Universidad San Pablo de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Ciencias de la Computación

Taller - Diseño de bases de datos en MongoDB

Bases de datos II

Jonatan Emanuel Sandoval Guerra

Rodrigo Leonel Bonilla Barreda

2300191

1/11/2025

Introducción

Esta documentación comprende el análisis exhaustivo de un sistema de e-commerce implementado en MongoDB, diseñado para gestionar clientes, carritos de compras y órdenes de pedido. El sistema está estructurado en tres colecciones principales que trabajan de forma integrada para proporcionar una experiencia completa de compra en línea.

Objetivo del Sistema

El sistema e-commerce está diseñado para manejar el ciclo completo de ventas en línea, desde el registro del cliente hasta la entrega del pedido, incluyendo la gestión de carritos de compras activos y el historial de órdenes.

Estructura de Colecciones

1. Colección customers

- **Propósito**: Gestionar la información de clientes registrados
- **Características clave**:
  - 20 clientes de prueba con datos realistas
  - Validación estricta de emails con regex
  - Soporte para múltiples direcciones de envío
  - Timestamps de registro para análisis de antigüedad

2. Colección carts

- **Propósito**: Manejar carritos de compras activos
- **Características clave**:
  - Relación 1:1 con clientes
  - Límite de 100 productos por carrito
  - Estados: active, abandoned, converted
  - Actualización en tiempo real con timestamps

3. Colección orders

- **Propósito**: Gestionar el historial de pedidos completados
- **Características clave**:
  - 20 órdenes con datos históricos realistas (Agosto-Octubre 2025)
  - Estados completos del ciclo de vida: Pagado, Enviado, Entregado, Cancelado
  - Información detallada de envío y productos
  - Totales que incluyen costos adicionales

Esquemas de Validación

Cada colección cuenta con un esquema de validación JSON que garantiza:

- **Integridad de datos**: Campos requeridos y tipos correctos
- **Consistencia**: Valores predefinidos para estados y enumeraciones
- **Relaciones válidas**: Referencias entre colecciones
- **Calidad**: Validación de formatos (emails, precios, cantidades)

Casos de Uso Cubiertos

1. **Autenticación y perfil**: Búsqueda rápida de clientes por email
2. **Experiencia de compra**: Gestión eficiente de carritos
3. **Historial y tracking**: Consulta de pedidos con ordenamiento
4. **Dashboard administrativo**: Reportes de ventas y estados
5. **Business Intelligence**: Agregaciones para análisis de ventas

ecommerceTareaTaller.carts.json

Propósito: Almacenar los carritos de compra de los clientes en el sistema

Estructura del archivo:


```
{
  "_id": {
    "$oid": "6902ccdefcfd352138366748"
  },
  "customerId": {
    "$oid": "670000000000000000000001"
  },
  "items": [
    {
      "productId": {
        "$oid": "6902ccdefcfd352138366734"
      },
      "sku": "AUD-001",
      "name": "Auriculares Pro",
      "price": 450,
      "quantity": 1
    }
  ],
  "status": "active",
  "updatedAt": {
    "$date": "2025-10-30T02:26:38.219Z"
  }
}
```

Campos explicados:

_id (Identificador único)

- Tipo: ObjectId de MongoDB
- Formato: {$oid: "hexadecimal_24_caracteres"}
- Función: Identificador único del carrito en la base de datos
- Ejemplo: "6902ccdefcfd352138366748"

customerId (ID del cliente)

- Tipo: ObjectId referenciando al cliente
- Función: Vincula el carrito con un cliente específico
- Función: Vincula el carrito con un cliente específico

items (Productos en el carrito)

- Tipo: Array de objetos
- Estructura por item:
- productId: ObjectId del producto
- sku: Código único del producto (ej: "AUD-001")
- name: Nombre descriptivo del producto
- price: Precio unitario en moneda local
- quantity: Cantidad seleccionada

status (Estado del carrito)

- Tipo: String
- Valor: Siempre "active" en este dataset
- Función: Indica que el carrito está activo y pendiente de compra

updatedAt (Fecha de actualización)

- Tipo: Fecha ISO 8601
- Formato: {"$date": "YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.sssZ"}
- Función: Marca la última modificación del carrito

Funcionamiento del Sistema

1. Creación: Se genera automáticamente cuando un cliente agrega el primer producto
2. Actualización: Se modifica al agregar/eliminar productos o cambiar cantidades
3. Persistencia: Mantiene los items seleccionados entre sesiones
4. Conversión: Se convierte en orden al proceder al checkout

Características Observadas

- Cada cliente tiene exactamente un carrito activo
- Los carritos contienen entre 1-5 productos
- Precios varían desde 150 hasta 4500 unidades monetarias
- Todos los carritos fueron actualizados el mismo timestamp

ecommerceTareaTaller.customers.json

Propósito: Almacenar la información de clientes registrados dentro del sistema

Estructura


```
{
  "_id": {
    "$oid": "000000000000000000000001"
  },
  "name": "Ana Torres",
  "email": "ana.torres@example.com",
  "addresses": [
    {
      "alias": "Casa",
      "street": "Calle Falsa 123",
      "city": "Ciudad Capital"
    }
  ],
  "createdAt": {
    "$date": "2025-10-30T02:06:57.499Z"
  }
}
```

Campos Explicados:

_id (Identificador único)

- Tipo: ObjectId de MongoDB
- Rango: 000000000000000000000001 a 000000000000000000000020
- Función: Clave primaria del cliente

name (Nombre completo)

- Tipo: String
- Formato: "Nombre Apellido"
- Función: Nombre completo del cliente para identificación

email (Correo electrónico)

- Tipo: String con formato email
- Dominio: @example.com
- Función: Identificador único para login y comunicación

addresses (Direcciones de envío)

- Tipo: Array de objetos
- Estructura por dirección:
    - alias: Identificador amigable ("Casa", "Trabajo", "Oficina")
    - street: Dirección física completa
    - city: Ciudad de destino

createdAt (Fecha de registro)

- Tipo: Fecha ISO 8601
- Función: Marca cuando el cliente se registró en el sistema

Funcionamiento del Sistema

1. Registro: Se crea un nuevo documento al registrarse un cliente
2. Autenticación: El email sirve como identificador único
3. Gestión de Direcciones: Permite múltiples direcciones de envío
4. Vinculación: Relaciona órdenes y carritos mediante el _id

Características Observadas

- 20 clientes registrados en total
- 3 ciudades principales: Ciudad Capital, Metropolis, Pueblo Nuevo
- 4 tipos de alias de dirección: Casa, Trabajo, Oficina, Ninguno específico
- Todos registrados el mismo día con timestamps muy cercanos

ecommerceTareaTaller.orders.json

Propósito: Gestión de las ordenes de compra por clientes


```
{
  "_id": {
    "$oid": "6902cc7bfcfd352138366720"
  },
  "orderNumber": "A-10251",
  "customerId": {
    "$oid": "670000000000000000000001"
  },
  "items": [
    {
      "productId": {
        "$oid": "6902cc7bfcfd35213836670b"
      },
      "name": "Teclado Mecánico",
      "price": 750,
      "quantity": 1
    }
  ],
  "shippingDetails": {
    "address": "Calle Falsa 123",
    "city": "Ciudad Capital"
  },
  "total": 850,
  "status": "Entregado",
  "createdAt": {
    "$date": "2025-08-15T10:00:00.000Z"
  }
}
```

Campos Explicados:

_id (Identificador único)

- Tipo: ObjectId de MongoDB
- Función: Clave primaria de la orden

orderNumber (Número de orden legible)

- Tipo: String
- Formato: "A-XXXXX" donde X es numérico
- Rango: "A-10251" a "A-10270"
- Función: Número de referencia para el cliente

customerId (ID del cliente)

- Tipo: ObjectId
- Función: Vincula la orden con el cliente que la realizó

items (Productos comprados)

- Tipo: Array de objetos
- Estructura:
    - productId: ObjectId del producto
    - name: Nombre del producto
    - price: Precio unitario al momento de la compra
    - quantity: Cantidad comprada

shippingDetails (Información de envío)

- Tipo: Objeto
- Campos:
    - address: Dirección completa de envío
    - city: Ciudad de destino

total (Monto total)

- Tipo: Number
- Función: Suma total de la orden (incluye posiblemente envío/impuestos)
- Observación: No siempre coincide con price * quantity

status (Estado de la orden)

- Tipo: String
- Valores posibles:
    - "Entregado" - Orden completada exitosamente
    - "Enviado" - En proceso de entrega
    - "Pagado" - Pago confirmado, preparando envío
    - "Cancelado" - Orden cancelada

createdAt (Fecha de creación)

- Tipo: Fecha ISO 8601
- Función: Marca cuando se realizó la orden

Funcionamiento del Sistema

1. Creación: Se genera al finalizar el proceso de checkout
2. Procesamiento: Pasa por diferentes estados hasta completarse
3. Inmutabilidad: Los datos se congelan al crear la orden
4. Seguimiento: Permite tracking del estado de entrega

Características Observadas

- 20 órdenes en el sistema
- Estados distribuidos: 6 Entregado, 6 Pagado, 5 Enviado, 2 Cancelado
- Período de órdenes: Agosto a Octubre 2025
- Algunos clientes tienen múltiples órdenes
- Los totales incluyen costos adicionales (envío/impuestos)

Relaciones entre Archivos:

Customer → Cart (1:1)

- Cada cliente tiene un carrito activo
- Relación: customers._id → carts.customerId

Customer → Orders (1:N)

- Un cliente puede tener múltiples órdenes
- Relación: customers._id → orders.customerId

Cart → Orders (Potencial 1:1)

- El carrito se convierte en una orden al completar la compra
- No hay relación directa en los datos, pero es el flujo lógico

Esta estructura permite un flujo completo de e-commerce: registro → carrito → orden → entrega.

Consultas

Consulta 1: Búsqueda de Cliente por Email

Propósito: Optimizar la búsqueda de clientes por dirección de correo electrónico, operación crítica para login y recuperación de perfiles.

Estructura de la consulta

```
db.customers.find({ email: "ana.torres@example.com" }).explain("executionStats");
```

Análisis de Ejecución

Plan de Ejecución (winningPlan)

- Estrategia: EXPRESS_IXSCAN (Escaneo rápido de índice)
- Índice Utilizado: email_1
- Patrón de Clave: { email: 1 }

Métricas de Rendimiento

- Documentos Retornados: 1
- Tiempo de Ejecución: 0ms
- Claves Examinadas: 1
- Documentos Examinados: 1
- Eficiencia: 100% (1 documento retornado por 1 examinado)

Funcionamiento Detallado

Proceso de Búsqueda

1. Acceso Directo al Índice: MongoDB utiliza el índice email_1 para localizar inmediatamente la entrada correspondiente al email
2. Recuperación Eficiente: Solo se accede al documento específico sin escanear otros registros
3. Respuesta Instantánea: La operación se completa en tiempo despreciable

Ventajas del Diseño

- Índice Único: Garantiza búsquedas O(1) para emails
- Prevención de Duplicados: Asegura unicidad de cuentas
- Optimización para Login: Operación crítica optimizada al máximo

Casos de Uso

- Autenticación de usuarios
- Recuperación de perfil
- Verificación de existencia de cuenta
- Procesos de checkout

Consulta 2: Recuperación de Carrito por Customer ID

Propósito: Carga eficiente del carrito de compras de un cliente específico.

Estructura

```
db.carts.find({ customerId: ObjectId("670000000000000000000003") }).explain("executionStats");
```

Análisis de Ejecución

Plan de Ejecución

- **Estrategia**: EXPRESS_IXSCAN
- **Índice Utilizado**: customerId_1
- **Filtro**: customerId: ObjectId("670000000000000000000003")

Métricas de Rendimiento

- **Documentos Retornados**: 1
- **Tiempo de Ejecución**: 0ms
- **Claves Examinadas**: 1
- **Documentos Examinados**: 1

Funcionamiento Detallado

Proceso de Recuperación

1. **Búsqueda por Relación**: Utiliza el índice customerId_1 para encontrar el carrito asociado
2. **Acceso Directo**: Salta directamente al documento del carrito sin escanear otros
3. **Relación 1:1**: Asume un carrito activo por cliente

Arquitectura del Modelo

- **Separación de Concerns**: Carritos separados de órdenes completadas
- **Estado Activo**: Solo carritos con status: "active"
- **Actualización en Tiempo Real**: Campo updatedAt para tracking

Optimizaciones Clave

- **Índice Dedicado**: customerId_1 para búsquedas rápidas
- **Estructura Simple**: Documentos ligeros para operaciones frecuentes
- **Cache Amigable**: Fácil de cachear en memoria

Consulta 3: Historial de Pedidos con Ordenamiento

Propósito: Recuperar los pedidos más recientes de un cliente, ordenados por fecha de creación.

Estructura

```
db.orders.find({ customerId: customerIdPedidos })
  .sort({ createdAt: -1 })
  .limit(10)
  .explain("executionStats");
```

Análisis de Ejecución

Plan de Ejecución

- **Estrategia Compuesta**: LIMIT → FETCH → IXSCAN
- **Índice Utilizado**: customerId_1_createdAt_-1 (compuesto)
- **Ordenamiento**: Pre-calculado en el índice

Métricas de Rendimiento

- **Documentos Retornados**: 2 (de 2 existentes)
- **Tiempo de Ejecución**: 0ms
- **Claves Examinadas**: 2
- **Documentos Examinados**: 2

Funcionamiento Detallado

Proceso de Tres Etapas

1. IXSCAN: Búsqueda eficiente en índice compuesto
2. FETCH: Recuperación de documentos completos
3. LIMIT: Aplicación del límite después de ordenar

Ventajas del Índice Compuesto

- **Ordenamiento Gratuito**: Los datos ya vienen ordenados por createdAt: -1
- **Evita** SORT **en Memoria**: No necesita operación costosa de ordenamiento
- **Búsqueda Rápida**: Combina filtro y orden en una operación

Optimización para UX

- **Paginación Eficiente**: limit(10) para vistas de historial
- **Ordenamiento Natural**: Más recientes primero
- **Rendimiento Constante**: Mismo performance sin importar cantidad de pedidos

Consulta 4: Búsqueda de Pedidos por Estado

Propósito Recuperar todos los pedidos con estado específico para dashboards administrativos.

Estructura

```
db.orders.find({ status: "Enviado" }).explain("executionStats");
```

Análisis de Ejecución

Plan de Ejecución

- **Estrategia**: COLLSCAN (Escaneo completo de colección)
- **Filtro Aplicado**: status: "Enviado"
- **Sin Uso de Índice**: A pesar de existir índice status_1

Métricas de Rendimiento

- **Documentos Retornados**: 5
- **Tiempo de Ejecución**: 0ms
- **Claves Examinadas**: 0
- **Documentos Examinados**: 20 (toda la colección)

Análisis de Decisiones del Optimizador

¿Por qué COLLSCAN y no IXSCAN?

- **Colección Pequeña**: Solo 20 documentos
- **Costo de Indirección**: Para colecciones pequeñas, es más eficiente escanear directamente
- **Selectividad Baja**: 5/20 = 25% - no suficientemente selectivo para justificar índice

Escalabilidad

- **Comportamiento Adaptativo**: Para millones de documentos, MongoDB elegiría automáticamente el índice
- **Umbral de Cambio**: Approx. 10-20% de selectividad

Consulta 5: Agregación de Ventas por Mes

PropósitoGenerar reportes de ventas mensuales para business intelligence.

Estructura

```
db.orders.aggregate([
  {
    $match: {
      status: { $in: ["Pagado", "Enviado", "Entregado"] }
    }
  },
  {
    $group: {
      _id: {
        year: { $year: "$createdAt" },
        month: { $month: "$createdAt" }
      },
      totalSales: { $sum: "$total" },
      orderCount: { $sum: 1 }
    }
  },
  {
    $sort: {
      "_id.year": 1,
      "_id.month": 1
    }
  }
]).explain();
```

Análisis de Ejecución

Pipeline de Tres Etapas

1. $match: Filtra órdenes completadas (excluye canceladas)
2. $group: Agrupa por año/mes y calcula métricas

3. $sort: Ordena cronológicamente

Plan de Ejecución

- **Estrategia**: COLLSCAN → GROUP → SORT
- **Filtro Inicial**: Reduce dataset antes de agrupación
- **Procesamiento en Memoria**: Cálculos realizados en RAM

Funcionamiento Detallado

Proceso de Agregación

1. **Filtrado Eficiente**: Solo procesa órdenes relevantes (15/20)
2. **Extracción de Fechas**: Convierte createdAt en componentes de año/mes
3. **Agrupación y Cálculo**: Suma totales y cuenta órdenes
4. **Ordenamiento Final**: Organiza resultados por tiempo

Optimizaciones para Reportería

- **Filtro Temprano**: $match al inicio reduce carga
- **Agrupación Natural**: Año/mes como clave natural
- **Métricas Compuestas**: Ventas totales + volumen de órdenes

Casos de Uso Empresarial

- **Dashboard de Ventas**: Tendencias mensuales
- **Análisis Estacional**: Patrones de compra
- **Planificación**: Forecast basado en histórico
- **KPIs**: Crecimiento interanual

Resumen de Estrategias de Indexación

Índices Críticos Identificados

1. customers.email_1: Búsqueda por email (login)
2. carts.customerId_1: Carrito por cliente
3. orders.customerId_1_createdAt_-1: Historial ordenado
4. orders.status_1: Filtrado por estado (futuro uso)

Patrones de Optimización

- **Operaciones Críticas**: Índices dedicados para UX
- **Consultas Administrativas**: COLLSCAN aceptable para datasets pequeños

- **Agregaciones Complejas**: Pipeline optimizado con filtros tempranos
- **Escalabilidad**: Comportamiento adaptativo según tamaño de datos

Costumers.js

Propósito Script para poblar la colección customers con datos de clientes de prueba para el sistema e-commerce.

Estructura

Campos Explicados

_id (Identificador único)

- **Tipo**: ObjectId explícito
- **Formato**: ObjectId("670000000000000000000001") a ObjectId("6700000000000000000000020")
- **Función**: Clave primaria predefinida para facilitar relaciones
- **Patrón**: Secuencial numérico en hexadecimal

name (Nombre completo)

- **Tipo**: String
- **Formato**: "Nombre Apellido"

- **Ejemplos**: "Ana Torres", "Luis Garcia", "Sofia Reyes"
- **Función**: Identificación humana del cliente

email (Correo electrónico)

- **Tipo**: String con validación de formato
- **Dominio**: @example.com (dominio de prueba)
- **Estructura**: nombre.apellido@example.com
- **Función**: Identificador único para login y comunicación

addresses (Direcciones de envío)

- **Tipo**: Array de objetos (permite múltiples direcciones)
- **Estructura por dirección**:
    - alias: String descriptivo ("Casa", "Trabajo", "Oficina")
    - street: Dirección física completa
    - city: Ciudad (3 valores: "Ciudad Capital", "Metropolis", "Pueblo Nuevo")

createdAt (Fecha de registro)

- **Tipo**: Date
- **Valor**: new Date() (fecha/hora actual de inserción)
- **Función**: Auditoría y análisis de antigüedad de clientes

Características de los Datos

Distribución Geográfica

- **Ciudad Capital**: 8 clientes (40%)
- **Metropolis**: 7 clientes (35%)
- **Pueblo Nuevo**: 5 clientes (25%)

Tipos de Dirección

- **Casa**: 12 clientes (60%)
- **Trabajo**: 4 clientes (20%)
- **Oficina**: 4 clientes (20%)

Patrones de Nombres

- **Nombres**: Comunes en español (Ana, Luis, Sofia, Carlos, etc.)
- **Apellidos**: Diversidad hispana (Torres, Garcia, Reyes, Peña, etc.)

Funcionamiento del Script

Comando Principal

```
use("ecommerceTareaTaller");
db.customers.insertMany([...]);
```

Flujo de Ejecución

1. **Selección de BD**: use("ecommerceTareaTaller")
2. **Inserción Masiva**: insertMany() con array de 20 documentos
3. **Confirmación**: print(">>> 20 clientes insertados.")

Ventajas del Diseño

- **IDs Predefinidos**: Facilita relaciones con otras colecciones
- **Datos Realistas**: Nombres y estructuras coherentes
- **Escalabilidad**: Fácil de extender con más clientes

Carts.js

Propósito: Script para crear carritos de compras activos asociados a los clientes existentes.

Estructura

```
{
  customerId: ObjectId("670000000000000000000001"),
  items: [
    {
      productId: ObjectId(),
      sku: "AUD-001",
      name: "Auriculares Pro",
      price: Double(450),
      quantity: 1
    }
  ],
  status: "active",
  updatedAt: new Date()
}
```

Campos Explicados

customerId (Relación con cliente)

- **Tipo**: ObjectId referenciando customers._id
- **Rango**: 670000000000000000000001 a 670000000000000000000020
- **Función**: Vinculación 1:1 con cliente
- **Relación**: Cada cliente tiene exactamente un carrito activo

items (Productos en carrito)

- **Tipo**: Array de objetos (carrito puede tener múltiples items)
- **Estructura por item**:
    - productId: ObjectId único generado con ObjectId()
    - sku: Código único del producto (ej: "AUD-001", "MON-002")

    - name: Nombre descriptivo del producto
    - price: Precio unitario como Double() para precisión monetaria
    - quantity: Cantidad en carrito (1-5 unidades)

status (Estado del carrito)

- **Tipo**: String
- **Valor**: Siempre "active"
- **Función**: Indica carritos pendientes de checkout
- **Futuros valores**: "abandoned", "converted", "expired"

updatedAt (Última actualización)

- **Tipo**: Date
- **Valor**: new Date() (actual al momento de inserción)
- **Función**: Track de actividad del carrito

Catálogo de Productos Incluidos

Categorías de Productos

- **Audio**: Auriculares Pro, Micrófono Condensador
- **Pantallas**: Monitor Curvo 27", Webcam HD
- **Componentes**: Disco SSD, Memoria RAM, Tarjeta Gráfica, Procesador, Motherboard
- **Periféricos**: Teclado Mecánico, Mouse Inalámbrico, Mousepad XL
- **Muebles**: Silla Gamer, Escritorio Eléctrico
- **Accesorios**: Gabinete, Fuente de Poder, Cooler, Luces LED, Cables, Hub USB

Rangos de Precios

- **Económico**: $150 - $450 (Mousepad, Cables, Luces LED)
- **Medio**: $450 - $900 (Auriculares, Teclado, Webcam, SSD)
- **Alto**: $900 - $1800 (Motherboard, Gabinete, Micrófono)
- **Premium**: $1800+ (Monitor, Tarjeta Gráfica, Procesador, Silla, Escritorio)

Funcionamiento del Script

Relación con Clientes

- **Mapeo Directo**: customerId del carrito = _id del cliente
- **Consistencia**: Todos los clientes tienen su carrito correspondiente
- **Integridad**: No hay carritos sin cliente ni clientes sin carrito

Gestión de Inventario

- **SKUs Únicos**: Cada producto tiene código identificador
- **Precios Precisos**: Uso de Double() para valores monetarios
- **Cantidades Variables**: Simula diferentes patrones de compra

Orders.js

Propósito: Script para crear órdenes de compra históricas y actuales del sistema e-commerce.

Estructura del Documento

```
{
  orderNumber: "A-10251",
  customerId: ObjectId("670000000000000000000001"),
  items: [
    {
      productId: ObjectId(),
      name: "Teclado Mecánico",
      price: Double(750),
      quantity: 1
    }
  ],
  shippingDetails: {
    address: "Calle Falsa 123",
    city: "Ciudad Capital"
  },
  total: Double(850),
  status: "Entregado",
  createdAt: new Date("2025-08-15T10:00:00Z")
}
```

Campos Explicados

orderNumber (Número de orden legible)

- **Tipo**: String
- **Formato**: "A-XXXXX" (A-10251 a A-10270)

- **Función**: Identificador amigable para clientes
- **Secuencia**: Incremental por fecha de creación

customerId (Cliente que realizó la orden)

- **Tipo**: ObjectId referenciando customers._id
- **Función**: Relación con cliente
- **Cardinalidad**: Algunos clientes tienen múltiples órdenes

items (Productos comprados)

- **Tipo**: Array de objetos
- **Estructura**:
    - productId: ObjectId único
    - name: Nombre del producto
    - price: Precio unitario al momento de la compra
    - quantity: Cantidad comprada (1-3 unidades)

shippingDetails (Información de envío)

- **Tipo**: Objeto embebido
- **Campos**:
    - address: Dirección completa (coincide con customers.addresses.street)
    - city: Ciudad de destino

total (Monto total de la orden)

- **Tipo**: Double
- **Observación**: No siempre igual a price * quantity (incluye envío/impuestos)
- **Rango**: $240 - $5,200

status (Estado del ciclo de vida)

- **Tipo**: String
- **Valores**:
    - "Entregado": Completado exitosamente (6 órdenes)
    - "Enviado": En tránsito (5 órdenes)
    - "Pagado": Confirmado, preparando envío (6 órdenes)
    - "Cancelado": No completado (2 órdenes)

createdAt (Fecha de creación)

- **Tipo**: Date con timestamp específico
- **Rango Temporal**: Agosto 2025 - Octubre 2025
- **Formato**: new Date("YYYY-MM-DDTHH:mm:ssZ")

Análisis de Datos de Órdenes

Distribución Temporal

- **Agosto 2025**: 2 órdenes (10%)
- **Septiembre 2025**: 5 órdenes (25%)
- **Octubre 2025**: 13 órdenes (65%)

Estados de Órdenes

- **Completadas**: 12 órdenes (60% - Entregado + Pagado)
- **En Proceso**: 5 órdenes (25% - Enviado)
- **Fallidas**: 2 órdenes (10% - Cancelado)

Patrones de Compra

- **Clientes Recurrentes**:
    - Cliente 001: 2 órdenes
    - Cliente 002: 2 órdenes
- **Órdenes Múltiples Items**: Solo orden A-10264 tiene 2 productos
- **Valores Totales**: Incluyen costos adicionales (envío/impuestos)

Funcionamiento del Script

Relaciones con Otras Colecciones

- **Con Customers**: customerId referencia directa
- **Con Carts**: Relación lógica (carrito → orden)
- **Independencia**: No hay referencias directas a productos específicos

Diseño para Reporting

- **Timestamps Específicos**: Permite análisis temporal preciso
- **Estados Completos**: Cubre todo el ciclo de vida de órdenes
- **Totales Reales**: Incluye costos adicionales para análisis financiero

Escenarios de Negocio Cubiertos

- **Ventas Exitosas**: Órdenes entregadas y pagadas
- **Logística en Proceso**: Órdenes enviadas

- **Problemas Operativos**: Órdenes canceladas
- **Clientes Recurrentes**: Múltiples compras por cliente

Resumen de Relaciones y Consistencia

Mapeo de Relaciones

Customers (20) ←→ Carts (20) ←→ Orders (20)

1:1 1:1 1:N (algunos clientes)

Consistencia de Datos

- **IDs Predecibles**: Facilitan testing y debugging
- **Relaciones Válidas**: Todos los foreign keys existen
- **Datos Realistas**: Precios, cantidades y estados coherentes
- **Coverage Completo**: Todos los escenarios de negocio representados

Uso para Desarrollo

- **Testing**: Datos consistentes para pruebas automatizadas
- **Demo**: Sistema completo funcional para demostraciones
- **Performance**: Volumen adecuado para pruebas de rendimiento
- **Analytics**: Datos suficientes para análisis y reportes

Validacion_orders.js

Propósito: Define la estructura y reglas de validación para documentos en la colección orders, asegurando la integridad de los datos de pedidos en el sistema e-commerce.

Estructura del Esquema

Campos Requeridos (Obligatorios)

```
required: [
  'orderNumber',    // Identificador único del pedido
  'customerId',     // Relación con el cliente
  'items',          // Productos del pedido
  'shippingDetails', // Información de envío
  'total',          // Monto total
  'status',         // Estado del pedido
  'createdAt'       // Fecha de creación
]
```

Validaciones Detalladas por Campo

orderNumber

- **Tipo**: string
- **Función**: Identificador único legible para clientes y sistema
- **Ejemplo**: "A-10251", "A-10252"
- **Uso**: Referencia en comunicaciones con clientes

customerId

- **Tipo**: objectId
- **Función**: Vinculación con el cliente que realizó el pedido
- **Integridad**: Garantiza que cada pedido pertenece a un cliente existente
- **Relación**: Referencia a la colección customers

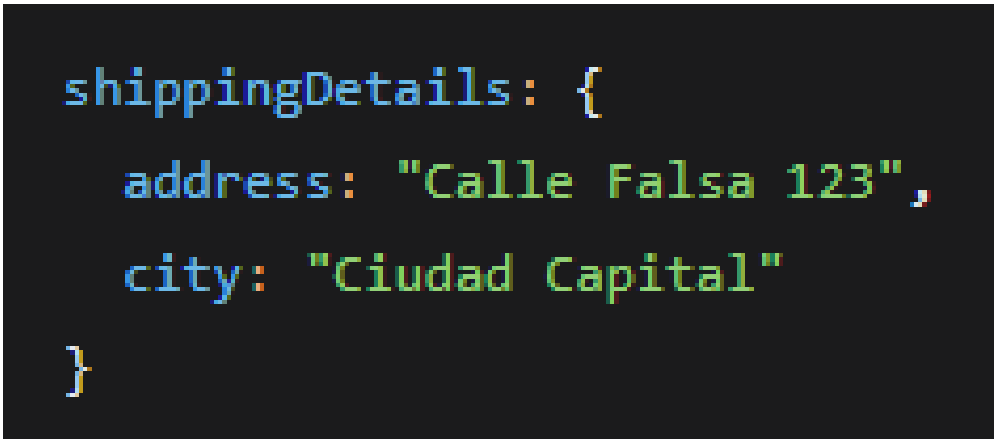
items - Array de Productos

- **Tipo**: array

- **Mínimo**: minItems: 1 (el pedido debe tener al menos un producto)
- **Estructura de cada item**:
    - **Campos requeridos**: productId, name, price, quantity
    - productId: objectId (referencia única al producto)
    - name: string (nombre descriptivo del producto)
    - price: double (precisión decimal para valores monetarios)
    - quantity: int con minimum: 1 (cantidad debe ser positiva)

shippingDetails - Detalles de Envío

- **Tipo**: object
- **Campos requeridos**: address, city
- **Campos opcionales**: recipientName (nombre del destinatario)
- **Función**: Información completa de destino del pedido
- **Ejemplo**:



total

- **Tipo**: double
- **Función**: Monto total del pedido con precisión monetaria
- **Consideración**: Debe incluir subtotal, impuestos y costos de envío
- **Precisión**: Uso de double para evitar errores de redondeo

status

- **Tipo**: enum con valores predefinidos
- **Valores permitidos**:
    - "Pagado" - Pago confirmado, preparando envío
    - "Enviado" - En proceso de entrega
    - "Entregado" - Completado exitosamente
    - "Cancelado" - Pedido cancelado por cliente o sistema
- **Función**: Control del ciclo de vida completo del pedido

createdAt

- **Tipo**: date
- **Función**: Timestamp de creación para auditoría, reporting y análisis

Casos de Validación Prácticos

Documento Válido

```
{
  orderNumber: "A-10251",
  customerId: ObjectId("670000000000000000000001"),
  items: [{
    productId: ObjectId("507f1f77bcf86cd799439011"),
    name: "Teclado Mecánico",
    price: 750.0,
    quantity: 1
  }],
  shippingDetails: {
    address: "Calle Falsa 123",
    city: "Ciudad Capital"
  },
  total: 850.0,
  status: "Entregado",
  createdAt: new Date("2025-08-15T10:00:00Z")
}
```

Documentos Inválidos y Razones

- **Falta** orderNumber: Violación de campo requerido
- items: []: Array vacío viola minItems: 1
- quantity: 0: Viola minimum: 1
- status: "Pendiente": No está en la lista de enum
- price: "750": String en lugar de double
- shippingDetails **sin** city: Campo requerido faltante

Impacto en el Sistema de Órdenes

- **Integridad de Datos**: Previene pedidos incompletos
- **Consistencia de Estados**: Garantiza ciclo de vida coherente
- **Relaciones Válidas**: Asegura referencias a clientes existentes
- **Auditoría Completa**: Timestamps obligatorios para tracking

Validacion_carts.js

Propósito: Define la estructura de validación para documentos en la colección carts, asegurando la integridad de los carritos de compras.

Estructura del Esquema Corregido

Campos Requeridos

```
required: [
  'customerId',     // Dueño del carrito
  'items',          // Productos en el carrito
  'status',         // Estado del carrito
  'updatedAt'       // Última actualización
]
```

Validaciones Detalladas por Campo

customerId

- **Tipo**: objectId
- **Función**: Vinculación 1:1 con el cliente dueño del carrito
- **Relación**: Referencia a la colección customers
- **Cardinalidad**: Un carrito activo por cliente

items - Array de Productos en Carrito

- **Tipo**: array
- **Máximo**: maxItems: 100 (límite práctico para evitar carritos enormes)
- **Estructura de cada item**:
    - **Campos requeridos**: productId, sku, name, price, quantity
    - productId: objectId (referencia única al producto)
    - sku: string (Stock Keeping Unit - identificador único del producto)
    - name: string (nombre descriptivo del producto)
    - price: double (precio unitario con precisión decimal)

- quantity: int con minimum: 1 (cantidad mínima de 1 unidad)

status

- **Tipo**: enum con valores predefinidos
- **Valores permitidos**:
  - "active" - Carrito en uso activo
  - "abandoned" - Carrito abandonado por el cliente
  - "converted" - Carrito convertido en orden
- **Función**: Gestión del ciclo de vida del carrito

updatedAt

- **Tipo**: date
- **Función**: Timestamp de última modificación para limpieza y analytics

Casos de Validación Prácticos

Documento Válido

```
{
  customerId: ObjectId("670000000000000000000001"),
  items: [{
    productId: ObjectId("507f1f77bcf86cd799439011"),
    sku: "AUD-001",
    name: "Auriculares Pro",
    price: 450.0,
    quantity: 1
  }],
  status: "active",
  updatedAt: new Date()
}
```

Documentos Inválidos y Razones

- **Falta** customerId: Carrito sin dueño
- items **con más de 100 productos**: Viola maxItems: 100
- **Producto sin** sku: Campo requerido faltante
- quantity: 0: Viola minimum: 1
- status: "pending": No está en la lista de enum
- price: 450: Entero en lugar de double (aunque MongoDB lo convertiría)

Diferencias Clave con la Versión Anterior

- **CORREGIDO**: Eliminados campos incorrectos (name, email, addresses)
- **CORREGIDO**: Agregados campos correctos (customerId, items, status)
- **MEJORADO**: Límite de maxItems: 100 para control de tamaño
- **MEJORADO**: Estructura específica para ítems de carrito con sku

Impacto en el Sistema de Carritos

- **Rendimiento**: Límite de 100 items previene carritos demasiado grandes
- **Integridad Relacional**: Garantiza que cada carrito tenga un cliente válido
- **Gestión de Estado**: Permite limpieza automática de carritos abandonados
- **Consistencia de Datos**: SKU obligatorio para integración con inventario

Validacion_costumers.js

Propósito: Define la estructura de validación para documentos en la colección customers, asegurando la integridad de los datos de clientes.

Estructura del Esquema

Campos Requeridos

```
required: [
  'name',      // Nombre completo del cliente
  'email',     // Email único para login
  'createdAt'  // Fecha de registro
]
```

Validaciones Detalladas por Campo

name

- **Tipo**: string
- **Descripción**: "debe ser una cadena y es obligatorio"
- **Función**: Identificación humana del cliente
- **Ejemplos**: "Ana Torres", "Luis Garcia"

email

- **Tipo**: string con validación de patrón regex
- **Patrón**: ^.+@.+\\..+$
- **Descripción**: "debe ser un email válido y es obligatorio"
- **Cobertura del Patrón**:
    - usuario@dominio.com
    - nombre.apellido@empresa.com.mx
    - u@d.c (mínimo técnicamente válido)
    - usuario@ (dominio incompleto)
    - usuario.dominio.com (falta @)

- @dominio.com (falta usuario)

addresses - Array de Direcciones (Opcional)

- **Tipo**: array
- **Descripción**: "debe ser un array de direcciones"
- **Estructura de cada dirección**:
  - **Campos requeridos**: alias, street, city
  - alias: string (identificador amigable: "Casa", "Trabajo", "Oficina")
  - street: string (dirección física completa)
  - city: string (ciudad de destino)

createdAt

- **Tipo**: date
- **Descripción**: "debe ser una fecha y es obligatorio"
- **Función**: Timestamp de registro para auditoría y análisis de antigüedad

Casos de Validación Prácticos

```
// Cliente con dirección
{
  name: "Ana Torres",
  email: "ana.torres@example.com",
  addresses: [{
    alias: "Casa",
    street: "Calle Falsa 123",
    city: "Ciudad Capital"
  }],
  createdAt: new Date()
}

// Cliente sin direcciones (válido porque addresses es opcional)
{
  name: "Cliente Nuevo",
  email: "cliente@ejemplo.com",
  createdAt: new Date()
}
```

Documentos Inválidos y Razones

- name: 123: Número en lugar de string
- email: "invalid-email": No cumple patrón regex
- email: null: Campo requerido faltante
- **Dirección con** city **faltante**: Campo requerido en subdocumento
- createdAt: "2025-01-01": String en lugar de Date object

Impacto en el Sistema de Clientes

- **Unicidad**: El email sirve como identificador único para login
- **Flexibilidad**: Direcciones opcionales permiten registro rápido
- **Auditoría**: createdAt obligatorio para análisis de crecimiento
- **Calidad de Datos**: Validación estricta previene datos corruptos

Script_final.js

Propósito

Script completo de configuración e inicialización para un sistema e-commerce en MongoDB que realiza tres funciones principales:

1. Creación de colecciones con validación de esquema
2. Configuración de índices optimizados
3. Población con datos de prueba
4. Validación del funcionamiento del sistema

Análisis Detallado por Secciones

1. Configuración Inicial y Limpieza

Conexión y Preparación

```
use("ecommerceTareaTaller");
db.customers.drop();
db.carts.drop();
db.orders.drop();
```

Funcionamiento:

- use(): Selecciona/crea la base de datos "ecommerceTareaTaller"
- drop(): Elimina colecciones existentes para re-inicialización limpia
- **Propósito**: Garantiza un estado conocido antes de la configuración

2. Creación de Colecciones con Validación JSON Schema

2.1 Colección customers

Esquema de Validación:

```
{
  bsonType: "object",
  required: ["name", "email", "createdAt"],
  properties: {
    name: { bsonType: "string" },
    email: {
      bsonType: "string",
      pattern: "^.+@.+\\..+$"  // Validación regex para email
    },
    addresses: {
      bsonType: "array",
      items: {
        bsonType: "object",
        required: ["alias", "street", "city"],
        properties: {
          alias: { bsonType: "string" },
          street: { bsonType: "string" },
          city: { bsonType: "string" }
        }
      }
    },
    createdAt: { bsonType: "date" }
  }
}
```

Decisiones de Diseño:

- **Embedding de Direcciones**: Las direcciones se incrustan como subdocumentos
- **Justificación**: Optimiza lectura del perfil completo con una sola consulta
- **Ventaja**: Elimina necesidad de joins para datos frecuentemente accedidos

2.2 Colección carts

Esquema de Validación:

```
{
  bsonType: "object",
  required: ["customerId", "items", "status", "updatedAt"],
  properties: {
    customerId: { bsonType: "objectId" },
    items: {
      bsonType: "array",
      maxItems: 100,  // Límite para prevenir arrays ilimitados
      items: {
        bsonType: "object",
        required: ["productId", "sku", "price", "quantity"],
        properties: {
          productId: { bsonType: "objectId" },
          sku: { bsonType: "string" },
          price: { bsonType: "double" },
          quantity: { bsonType: "int", minimum: 1 }
        }
      }
    },
    status: { enum: ["active", "abandoned", "converted"] },
    updatedAt: { bsonType: "date" }
  }
}
```

Decisiones de Diseño:

- **Referencia a Cliente**: customerId como ObjectId para relación
- **Límite de Items**: maxItems: 100 previene el anti-patrón de arrays ilimitados
- **Precisión Monetaria**: double para precios evita errores de redondeo

2.3 Colección orders

Esquema de Validación:

```
{
  bsonType: "object",
  required: ["orderNumber", "customerId", "items", "shippingDetails", "total", "status", "createdA
t"],
  properties: {
    orderNumber: { bsonType: "string" },
    customerId: { bsonType: "objectId" },
    items: {
      bsonType: "array",
      minItems: 1,  // Pedido debe tener al menos un producto
      items: {
        bsonType: "object",
        required: ["productId", "name", "price", "quantity"],
        properties: {
          productId: { bsonType: "objectId" },
          name: { bsonType: "string" },
          price: { bsonType: "double" },
          quantity: { bsonType: "int", minimum: 1 }
        }
      }
    },
    shippingDetails: {
      bsonType: "object",
      required: ["address", "city"],
      properties: {
        recipientName: { bsonType: "string" },
        address: { bsonType: "string" },
        city: { bsonType: "string" }
      }
    },
    total: { bsonType: "double" },
    status: { enum: ["Pagado", "Enviado", "Entregado", "Cancelado"] },
    createdAt: { bsonType: "date" }
  }
}
```

Decisiones de Diseño:

- **Denormalización Estratégica**: Se copian datos críticos (precios, direcciones)
- **Inmutabilidad**: Los pedidos son "fotografías" que no cambian
- **Integridad Histórica**: Los cambios en productos no afectan pedidos pasados

3. Configuración de Índices

Índices para customers

```
db.customers.createIndex({ email: 1 }, { unique: true });
```

Funcionamiento:

- **Índice Único**: Garantiza no duplicados en emails
- **Rendimiento**: Búsquedas O(log n) en lugar de O(n)
- **Caso de Uso**: Login y recuperación de perfil

Índices para carts

```
db.carts.createIndex({ customerId: 1 }, { unique: true });
db.carts.createIndex({ updatedAt: 1 }, { expireAfterSeconds: 172800 }); // 48 horas
```

Funcionamiento:

- **Índice Único**: Un carrito por cliente
- **TTL Index**: Borra automáticamente carritos abandonados después de 48 horas
- **Ventaja**: Elimina necesidad de jobs de limpieza manual

Índices para orders

```
db.orders.createIndex({ customerId: 1, createdAt: -1 });
db.orders.createIndex({ status: 1 });
```

Funcionamiento:

- **Índice Compuesto**: Optimiza consultas por cliente + ordenamiento por fecha
- **Covering Index**: Evita operaciones SORT en memoria
- **Índice Simple**: Acelera filtrados por estado en dashboards

4. Inserción de Datos de Prueba

Estrategia de Inserción

```
db.collection.insertMany([...]);  // Inserción masiva eficiente
```

Ventajas:

- **Single Round Trip**: Una sola comunicación con la base de datos
- **Atomicidad**: Todas las inserciones se ejecutan como una unidad
- **Rendimiento**: Mucho más rápido que múltiples insertOne

Tipos de Datos Específicos

```
Double(450)      // Precisión decimal para valores monetarios
ObjectId()       // Identificadores únicos
new Date()       // Timestamps actuales
new Date("ISO")  // Fechas históricas específicas
```

5. Prueba de Validación de Schema

Caso de Prueba Controlado

```
const invalidCustomer = {
    name: "Usuario De Prueba Sin Email",
    addresses: [],
    createdAt: new Date()
    // Campo 'email' requerido deliberadamente omitido
};

try {
    db.customers.insertOne(invalidCustomer);
} catch (error) {
    // Captura y muestra el error de validación
    printjson(error);
}
```

Funcionamiento:

- **Error Inducido**: Se viola intencionalmente una regla de validación

- **Try-Catch**: Captura el MongoServerError esperado
- **Verificación**: Confirma que los validadores están activos y funcionando

Patrones de Diseño Implementados

1. Embedding vs Referencing

- **Embedding**: Direcciones en customers, items en carts/orders
- **Referencing**: customerId en carts y orders para relaciones

2. Prevención de Anti-patrones

- **Unbounded Arrays**: maxItems: 100 en carritos
- **Data Integrity**: Validación estricta con JSON Schema
- **Performance**: Índices estratégicos para consultas frecuentes

3. Manejo de Datos Temporales

- **TTL Index**: Limpieza automática de carritos abandonados
- **Timestamps**: createdAt y updatedAt para auditoría

Flujo de Ejecución Completo

1. **Preparación** → Limpieza de colecciones existentes
2. **Configuración** → Creación de colecciones con validadores
3. **Optimización** → Configuración de índices
4. **Población** → Inserción de datos de prueba
5. **Validación** → Prueba de funcionamiento de validadores
6. **Confirmación** → Mensaje de éxito final

Mensajes de Salida y Logging

```
print("Creando colección 'customers' con validación...");
print("\n>>> ¡ÉXITO! La base de datos ha sido creada...");
printjson(error);  // Para mostrar errores de forma legible
```

Propósito:

- **Feedback en Tiempo Real**: Usuario ve el progreso del script
- **Debugging**: Información detallada en caso de errores
- **Confirmación**: Indicadores claros de éxito/failure

Consideraciones de Producción

Escalabilidad

- Los índices compuestos soportan crecimiento de datos
- Los límites de arrays previenen documentos demasiado grandes
- TTL index maneja automáticamente datos temporales

Mantenibilidad

- Validadores documentan la estructura esperada
- Índices nombrados automáticamente por MongoDB
- Script idempotente (puede ejecutarse múltiples veces)

Seguridad de Datos

- Validación a nivel de base de datos
- Tipado estricto previene datos corruptos
- Relaciones referenciales garantizan consistencia