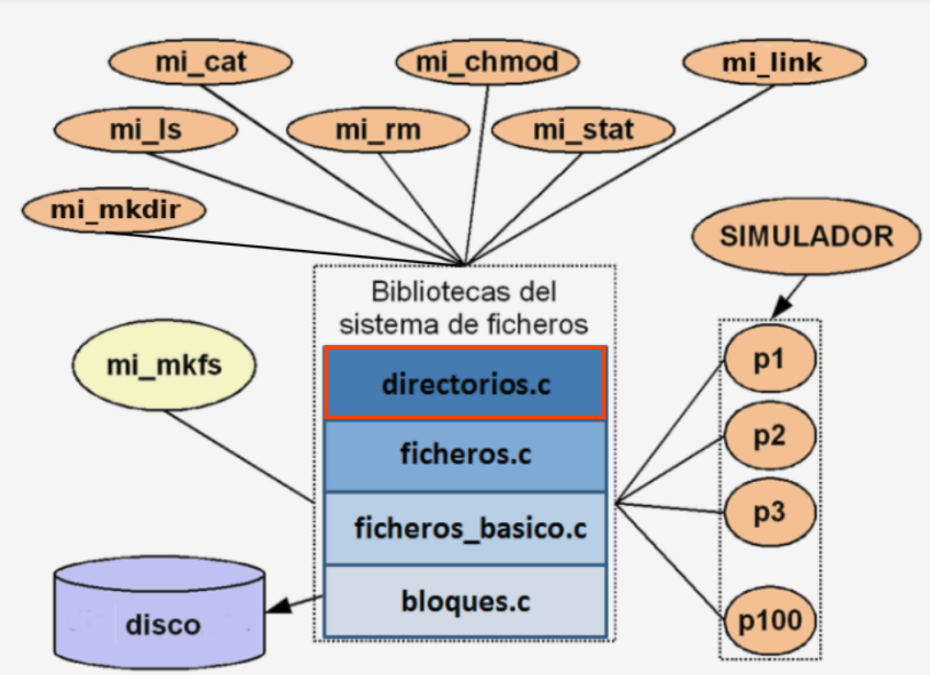
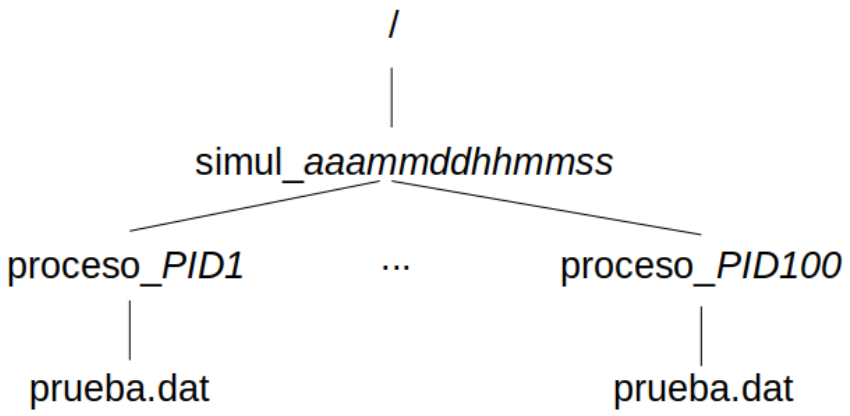
# Nivel 12: **simulacion.c**

En este nivel se trata de crear un programa **simulador** (simulacion.c y su correspondiente simulacion.h), encargado de crear unos **procesos** de prueba que accedan de forma **concurrente** al sistema de ficheros, de modo que se pueda comprobar el correcto funcionamiento de nuestra biblioteca de funciones para más de un proceso en ejecución.




Primeramente se creará el directorio llamado `simul_aaaammddhhmmss` (en el directorio raíz) donde *aaaa* es el año, *mm* es el mes, *dd* es el día, *hh* es la hora, *mm* es el minuto y *ss* es el segundo de creación.
Se han de generar **100 procesos** de prueba[1] **cada 0,15 segundos**[2]. Cada proceso creará un directorio llamado **proceso_n** dentro del directorio **simul_aaaammddhhmmss**, donde n es el **PID** del proceso. Además, dentro del directorio "**proceso_n**", cada proceso creará un fichero denominado "**prueba.dat**".

[1] Recordad que la función fork() permite crear un nuevo proceso.
[2] 0,15 segundos = 150 milisegundos = 150.000 microsegundos = 150.000.000 nanosegundos .




**Cada 0,05 segundos**[3] y un total de **50 veces**, cada proceso escribirá dentro de su fichero "**prueba.dat**" un registro del siguiente tipo, declarado en **simulacion.h**:

```
struct REGISTRO { //sizeof(struct REGISTRO): 24 bytes
  time_t fecha; //Precisión segundos
  pid_t pid; //PID del proceso que lo ha creado
  int nEscritura; //Entero con el número de escritura, de 1 a 50 (orden por tiempo)
  int nRegistro; //Entero con el número del registro dentro del fichero (orden por posición)
};
```

El algoritmo detallado a seguir sería el siguiente:

```
En el main() asociar la señal SIGCHLD al enterrador[4]
Comprobar la sintaxis del comando  // uso: ./simulacion <disco>
Montar el dispositivo //padre
Crear el directorio de simulación: /simul_aaaammddhhmmss/
Para proceso:=1 hasta proceso<=NUMPROCESOS hacer
   pid:=fork()
   Si es el hijo entonces //pid = 0
      Montar el dispositivo //hijo[5]
         Crear el directorio del proceso añadiendo el PID al nombre
         Crear el fichero prueba.dat
```

[3] 0,05 segundos = 50 milisegundos = 50.000 microsegundos = 50.000.000 nanosegundos .

[4] Recordemos que cuando un proceso finaliza, toda la memoria y recursos asociados con dicho proceso son liberados, pero la entrada del mismo en la tabla de procesos aún existe, para cuando su padre llame a la función wait() devolverle el **PID** ( Identificador ) y el **estado** (un parámetro) del hijo finalizado. Si el padre no realiza el wait(), el proceso finalizado entra en estado **zombie**.

[5] El proceso principal hace el bmount() por lo que abre el fichero con el open(). Luego hace varios fork()s, y los hijos comparten los datos de los descriptores del fichero del padre. También se comparte el puntero (cambiado por el lseek()). Un proceso hace el lseek() para leer o escribir, otro hace lo mismo y lo deja cambiado, cuando el primero hace su operación de lectura o escritura accede a posiciones diferentes al lseek que hizo previamente. Hacer el bmount() nuevamente elimina ese problema de concurrencia.

```
        Inicializar la semilla de números aleatorios[6]: srand(time(NULL) + getpid());
        Para nescritura:=1 hasta nescritura<=NUMESCRITURAS hacer
          Inicializar el registro:
            registro.fecha = time(NULL)
            registro.pid = getpid()
            registro.nEscritura = nescritura
            registro.nRegistro = rand() % REGMAX[7]
          Escribir el registro con mi_write() en registro.nRegistro * sizeof(struct REGISTRO)
          Esperar 0,05 seg para hacer la siguiente escritura
        fpara
        Desmontar el dispositivo //hijo
        exit(0) //Necesario para que se emita la señal SIGCHLD
    fsi
    Esperar 0,15 seg para lanzar siguiente proceso
fpara

 //Permitir que el padre espere por todos los hijos[8]:
Mientras acabados < NUMPROCESOS hacer
    pause();
fmientras

Desmontar el dispositivo //padre
exit(0) // o return 0[9]
```

Función **enterrador**:

```
void reaper(){
 pid_t ended;
 signal(SIGCHLD, reaper);
 while ((ended=waitpid(-1, NULL, WNOHANG))>0) {
   acabados++;
 }
}
```

Observaciones:

- Se precisan las siguientes cabeceras:

```
#include <sys/wait.h>
#include <signal.h>
```

[6] Para que genere números diferentes en cada ejecución para obtener los números de registro.
[7] Nuestro sistema de ficheros nos permitiría un REGMAX = (((12+256+256²+256³)-1)*BLOCKSIZE) /sizeof(struct registro) pero en la simulación lo limitaremos a **500.000 registros** (valor de REGMAX).
[8] Tendremos una variable global, acabados, inicializada a 0 para llevar la cuenta del nº de procesos finalizados, y que el **enterrador** irá incrementado.
[9] Hay discusiones a favor y en contra de la conveniencia en C de usar exit() o return para finalizar el main():
https://stackoverflow.com/questions/461449/return-statement-vs-exit-in-main
https://stackoverflow.com/questions/3463551/what-is-the-difference-between-exit-and-return/3463562

- Dado que los procesos hijos heredan los descriptores del padre y en cada proceso hijo montamos y desmontamos el dispositivo virtual, tendremos que modificar las funciones bmount() y bumount() de **bloques.c**:

```
int bmount(const char *camino) {
  if (descriptor > 0) {
     close(descriptor);
  }
 ...
}

int bumount() {
  descriptor = close(descriptor);
...
}
```

- Se pueden provocar las **esperas** mediante la función usleep(), especificando el tiempo en **microsegundos**. Hay que tener en cuenta que esta función es cancelada por la llegada de alguna señal (por ejemplo cuando un hijo acaba y se envía la señal SIGCHLD), y por eso la ejecución de la simulación dura menos de 15 segundos (100*0,15). Si se desease forzar las esperas con la duración establecida, se podría usar nanosleep(), especificando el tiempo en **nanosegundos**, de la siguiente manera:

```
void my_sleep(unsigned msec) { //recibe tiempo en milisegundos
  struct timespec req, rem;
  int err;
  req.tv_sec = msec / 1000; //conversión a segundos
  req.tv_nsec = (msec % 1000) * 1000000; //conversión a nanosegundos
  while ((req.tv_sec != 0) || (req.tv_nsec != 0)) {
     if (nanosleep(&req, &rem) == 0)
        // rem almacena el tiempo restante si una llamada al sistema
        // ha sido interrumpida por una señal
        break;
     err = errno;
     // Interrupted; continue
     if (err == EINTR) {
        req.tv_sec = rem.tv_sec;
        req.tv_nsec = rem.tv_nsec;
     }
  }
}
```

- Se aconseja borrar el dispositivo virtual antes de crear otro con el mismo nombre y empezar las pruebas con hasta 3 procesos que realizaran de 3 a 10 escrituras (mostrando la realización de cada una). Luego ir aumentando el nº de procesos y nº de escrituras, e ir comprobando los resultados poco a poco, antes de expandir la simulación a los 100 procesos y 50 escrituras.

Ejemplo de testing[10]:

```
*** SIMULACIÓN DE 3 PROCESOS REALIZANDO CADA UNO 10 ESCRITURAS ***
[simulación.c → Escritura 1 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 2 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 3 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 4 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 1 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 5 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 2 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 6 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 3 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 7 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 4 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 8 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 1 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 5 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 9 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 2 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 6 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 10 en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 3 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 7 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[Proceso 1: Completadas 10 escrituras en /simul_20210524104218/proceso_9779/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 4 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 8 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 5 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 9 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 6 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 10 en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 7 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[Proceso 2: Completadas 10 escrituras en /simul_20210524104218/proceso_9780/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 8 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 9 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[simulación.c → Escritura 10 en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
[Proceso 3: Completadas 10 escrituras en /simul_20210524104218/proceso_9781/prueba.dat]
```

[10] Se ha limitado a 3 procesos y 10 escrituras/proceso para ver el intercalado. Se ha utilizado un color para cada proceso para facilitar el seguimiento visual de la ejecución.

- Una vez testeado el funcionamiento para unos pocos procesos y unas pocas escrituras podéis eliminar las impresiones entre corchetes de cada escritura y lanzarlo, para los 100 procesos con 50 escrituras cada una, con el comando **time** [11] delante para contrastar vuestro tiempo de ejecución. **Es imprescindible la impresión del nombre del directorio de simulación para la posterior verificación de las escrituras ya que lo necesitaremos como parámetro si introducimos los comandos a mano en la consola.**

```
uib:~$ ./mi_mkfs disco 100000

uib:~$ time ./simulacion disco
*** SIMULACIÓN DE 100 PROCESOS REALIZANDO CADA UNO 50 ESCRITURAS ***
[Proceso 1: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30788/prueba.dat]
[Proceso 2: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30797/prueba.dat]
[Proceso 3: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30798/prueba.dat]
[Proceso 4: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30799/prueba.dat]
[Proceso 5: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30800/prueba.dat]
[Proceso 6: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30801/prueba.dat]
[Proceso 7: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30802/prueba.dat]
[Proceso 8: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30803/prueba.dat]
[Proceso 9: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30804/prueba.dat]
[Proceso 10: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30805/prueba.dat]
[Proceso 11: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30806/prueba.dat]
[Proceso 12: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30807/prueba.dat]
[Proceso 13: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30808/prueba.dat]
[Proceso 14: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30809/prueba.dat]
[Proceso 15: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30810/prueba.dat]
[Proceso 16: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30811/prueba.dat]
[Proceso 17: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30812/prueba.dat]
[Proceso 18: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30813/prueba.dat]
[Proceso 19: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30816/prueba.dat]
[Proceso 20: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30817/prueba.dat]
[Proceso 21: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30818/prueba.dat]
[Proceso 22: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30819/prueba.dat]
[Proceso 23: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30820/prueba.dat]
[Proceso 24: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30821/prueba.dat]
[Proceso 25: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30822/prueba.dat]
[Proceso 26: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30823/prueba.dat]
[Proceso 27: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30824/prueba.dat]
[Proceso 28: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30825/prueba.dat]
```

[11] Time muestra 3 tiempos:
- el **real** de ejecución: es el tiempo total transcurrido desde que ha invocado el comando (incluyendo intervalos de tiempo utilizados por otros procesos y tiempos de espera para E/S). Se le denomina a veces como tiempo de reloj, porque es tiempo que ha transcurrido en nuestro reloj.
- el de **usuario:** es sólo el tiempo de CPU utilizado en la ejecución del proceso.
- el de **sistema:** es la cantidad de tiempo consumido en el kernel, que es el tiempo empleado en contestar peticiones del sistema.

```
[Proceso 29: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30828/prueba.dat]
[Proceso 30: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30829/prueba.dat]
[Proceso 31: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30830/prueba.dat]
[Proceso 32: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30831/prueba.dat]
[Proceso 33: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30832/prueba.dat]
[Proceso 34: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30833/prueba.dat]
[Proceso 35: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30834/prueba.dat]
[Proceso 36: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30835/prueba.dat]
[Proceso 37: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30839/prueba.dat]
[Proceso 38: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30840/prueba.dat]
[Proceso 39: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30841/prueba.dat]
[Proceso 41: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30844/prueba.dat]
[Proceso 40: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30843/prueba.dat]
[Proceso 42: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30845/prueba.dat]
[Proceso 43: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30846/prueba.dat]
[Proceso 44: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30847/prueba.dat]
[Proceso 46: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30849/prueba.dat]
[Proceso 47: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30850/prueba.dat]
[Proceso 45: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30848/prueba.dat]
[Proceso 48: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30854/prueba.dat]
[Proceso 49: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30855/prueba.dat]
[Proceso 50: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30856/prueba.dat]
[Proceso 51: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30857/prueba.dat]
[Proceso 52: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30858/prueba.dat]
[Proceso 55: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30861/prueba.dat]
[Proceso 53: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30859/prueba.dat]
[Proceso 54: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30860/prueba.dat]
[Proceso 56: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30862/prueba.dat]
[Proceso 57: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30863/prueba.dat]
[Proceso 58: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30864/prueba.dat]
[Proceso 59: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30865/prueba.dat]
[Proceso 60: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30868/prueba.dat]
[Proceso 61: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30869/prueba.dat]
[Proceso 62: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30870/prueba.dat]
[Proceso 63: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30871/prueba.dat]
[Proceso 64: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30872/prueba.dat]
[Proceso 65: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30873/prueba.dat]
[Proceso 66: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30874/prueba.dat]
[Proceso 67: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30875/prueba.dat]
[Proceso 68: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30876/prueba.dat]
[Proceso 70: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30879/prueba.dat]
[Proceso 69: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30878/prueba.dat]
[Proceso 71: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30880/prueba.dat]
[Proceso 73: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30882/prueba.dat]
[Proceso 72: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30881/prueba.dat]
[Proceso 74: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30883/prueba.dat]
[Proceso 75: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30884/prueba.dat]
[Proceso 76: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30885/prueba.dat]
[Proceso 77: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30886/prueba.dat]
[Proceso 78: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30887/prueba.dat]
[Proceso 79: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30888/prueba.dat]
[Proceso 80: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30892/prueba.dat]
[Proceso 81: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30893/prueba.dat]
[Proceso 82: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30894/prueba.dat]
```

```
[Proceso 83: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30895/prueba.dat]
[Proceso 84: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30896/prueba.dat]
[Proceso 86: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30898/prueba.dat]
[Proceso 87: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30899/prueba.dat]
[Proceso 85: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30897/prueba.dat]
[Proceso 88: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30900/prueba.dat]
[Proceso 91: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30903/prueba.dat]
[Proceso 90: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30902/prueba.dat]
[Proceso 92: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30904/prueba.dat]
[Proceso 89: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30901/prueba.dat]
[Proceso 93: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30905/prueba.dat]
[Proceso 94: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30908/prueba.dat]
[Proceso 95: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30909/prueba.dat]
[Proceso 96: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30910/prueba.dat]
[Proceso 98: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30912/prueba.dat]
[Proceso 97: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30911/prueba.dat]
[Proceso 99: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30913/prueba.dat]
[Proceso 100: Completadas 50 escrituras en /simul_20220525155523/proceso_30914/prueba.dat]

real    0m11,855s[12]
user    0m0,376s
sys     0m0,391s
```

- Un proceso puede acabar antes que otro iniciado antes que él.

[12] Con llamadas a usleep(). Si se utilizara la función propia my_sleep() podría tardar unos 18s y no observaríamos el intercalado de la finalización de procesos.