

Laboratorio de CUDA: “Pintando el Universo Paralelo”

 Modalidad: Grupos de 3 estudiantes (un computador por grupo)

Objetivo General

Simular una **galaxia digital** usando CUDA, comprendiendo cómo los **bloques, hilos, sincronización y memoria compartida** permiten realizar tareas en paralelo dentro de la GPU.

Cada estudiante tendrá un rol específico para favorecer la comprensión y colaboración.

Roles del equipo

1. **Programador principal:** escribe el código, realiza pruebas y genera las capturas de pantalla.
 2. **Analista:** supervisa la lógica, calcula los índices y explica los resultados.
 3. **Guía conceptual:** apoya a ambos resolviendo el cuestionario y validando que los resultados sean coherentes con los principios de CUDA.
-

Estructura del laboratorio

El laboratorio se divide en **tres fases principales + un reto final**, cada una con metas, resultados esperados y preguntas para discusión.

El avance ideal se calcula considerando pausas y validaciones grupales.

Fase 1: Construcción de la Galaxia

Objetivo

Crear la estructura base del programa que simule varias galaxias (bloques) con múltiples estrellas (hilos), cada una con un brillo diferente.

Instrucciones

1. Define cuántas **galaxias** tendrá tu universo (bloques) y cuántas **estrellas** hay por galaxia (hilos).
2. Cada estrella debe calcular su propio brillo (un número entre 0 y 9) y mostrar en consola algo similar a:
3. Galaxia 0 - Estrella 0 -> Brillo: 7

4. Galaxia 0 - Estrella 1 -> Brillo: 2
5. Galaxia 1 - Estrella 0 -> Brillo: 4
6. Galaxia 1 - Estrella 1 -> Brillo: 9
7. Analiza visualmente el orden de impresión: ¿es secuencial o aleatorio?

Preguntas de validación

1. ¿Qué relación existe entre `blockIdx.x` y el número de galaxia impreso?
 2. ¿Qué representa `threadIdx.x` dentro de tu simulación?
 3. Si duplicas la cantidad de estrellas, ¿cambia el orden de impresión o solo el tamaño de la salida?
 4. ¿Qué representa el “brillo” dentro de este modelo paralelo?
-

Fase 2: Sincronizando Estrellas

Objetivo

Asegurar que todas las estrellas dentro de una misma galaxia se coordinen antes de imprimir su brillo, aplicando sincronización de hilos dentro del bloque.

Instrucciones

1. Introduce un mecanismo de sincronización para que las estrellas **esperen entre sí** antes de imprimir.
2. Logra que cada galaxia imprima sus estrellas juntas, como si todas brillaran al mismo tiempo.

Resultado esperado

>>> Galaxia 0 completa:

- ★ Estrella 0 -> Brillo 4
- ★ Estrella 1 -> Brillo 9
- ★ Estrella 2 -> Brillo 3
- ★ Estrella 3 -> Brillo 1

>>> Galaxia 1 completa:

- ★ Estrella 0 -> Brillo 7

★ Estrella 1 -> Brillo 2

★ Estrella 2 -> Brillo 5

★ Estrella 3 -> Brillo 6

Preguntas de validación

1. ¿Qué ocurre si eliminas la sincronización?
 2. ¿Qué significa que “__syncthreads() solo sincroniza dentro de un bloque”?
 3. ¿Por qué la sincronización entre galaxias (bloques diferentes) no es posible directamente?
 4. ¿Qué tipo de errores podrían aparecer si las estrellas imprimen sin coordinarse?
-

Fase 3: Galaxias Inteligentes (Memoria Compartida)

Objetivo

Implementar **memoria compartida** para que las estrellas dentro de una galaxia puedan **colaborar** calculando un brillo promedio.

Instrucciones

1. Crea una memoria compartida dentro de cada bloque donde las estrellas almacenen sus brillos.
2. Una vez que todos hayan calculado su valor, coordina que solo una estrella (por ejemplo, la de índice 0) calcule y muestre el promedio general del bloque.
3. Presenta el resultado así:
4. >>> Galaxia 0 - Brillo promedio: 5.6
5. >>> Galaxia 1 - Brillo promedio: 8.1
6. >>> Galaxia 2 - Brillo promedio: 3.4
7. Muestra cuál galaxia es la más brillante (mayor promedio).

Preguntas de validación

1. ¿Por qué es útil la memoria compartida en este contexto?
2. ¿Qué ventaja tiene frente al uso de memoria global?
3. ¿Qué pasaría si más de una estrella intenta escribir al mismo tiempo en la misma posición?

4. ¿Qué refleja el promedio del brillo respecto al comportamiento de la GPU?
-

Fase 4 : Cuestionario de Reflexión y Entrega

Cada integrante debe responder las siguientes preguntas de forma individual (pueden discutir en grupo antes de escribirlas):

1. ¿Qué aprendiste sobre cómo CUDA distribuye el trabajo entre hilos y bloques?
 2. ¿Qué fue lo más difícil de entender del paralelismo?
 3. Si pudieras mejorar el laboratorio, ¿qué cambio harías en el algoritmo?
 4. ¿Qué analogía del mundo real usarías para explicar el concepto de “sincronización de hilos”?
 5. ¿Cómo verificarías que realmente se está ejecutando en GPU y no en CPU?
-

Evidencias de Entrega

Cada grupo debe subir:

1. **Captura de pantalla del código completo.**
 2. **Ejecución en consola** mostrando el brillo de las galaxias (orden correcto).
 3. **Ejecución de la versión con promedio de brillos.**
 4. **Respuestas al cuestionario grupal y personal.**
 5. **Nombres y roles de los tres integrantes.**
-

Conceptos que se evalúan

- Identificación y uso de índices (threadIdx, blockIdx, blockDim)
- Comprensión de la estructura de ejecución paralela
- Uso correcto de sincronización dentro del bloque
- Aplicación de memoria compartida
- Interpretación conceptual de paralelismo y coordinación entre hilos
- Colaboración efectiva en roles diferenciados