

Redesign of a relational databases course using the backward design approach

Alexander Bustamante-Martínez, PhD¹, Ernesto Galvis-Lista, PhD²

^{1,2} Universidad del Magdalena, Colombia, abustamante@unimagdalena.edu.co, egalvis@unimagdalena.edu.co

Abstract—In this document, the results derived from the application of the Backward Design methodology in the process of developing a course on Relational Databases are presented. This course has been developed with a focus on achieving learning outcomes. The curricular design process was divided into three essential stages following the Backward Design methodology: firstly, the desired learning outcomes for students were identified. Then, the appropriate assessment criteria were determined to measure the achievement of these outcomes. Lastly, the learning experiences were designed, and the most suitable pedagogy was selected to achieve the proposed objectives. This approach combines the fundamental principles of Backward Design with the specific requirements for course creation, thus ensuring that these are aligned with the best educational practices and the needs of the current market. Consequently, an updated version of the course has been developed that aims to comprehensively strengthen students' skills in the field of relational databases, preparing them to successfully face the technical and professional challenges in this field.

Keywords— Engineering Education, Outcome-Based Education, Relational Databases, Backward Design.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Redesign of a relational databases course using the backward design approach

Rediseño de un curso de bases de datos relacionales utilizando el enfoque de diseño inverso

Alexander Bustamante-Martínez, PhD¹, Ernesto Galvis-Lista, PhD²

^{1,2} Universidad del Magdalena, Colombia, abustamante@unimagdalena.edu.co, egalvis@unimagdalena.edu.co

Abstract—In this document, the results derived from the application of the Backward Design methodology in the process of developing a course on Relational Databases are presented. This course has been developed with a focus on achieving learning outcomes. The curricular design process was divided into three essential stages following the Backward Design methodology: firstly, the desired learning outcomes for students were identified. Then, the appropriate assessment criteria were determined to measure the achievement of these outcomes. Lastly, the learning experiences were designed, and the most suitable pedagogy was selected to achieve the proposed objectives. This approach combines the fundamental principles of Backward Design with the specific requirements for course creation, thus ensuring that these are aligned with the best educational practices and the needs of the current market. Consequently, an updated version of the course has been developed that aims to comprehensively strengthen students' skills in the field of relational databases, preparing them to successfully face the technical and professional challenges in this field.

Resumen—En el presente documento se exponen los resultados derivados de la aplicación de la metodología de Diseño Inverso en el proceso de elaboración de un curso sobre Bases de Datos Relacionales. Este curso se ha desarrollado con un enfoque centrado en la obtención de resultados de aprendizaje. El proceso de diseño curricular se dividió en tres etapas esenciales siguiendo la metodología de Diseño Inverso: en primer lugar, se identificaron los resultados de aprendizaje deseados para los estudiantes. Luego, se determinaron los criterios de evaluación adecuados que permitirán medir el logro de esos resultados y, por último, se diseñaron las experiencias de aprendizaje y se seleccionó la pedagogía más apropiada para alcanzar los objetivos planteados. Este enfoque combina los principios fundamentales del Diseño Inverso con los requisitos específicos para la creación de cursos, asegurando así que estos estén alineados con las mejores prácticas educativas y las necesidades del mercado actual. En consecuencia, se ha desarrollado una versión actualizada del curso que busca fortalecer de manera integral las habilidades de los estudiantes en el ámbito de las bases de datos relacionales, preparándolos para enfrentar con éxito los desafíos técnicos y profesionales en este campo.

Keywords— Engineering Education, Outcome-Based Education, Relational Databases, Backward Design.

Palabras clave — Bases de Datos Relacionales, Diseño Inverso, Educación Centrada en Resultados, Educación en Ingeniería.

I. INTRODUCCIÓN

La Educación Centrada en los Resultados (ECR), como fue definida en el año 1985 por William Spady, significa enfocar y organizar todo en un sistema educativo en torno a lo que es esencial para que los estudiantes puedan desempeñarse exitosamente al final de sus experiencias de aprendizaje. Esto es, organizar los planes de estudio, los cursos, las sesiones de estudio y las formas de evaluación para garantizar que este aprendizaje deseado finalmente suceda [1].

En un sistema centrado en los resultados deben estar presentes dos características esenciales: (1) un conjunto claro de resultados de aprendizaje que direccionan todos los componentes del sistema y (2) las condiciones y las oportunidades que permitan a los estudiantes lograr esos resultados esenciales. El Ministerio de Educación de Colombia en el año 2019 a través del decreto 1330, estableció que este enfoque centrado en resultados es el que se debe utilizar en el sistema de educación superior colombiano [2].

El enfoque centrado en los resultados ha demostrado ser especialmente útil para garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades y las competencias necesarias para tener éxito en sus campos. Por ejemplo, en las carreras o programas de ingeniería, en donde los graduados aprenden a integrar principios científicos y de la ingeniería (dependiendo de cada disciplina) para desarrollar productos y procesos que contribuyan al crecimiento económico, avances en la atención médica, sistemas de seguridad nacional mejorados, gestión de recursos ecológicamente racional y otras áreas [3].

Como plantean autores como [4], el pensamiento de orden superior, conocido como Habilidades de Pensamiento de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Orden Superior (HOTS por su sigla en inglés), es una concepción de la reorganización educativa basada en la taxonomía del aprendizaje. Aquí se considera que las habilidades que implican análisis, evaluación y síntesis son de orden superior, lo que significa que requieren métodos de aprendizaje y enseñanza más diversos que el aprendizaje convencional de hechos y conceptos. Las HOTS involucran la adquisición de habilidades de juicio complejas, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

En el contexto de la educación en ingeniería, este enfoque cobra una importancia particular. Los ingenieros deben ser capaces de aplicar el pensamiento de orden superior en su trabajo diario, ya que se enfrentan a problemas complejos y desafiantes en la creación y diseño de soluciones tecnológicas. En lugar de simplemente memorizar datos o fórmulas, los estudiantes de ingeniería deben desarrollar la capacidad de analizar situaciones, evaluar posibles soluciones y sintetizar conocimientos para encontrar respuestas efectivas.

La educación centrada en resultados se alinea perfectamente con este enfoque, ya que se enfoca en definir de manera clara y medible lo que se espera que los estudiantes logren al final de su formación. En el caso de la educación en ingeniería, esto implica no solo la adquisición de conocimientos teóricos, sino también el desarrollo de habilidades prácticas, como la capacidad de diseñar sistemas, resolver problemas complejos y tomar decisiones informadas. La combinación de pensamiento de orden superior y educación centrada en resultados prepara a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos del mundo real y contribuir de manera efectiva a la innovación y el avance tecnológico.

Sumado a lo anterior, los avances tecnológicos surgen a pasos agigantados, la información disponible para ser consumida se acrecienta a cada segundo y las habilidades demandadas a los profesionales son cambiantes. En este contexto ha cobrado especial relevancia el aprendizaje activo debido a su capacidad para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Al personalizar el proceso de aprendizaje según los intereses y estilos de aprendizaje de cada persona, se fomenta la motivación, el compromiso y la retención de conocimientos. Esto, a su vez, mejora la satisfacción del estudiante y su experiencia de aprendizaje, preparándolos mejor para enfrentar desafíos diversos en un mundo en constante cambio. Además, el aprendizaje activo promueve el desarrollo de habilidades autodidactas y la autonomía, empoderando a los estudiantes para tomar decisiones informadas y participar activamente en su propio proceso educativo, lo que es esencial para el éxito en la educación y la vida. En la Tabla 1 se presentan las ventajas y desventajas tanto del aprendizaje activo como de la educación centrada en resultados.

TABLA 1.
ALGUNAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL APRENDIZAJE ACTIVO Y DE LA EDUCACIÓN CENTRADA EN RESULTADOS.

Enfoque	Beneficios	Desventajas
Aprendizaje Activo	<ul style="list-style-type: none"> Fomenta la participación y el compromiso de los estudiantes. Mejora la comprensión y retención de conceptos técnicos. Prepara a los estudiantes para aplicar el conocimiento en situaciones del mundo real. Promueve la colaboración y el pensamiento crítico. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede requerir más tiempo y recursos para la planificación Algunos estudiantes pueden sentirse incómodos con la interacción activa. Puede ser desafiante para los profesores gestionar la dinámica del aula.
Educación Centrada en Resultados	<ul style="list-style-type: none"> Establece objetivos de aprendizaje claros y medibles. Prepara a los estudiantes con competencias y habilidades específicas requeridas en la ingeniería. Facilita la evaluación y la medición del progreso del estudiante. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede enfocarse en resultados de conocimiento en detrimento de habilidades prácticas. Requiere una planificación cuidadosa para definir resultados relevantes. Puede ser percibido como un enfoque más rígido en comparación con otros métodos.

Lo que se propone en este artículo es mostrar cómo, mediante el uso de la metodología de diseño inverso, se definió e implementó una nueva versión de un curso que puede considerarse como tradicional dentro de un programa de Ingeniería de sistemas de forma que siguiera un enfoque centrado en resultados y en el estudiante. Específicamente el trabajo presenta el rediseño del curso de “Bases de datos relacionales” del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Magdalena.

II. METODOLOGÍA

Teniendo claro el propósito de diseñar un curso que no solo se encuentre orientado a cubrir cierta cantidad de contenido, sino que facilite el aprendizaje del estudiante centrado en resultados de aprendizaje claramente definidos, se utilizó como metodología el Diseño Inverso (DI), el cual es un enfoque que prioriza los resultados de aprendizaje previstos en lugar de los temas a tratar [5]. El DI involucra las tres etapas: (1) Identificar los resultados deseados; (2) Determinar la evidencia calificable; (3) Diseñar las experiencias y pedagogía a utilizar. En la Figura 1 se presenta el orden inicial en que estas etapas son propuestas. Aunque al ver la gráfica puede dar la sensación de linealidad y poca flexibilidad, en la práctica se permite ir y volver entre las etapas para realizar los ajustes y afinamientos necesarios, asumiendo un enfoque más iterativo e incremental.

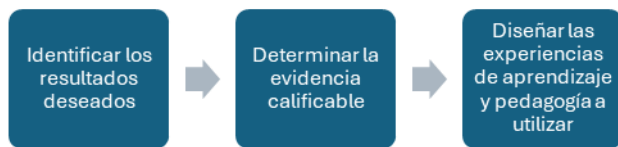


FIGURA 1.
ETAPAS DEL DISEÑO INVERSO.

Etapa 1 - Identificar los resultados deseados: son los objetivos de aprendizaje previstos bien sea de la lección, la unidad o el curso. En esta etapa se deben responder de manera progresiva las siguientes tres preguntas:

- (1) ¿Cuáles son los conocimientos y las competencias con los que el estudiante debe familiarizarse?
- (2) ¿Cuáles son los conocimientos y las competencias que debe saber y hacer?
- (3) ¿Cuáles son los conocimientos y competencias que deben perdurar?

Wiggings y McTighe [4] definen un modelo de tres anillos para establecer las prioridades curriculares en estos tres tipos de conocimientos y competencias, lo Figura 2 muestra la relación entre estos.



FIGURA 2.
ESTABLECIMIENTO DE CURRICULARES.
TOMADA DE [5]

Etapa 2 – Determinar la evidencia calificable: En esta segunda etapa se deben considerar las evaluaciones y tareas de desempeño que los estudiantes completarán para demostrar evidencia de entendimiento y aprendizaje. Teniendo en cuenta que los resultados de aprendizaje fueron definidos en la etapa anterior, en este momento se debería tener una visión más clara de qué evidencia pueden proporcionar los estudiantes para demostrar que han alcanzado o han comenzado a alcanzar

los objetivos del curso. Para la definición de dicha evidencia, se pueden considerar las siguientes dos preguntas:

- (1) ¿Cómo se sabrá si los estudiantes han logrado los resultados deseados?
- (2) ¿Qué se aceptará como evidencia de entendimiento y competencia del estudiante?

En esta etapa, es importante considerar una amplia gama de métodos de evaluación para asegurar que los estudiantes sean evaluados sobre los objetivos que el profesor desea que alcancen. Algunos ejemplos e ideas de actividades podrían ser trabajos de investigación, cuestionarios de respuesta corta, preguntas de respuesta libre, tareas, proyectos de laboratorio, problemas de práctica y proyectos grupales. Es importante realizar un proceso crítico al momento de elegir el método o herramienta adecuada, puesto que, en algunas ocasiones, las evaluaciones no coinciden con los resultados de aprendizaje, y se convierte en una experiencia frustrante para estudiantes y profesores.

Etapa 3. Diseñar las experiencias de aprendizaje y pedagogía a utilizar: Una vez se ha transitado por las dos etapas anteriores, en esta etapa el foco se centra en cómo los docentes desarrollarán el curso. Este es el momento en que se deben crear las estrategias instruccionales y las actividades de aprendizaje. Con los resultados de aprendizaje y los métodos de evaluación establecidos, el profesor tendrá una visión más clara sobre cuáles estrategias funcionarían mejor para proporcionar a los estudiantes los recursos e información necesaria para alcanzar los objetivos del curso. Se deben considerar las siguientes preguntas:

- (1) ¿Qué conocimiento habilitador (hechos, conceptos, principios) y habilidades (procesos, procedimientos, estrategias) necesitarán los estudiantes para desempeñarse efectivamente y lograr los resultados deseados?
- (2) ¿Qué actividades equiparán a los estudiantes con el conocimiento y habilidades necesarios?
- (3) ¿Qué necesitará ser enseñado y entrenado, y cómo debería enseñarse mejor, a la luz de los resultados de desempeño?
- (4) ¿Qué materiales y recursos son los más adecuados para lograr estos objetivos?

Entre las diversas estrategias que existen y que pueden utilizar, están alguna como: el aula invertida, el aprendizaje colaborativo basado en equipos y proyectos, conferencias interactivas, entre otras.

III. RESULTADOS

Siguiendo las etapas definidas en la metodología con sus respectivas preguntas orientadoras, fue posible obtener los siguientes resultados por cada una de ellas:

Etapas 1 - Identificar los resultados deseados: En esta etapa fue esencial emplear diversas estrategias para definir los resultados de aprendizaje deseados. Esto incluyó, la revisión de estándares educativos relacionados con el curso (para el caso fue el currículo para programas de pregrado en disciplinas de la computación de la *Association for Computing Machinery - ACM*)[6][7], investigar a cerca de tendencias actuales en el campo, consultar con expertos y recopilar la retroalimentación de interesados claves, tales como egresados y profesores. En cuanto a las tres preguntas orientadoras, se les dio la siguiente respuesta:

(1) ¿Cuáles son los conocimientos y las competencias con los que el estudiante debe familiarizarse? Representan el nivel más básico de entendimiento, donde los estudiantes son introducidos a los principios fundamentales y términos clave. Es el punto de partida para cualquier aprendizaje posterior y se centra en construir una base sólida. En el caso del curso “Bases de datos relacionales”, esto incluye comprender qué es una base de datos, cómo se estructuran los datos en tablas y la introducción al SQL. Estos son conceptos iniciales que los estudiantes necesitan conocer antes de poder avanzar a aplicaciones más complejas.

(2) ¿Cuáles son los conocimientos y las competencias que debe saber y hacer? Este nivel se enfoca en la aplicación práctica de los conceptos básicos. Los estudiantes no solo deben conocer los conceptos teóricos sino también cómo aplicarlos en situaciones reales. Incluye habilidades más avanzadas y específicas que son necesarias para ejecutar tareas complejas, como la optimización de bases de datos y la escritura de consultas avanzadas en SQL. Este nivel de competencia permite a los estudiantes realizar tareas específicas de manera efectiva y eficiente.

(3) ¿Cuáles son los conocimientos y competencias que deben perdurar? Se refiere a los conocimientos y habilidades que los estudiantes deben retener y ser capaces de aplicar a largo plazo, incluso después de haber completado el curso. Estos conocimientos perdurables son fundamentales para la comprensión profunda del campo y para la capacidad de adaptarse a cambios y nuevas tecnologías. Incluyen principios teóricos sólidos, habilidades de resolución de problemas, diseño y optimización de bases de datos, y una comprensión de cómo las bases de datos se integran dentro de sistemas más amplios. Este nivel asegura que los estudiantes puedan evolucionar con la tecnología y aplicar lo aprendido en una variedad de contextos a lo largo de su carrera.

Luego de combinar estas estrategias y responder las preguntas anteriores, se plantearon tres resultados de aprendizaje para el curso de “Bases de datos relacionales”. Estos son:

1. Construye *scripts* en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una base de datos relacional transaccional.
2. Diseña, a nivel conceptual y lógico, bases de datos relacionales que satisfacen necesidades de almacenamiento estructurado de datos transaccionales identificadas en un contexto organizacional específico.
3. Implementa los objetos especificados en el diseño lógico y otros objetos asociados a la operación de una base de datos relacional, en un sistema de gestión de bases de datos de amplio uso y demanda en la industria.

Estos tres resultados de aprendizaje se alinean con escenarios específicos a los que se enfrentan los profesionales de la computación. En el primer escenario, el profesional se incorpora a una organización que ya dispone de una o varias bases de datos relacionales. Su tarea es atender las necesidades de información utilizando el lenguaje SQL. El segundo escenario describe la situación de una organización que necesita estructurar sus datos. Aquí, el profesional de computación tiene el reto de diseñar una solución que organice eficazmente los datos disponibles. El tercer escenario se presenta cuando la organización cuenta con bases de datos y consultas que ya atienden a necesidades específicas de datos, pero el rendimiento no es el mejor. En este caso, el profesional de computación se encarga de mejorar tanto las consultas existentes como los diseños previos.

Etapas 2 – Determinar la evidencia calificable: Una vez definidos los resultados de aprendizaje, se procedió a responder las preguntas orientadoras planteadas para la segunda etapa.

(1) ¿Cómo se sabrá si los estudiantes han logrado los resultados deseados? Con la determinación de la evidencia calificable se busca que tanto educadores como estudiantes entiendan claramente que se espera en términos de aprendizaje y como se evaluará ese aprendizaje durante el curso. Por lo anterior, por cada uno de los tres resultados de aprendizaje se definieron los niveles de logro, es decir, los distintos grados de competencia o maestría que un estudiante puede demostrar en relación con un resultado de aprendizaje específico. Estos niveles ofrecen un marco para evaluar hasta qué punto los estudiantes han adquirido las habilidades, conocimientos o actitudes esperadas. Se definieron en una escala que va desde el logro básico hasta el logro excepcional.

De igual manera, se establecieron los descriptores del desempeño para detallar criterios específicos que se utilizarán para evaluar el grado en que se han alcanzado los resultados

de aprendizaje y así proporcionar una guía concreta sobre qué se espera que demuestren los estudiantes para alcanzar cada nivel de logro. Estas descripciones ayudan a garantizar que la evaluación sea justa, coherente y transparente. Para el caso del resultado de aprendizaje número uno, los niveles de logro y los descriptores del desempeño se presentan en la Tabla 2.

En la tabla también está presente la columna porcentaje (%) para posibilitar las conversiones que sean necesarias entre el nivel alcanzado y un valor numérico. Por ejemplo, actualmente en la Universidad del Magdalena la calificación de las asignaturas se realiza de manera cuantitativa en un rango de 0 a 500, con un valor mínimo para aprobación de 300 (60%).

TABLA 2.

NIVELES DE LOGRO Y DESCRIPTORES DE DESEMPEÑO PARA EL RESULTADO DE APRENDIZAJE NÚMERO UNO.

Resultado de Aprendizaje Esperado 1 (RAE1)		
Construye <i>scripts</i> en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una base de datos relacional transaccional.		
Nivel de logro	%	Descriptor
Básico	60	Los <i>scripts</i> construidos satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una tabla, utilizando diferentes criterios de filtrado, funciones escalares y de agregación, y agrupamiento de filas.
Intermedio	70	Los <i>scripts</i> construidos satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una o varias tablas utilizando todos los elementos definidos para el nivel “Básico”, subconsultas autónomas y combinación de tablas.
Avanzado	80	Los <i>scripts</i> construidos satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en múltiples tablas utilizando todos los elementos definidos para el nivel “Intermedio”, subconsultas correlacionadas y operaciones de conjunto.
Destacado	90	Los <i>scripts</i> construidos satisfacen necesidades de obtención de datos agregados o resumidos por diferentes criterios, calculados utilizando todos los elementos definidos para el nivel “Avanzado” y funciones de ventana.
Excepcional	100	Los <i>scripts</i> construidos satisfacen necesidades complejas de obtención de datos de múltiples tablas con operaciones que permitan un rendimiento aceptable según el análisis de los planes de ejecución definidos por el DBMS.

Los niveles de logro y los descriptores del desempeño para el resultado de aprendizaje número dos se encuentran detallados en la Tabla 3. Para el resultado de aprendizaje número tres, la información correspondiente se presenta en la Tabla 4.

TABLA 3.

NIVELES DE LOGRO Y DESCRIPTORES DE DESEMPEÑO PARA EL RESULTADO DE APRENDIZAJE NÚMERO DOS.

Resultado de Aprendizaje Esperado 2 (RAE2)		
Diseña, a nivel conceptual y lógico, bases de datos relacionales que satisfacen necesidades de almacenamiento estructurado de datos transaccionales identificadas en un contexto organizacional específico.		
Nivel de logro	%	Descriptor
Básico	60	El diseño creado a nivel conceptual contiene todos los elementos necesarios para satisfacer las necesidades, pero esta completitud no se ve reflejada en el diseño creado a nivel lógico.
Intermedio	70	Los diseños creados a nivel conceptual y lógico contienen todos los elementos necesarios para satisfacer las necesidades, pero en el diseño lógico se identifican aspectos a mejorar en la selección de tipos de datos acordes al dominio de cada columna, restricciones a nivel de columnas o conjuntos de columnas, entre otros.
Avanzado	80	Los diseños creados a nivel conceptual y lógico contienen todos los elementos necesarios para satisfacer las necesidades, se cumplen reglas de normalización mínimo a tercera forma normal y se aplican patrones y buenas prácticas.
Destacado	90	Los diseños creados cumplen los criterios definidos para el nivel “Avanzado” y su validez ha sido probada generando, en papel o en formato digital, las tablas principales del diseño lógico y llenándolas con datos de demostración que representen casos esperados en la futura implementación.
Excepcional	100	Evalúa la calidad de los diseños creados en relación con el cumplimiento de reglas de normalización, patrones y buenas prácticas.

TABLA 4.

NIVELES DE LOGRO Y DESCRIPTORES DE DESEMPEÑO PARA EL RESULTADO DE APRENDIZAJE NÚMERO TRES.

Resultado de Aprendizaje Esperado 3 (RAE3)		
Implementa los objetos especificados en el diseño lógico y otros objetos asociados a la operación de una base de datos relacional, en un sistema de gestión de bases de datos de amplio uso y demanda en la industria.		
Nivel de logro	%	Descriptor
Básico	60	La implementación incluye todas las tablas especificadas en el diseño lógico e incluye los <i>scripts</i> en SQL para la creación de las mismas.
Intermedio	70	La implementación cumple los criterios definidos para el nivel “Básico” e incluye los <i>scripts</i> en SQL para poblar las tablas con datos de referencia o de demostración.
Avanzado	80	La implementación cumple los criterios definidos para el nivel “Intermedio” e incluye restricciones sobre columnas e índices, que permitan mejorar la ejecución de consultas relevantes en el contexto de uso.
Destacado	90	La implementación cumple los criterios definidos para el nivel “Avanzado” e incluye funciones escalares y tabulares con consultas parametrizadas.
Excepcional	100	La implementación cumple los criterios definidos para el nivel “Destacado” y contiene disparadores que controlan eventos de inserción, actualización o eliminación de datos en las tablas de la base de datos.

(2) ¿Qué se aceptará como evidencia de entendimiento y competencia del estudiante? Para evaluar y determinar el nivel de logro alcanzado en cada resultado de aprendizaje esperado, se implementaron cuestionarios en línea basados en el modelo de preguntas tipo Saber Pro. Cada cuestionario consta de 20 preguntas, distribuidas equitativamente para evaluar los cinco niveles de logro: Básico, Intermedio, Avanzado, Destacado y Excepcional, con 4 preguntas dedicadas a cada nivel. Para aprobar un nivel, el estudiante deberá acertar al menos 3 de las 4 preguntas de ese nivel y haber superado también los niveles anteriores. Así, para alcanzar una valoración Excepcional, se requiere responder correctamente a 3 preguntas en cada uno de los niveles previos.

Además, se lleva a cabo un proyecto que debe ser presentado al final del período académico. Este trabajo final tiene como objetivo que los estudiantes demuestren de manera aplicada los conocimientos y habilidades adquiridos, reflejando el logro de los tres resultados de aprendizaje planteados. Es una parte crucial de la evaluación, pues permite una apreciación más integral del desempeño del estudiante.

El trabajo final representa una valiosa oportunidad para que los estudiantes evidencien el cumplimiento de los resultados de aprendizaje. Este componente es fundamental, ya que permite ajustar y complementar las calificaciones obtenidas a través de los cuestionarios. Así, el trabajo final no solo es un medio para demostrar la aplicación práctica de los conocimientos, sino que también contribuye significativamente a la valoración global del estudiante, ofreciendo un enfoque más holístico a la evaluación de su aprendizaje.

Es importante dejar claro que para aprobar el curso se debe obtener una valoración mínima de básico en cada uno de los resultados de aprendizaje, bien sea en el momento de realizar los cuestionarios o luego del ajuste que se realiza posteriormente a la presentación del trabajo final. Lo anterior debido a que, en una educación basada en resultados, la valoración definitiva debe enfocarse en lo que los estudiantes pueden hacer con éxito al finalizar sus experiencias de aprendizaje formal sin castigar diferentes ritmos de aprendizaje.

Etapa 3. Diseñar las experiencias de aprendizaje y pedagogía a utilizar:

Se debe recordar que los resultados de aprendizaje deben ser claros (¿qué se quiere que los estudiantes demuestren al final de experiencias de aprendizaje significativas?), no son valores, creencias, actitudes o estados mentales; son la aplicación tangible de lo aprendido, por lo que la educación basada en resultados significa claramente centrar y organizar todo en un sistema educativo en torno a lo que es esencial para que los estudiantes puedan desempeñarse con éxito al final de sus experiencias de aprendizaje.

Tomando como base las premisas anteriores, así como la idea de que se puede lograr el mismo conjunto de resultados a través de una variedad de enfoques y métodos. Para el curso en particular se utilizó la combinación del aula invertida, discusión de grupos, aprendizaje basado en proyectos e indagación guiada por la resolución de problemas.

Inicialmente en cuanto al aula invertida, la indagación guiada por la resolución de problemas y la discusión en grupo o grupos, el proceso se aplicó de la siguiente forma:

Fase 1 del Aula Invertida. Preparación Previa en Casa:

Materiales Online: Los estudiantes acceden a videos, lecturas y tutoriales sobre conceptos fundamentales de bases de datos relacionales, como el modelo relacional, SQL, normalización, entre otros.

Ejercicios de Comprensión: Se asignan tareas sencillas para asegurar que los estudiantes comprendan los conceptos básicos antes de la clase. Estos pueden incluir cuestionarios cortos o ejercicios prácticos básicos.

Fase 2 del Aula Invertida. Actividades en Clase:

Resolución de Problemas y Casos Prácticos: Durante la clase, los estudiantes trabajan en problemas más complejos y casos prácticos, aplicando los conceptos aprendidos en casa. Esto podría incluir el diseño de esquemas de bases de datos, la escritura de consultas SQL avanzadas, o la resolución de problemas de normalización.

Problemas Grupales: Se fomenta el trabajo colaborativo a través de proyectos en los que los estudiantes deben diseñar y manipular bases de datos, aplicando diversas técnicas y estrategias aprendidas en grupos de estudiantes.

Discusiones y Retroalimentación: Se realizan discusiones en clase para abordar dudas, compartir diferentes enfoques y analizar casos de estudio. El profesor proporciona retroalimentación directa y personalizada, facilitando así un aprendizaje más profundo.

Fase 3 del Aula Invertida: Posterior a la clase

Problemas de profundización: Se le proporcionan al estudiante problemas con un nivel de complejidad progresivo de manera que pueda afianzar y comprobar si luego de la sesión interiorizó los conceptos de manera apropiada.

Material complementario: Los estudiantes pueden acceder a videos, lecturas y tutoriales que profundizan en los conceptos abordados durante la clase.

Finalmente, en el marco del aprendizaje basado en proyectos, se asigna a los estudiantes un trabajo grupal enfocado en el diseño integral de una solución de bases de datos. Este proyecto no solo implica responder a necesidades específicas de datos utilizando el lenguaje SQL, sino también abarca implementación y optimización de estrategias de acceso a los datos. Este enfoque práctico permite a los estudiantes enfrentarse a desafíos reales y complejos que se encuentran en diversos dominios, los cuales varían para abarcar una amplia gama de aplicaciones y contextos.

Por ejemplo, un grupo puede trabajar en el desarrollo de una base de datos para una red social, lo que implica manejar datos de usuarios y sus interacciones. Otro grupo podría enfocarse en un campeonato de fútbol, donde deben diseñar una base de datos que gestione los datos sobre equipos, jugadores, partidos y estadísticas, lo que requiere una consideración cuidadosa de las relaciones entre diversas entidades y la optimización de consultas para reportes y análisis deportivos. Un tercer grupo podría centrarse en una revista de actualidad, desarrollando una solución para gestionar contenido, archivos multimedia, suscripciones y distribución de noticias, lo que presenta desafíos únicos en términos de organización de datos y recuperación eficiente.

En todos estos casos, los estudiantes deben aplicar conceptos teóricos aprendidos en clase para abordar problemas prácticos y específicos del dominio elegido. Deben considerar aspectos como la integridad y consistencia de los datos. Este tipo de proyecto promueve un aprendizaje integral, ya que los estudiantes no solo aplican sus conocimientos técnicos, sino que también desarrollan habilidades de trabajo en equipo, resolución de problemas y pensamiento crítico. Al final del proyecto, se espera que presenten su trabajo, demostrando no solo su competencia técnica, sino también su capacidad para colaborar efectivamente y tomar decisiones informadas en el diseño y gestión de sistemas de bases de datos.

Este nuevo enfoque del curso ha sido adoptado por ambos autores de este documento desde el segundo semestre de 2022 (2022-I), abarcando hasta el segundo semestre de 2023 (2023-II). Durante este período, un total de 277 estudiantes se matricularon en estos cursos, de los cuales 185 aprobaron satisfactoriamente. En las TABLA 5 y TABLA 6 se presentan los resultados de los estudiantes que aprobaron el curso, clasificados según los autores y organizados en categorías de desempeño: bajo, medio, alto y excelente.

TABLA 5. CATEGORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS APROBATORIOS DE LOS ESTUDIANTES DEL AUTOR 1.

Desempeño	2022 - I	2022 - II	2023 - I	2023 - II	TOTAL
Bajo (60%-70%)	9	4	13	6	32
Medio (71%-80%)	19	8	14	8	49
Alto (81%-90%)	6	6	5	1	18
Excelente (91%-100%)	4	2	0	5	11
TOTAL	38	20	32	20	110

TABLA 6. CATEGORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS APROBATORIOS DE LOS ESTUDIANTES DEL AUTOR 2.

Desempeño	2022 - I	2022 - II	2023 - I	2023 - II	TOTAL
Bajo (60%-70%)	6	2	13	8	29
Medio (71%-80%)	5	5	4	6	20
Alto (81%-90%)	3	3	1	9	16
Excelente (91%-100%)	2	2	0	6	10
TOTAL	16	12	18	29	75

Adicionalmente, durante este año se desarrolló una encuesta que fue enviada a los estudiantes que aprobaron el curso en alguna de sus cuatro ediciones. Hasta la fecha, se han recibido 48 respuestas. La encuesta tenía como objetivo principal recoger opiniones sobre dos aspectos: la valoración general del curso y el autodiagnóstico del nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Entre las preguntas formuladas se incluyó: “Evalúe la utilidad de los aprendizajes obtenidos en el curso de Bases de Datos para cursar y aprobar asignaturas posteriores dentro del plan de estudios del programa.” Las respuestas a esta pregunta se pueden consultar en la Figura 3.

● Nada útil	0
● Poco útil	0
● Moderadamente útil	2
● Muy útil	28
● Totalmente útil	18



FIGURA 3. PREGUNTA SOBRE LA UTILIDAD DEL CURSO.

Asimismo, se indagó sobre la relevancia del curso mediante la siguiente pregunta: “Evalúe la importancia de lo aprendido en el curso de Bases de Datos en relación con su aplicabilidad para su vida profesional.” Las respuestas a esta consulta se presentan en la Figura 4.

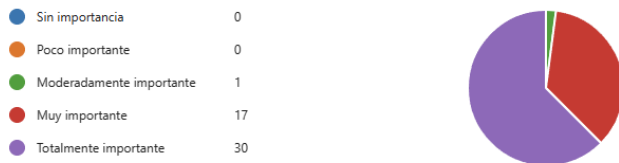


FIGURA 4.
PREGUNTA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL CURSO.

Por otro lado, se indagó el nivel de aprendizaje que los estudiantes consideran haber alcanzado en el curso, conforme a los niveles definidos para los resultados de aprendizaje de este. Para ello, se planteó la siguiente pregunta: “En general, ¿cuál fue el nivel de aprendizaje que alcanzó en el curso de Bases de Datos?”. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5.



FIGURA 5.
PREGUNTA SOBRE EL NIVEL DE APRENDIZAJE ALCANZADO EN EL CURSO.

Además, se pidió a los estudiantes que indicaran, para cada resultado de aprendizaje, en qué medida consideran tener la habilidad de completarlo con éxito. Los resultados correspondientes al primer resultado de aprendizaje se encuentran detallados en la Tabla 7.

TABLA 7.
HABILIDADES DECLARADAS POR LOS ESTUDIANTES PARA EL PRIMER RESULTADO DE APRENDIZAJE.

Descriptor del desempeño	Cantidad de estudiantes
Construyo Scripts en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una tabla, utilizando diferentes criterios de filtrado, funciones escalares y de agregación, y agrupamiento de filas.	45
Construyo scripts en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en una o varias tablas utilizando subconsultas autónomas y combinación de tablas.	47
Construyo scripts en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos almacenados en múltiples tablas utilizando subconsultas correlacionadas y operaciones de conjunto.	43
Construyo scripts en SQL que satisfacen necesidades de obtención de datos agregados o resumidos por diferentes criterios, calculados utilizando funciones de ventana.	31
Construyo scripts en SQL que satisfacen necesidades complejas de obtención de datos de múltiples tablas con operaciones que permitan un rendimiento aceptable según el análisis de los planes de ejecución definidos por el DBMS.	26

Este acercamiento a los estudiantes ha resultado en una retroalimentación positiva, ya que se observa una correspondencia entre la aprobación del curso, la percepción de su utilidad y el nivel de aprendizaje que los estudiantes consideran haber alcanzado.

IV. CONCLUSIONES

El diseño inverso emerge como una metodología clave para la planificación de cursos universitarios, alineándose con normativas como el Decreto 1330 del 2019 y enriqueciendo la calidad educativa. Centrado en los resultados de aprendizaje, este enfoque garantiza la coherencia entre los objetivos educativos, las actividades de enseñanza y las evaluaciones, mientras considera las necesidades contextuales de los estudiantes. Su aplicación no solo cumple con los estándares educativos, sino que también promueve la trazabilidad y la relevancia del aprendizaje, resultando en programas académicos más efectivos y ajustados a los desafíos del mundo real.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Magdalena en general y al programa ingeniería de sistemas en particular por la colaboración y los recursos proporcionados que han enriquecido significativamente el rediseño del curso “Bases de datos relacionales”, permitiendo explorar nuevas metodologías y estrategias didácticas.

REFERENCIAS

[1] W. G. Spady, *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. American Association of School Administrators, 1801 North Moore Street, Arlington, VA 22209 (Stock No, 1994. Accedido: 31 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://eric.ed.gov/?id=ED380910>

[2] Ministerio de Educación., *Decreto 1330 de 2019*. [En línea]. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/normativa/Decretos/387348:Decreto-1330-de-julio-25-de-2019>

[3] D. Gürdür Broo, O. Kaynak, y S. M. Sait, «Rethinking engineering education at the age of industry 5.0», *J. Ind. Inf. Integr.*, vol. 25, p. 100311, ene. 2022, doi: 10.1016/j.jii.2021.100311.

[4] G. Wiggins y J. McTighe, *Understanding By Design*. Alexandria, Va, 2005.

[5] R. Aguas-Núñez, E. L. Vergara-Vásquez, C. Barraza-Heras, y A. Mercado-García, «APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BACKWARD DESIGN PARA EL DISEÑO CURRICULAR DE LA ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL», en *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería '11* ACOFI 2021, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, sep. 2021. doi: 10.26507/ponencia.1709.

[6] Association for Computing Machinery, «Software Engineering 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, A Volume of the Computing Curricula Series», feb. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf>

[7] Association for Computing Machinery, «Computing Curricula 2020 CC2020 Paradigms for Global Computing Education», dic. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>