Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales

Evidencia 1. Actividad Integradora de Gráficas

Estudiante:Aksel Deneken Maldonado A01711966

Profesores: Alejandro Fernández Vilchis, Denisse Lizbeth Maldonado Flores, Pedro Oscar Pérez Murueta

TC2007B

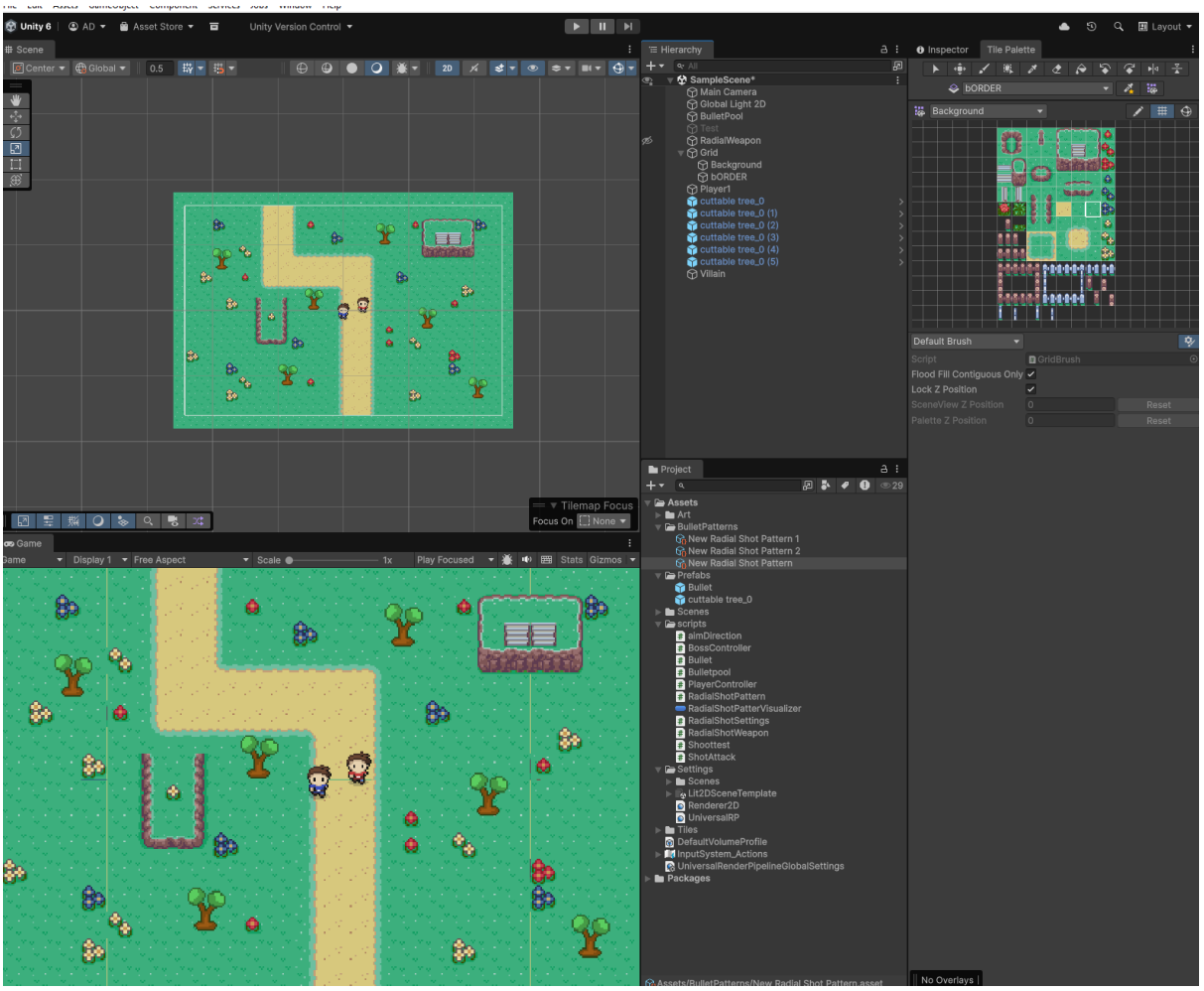
Grupo 602

25/11/2025

Reporte del Proyecto – Bullet Hell en Unity (Fácil)

Proceso de construcción del proyecto

Inicié el proyecto construyendo el entorno del juego con assets tipo pixel-art inspirados en Pokemon y armé el mapa usando Tilemaps para separar el piso de los jugadores.



Después implementé el movimiento del jugador con teclado (WASD) usando el Input System. El movimiento se aplica con Rigidbody2D usando MovePosition dentro de FixedUpdate para que sea estable con físicas y colisiones.

```
private void Update()
{
    if (Keyboard.current == null) return;

    move = Vector2.zero;

    if (Keyboard.current.wKey.isPressed) move.y += 1;
    if (Keyboard.current.sKey.isPressed) move.y -= 1;
    if (Keyboard.current.dKey.isPressed) move.x += 1;
    if (Keyboard.current.aKey.isPressed) move.x -= 1;

    if (move.sqrMagnitude > 1f) move.Normalize(); // diagonal parejito
}

private void FixedUpdate()
{
    rb.MovePosition(rb.position + move * moveSpeed * Time.fixedDeltaTime);
}
```

Finalmente implementé el sistema de balas usando un Object Pool para optimizar el performance. En vez de instanciar y destruir balas en cada disparo, reutilizo objetos del pool y solo los activo cuando se necesitan. Esto permite que el boss dispare muchas balas sin caídas fuertes de FPS.

```
    public Bullet RequestBullet()
    {
        for (int i = 0; i < bulletPool.Count; i++)
        {
            if (!bulletPool[i].gameObject.activeSelf)
            {
                bulletPool[i].gameObject.SetActive(true);
                return bulletPool[i];
            }
        }
        AddBulletsToPool(1);
        bulletPool[bulletPool.Count - 1].gameObject.SetActive(true);
        return bulletPool[bulletPool.Count - 1];
    }
}
```

Explicación Técnica

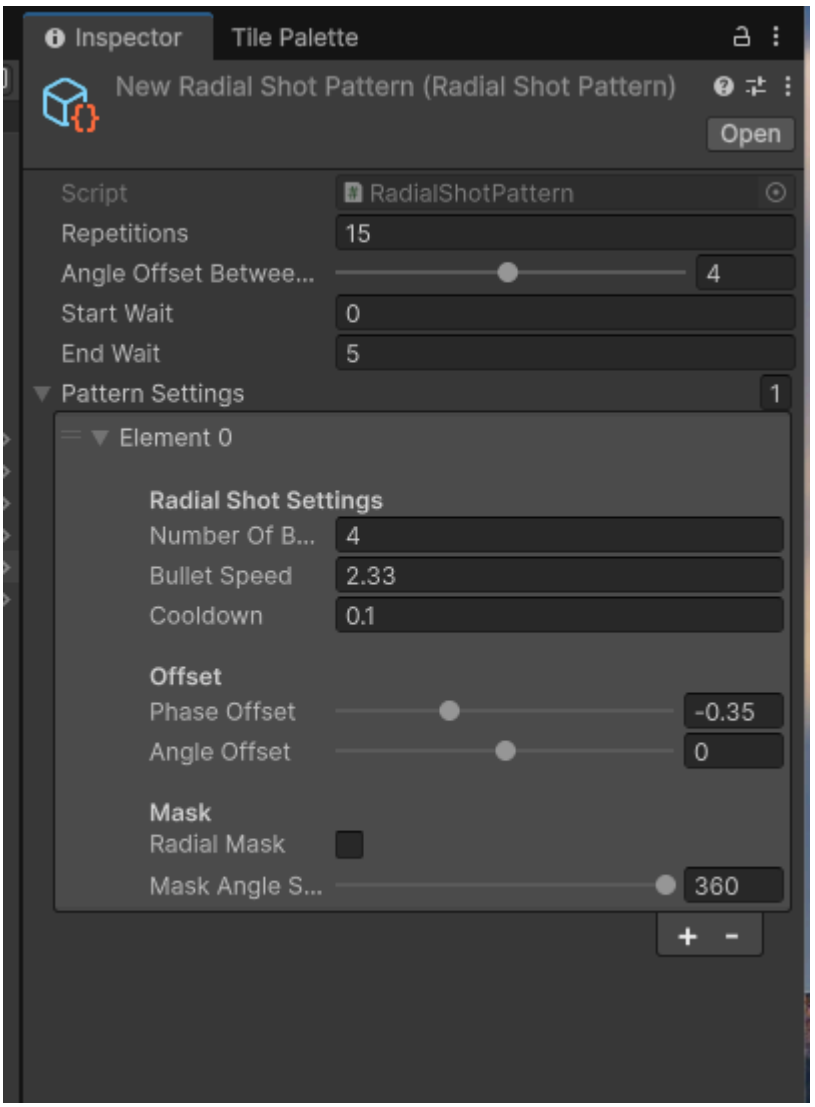
Los disparos del boss se basan en una arquitectura modular con cuatro piezas clave que son: Bulletpool, ShotAttack, RadialShotSettings/RadialShotPattern y una extensión para rotar vectores. El Bulletpool mantiene una lista de balas desactivadas y al disparar se pide una bala con RequestBullet.

ShotAttack es la clase que centraliza la lógica de disparo. Con el método SimpleShot toma una bala del pool, la coloca en el origen y le asigna una velocidad; RadialShot calcula el ángulo entre balas (360 / numberOfBullets), genera direcciones rotando Vector2.up y dispara todas las balas necesarias.

```
using UnityEngine;

public class ShotAttack
{
    public static void SimpleShot (Vector2 origin, Vector2 velocity)
    {
        Bullet bullet = Bulletpool.Instance.RequestBullet();
        bullet.transform.position = origin;
        bullet.Velocity = velocity;
    }

    public static void RadialShot (Vector2 origin, RadialShotSettings settings)
    {
        float angleStep = 360f / settings.numberOfBullets;
        Vector2 baseDirection = Vector2.up;

        if (settings.angleOffset != 0f || settings.PhaseOffset != 0f)
        {
            baseDirection = Vector2.up.Rotate(settings.angleOffset + (settings.Ph
        }

        for (int i = 0; i < settings.numberOfBullets; i++)
        {
            float bulletAngle = i * angleStep;

            if(settings.RadialMask && bulletAngle > settings.MaskAngleStart)
                break;

            Vector2 bulletDirection = baseDirection.Rotate(bulletAngle);
            SimpleShot(origin, bulletDirection * settings.bulletSpeed);
        }
    }
}
```

Para rotar direcciones uso una extensión Vector2.Rotate basada en Quaternion.AngleAxis, lo que simplifica la construcción de patrones radiales de forma limpia.

Los patrones del boss están encapsulados como ScriptableObjects (RadialShotPattern) que guardan Repetitions, AngleOffsetBetweenLaps, startWait/endWait y un arreglo de RadialShotSettings. Esto permite editar ataques desde el Inspector sin tocar el código.

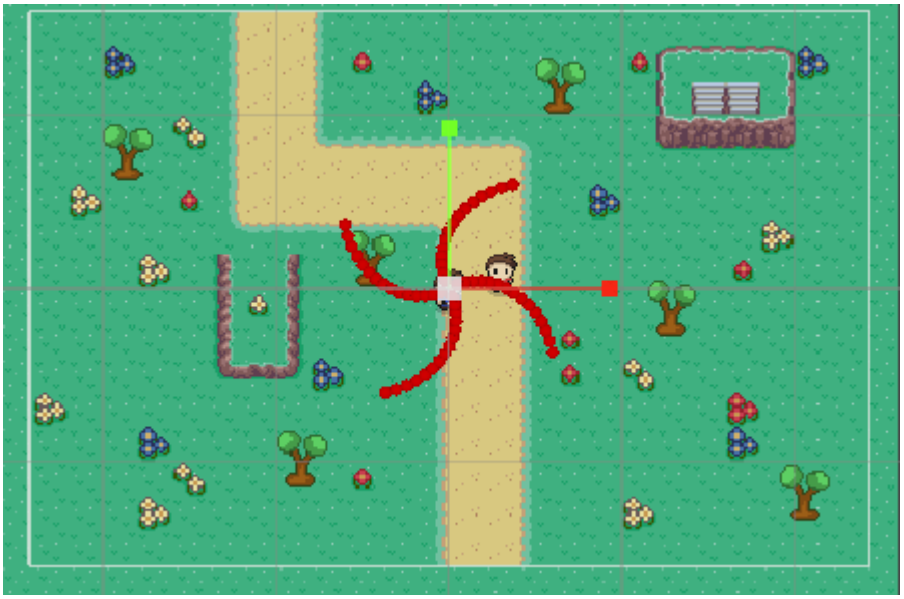


En ejecución, el patrón se dispara por medio de una coroutine que itera laps, aplica rotación acumulada entre laps y dispara cada elemento de PatternSettings respetando el Cooldown.

```
private IEnumerator ExecuteRadialShotPattern(RadialShotPattern pattern)
{
    isShooting = true;
    int lap = 0;
    Vector2 aimDirection = transform.up;
    Vector2 center = transform.position;

    yield return new WaitForSeconds(pattern.startWait);

    while (lap < pattern.Repetitions)
    {
        if (lap > 0 && pattern.AngleOffsetBetweenLaps != 0f)
        {
            aimDirection = aimDirection.Rotate(pattern.AngleOffsetBetweenLap
        }

        for (int i = 0; i < pattern.PatternSettings.Length; i++)
        {
            ShotAttack.RadialShot(center, pattern.PatternSettings[i]);
            yield return new WaitForSeconds(pattern.PatternSettings[i].Coold
        }
        lap++;
    }
    yield return new WaitForSeconds(pattern.endWait);
    isShooting = false;
}
```

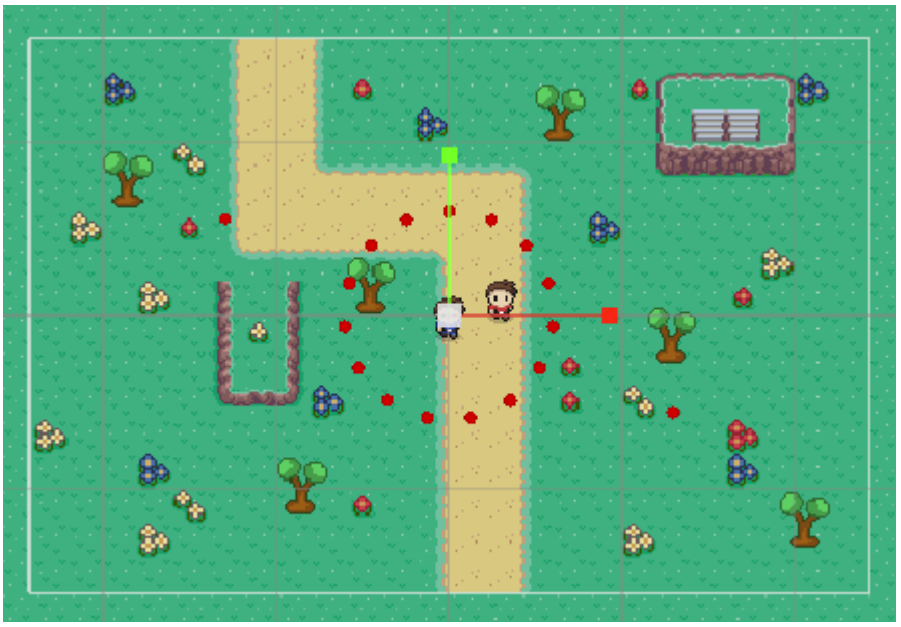
Patrón 1 – “Cruz Rotante”

En este patrón no se genera un círculo completo; se generan 4 balas por ráfaga, lo cual crea una cruz. El patrón se repite múltiples veces y cada repetición aplica un offset angular entre laps, por eso la cruz “rota” y barre el espacio con el tiempo. Este patrón obliga al jugador a reposicionarse porque los huecos cambian constantemente.



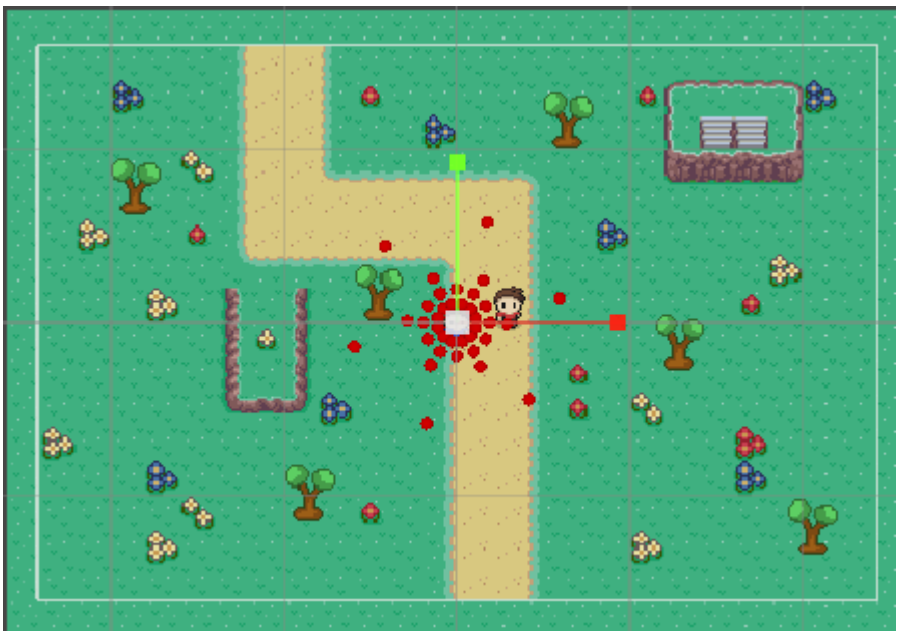
El disparo se calcula con angleStep = 360 / numberOfBullets y cada bala sale al rotar un vector base (Vector2.up), y su velocidad depende de bulletSpeed.

Patrón 2 – “Doble ráfaga”
Este patrón es mecánicamente distinto porque combina dos disparos en secuencia dentro del mismo PatternSettings: primero una ráfaga amplia (por ejemplo 15 balas) que llena el espacio, y después una segunda ráfaga más pequeña pero rápida (por ejemplo 2 balas con mayor bulletSpeed) con un PhaseOffset diferente para que salga desfasada respecto al primer anillo. Esto funciona como “cobertura + castigo”: el primer anillo condiciona dónde se puede mover el jugador y la segunda ráfaga castiga zonas que se ven seguras.



El PhaseOffset existe en RadialShotSettings y se aplica como parte del ángulo inicial (PhaseOffset * angleStep), lo que permite alternar geometrías sin cambiar numberOfBullets.

Patrón 3 – “ Stream”
Para este disparo se genera un stream de balas que gira progresivamente. En mi implementación no necesito una función totalmente nueva, logro el efecto haciendo que el patrón dispare muy pocas balas por ráfaga con un Cooldown corto, y usando AngleOffsetBetweenLaps para que cada disparo salga con un ángulo ligeramente diferente al anterior. Como el ángulo se va acumulando con el tiempo, el resultado visual es una como espiral.



La parte clave es que el patrón se repite (Repetitions) y entre laps el aimDirection rota por AngleOffsetBetweenLaps, lo cual acumula el ángulo en el tiempo.

Los tres patrones son mecánicamente distintos, no solo cambios de velocidad y dirección. Esto se debe a que en mi sistema el patrón depende del: número de balas por ráfaga (numberOfBullets), composición de ráfagas (múltiples elementos en PatternSettings), offsets (PhaseOffset / angleOffset) y rotación acumulada por repetición (AngleOffsetBetweenLaps), además de los tiempos de Cooldown y Repetitions.

Ataque 1: Cruz rotante

- Dispara pocas balas por ráfaga (4), formando una cruz.
- Hay movimiento angular acumulado gracias a AngleOffsetBetweenLaps entre repeticiones.
- No depende de alternancia de elementos, sino de repetición + rotación.

Ataque 2: Doble ráfaga desfasada

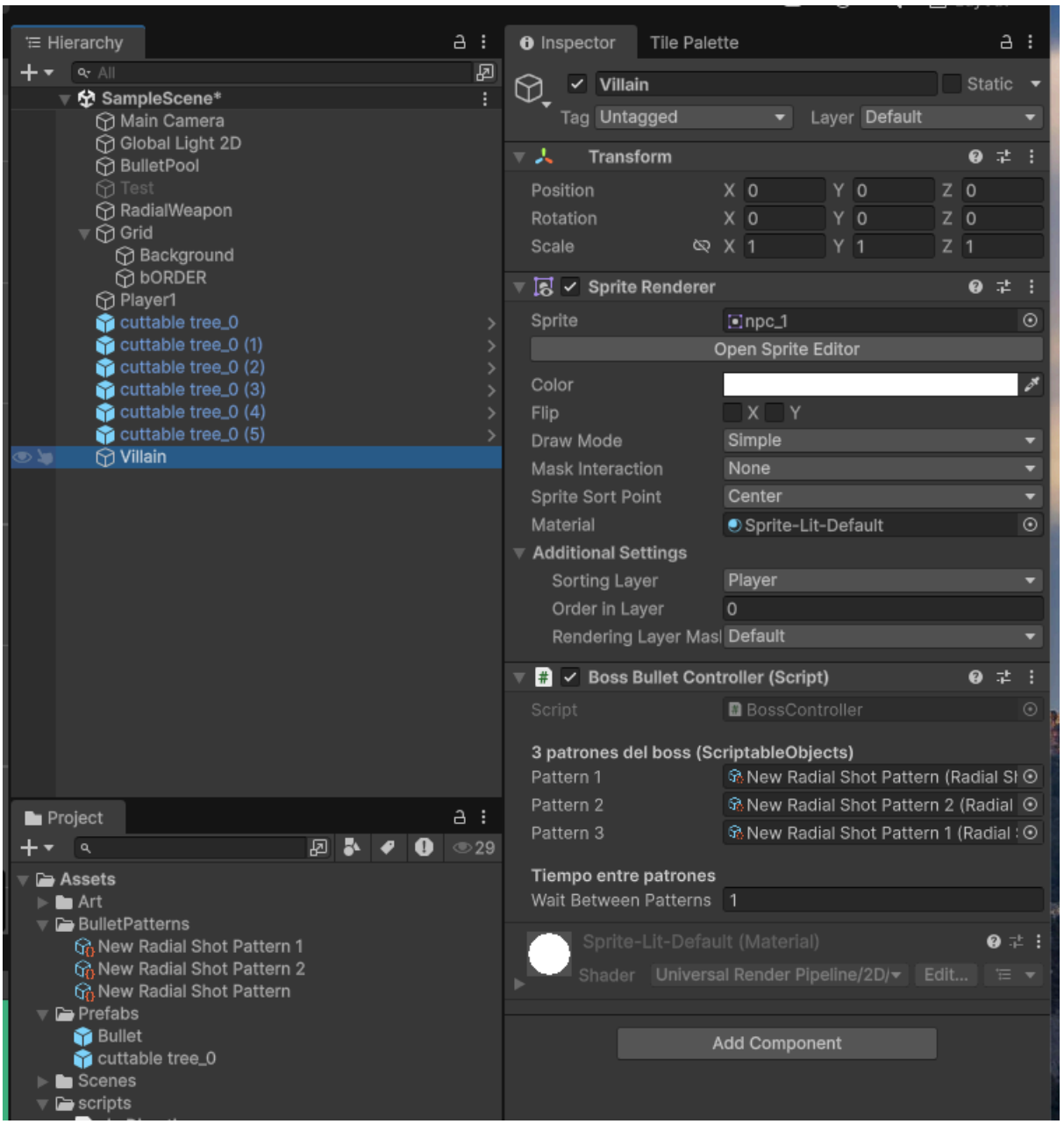
- Combina dos elementos en PatternSettings: un anillo grande y otro disparo rápido desfasado.
- El PhaseOffset cambia el ángulo base entre ráfagas, creando huecos y cruces distintos al radial normal.

Ataque 3: Espiral / Stream

- No dispara un círculo lleno: dispara 1–2 balas por tick con cooldown corto.
- El ángulo no se reinicia: se acumula por repetición y AngleOffsetBetweenLaps.
- La geometría del patrón nace del tiempo (disparos sucesivos con ángulo cambiante).

RadialShotPattern

Los tres patrones incluso son modificables directamente del Boss:
Los ataques están definidos en ScriptableObjects (RadialShotPattern) y sus RadialShotSettings, así que puedo modificar número de balas, velocidades, offsets, máscara radial y cooldowns directamente desde el Inspector sin reescribir código. Esto hace que el diseño de patrones sea muy rápido e interactivo.



Retos y Aprendizaje

Implementar colisiones del mapa, el personaje se sale del área jugable, así que intenté asegurar que el Tilemap de borde tuviera collider funcional y se comportara como límite real del escenario pero, no lo logré. También aprendí que mover el jugador con Rigidbody2D (MovePosition) hace el movimiento estable y evita comportamientos raros.

Orden de render: otro detalle importante fue el orden visual; si el tilemap o la capa superior está por encima, las balas pueden verse “atrás” del mapa, lo que se resuelve ajustando Sorting Layer en los SpriteRenderers (especialmente el prefab de bala).

Conclusión

Este proyecto me ayudó a integrar varias herramientas de Unity en un solo juego. Tilemaps

y colisiones, físicas 2D, control por teclado, y sobre todo el diseño de patrones de disparo con lógica matemática. También aprendí a optimizar usando Object Pooling para poder mantener muchos proyectiles en pantalla sin sacrificar rendimiento, y a diseñar ataques de boss editables desde el Inspector usando ScriptableObjects, lo cual hace el sistema escalable para agregar más patrones en el futuro.