Curso
Estructuras de datos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

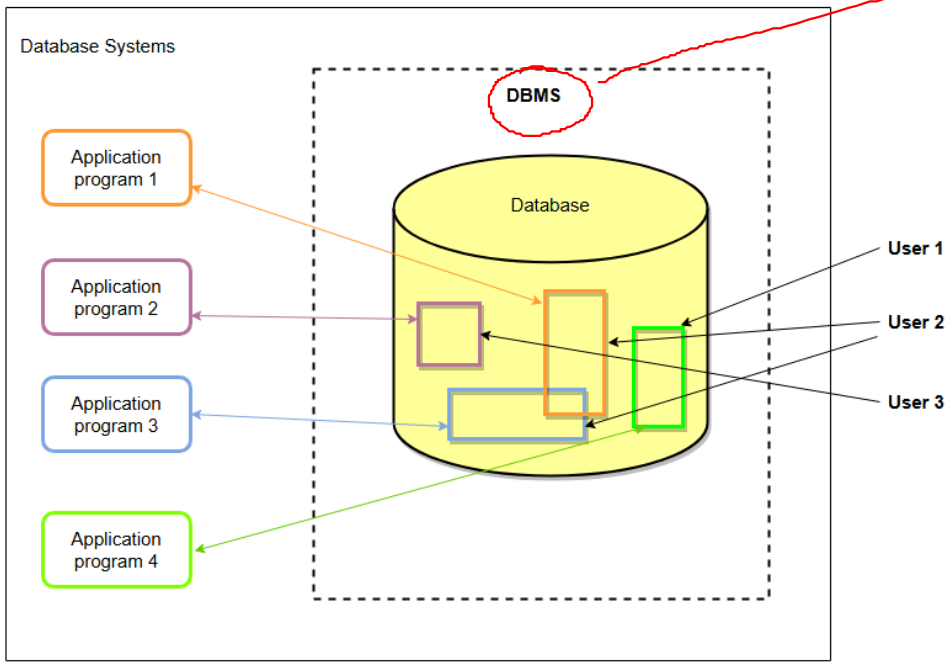
Clase 1 – Introducción y conceptos claves

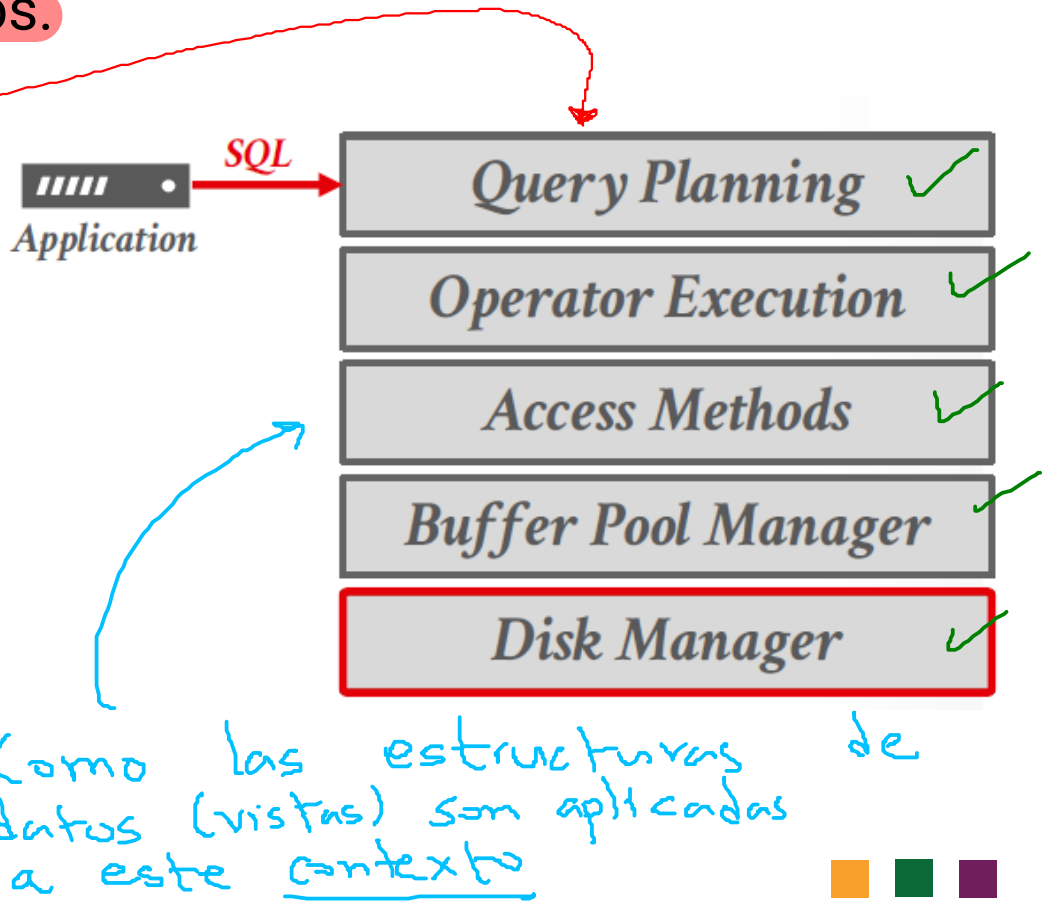
18/02/2026

Sobre el curso

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- En este curso se abordaran algunos conceptos relacionados con el diseño y la implementación de sistemas de gestión de bases de datos orientados a disco.
- No es un curso sobre cómo usar una base de datos para construir aplicaciones ni sobre cómo administrar una base de datos.

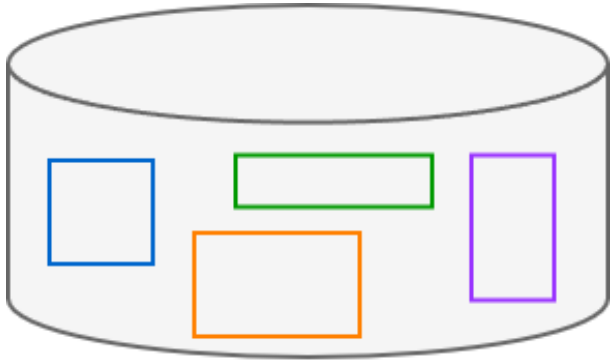




Base de datos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- **Colección organizada** de datos interrelacionados que modela algún aspecto del mundo real.



Database

Almacenado en disco

- Las bases de datos son el componente central de la mayoría de las aplicaciones informáticas.

Uber

Aplicaciones de las bases de datos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- **Información empresarial**
  - Ventas: clientes, productos, compras
  - Contabilidad: pagos, recibos, activos
  - Recursos Humanos: información sobre empleados, salarios, nómina e impuestos
- **Manufactura**
  - Gestión de la producción, inventarios, pedidos y cadena de suministro
- **Banca y finanzas**
  - Información de clientes, cuentas, préstamos y transacciones bancarias
  - Transacciones con tarjetas de crédito
  - Finanzas: compras y ventas de instrumentos financieros (por ejemplo, acciones y bonos), almacenamiento de datos de mercado en tiempo real
- **Universidades**
  - Matrícula (registro) y calificaciones

Aplicaciones de las bases de datos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- **Aerolíneas**: reservas, horarios
- **Telecomunicaciones**: registros de llamadas, mensajes de texto y uso de datos; generación de facturas mensuales y mantenimiento de saldos en tarjetas prepago
- **Servicios basados en la web**
  - Comercios en línea: seguimiento de pedidos, recomendaciones personalizadas
  - Publicidad en línea
- **Bases de datos de documentos**
- **Sistemas de navegación**: mantenimiento de la ubicación de diversos puntos de interés junto con las rutas exactas de carreteras, sistemas de trenes, autobuses, etc.

Ejemplo de base de datos

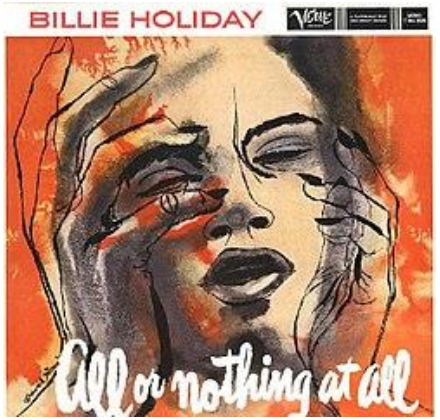
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Crear una base de datos que modele una aplicación de música digital para llevar el registro de artistas y álbumes.

- Información que necesitamos llevar en nuestra tienda:
  - Información sobre los artistas
  - Los álbumes que esos artistas han publicado

Billie Holiday [link]

Billie Holiday Sings
(1952) [link]

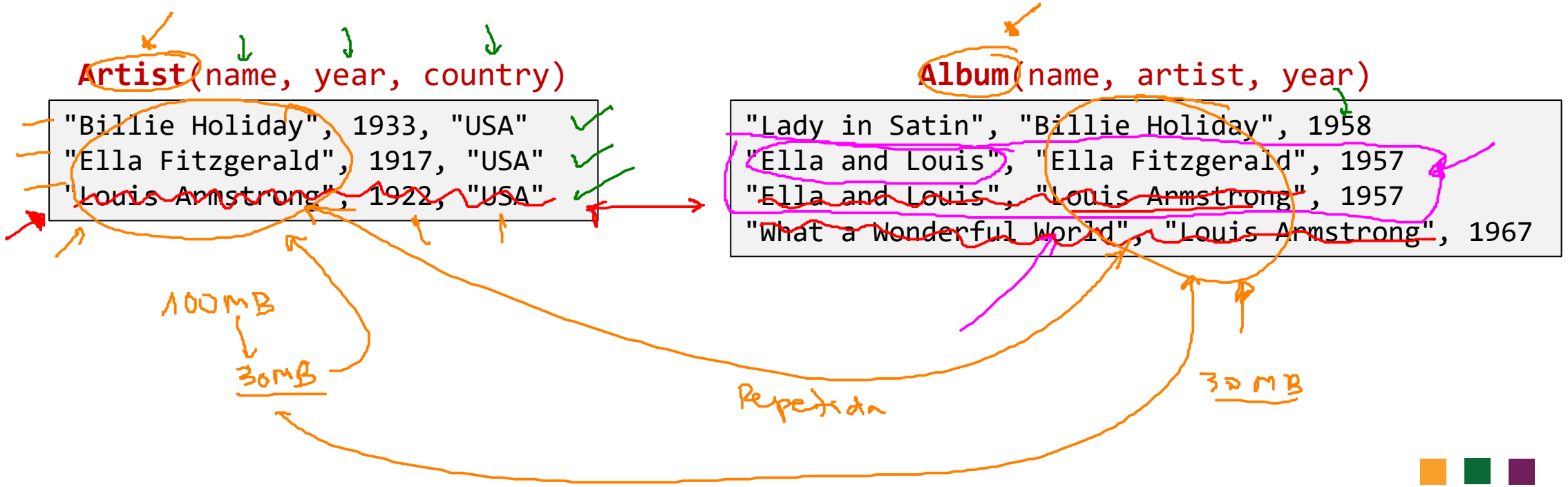


All or Nothing at All
(1958) [link]

Almacenamiento de la información

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

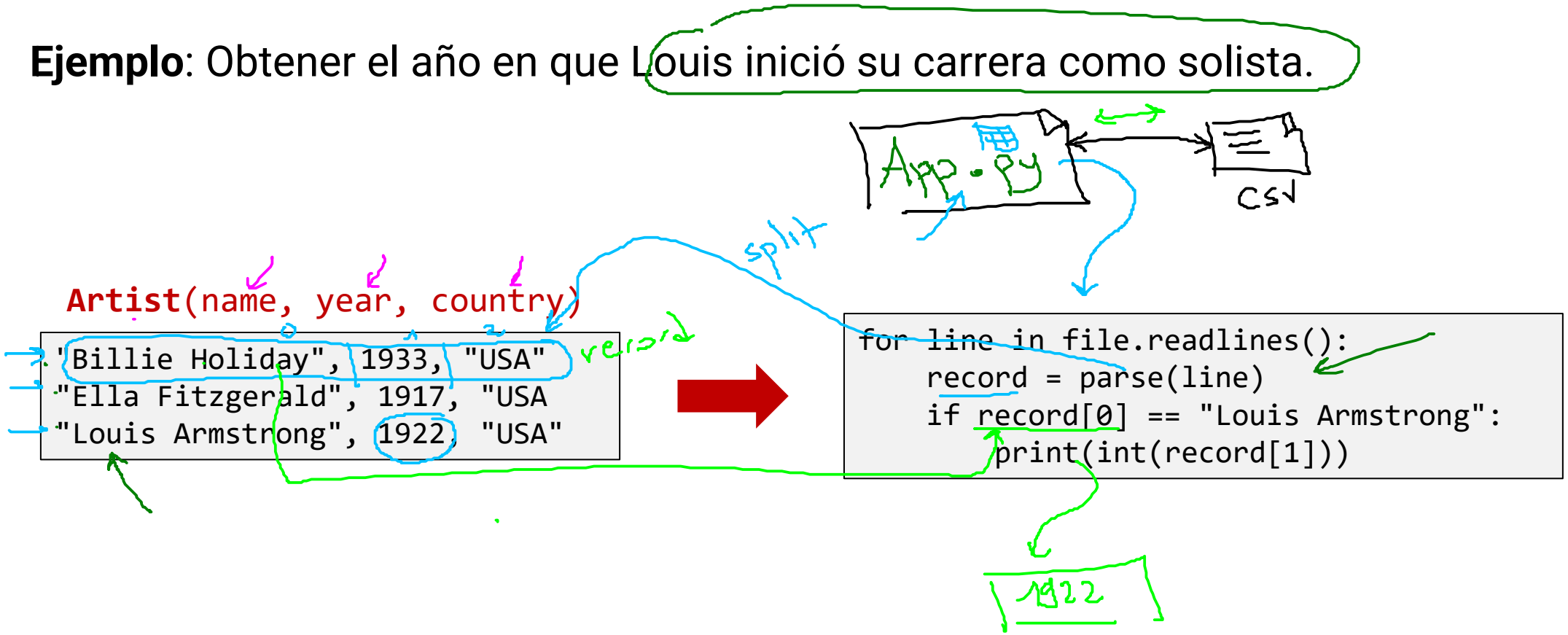
- Una forma simplificada de almacenar nuestra base de datos es mediante archivos de valores separados por comas (CSV) que administramos directamente desde el código de la aplicación.
  - Usar un archivo separado por cada entidad.
  - La aplicación debe interpretar (parsear) los archivos cada vez que quiera leer o actualizar registros.



Almacenamiento de la información

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- **Ejemplo**: Obtener el año en que Louis inició su carrera como solista.



Información: Integridad de los datos

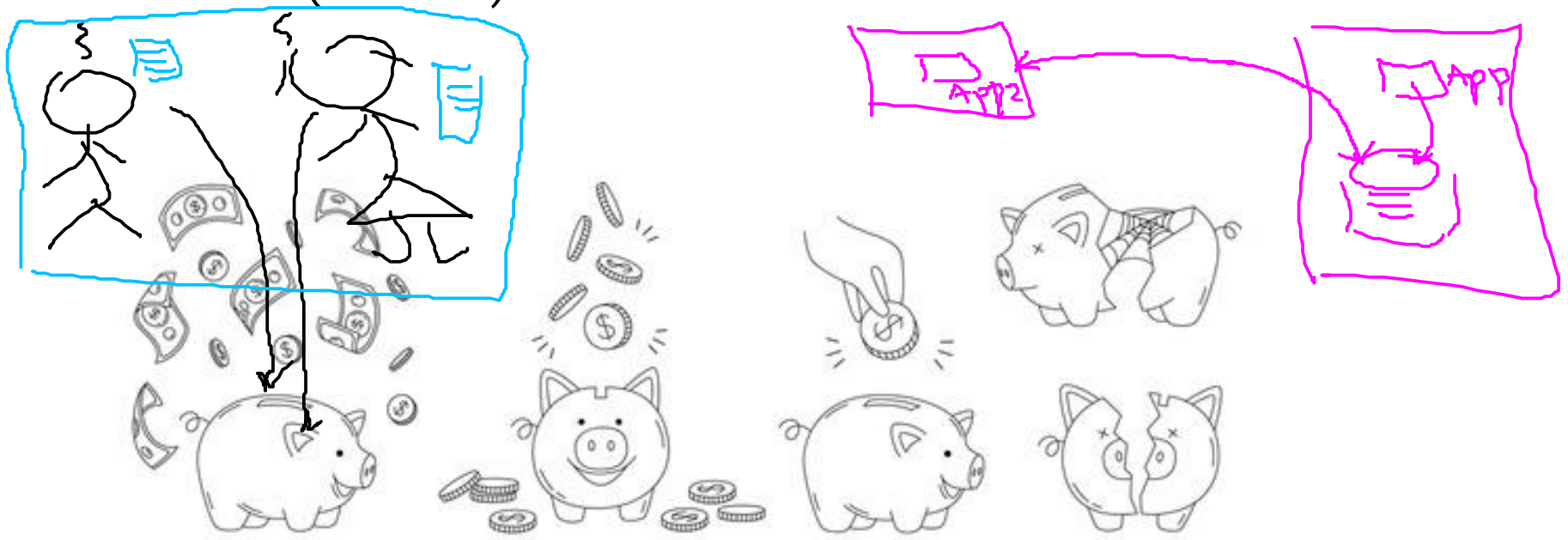
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- ¿Cómo garantizar que el nombre del artista sea consistente en todas las entradas de sus álbumes?
  - Ejemplo: “Louis Armstrong" vs. “Luis armstrong"
- ¿Qué pasa si alguien sobrescribe el año del álbum con una cadena de texto inválida?
- ¿Qué ocurre si hay múltiples artistas en un mismo álbum?
- ¿Qué sucede si eliminamos un artista que tiene álbumes asociados?

Información: Implementación

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

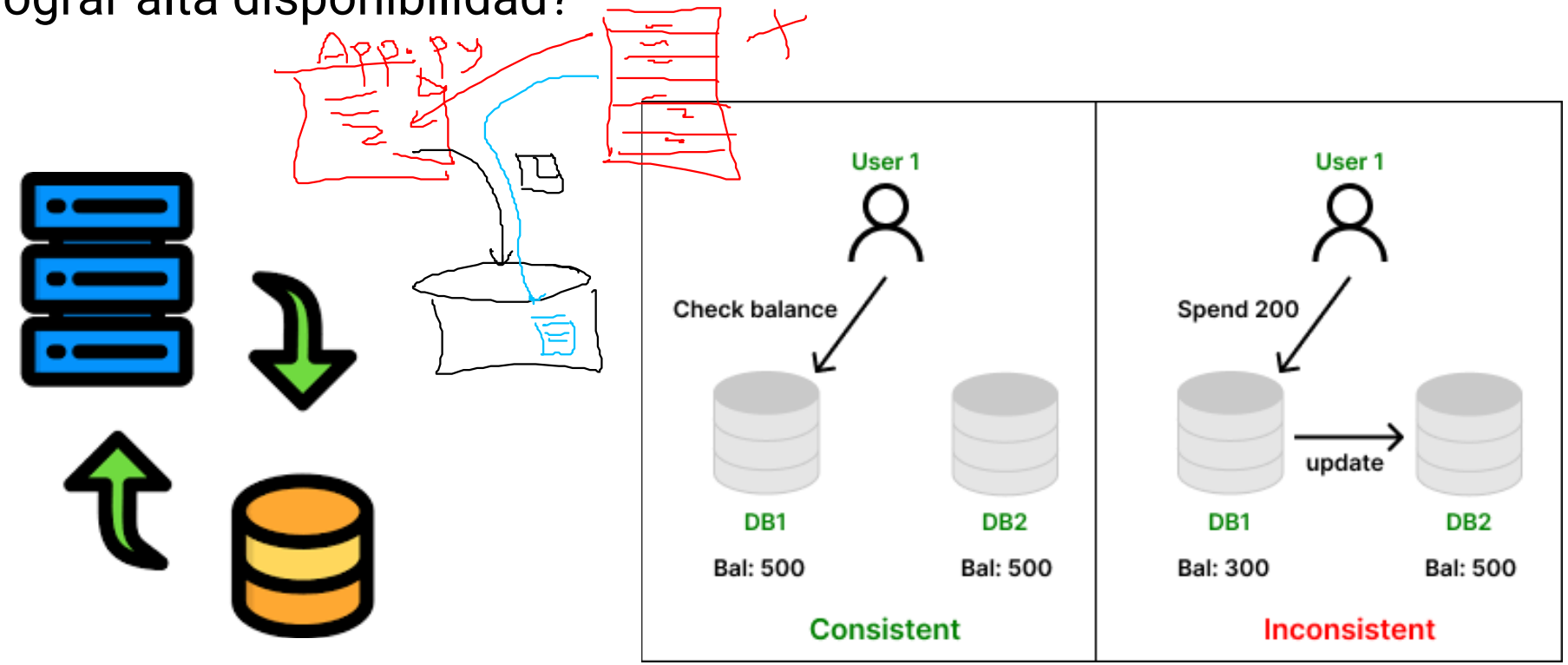
- ¿Cómo se encuentra un registro específico?
- ¿Qué ocurre si ahora queremos crear una nueva aplicación que use la misma base de datos?
- ¿Y si esa aplicación se está ejecutando en una máquina diferente?
- ¿Qué pasa si dos hilos (threads) intentan escribir en el mismo archivo al mismo tiempo?



Información: Durabilidad

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

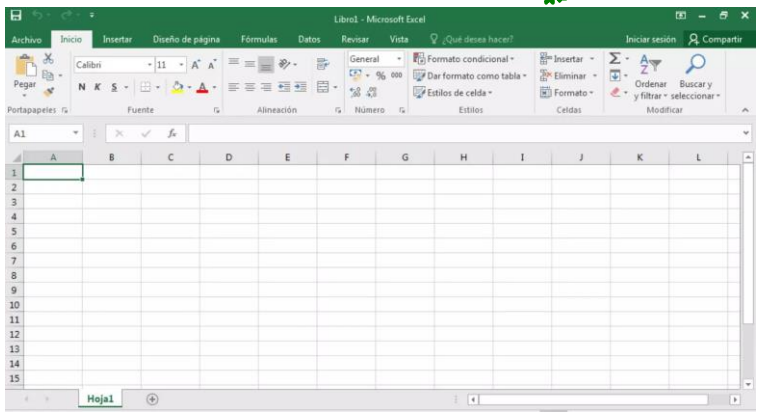
- ¿Qué pasa si la computadora se bloquea mientras nuestro programa está actualizando un registro?
- ¿Qué ocurre si queremos replicar la base de datos en múltiples máquinas para lograr alta disponibilidad?

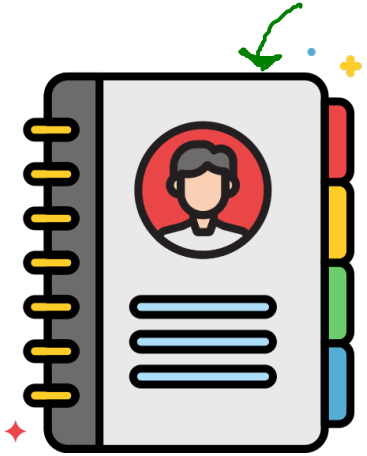


Sistema basado en archivos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- En este enfoque, el programa de aplicación es quien gestiona la información almacenando sus datos en diferentes archivos dentro del sistema operativo.
- Características principales:
  - **Estructura Rudimentaria**: Los datos se guardan como cadenas de texto (ej. CSV, TXT) y su interpretación depende totalmente de la lógica del programa que los lee.
  - **Dependencia del Programador**: Las búsquedas, validaciones y relaciones entre datos deben ser programadas explícitamente para cada aplicación.
  - **Acceso mediante el SO**: Se basan exclusivamente en las jerarquías de directorios del sistema operativo para localizar registros.



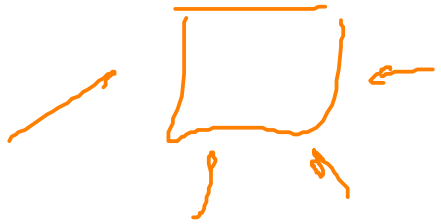


Sistema basado en archivos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Problemas principales de los sistemas basados en archivos:

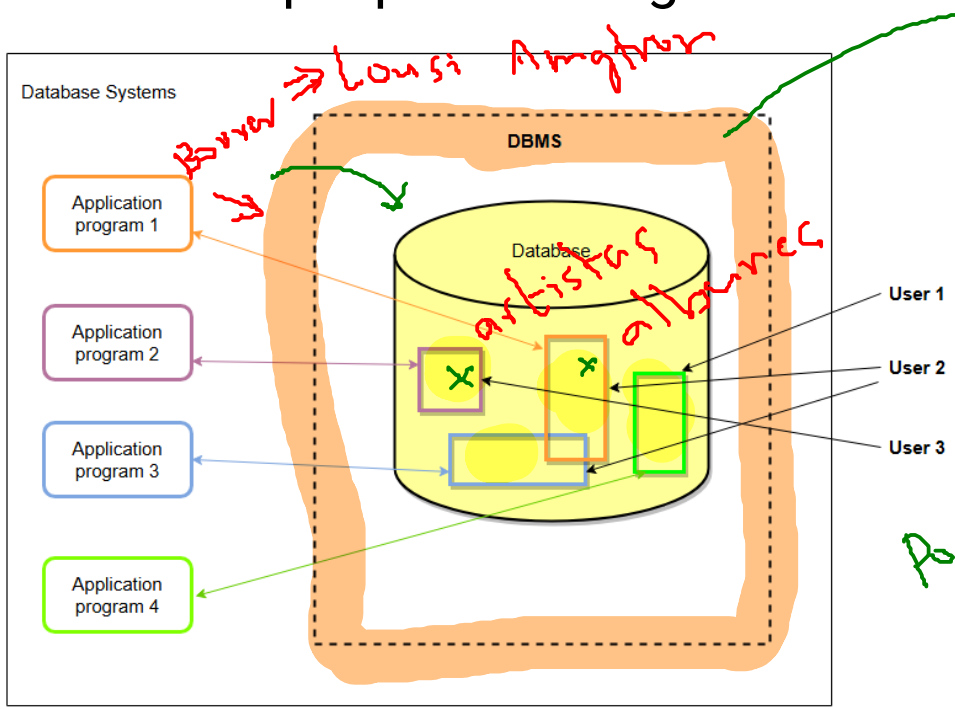
- **Redundancia de datos**: La misma información se guarda en múltiples archivos.
- **Inconsistencia**: Diferentes copias del mismo dato no coinciden.
- **Difícil acceso a la información**: Se debe conocer la ubicación exacta del archivo.
- **Problemas de seguridad**: No hay control centralizado de accesos.
- **Falta de concurrencia**: Cuando un archivo está abierto, otros usuarios no pueden acceder.



Database Management System (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- Un **sistema de gestión de bases de datos (DBMS)** es un software que permite a las aplicaciones almacenar y analizar información en una base de datos.
- Un DBMS de propósito general soporta la definición, creación, consulta, actualización y administración de bases de datos de acuerdo con algún modelo de datos.
- Los DBMS se utilizan en casi todas las aplicaciones, sitios web y sistemas de software que pueda imaginar.



SQLite

cassandra

MySQL

Microsoft SQL Server

MariaDB

PostgreSQL

ORACLE

mongoDB

Arquitectura de tres capas

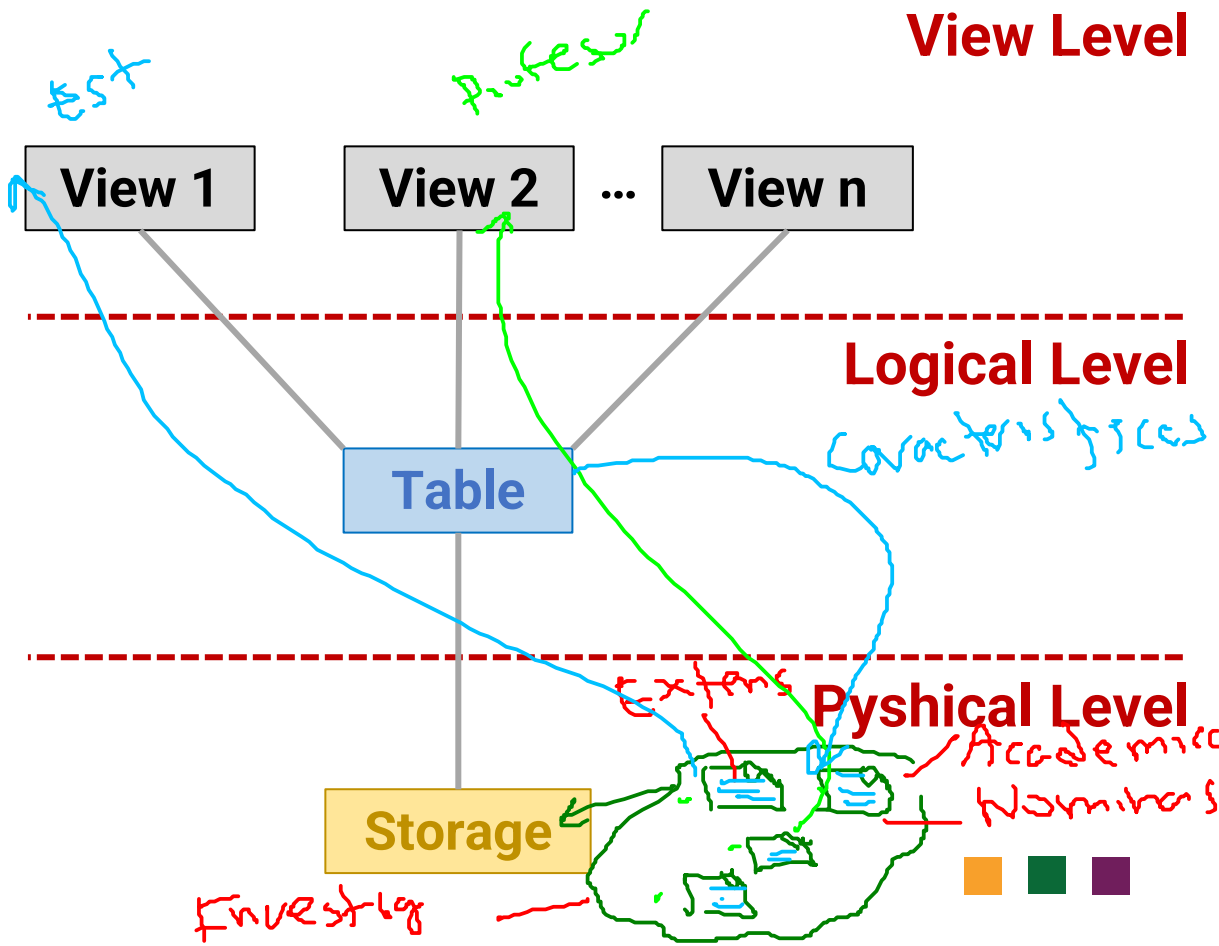
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- Un sistema de bases de datos está diseñado para separar lo que el usuario ve, de cómo están organizados los datos, y de cómo realmente se almacenan físicamente.
- Los niveles de abstracción en un DBMS son capas diseñadas para ocultar la complejidad técnica del almacenamiento de datos y facilitar la interacción de diferentes tipos de usuarios con el sistema.

Nivel de Vista (View Level)
Qué información se expone a los usuarios, qué se les permite ver.

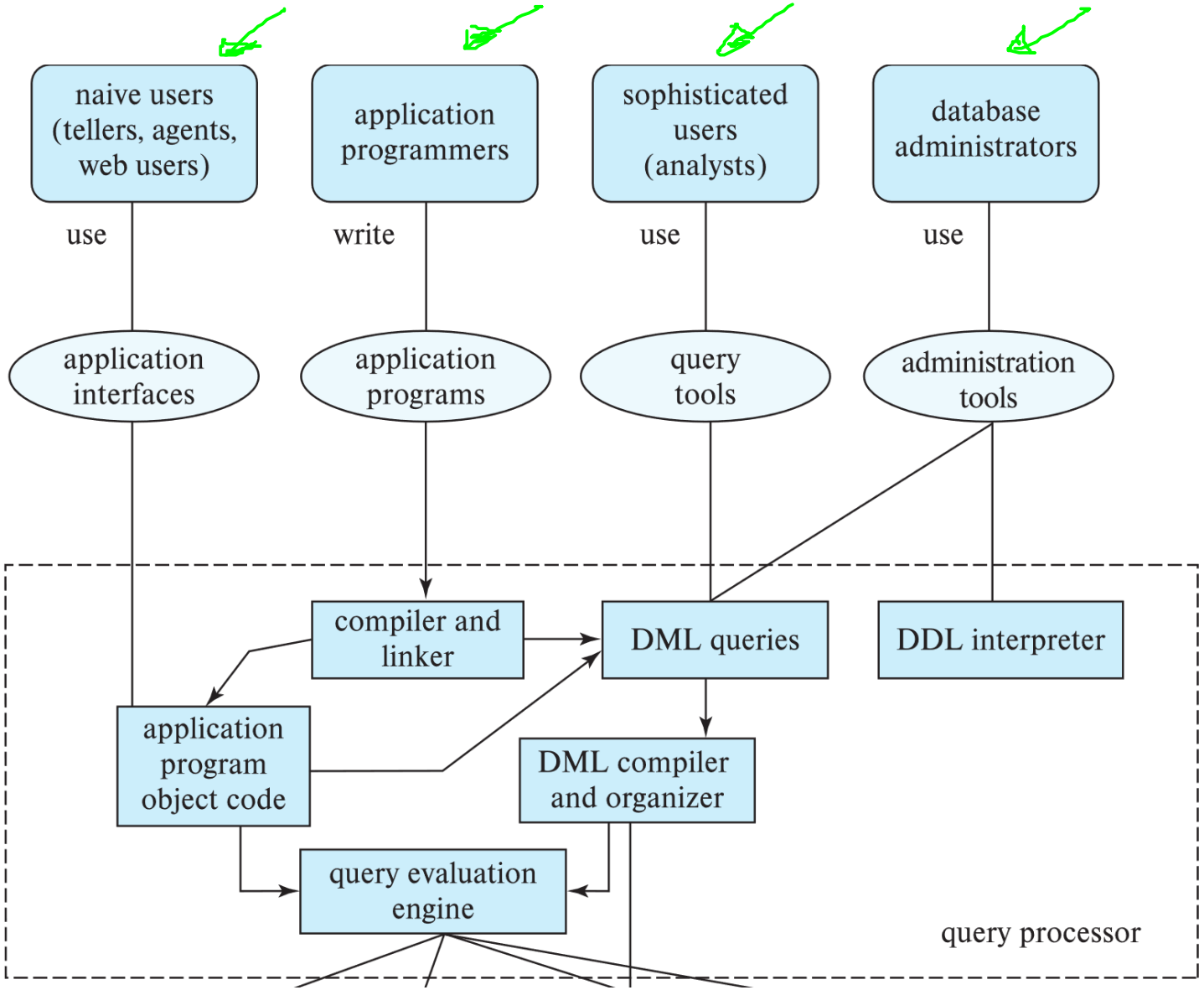
Nivel Lógico (Logical Level)
Qué datos están allí, qué atributos tienen, qué restricciones deberían aplicar el BDSM...

Nivel Físico (Physical Level)
Cómo se almacenan los datos, dónde están ubicados, cuántos bytes, qué tipo de índices...



Tipos de usuarios

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

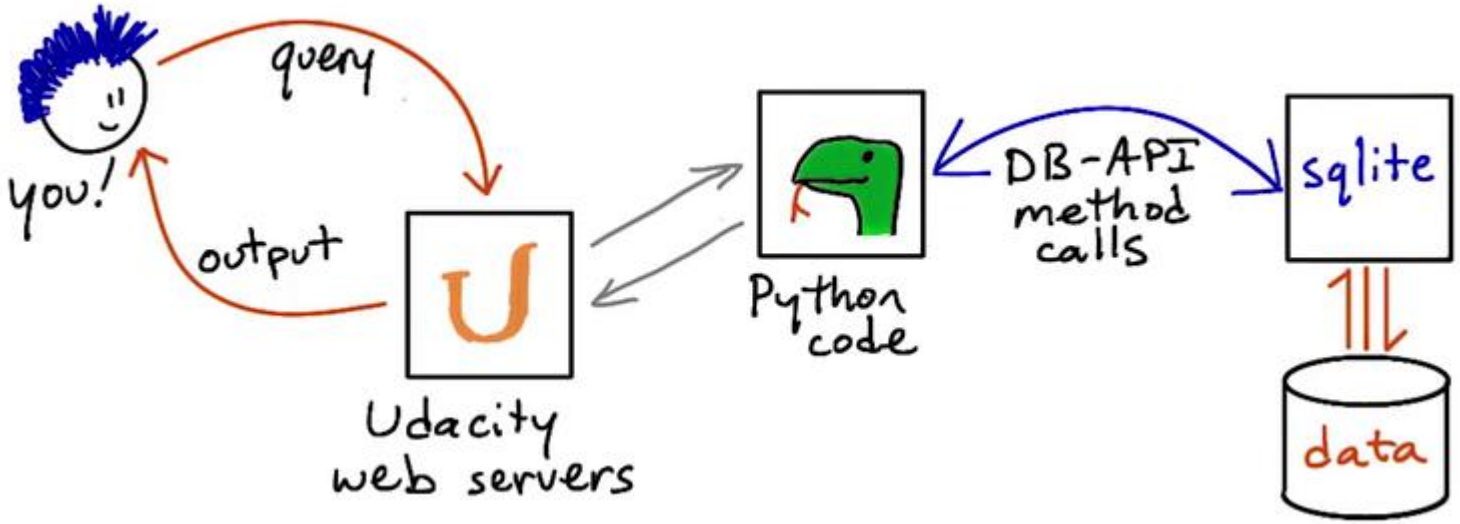


Tipos de usuarios

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Las personas que trabajan con bases de datos se dividen en diferentes categorías según su nivel de interacción técnica y sus responsabilidades.

- Naive users (usuarios ingenuos / finales)
- Casual users (usuarios ocasionales)
- Application programmers (programadores de aplicaciones)
- DBA – Database Administrator

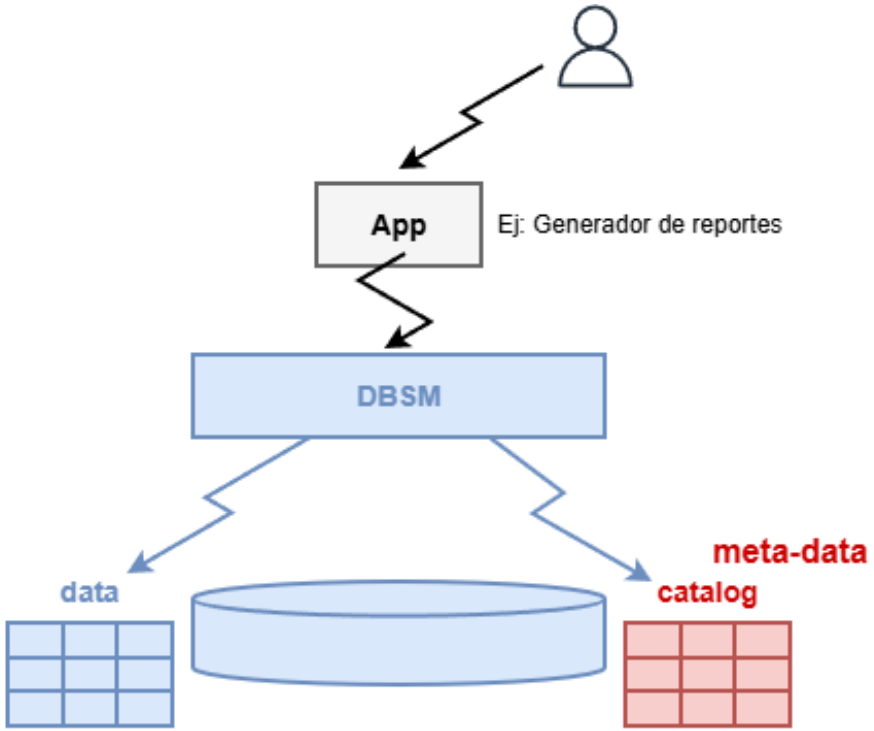


Tipos de usuarios

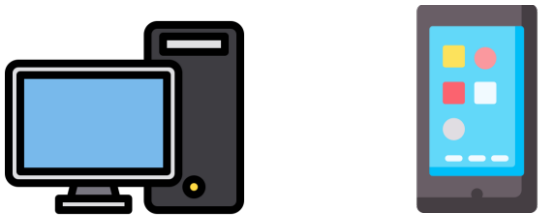
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Naive users (usuarios ingenuos / finales)

- Son el grupo más numeroso y, por lo general, no son profesionales de la computación.
- No tienen que preocuparse sobre el funcionamiento interno del DBMS.
- Acceden a la base de datos a través de aplicaciones o interfaces simplificadas (como formularios web o terminales de agentes de viajes) escritas por programadores.



El **usuario final** cree que usa una aplicación, pero en realidad está usando una base de datos

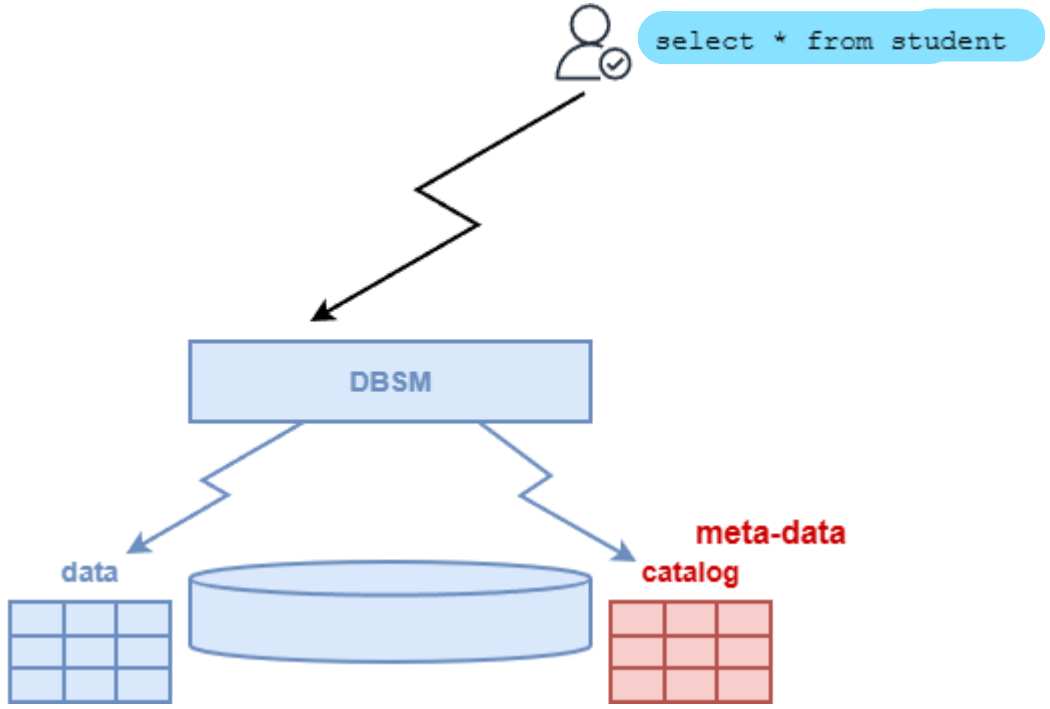


Tipos de usuarios

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Casual users (usuarios ocasionales o sofisticados)

- Realizan un uso más extenso del sistema y suelen escribir sus propias consultas para obtener la información que necesitan.
- Requieren un entendimiento más profundo de las características del DBMS y de la estructura de los datos.



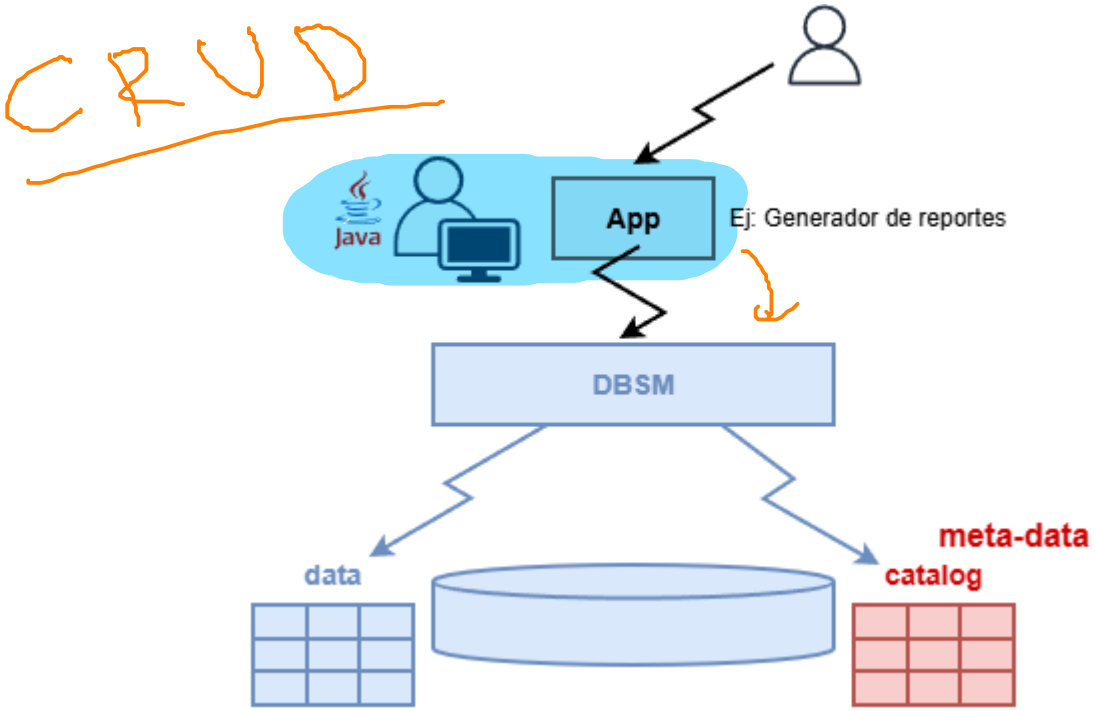
Los **usuarios ocasionales** saben qué datos quieren y para que, pero no construyen el sistema.

Tipos de usuarios

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Application programmers (programadores de aplicaciones)

- Son los profesionales encargados de construir las herramientas para los usuarios finales.
- Desarrollan las aplicaciones que facilitan el acceso a los datos para los usuarios no profesionales.
- Utilizan lenguajes de programación (como Java o C++) combinados con lenguajes de datos proporcionados por el DBMS



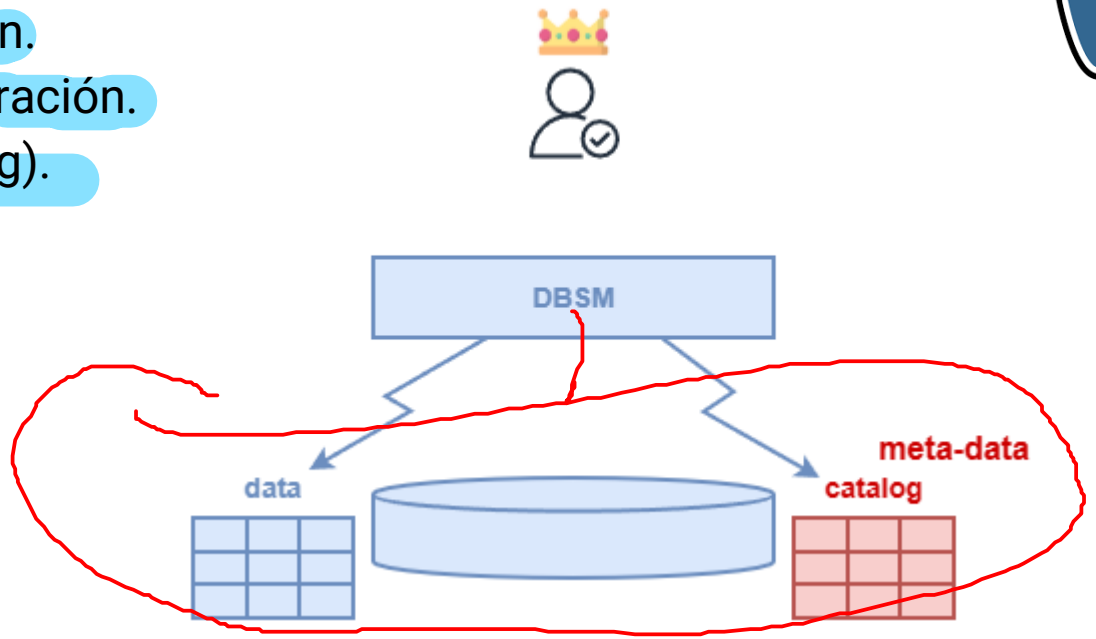
El **programador** no manipula directamente los datos, sino que construyen los caminos para acceder a ellos.

Arquitectura de tres capas

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

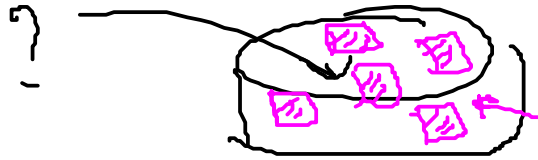
DBA – Database Administrator

- Es el profesional responsable de la gestión integral y el mantenimiento del sistema
- Sus tareas son críticas para el funcionamiento de cualquier empresa y se dividen en cuatro áreas principales:
  - Diseño de esquemas
  - Seguridad y autorización.
  - Disponibilidad y recuperación.
  - Ajuste (Database Tuning).



El **DBA** no usa la base de datos: la cuida.

Diseño de una base de datos



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

El proceso de diseñar la estructura general de la base de datos implica:

- **Diseño Lógico -** Decidir el esquema de la base de datos. El diseño de la base de datos requiere que encontremos una "buena" colección de esquemas de relación.
  - **Decisión del negocio:** Consiste en entender el dominio del problema - ¿Qué atributos deberíamos registrar en la base de datos?
  - **Decisión de Ciencias de la Computación:** Implica decidir cómo distribuir los datos de forma eficiente - ¿Qué esquemas de relación deberíamos tener y cómo deberían distribuirse los atributos entre los diversos esquemas de relación?
- **Diseño Físico**: Etapa donde el esquema lógico (tablas, relaciones y atributos) se traduce en una implementación real dentro de un sistema de almacenamiento – Decidir la disposición física de la base de datos (estructuras de almacenamiento, métodos de acceso, particionamiento, etc).

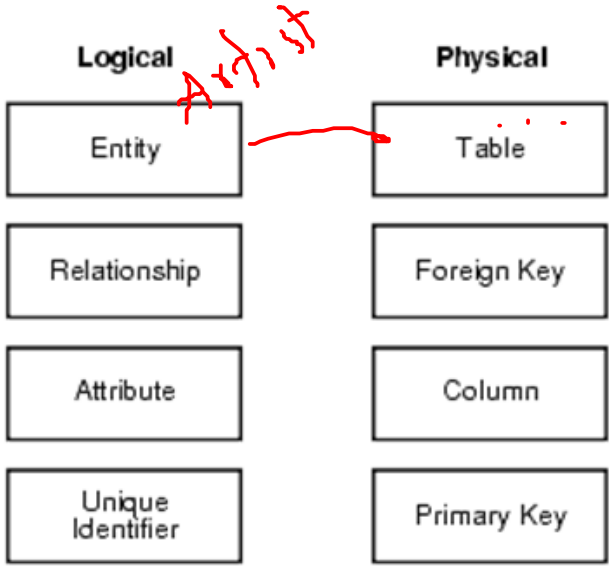
En resumen, un buen **diseño lógico** garantiza coherencia mientras que un buen **diseño físico** garantiza eficiencia.

Diseño de una base de datos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

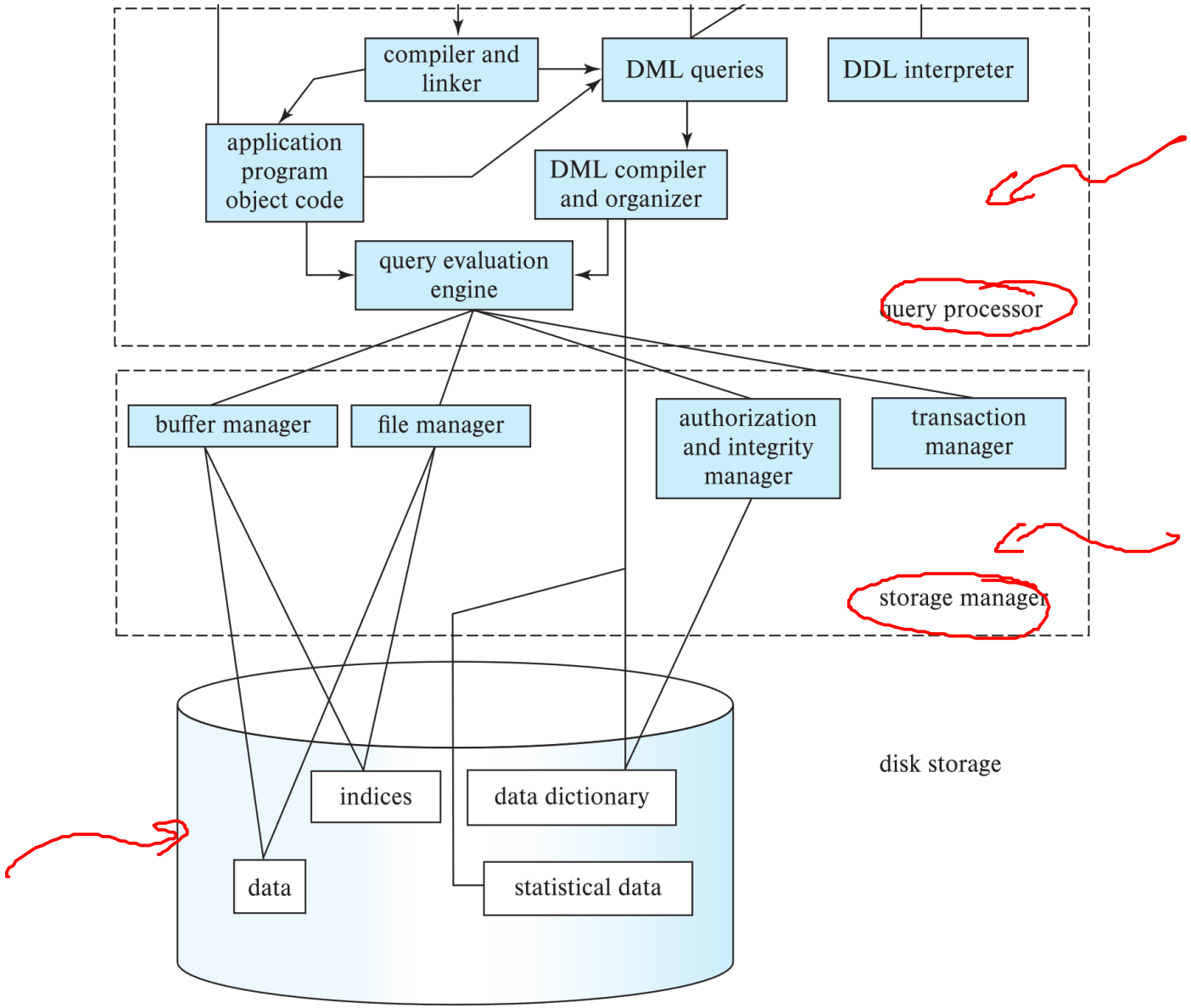
Comparación

Característica	Diseño Lógico	Diseño Físico
Objetivo	Representar los requisitos de información.	Optimizar el rendimiento y el almacenamiento.
Enfoque	**"Qué"** datos se necesitan.	**"Cómo"** se guardan y acceden.
Independencia	Independiente del software (DBMS) y hardware.	Totalmente dependiente del software y hardware.
Entidades clave	Tablas, Atributos, Relaciones, Claves Primarias.	Índices, Particiones, Espacios de tabla (Tablespaces).
Responsable	Analistas de datos y expertos de negocio.	Administradores de Bases de Datos (DBA) y Arquitectos.
Meta principal	Evitar redundancia y asegurar integridad (Normalización).	Maximizar la velocidad de respuesta (Eficiencia).



Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

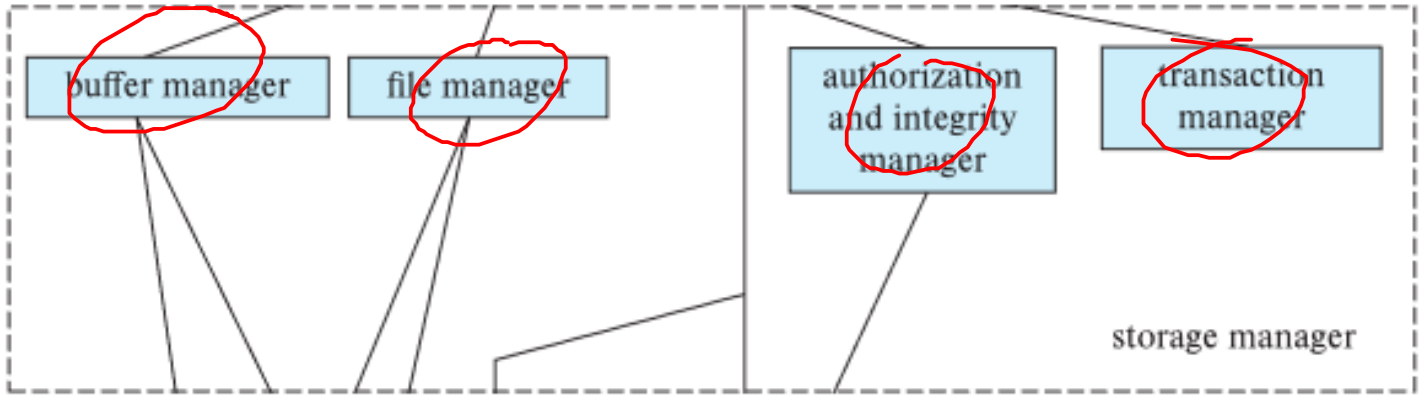
- Un sistema de bases de datos está dividido en módulos que se encargan de cada una de las responsabilidades del sistema en su conjunto.
- Los componentes funcionales de un sistema de bases de datos pueden dividirse en:
  - El administrador de almacenamiento (storage manager)
  - El procesador de consultas (query processor)
  - El componente de gestión de transacciones (transaction management component).

Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Storage Manager (Gestor de almacenamiento) – Parte 1

- Este es el modulo de programa que proporciona la interfaz entre el almacenamiento de datos de bajo nivel en la base de datos y los programas de aplicación y consultas enviadas al sistema.
- El administrador de almacenamiento es responsable de las siguientes tareas:
  - Interacción con el administrador de archivos del sistema operativo.
  - Almacenamiento, recuperación y actualización eficiente de los datos.
- Los componentes del administrador de almacenamiento incluyen:
  - Administrador de autorización e integridad.
  - Administrador de transacciones.
  - Administrador de archivos.
  - Administrador de búfer.

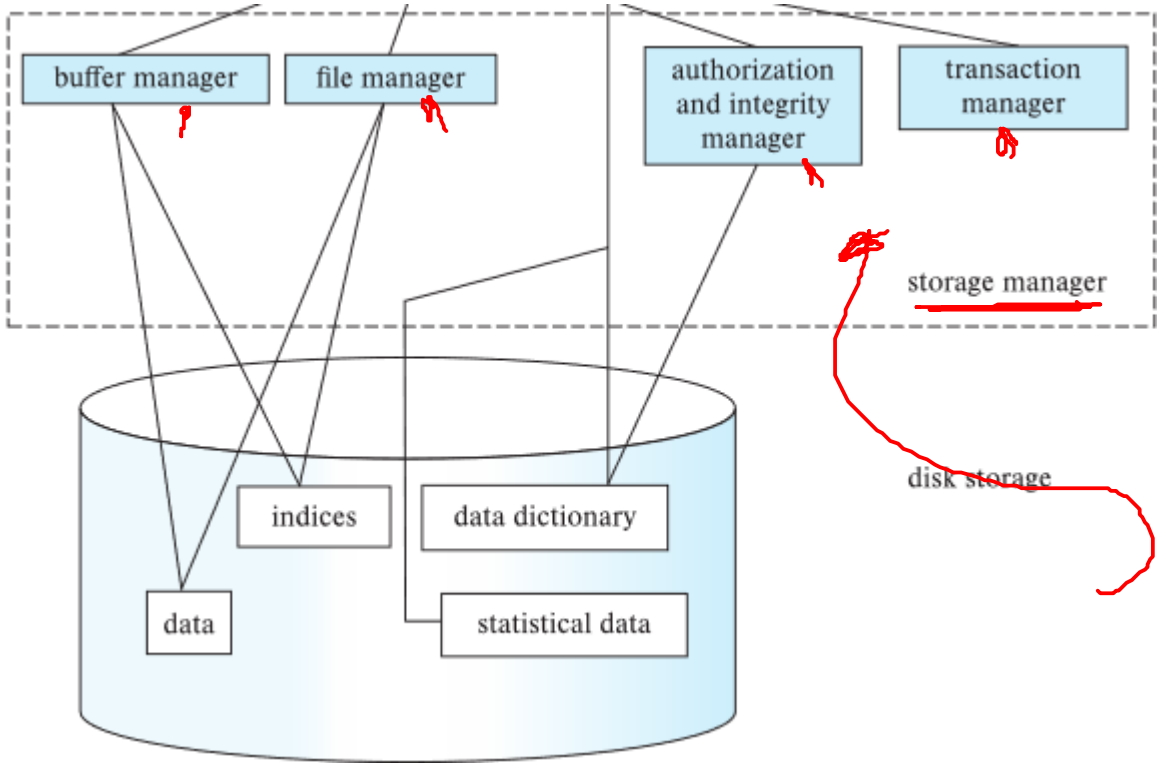


Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Storage Manager (Gestor de almacenamiento) – Parte 2

- El administrador de almacenamiento implementa varias estructuras de datos como parte de la implementación física del sistema:
  - **Archivos de datos**: almacenan la base de datos propiamente dicha.
  - **Diccionario de datos**: almacena metadatos sobre la estructura de la base de datos, en particular el esquema de la base de datos.
  - **Índices**: pueden proporcionar acceso rápido a los elementos de datos. Un índice de base de datos contiene punteros a aquellos elementos de datos que tienen un valor particular.

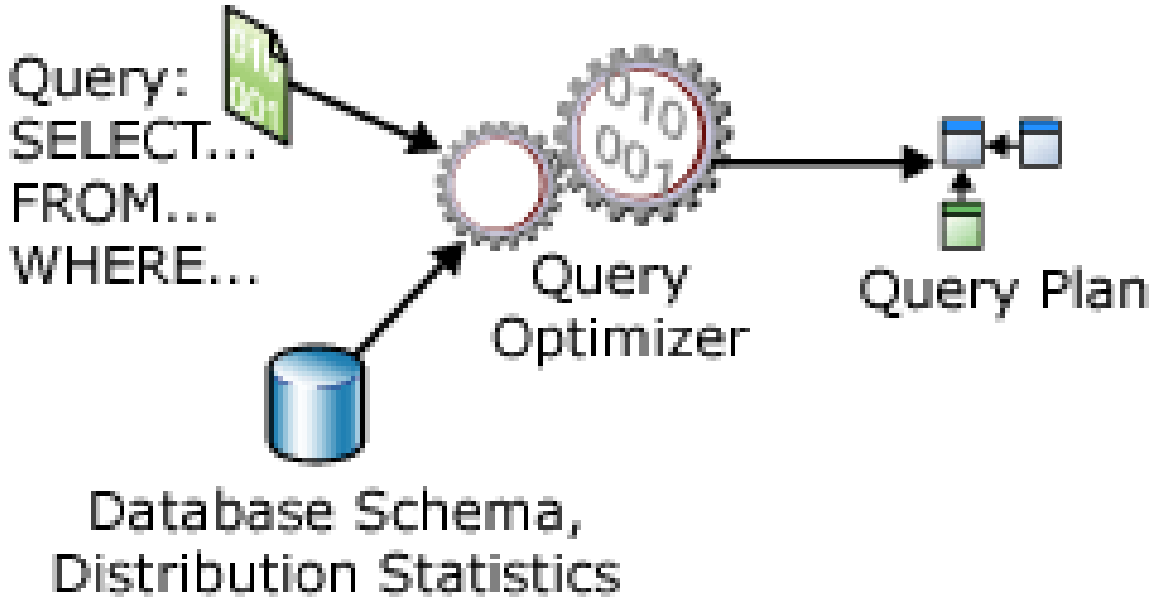


Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Procesador de Consultas (Query Processor)

- El procesador de consultas el componente del DBMS encargado de determinar la forma más eficiente de ejecutar las peticiones de los usuarios.
- Su función principal es transformar una consulta (generalmente escrita en un lenguaje como SQL) en una serie de operaciones que el motor de almacenamiento pueda ejecutar.

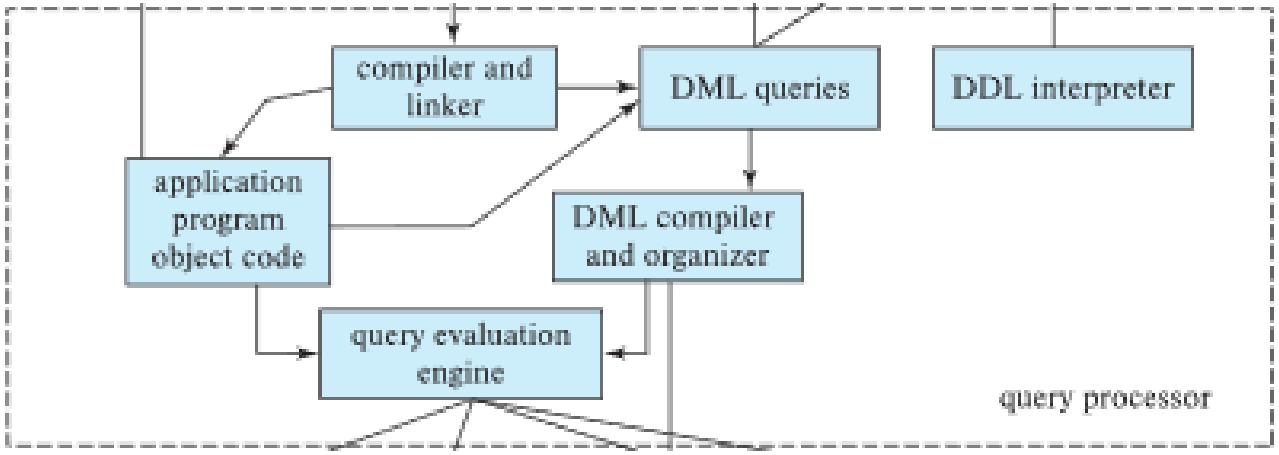


Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Procesador de Consultas (Query Processor)

- Los componentes del procesador de consultas incluyen:
  - **Intérprete DDL**: interpreta las sentencias DDL y registra las definiciones en el diccionario de datos.
  - **Compilador DML**: traduce las sentencias DML en un lenguaje de consulta a un plan de evaluación que consiste en instrucciones de bajo nivel que el motor de evaluación de consultas puede entender.
    - El compilador DML realiza la optimización de consultas; es decir, selecciona el plan de evaluación de menor costo entre las diferentes alternativas.
  - **Motor de evaluación de consultas (Query evaluation engine)**: ejecuta las instrucciones de bajo nivel generadas por el compilador DML

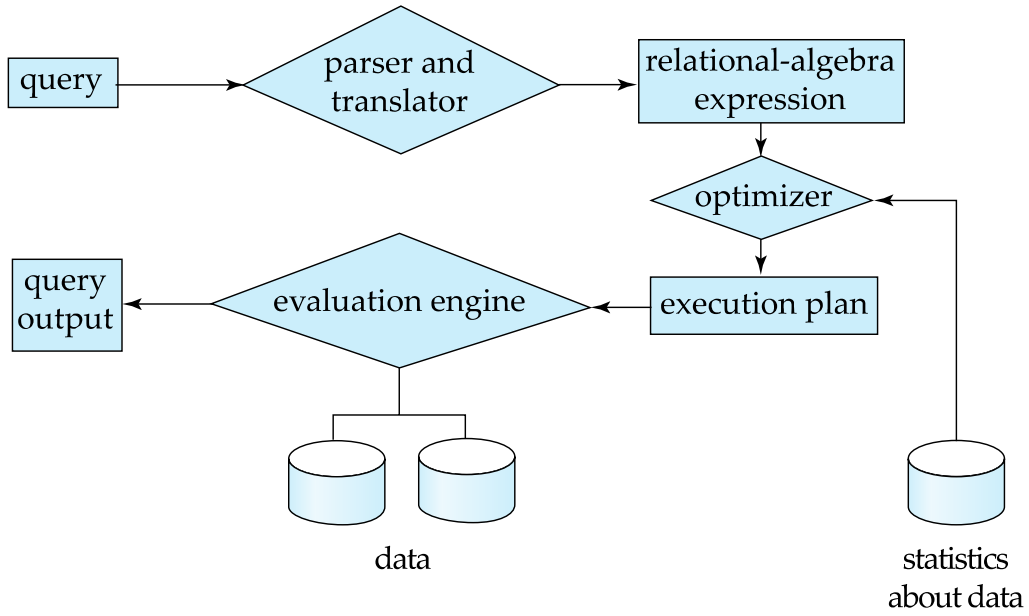


Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Procesador de Consultas (Query Processor)

1. **Traducción (Parsing):**
   - Convierte el SQL (Abstracción) en Álgebra Relacional (Modelo Lógico).
   - Verifica sintaxis y reglas del sistema
2. **Optimización (El Cerebro):**
   - Analiza múltiples rutas de ejecución para una misma consulta.
   - Usa estadísticas para elegir el plan de menor costo (más rápido).
   - Transforma el "Qué" (Lógico) en un "Cómo" (Físico).
3. **Evaluación (Ejecución)**:
   - El motor ejecuta el plan optimizado sobre los datos reales.
   - Coordina con el Gestor de Almacenamiento para acceder al disco. usuarios.



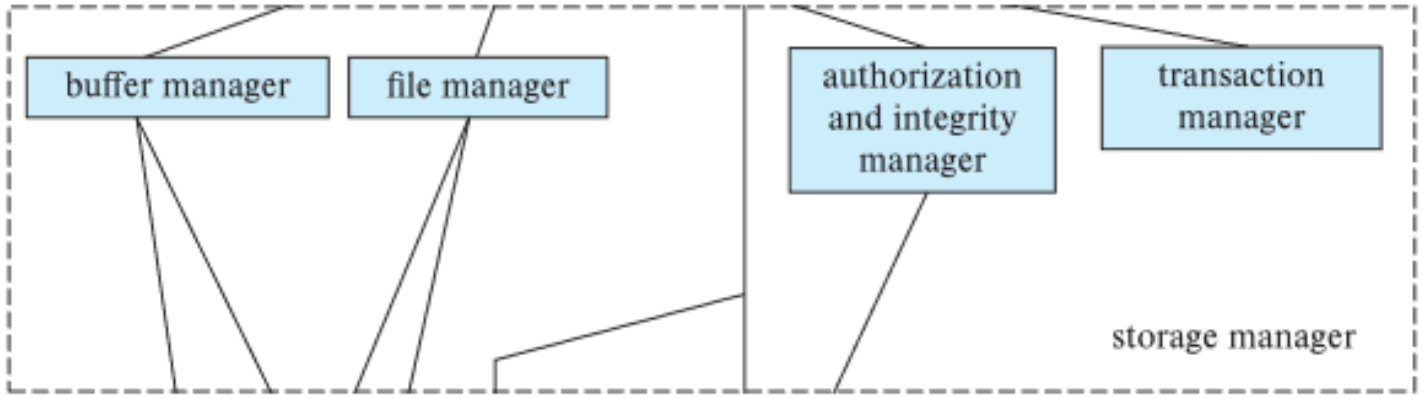
En resumen:
El SQL es la **petición**, el optimizador es la **estrategia** y el motor de evaluación es la **acción**.

Motor de base de datos (DBMS)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Transaction manager (gestor de transacciones)

- Una **transacción** es un conjunto de operaciones que realiza una única función lógica en una aplicación de bases de datos.
- El **gestor de transacciones** garantiza que la base de datos permanezca en un estado consistente (correcto) a pesar de fallos del sistema (por ejemplo, cortes de energía y fallos del sistema operativo) y fallos de las transacciones.
- El administrador de control de concurrencia controla la interacción entre transacciones concurrentes, para asegurar la consistencia de la base de datos.



Fin clase 1

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Referencias

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). **Database System Concepts (7th Edition)**. McGraw-Hill – Capitulo 1
- https://15445.courses.cs.cmu.edu/spring2026/
- https://www.mongodb.com/resources/basics/databases/nosql-explained
- https://blog.bytebytego.com/p/sql-vs-nosql-choosing-the-right-database
- https://cs186berkeley.net/notes/note17/
- https://www.ibm.com/es-es/think/topics/database
- https://docs.oracle.com/cd/A83908_02/NT816EE/DOC/server.816/a76994/toc.htm
- https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/query-processing-architecture-guide?view=sql-server-ver17

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Curso de estructuras de datos

Clase 1 – Introducción y conceptos claves