nombra correctamente la clave primaria y los atributos de cada entidad.	4	14	6

usando la notación de pata de cuervo en ER-Assistant.			
Aplica la cardinalidad de forma correcta, usando la notación de pata de cuervo en ER-Assistant.	3	19	2
TOTAL	3	17	4

Nota: Elaboración propia de los autores

5. Se puede apreciar que una considerable cantidad de equipos logró posicionarse en el nivel EN PROCESO, lo cual los coloca en un nivel de desarrollo medio del modelo conceptual, teniendo en consideración la notación de pata de cuervo y el software ER-Assistant.

VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

1. Los estudiantes de la universidad bajo estudio se encuentran en un nivel intermedio de desarrollo del modelo conceptual. Esto quiere decir que el método de enseñanza ha logrado desarrollar algunas buenas prácticas tales como la aplicación de la notación de pata de cuervo (ver sección Resultados – Ítem “B”)
2. El método de trabajo presentado como propuesta, recoge los elementos principales del ciclo de vida de una base de datos, lo cual pretende garantizar un buen diseño de base de datos como base para una futura creación de esta.
3. Usar una herramienta case como el ER-Assistant, fue de mucha utilidad para afianzar la didáctica del curso de Gestión de Base de datos, tal y como se hizo en la investigación de Bertone en la UNLP.
4. En esta investigación al hacer uso de la notación de pata de cuervo, se usaron reglas de consistencia e integridad; lo cual permitió verificar que el modelo conceptual fue correctamente elaborado. Lo mencionado anteriormente, concuerda con algunas métricas de calidad sugeridas en la investigación de González en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

VII. CONCLUSIONES

En la presente investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se logró hacer una revisión y análisis del proceso de diseño de base de datos con la finalidad de adoptar un método de trabajo que permita optimizar lo ya conseguido en la entidad bajo estudio.
2. Se consiguió adoptar los componentes y reglas básicas de la notación de pata de cuervo con ayuda del software ER-Assistant, lo cual se convierte en una gran ayuda al implementar digitalmente los modelos conceptuales que anteriormente eran diseñados de forma manual.
3. Se logró diseñar el método de trabajo, generando una secuencia de pasos basada en el ciclo de vida de una base de datos y la notación de pata de cuervo; y principalmente en el análisis de los requerimientos

previos, lo cual optimiza el proceso de diseño. El cual puede ser mejorado conforme se apliquen a más proyectos y así se pueda ir retroalimentando y mejorando progresivamente este modelo.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con las investigaciones de diseño de base de datos, considerando otros enfoques tales como: los experimentales, correlacionales o similares, de tal manera que se tenga un conjunto más amplio de investigaciones que fomenten en contar con bases de datos óptimamente diseñadas.

Se recomienda a la entidad universitaria que continúe con la implementación del método de trabajo propuesto en la presente investigación, lo cual puede ayudar a mejorar las técnicas aplicadas al proceso de diseño de bases de datos empresariales y por ende; a mejorar el proceso de creación de base de datos en general.

Realizar investigaciones más profundas sobre el tema de diseño de bases de datos aplicado en entidades académicas o empresariales a fin de obtener más adelante, bases de datos escalables y con mayor grado de consistencia y seguridad en los datos.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de nuestra vida profesional, sentaron bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tenemos la motivación necesaria para llevar a cabo nuestros proyectos.

A la Universidad Privada del Norte, por permitirnos desempeñarnos profesionalmente y ampliar nuestros horizontes a través de la investigación científica.

REFERENCIAS

- [1] D. Lopes, A. Silva y Z. Abdelouahab, «Developing software systems to Big Data platform based on MapReduce model: An approach based on Model Driven Engineering.» *Information and Software Technology*, n° 92, pp. 30-48, 2017.
- [2] C. Coronel, S. Morris y P. Rob, Base de datos: Diseño, implementación y administración, Novena ed., Mexico: Cengage Learning, 2011.
- [3] D. Batra, «A framework for studying human error behavior in conceptual database modeling.» *Information Management*, n° 25, pp. 121-131, 1993.
- [4] G. Engels, M. Gogolla y G. Saake, «Conceptual modelling of database applications using an extended ER model.» *Data & Knowledge Engineering*, n° 9, pp. 157-204, 1993.
- [5] S. Hitchman, «The Details of Conceptual Modelling Notations are Important.» de *Communications of the Association for Information Systems*, IX, 2002.
- [6] H. Compra, R. Welland, M. McGill y L. Colpoys, «Comprensión de la sintaxis del diagrama: un estudio empírico de las notaciones de relación entre

entidades.» *Revista Internacional de Estudios Humano-Informáticos*, vol. 61(2), pp. 187-203, 2004.

- [7] R. Bertone, P. Thomas, S. Antonietti y A. Miglio, «Herramienta para la enseñanza de Modelado Conceptual de Bases de Datos.» 2009.
- [8] C. Zapata, G. Gonzáles y J. Chaverra, «Generación Automática Del Diagrama Entidad-relación y su representación en SQL des de un lenguaje controlado (UN-LENCEP),» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2011.
- [9] M. Gonzales y J. Gonzales, «Standard ISO/IEC 9126-3 application in the entity-relationship conceptual data model.» *Revista Facultad de Ingeniería*, n° 22, 2013.
- [10] M. Mannino, Administración de Bases de Datos: Diseño y desarrollo de aplicaciones, Tercera ed., McGraw-Hill Interamericana, 2007.
- [11] C. Ricardo, Bases de datos, Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2009.
- [12] J. Valenzuela, «Guía Modelos Entidad Relación.» *Departamento Nacional de Planeación*, 2019.
- [13] F. Charaja, El MAPIC en la Metodología de Investigación, Puno: Sagitario Impresores, 2011.
- [14] R. Elmasri y S. Navathe, Fundamentos de Sistemas de Base de Datos, Quinta ed., Madrid: Pearson Educación, 2007.