

## Capítulo 3

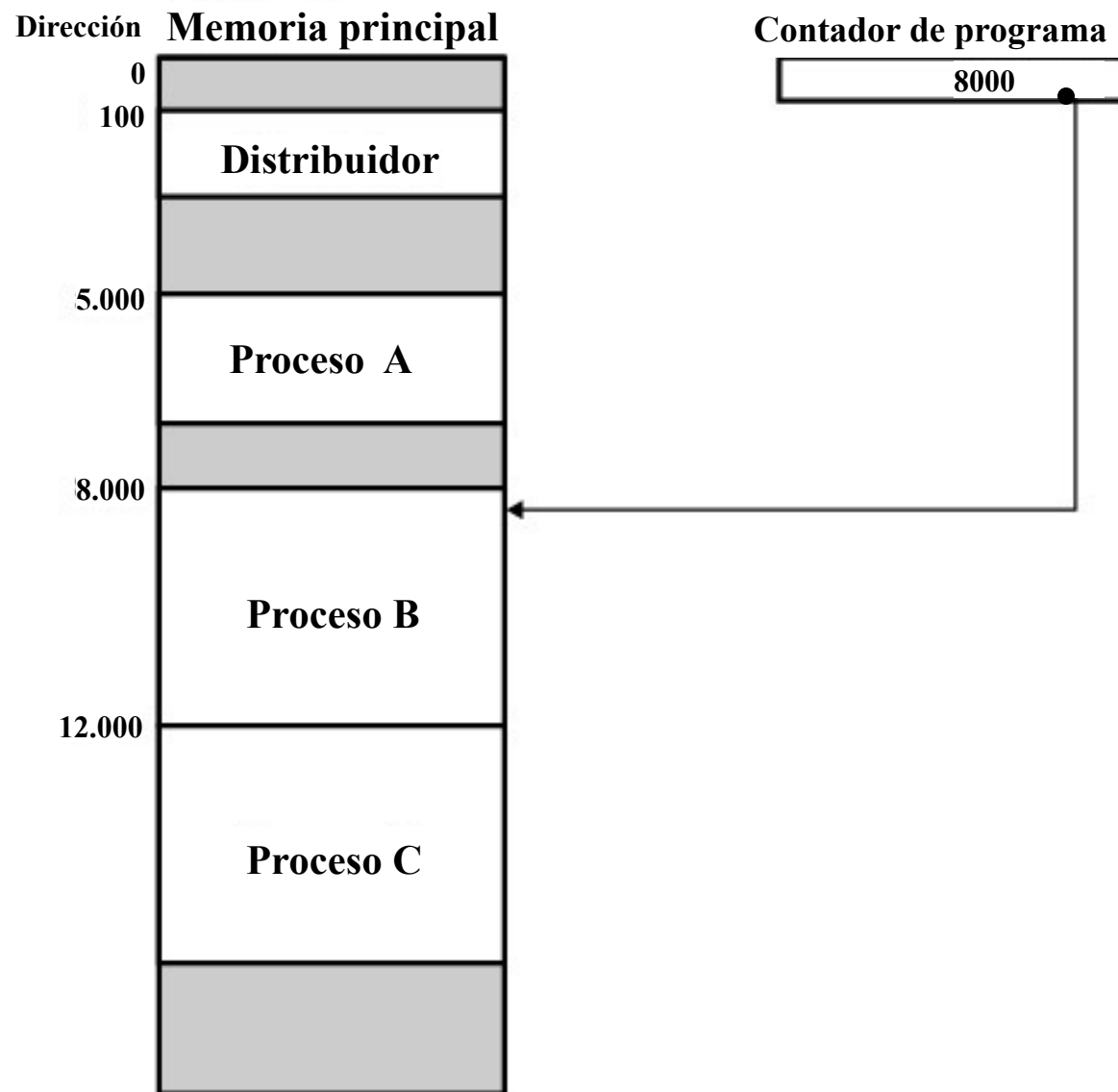
# Descripción y control de procesos

# Principales requisitos de los sistemas operativos

- Intercalar la ejecución de múltiples procesos para maximizar la utilización del procesador ofreciendo a la vez un tiempo de respuesta razonable.
- Asignar los recursos a los procesos.
- Dar soporte a la comunicación entre procesos y la creación de procesos por parte del usuario.

# Proceso

- También se llama tarea.
- Ejecución de un programa individual.
- Traza del proceso:
  - Listado de la secuencia de instrucciones que se ejecutan para dicho proceso.



**Figura 3.1.** Instantánea de un ejemplo de ejecución (Figura 3.3)  
en el ciclo de instrucción 13.

5000	8000	12000
5001	8001	12001
5002	8002	12002
5003	8003	12003
5004		12004
5005		12005
5006		12006
5007		12007
5008		12008
5009		12009
5010		12010
5011		12011

**(a) Traza del proceso A**

**(b) Traza del proceso B**

**(c) Traza del proceso C**

5000 = Dirección de comienzo del programa del proceso A

8000 = Dirección de comienzo del programa del proceso B

12000 = Dirección de comienzo del programa del proceso C

**Figura 3.2.** Trazas de los procesos de la Figura 3.1.

1	5000			27	12004	
2	5001			28	12005	
3	5002					Fin de plazo
4	5003			29	100	
5	5004			30	101	
6	5005			31	102	
				32	103	
				33	104	
				34	105	
				35	5006	
				36	5007	
				37	5008	
				38	5009	
				39	5010	
				40	5011	
						Fin de plazo
				41	100	
				42	101	
				43	102	
				44	103	
				45	104	
				46	105	
				47	12006	
				48	12007	
				49	12008	
				50	12009	
				51	12010	
				52	12011	
						Fin de plazo

100 = Dirección de comienzo del programa distribuidor

Las áreas sombreadas indican ejecución del proceso distribuidor;

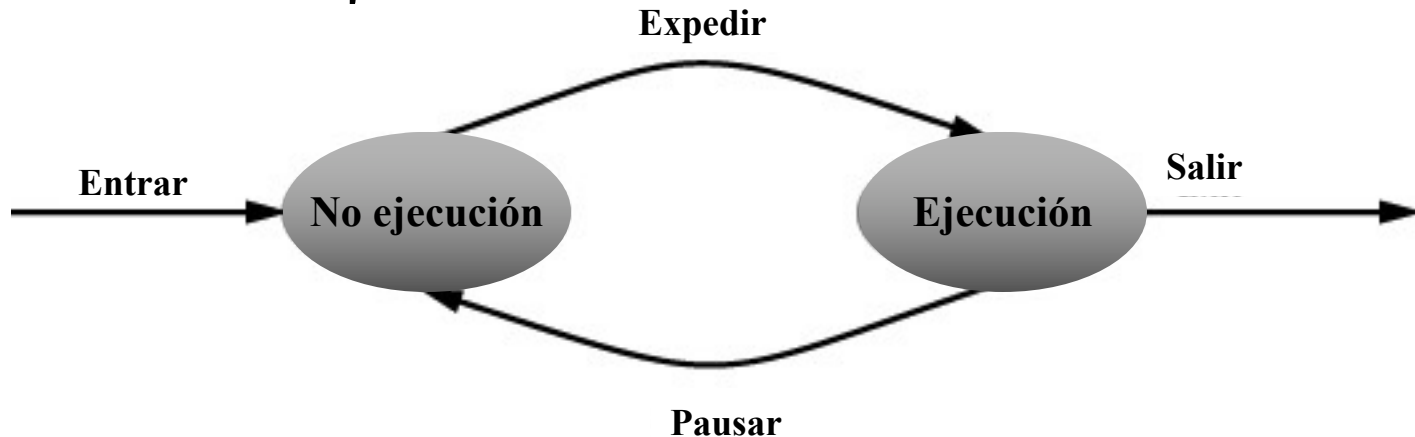
la primera y tercera columna cuentan los ciclos de instrucción;

la segunda y cuarta columna muestran la dirección de la instrucción a ejecutar.

**Figura 3.3.** Traza combinada de los procesos de la Figura 3.1.

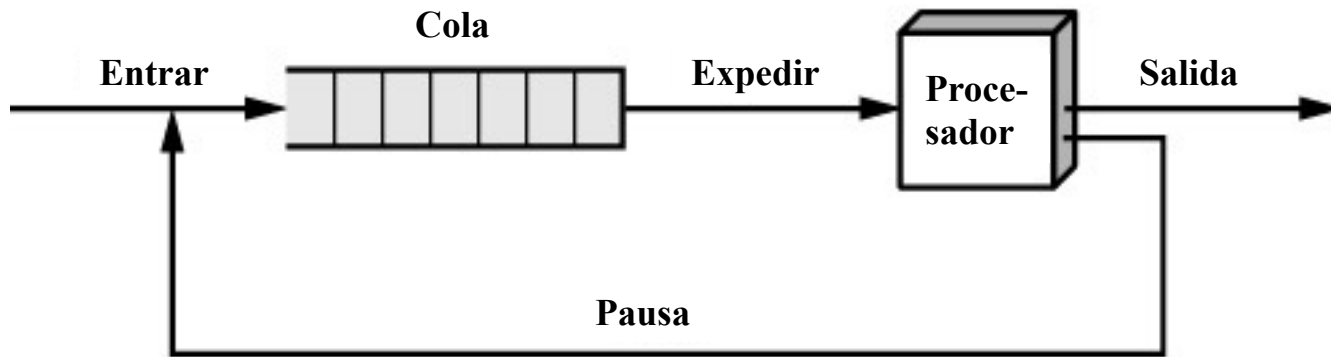
# Modelo de proceso con dos estados

- Un proceso puede estar en uno de dos estados:
  - Ejecución.
  - No Ejecución.



(a) Diagrama de transición de estados

# Proceso en estado de No Ejecución en una cola



(b) Diagrama de colas





# Creación de procesos

- Emisión de un trabajo por lotes.
- El nuevo usuario intenta conectarse.
- Se crea para ofrecer un servicio, como por ejemplo la impresión.
- Permite que un proceso pueda originar la creación de otro.

A decorative vertical bar on the left side of the slide, featuring a light red background with faint, overlapping technical diagrams and circuitry. The diagrams include various components like boxes, lines, and symbols, suggesting a focus on computer science or engineering.

# Terminación de procesos

- Un trabajo por lotes debe incluir una instrucción de detención (*Halt*).
- El usuario se desconecta.
- El usuario puede abandonar una aplicación.
- Una serie de errores y condiciones de fallo pueden llevarnos a la terminación de un proceso.

# Razones para la terminación de un proceso

- Terminación normal.
- Tiempo límite excedido.
- No hay memoria disponible.
- Violación de límites.
- Error de protección:
  - Por ejemplo: escribir en un archivo que es sólo de lectura.
- Error aritmético.
- Tiempo máximo de espera rebasado:
  - El proceso ha esperado más allá del tiempo máximo especificado para que se produzca cierto suceso.

# Causas de terminación de un proceso

- Fallo de E/S.
- Instrucción ilegal:
  - A menudo cuando intenta ejecutar los datos.
- Instrucción privilegiada.
- Mal uso de los datos.
- Intervención del operador o del SO:
  - Por ejemplo, si se produce un bloqueo.
- Terminación del padre, por lo que terminan los procesos de todos sus descendientes.
- Solicitud del padre.

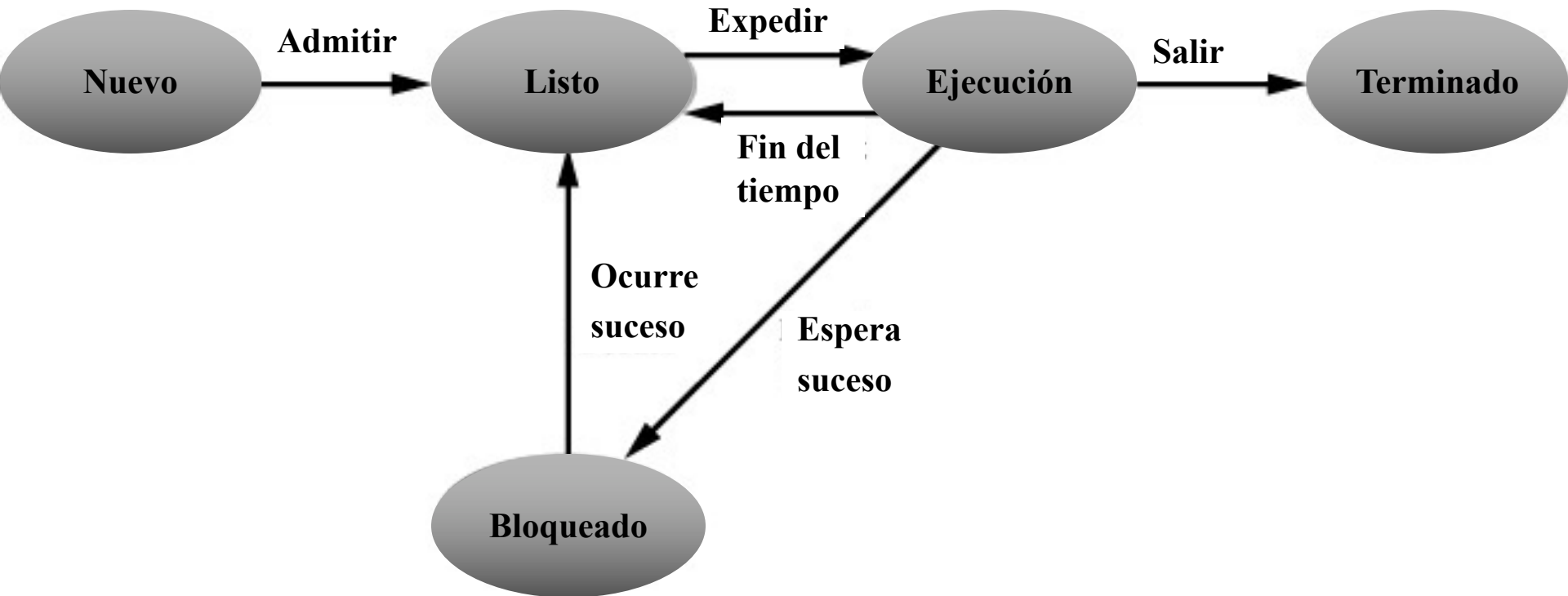
# Procesos

- No Ejecución:
  - Listos para ejecutarse.
- Bloqueado:
  - Esperan a que termine una operación de E/S.
- El distribuidor podría no seleccionar exactamente el proceso que está en el extremo más antiguo de la cola porque podría estar bloqueado.

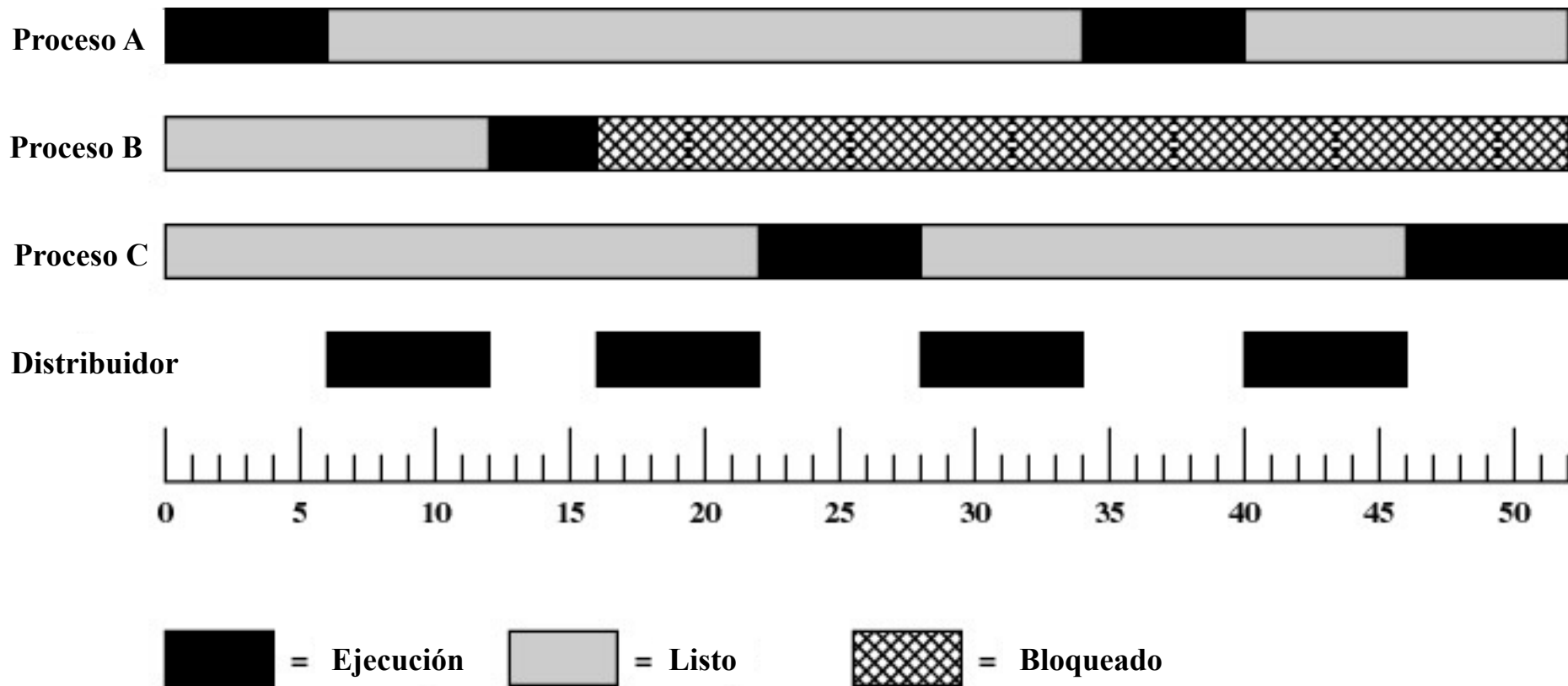


# Un modelo de cinco estados

- Ejecución.
- Listo.
- Bloqueado.
- Nuevo.
- Terminado.



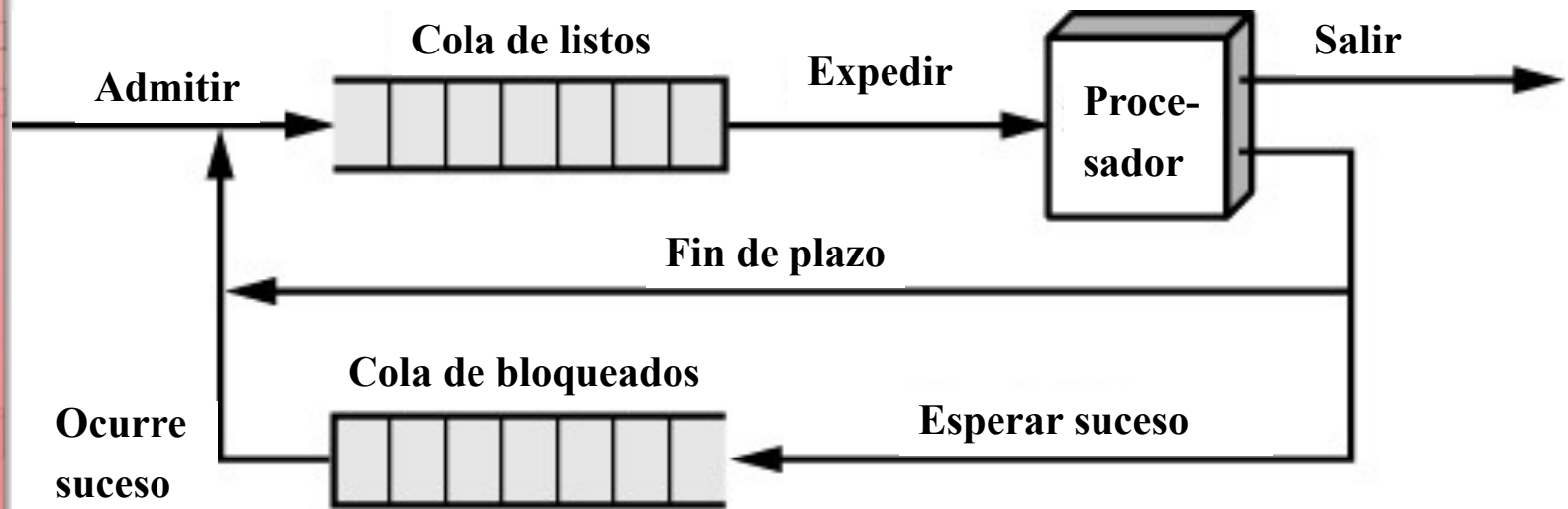
**Figura 3.5.** Modelo de procesos de cinco estados.



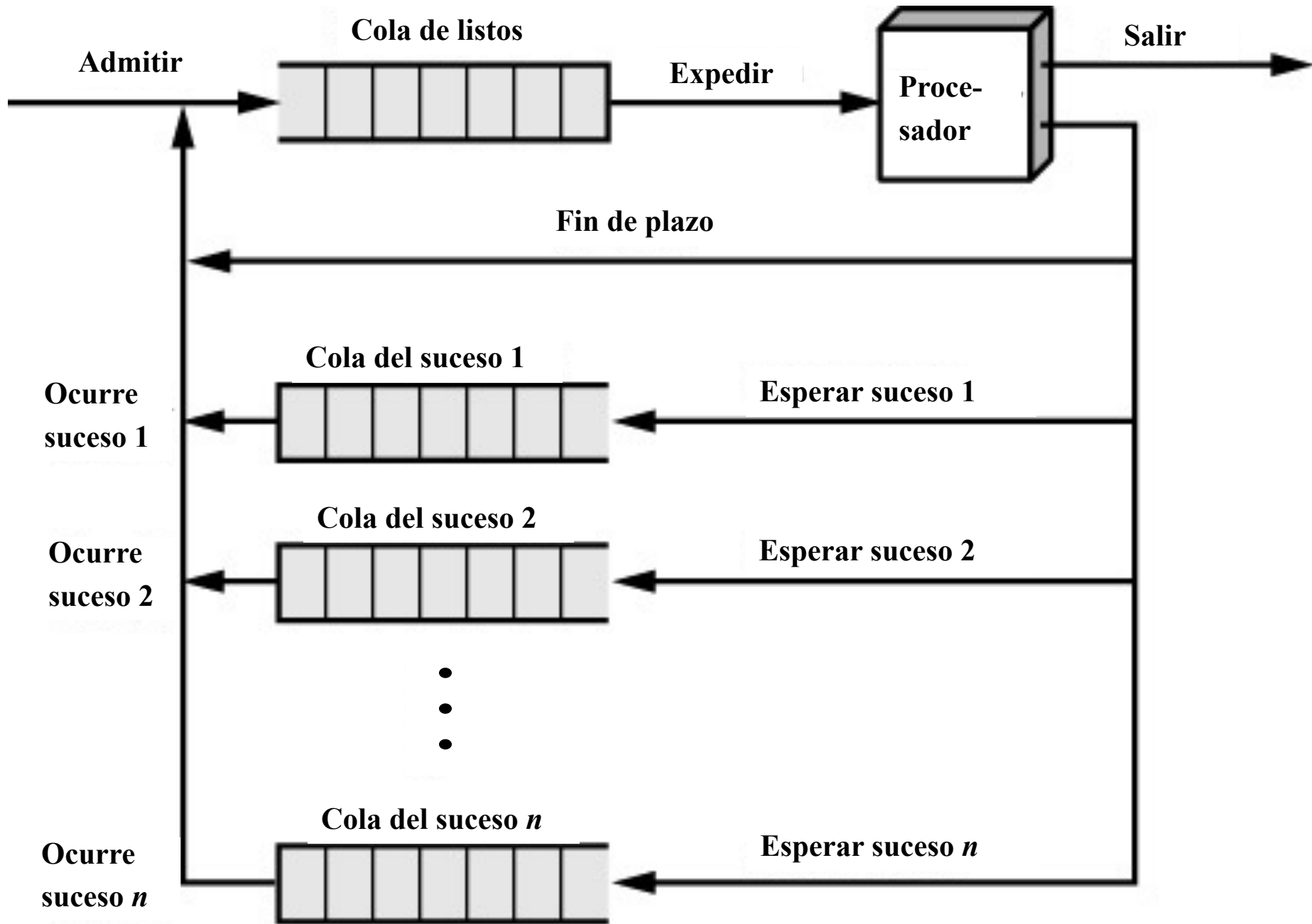
**Figura 3.6.** Estados de un proceso para la traza de la Figura 3.3.



# Dos colas de bloqueados



(a) Una sola cola de bloqueados

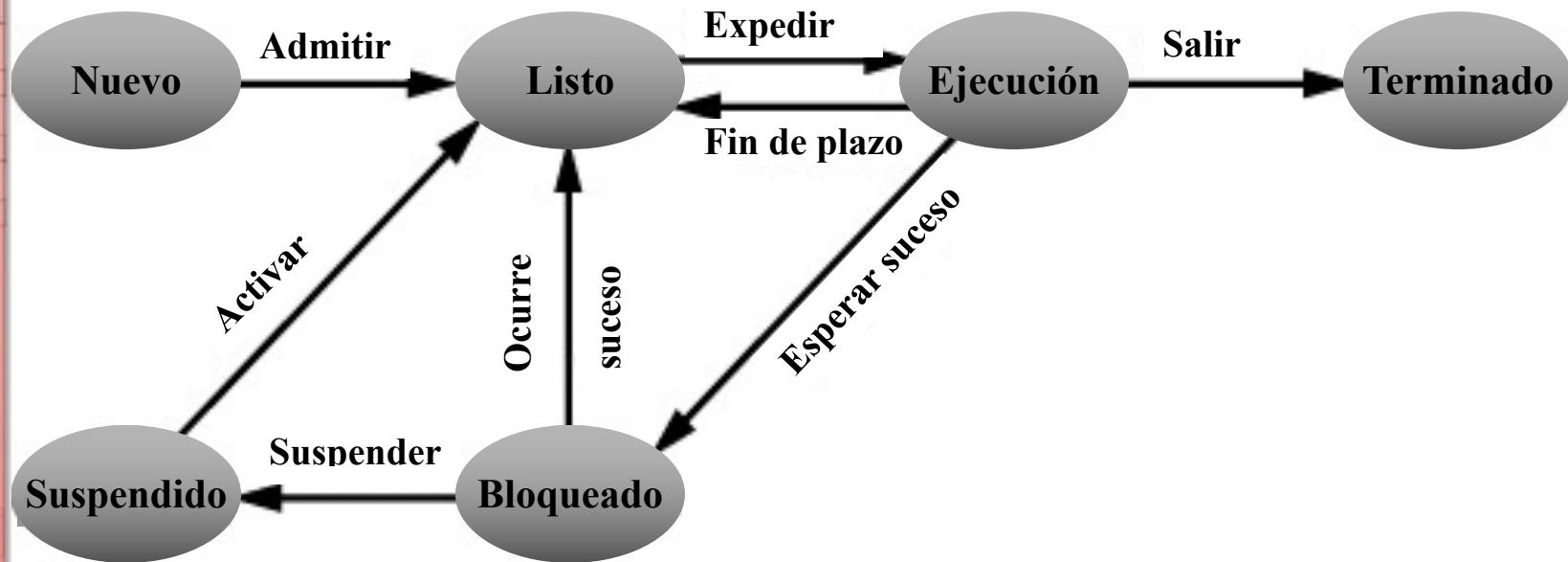


**(b) Varias colas de bloqueados**

# Procesos suspendidos

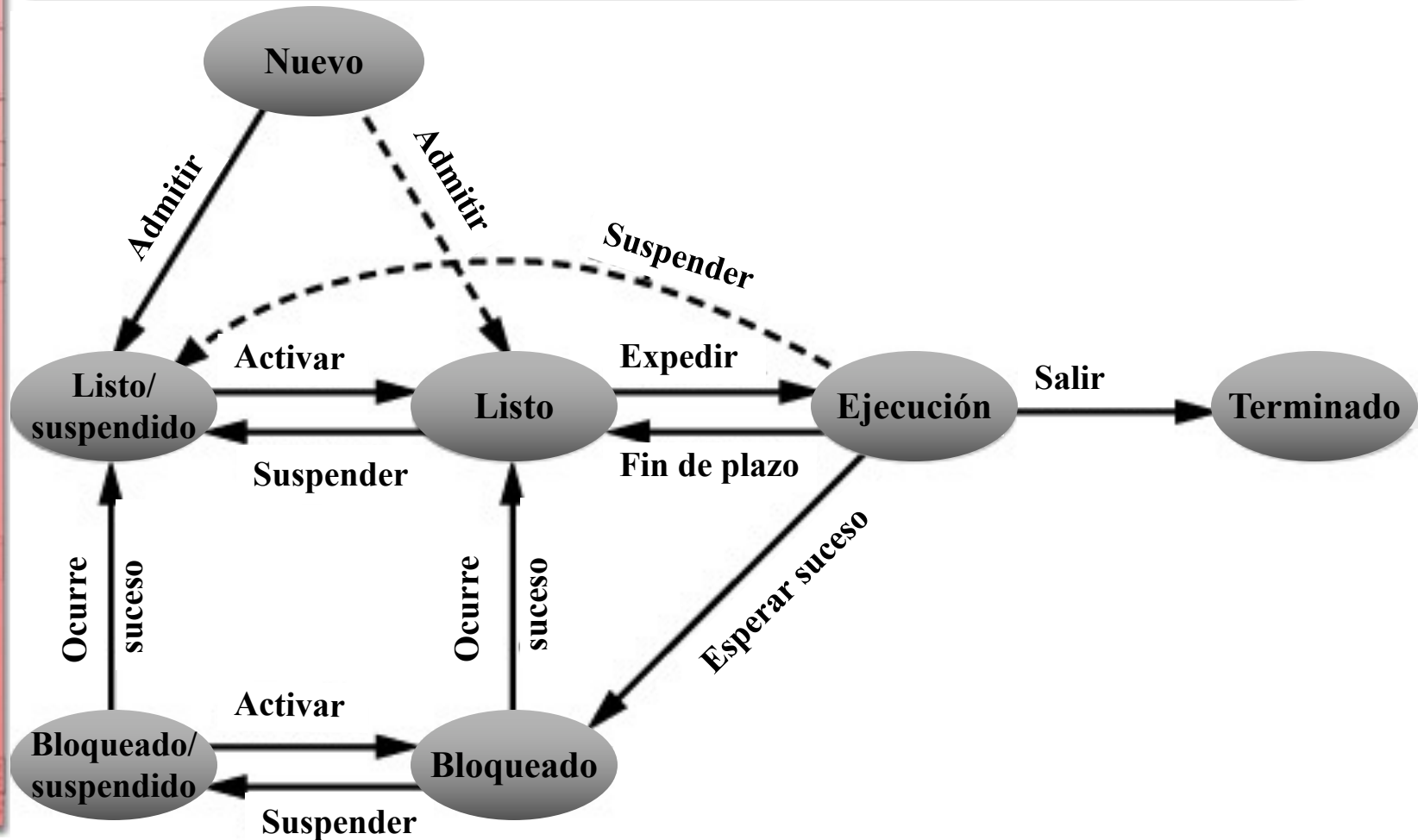
- El procesador es más rápido que la E/S, por lo que suele ser habitual que todos los procesos de memoria estén esperando por E/S.
- Intercambiar una parte del proceso o todo el proceso al disco para liberar la memoria principal.
- Cuando los procesos de la memoria principal están en el estado Bloqueado, el sistema operativo puede suspender un proceso poniéndolo en estado Suspendido.
- Dos nuevos estados:
  - Bloqueado y suspendido.
  - Listo y suspendido.

# Un estado de suspensión



(a) Con un estado de suspensión

# Dos estados de suspensión



(b) Con dos estados de suspensión



# Razones para la suspensión de procesos

## Intercambio

El sistema operativo necesita liberar suficiente memoria principal para cargar un proceso que está listo para ejecutarse.

## Otra razón del SO

El sistema operativo puede suspender a un proceso subordinado o de utilidad, o a un proceso que se sospecha que sea el causante de un problema.

## Solicitud de un usuario interactivo

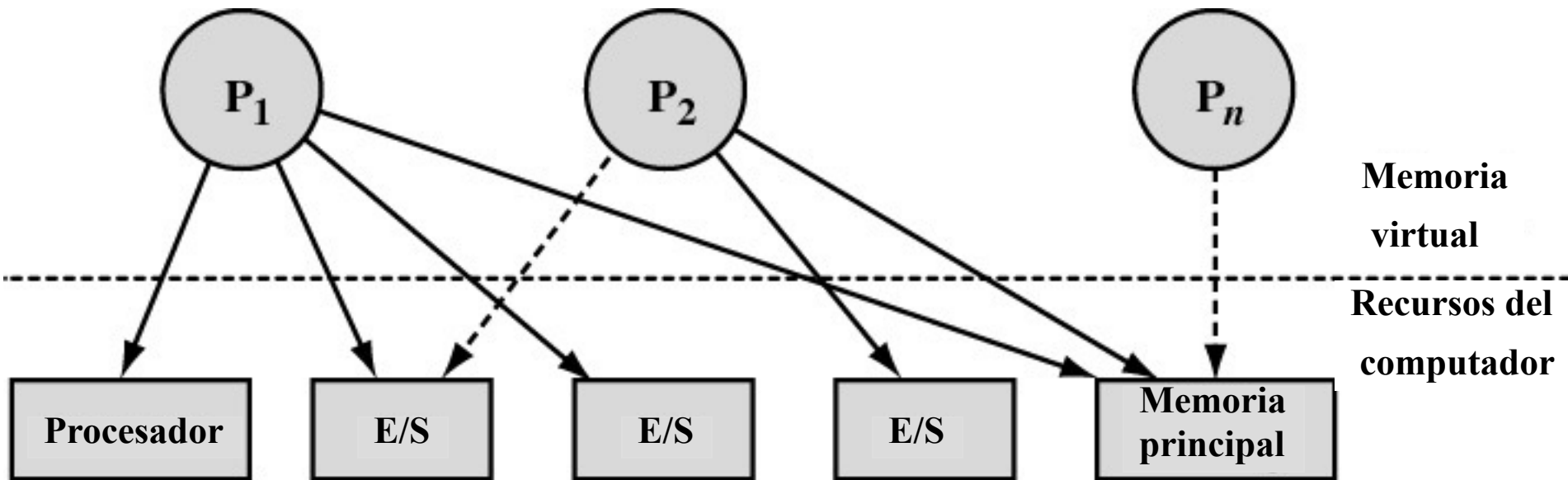
Un usuario puede querer suspender la ejecución de un programa con fines de depuración o en conexión con el uso de un recurso.

## Temporización

Un proceso puede ejecutarse periódicamente (por ejemplo, un proceso de contabilidad o de supervisión del sistema) y puede ser suspendido mientras espera el siguiente intervalo de tiempo.

## Solicitud del proceso padre

Un proceso padre puede querer suspender la ejecución de un descendiente para examinar o modificar el proceso suspendido o para coordinar la actividad de varios descendientes.



**Figura 3.9.** Procesos y recursos (asignación de recursos en un instante de tiempo).

# Estructuras de control del sistema operativo

- Información sobre el estado actual de cada proceso y de cada recurso.
- El sistema operativo construye tablas de información sobre cada entidad que esté administrando.





# Tablas de memoria

- La asignación de memoria principal a los procesos.
- La asignación de memoria secundaria a los procesos.
- Cualesquiera atributos de protección de bloques de memoria principal o virtual, como qué procesos pueden acceder a ciertas regiones compartidas de memoria.
- Cualquier información necesaria para gestionar la memoria virtual.

# Tablas de E/S

- Un dispositivo de E/S puede estar disponible o estar asignado a un proceso en particular.
- Estado de la operación de E/S.
- Posición de memoria principal que se está utilizando como origen o destino de la transferencia de E/S.

# Tablas de archivos

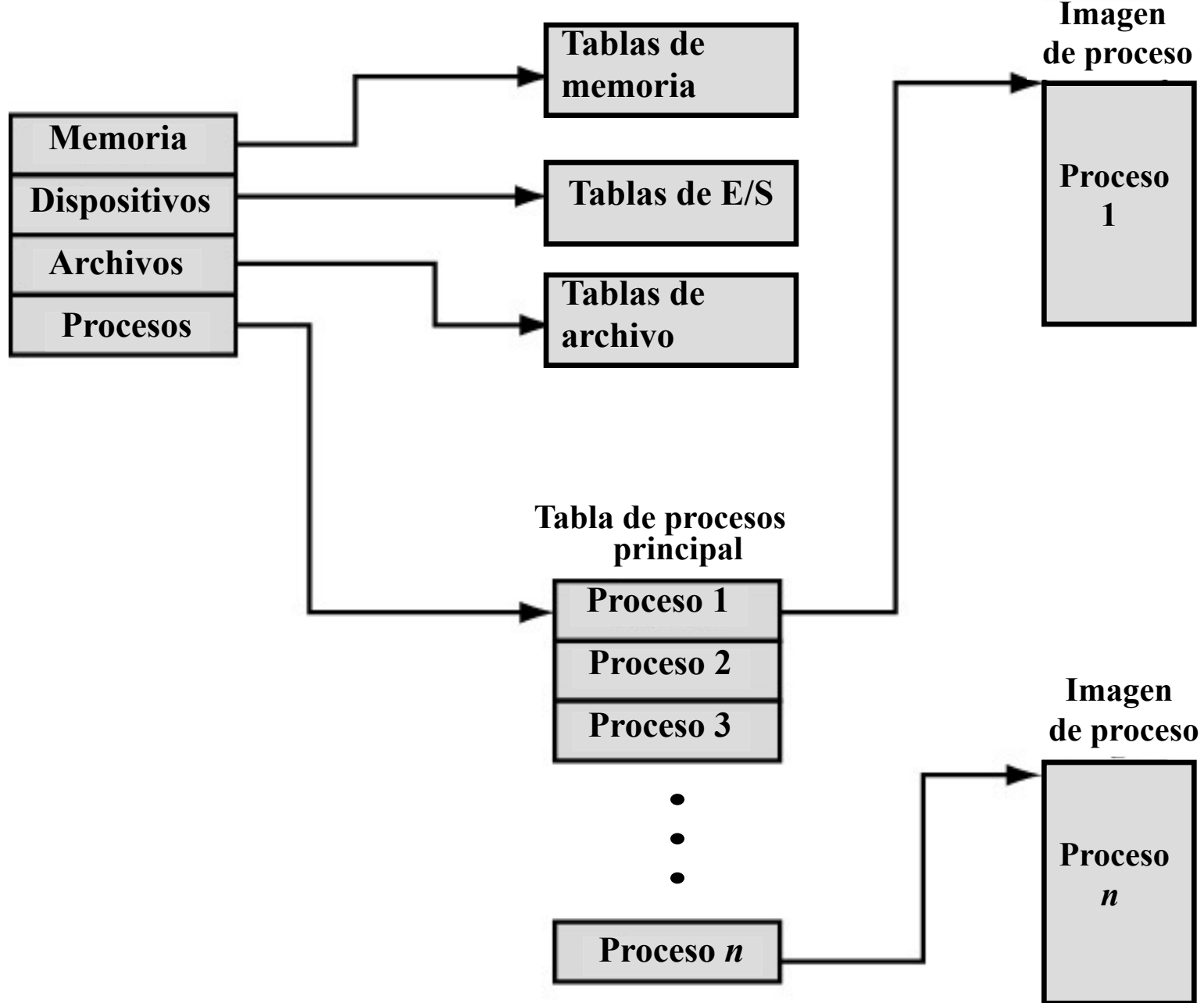
- Ofrecen información sobre la existencia de los archivos.
- Su posición en la memoria secundaria.
- Su estado actual.
- Otros atributos.
- A veces esta información es mantenida por un sistema de gestión de archivos.

# Tablas de procesos

- ¿Dónde está ubicado el proceso?
- Atributos del proceso necesarios para su administración:
  - ID del proceso.
  - Estado del proceso.
  - Ubicación en la memoria.

# Ubicación de los procesos

- Un proceso incluye un programa o un conjunto de programas a ejecutar:
  - Conjunto de ubicaciones de datos para las variables locales y globales.
  - Constantes definidas.
  - Pila.
- Bloque de control del proceso:
  - Colección de atributos.
- Imagen del proceso:
  - Colección de programa, datos, pila y atributos.



**Figura 3.10.** Estructura general de las tablas de control del sistema operativo.

# Bloque de control de proceso

- Identificación de proceso
  - Identificadores:
    - Los identificadores numéricos que se pueden guardar en el bloque de control de proceso son:
    - Identificador de este proceso.
    - Identificador del proceso que creó a este proceso (el proceso padre).
    - Identificador del usuario.

# Bloque de control de proceso

- Información de estado del procesador
  - Registros visibles para el usuario:
    - Un registro visible para el usuario es aquél al que puede hacerse referencia por medio del lenguaje de máquina que ejecuta el procesador. Normalmente, existen de 8 a 32 de estos registros, aunque algunas implementaciones RISC tienen más de 100.



# Bloque de control de proceso

- Información de estado del procesador
  - Registros de control y de estado:

Hay varios registros del procesador que se emplean para controlar su funcionamiento. Entre éstos se incluyen:

    - *Contador de programa*: contiene la dirección de la próxima instrucción a leer.
    - *Códigos de condición*: muestran el resultado de la operación aritmética o lógica más reciente (signo, cero, acarreo, igualdad, desbordamiento).
    - *Information de estado*: incluye los indicadores de habilitación o inhabilitación de interrupciones y de modo de ejecución.

# Bloque de control de proceso

- Información de estado del procesador
  - Punteros de pila:
    - Cada proceso tiene una o más pilas LIFO del sistema asociadas. Las pilas se utilizan para almacenar los parámetros y las direcciones de retorno de los procedimientos y de las llamadas al sistema. El puntero de pila siempre apunta a la cima de la pila.

# Bloque de control de proceso

- Información de control del proceso

- Información de planificación y de estado:

Ésta es la información que necesita el sistema operativo para llevar a cabo sus funciones de planificación. Los elementos típicos de esta información son los siguientes:

- *Estado del proceso*: define la disposición del proceso para ser planificado para ejecutar (en ejecución, listo, esperando, detenido).
- *Prioridad*: se puede usar uno o más campos para describir la prioridad de planificación de los procesos. En algunos sistemas se necesitan varios valores (por omisión, actual, la más alta permitida).
- *Información de planificación*: ésta dependerá del algoritmo de planificación utilizado. Como ejemplos se tienen la cantidad de tiempo que el proceso ha estado esperando y la cantidad de tiempo que el proceso ejecutó la última vez.
- *Suceso*: la identidad del suceso que el proceso está esperando antes de poder reanudarse.

# Bloque de control de proceso

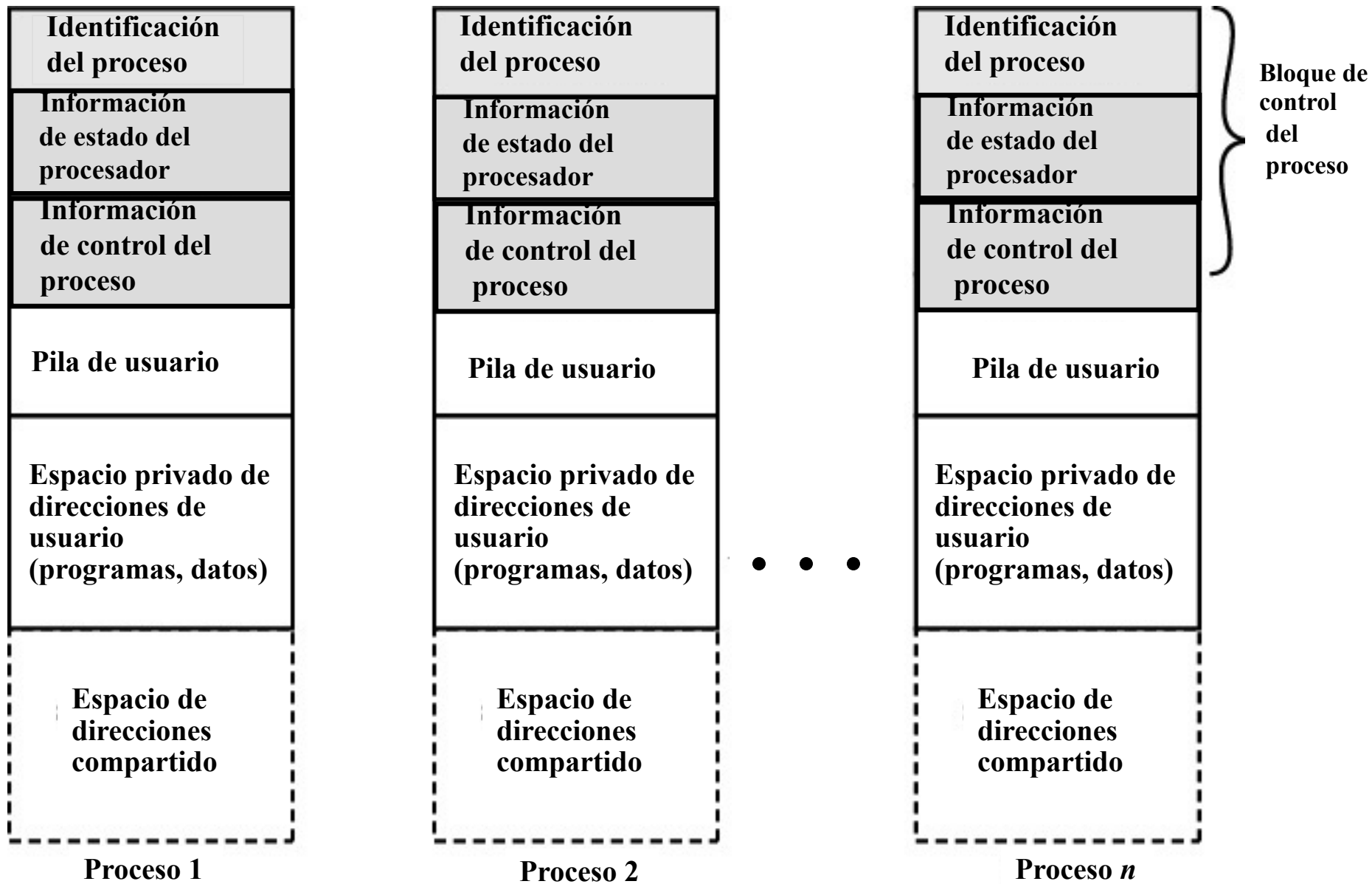
- Información de control del proceso:
  - Estructuración de datos:
    - Un proceso puede estar enlazado con otros procesos en una cola, un anillo o alguna otra estructura. Por ejemplo, todos los procesos que están en estado de espera de un nivel determinado de prioridad pueden estar enlazados en una cola. Un proceso puede mostrar una relación padre-hijo (creador-creado) con otro proceso. El bloque de control de proceso puede contener punteros a otros procesos para dar soporte a estas estructuras.

# Bloque de control de proceso


- Información de control del proceso:
  - Comunicación entre procesos:
    - Puede haber varios indicadores, señales y mensajes asociados con la comunicación entre dos procesos independientes. Una parte de esta información o toda ella se puede guardar en el bloque de control de proceso.
  - Privilegios de los procesos:
    - A los procesos se les otorgan privilegios en términos de la memoria a la que pueden acceder y el tipo de instrucciones que pueden ejecutar. Además, también se pueden aplicar privilegios al uso de los servicios y utilidades del sistema.

# Bloque de control de proceso

- Información de control del proceso:
  - Gestión de memoria:
    - Esta sección puede incluir punteros a las tablas de páginas o segmentos que describen la memoria virtual asignada al proceso.
  - Propiedad de los recursos y utilización:
    - Se pueden indicar los recursos controlados por el proceso, como los archivos abiertos. También puede incluir un historial de la utilización del procesador o de otros recursos ; esta información puede ser necesaria para el planificador.



**Figura 3.12.** Procesos de usuario en memoria virtual.

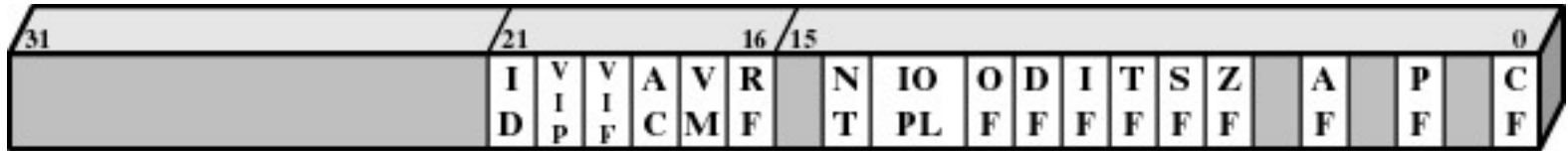


# Información de estado del procesador

- Formada por el contenido de los registros del procesador:
  - Registros visibles para el usuario.
  - Registros de control y de estado.
  - Punteros de pila.
- Palabra de estado del programa (PSW):
  - Contiene información de estado.
  - Por ejemplo: el registro EFLAGS de las máquinas Pentium.



# Registro EFLAGS del Pentium II



ID = Marca de identificación  
VIP = Interrupción virtual pendiente  
VIF = Marca de interrupción virtual  
AC = Comprobación de alineación  
VM = Modo 8086 virtual  
RF = Marca de continuación  
NT = Marca de tarea anidada  
IOPL = Nivel de privilegio de E/S  
OF = Marca de desbordamiento

DF = Marca de dirección  
IF = Marca de inhabilitación de interrupciones  
TF = Marca de cepo  
SF = Marca de signo  
ZF = Marca de cero  
AF = Marca de acarreo auxiliar  
PF = Marca de paridad  
CF = Marca de acarreo

**Figura 3.11.** Registro EFLAGS del Pentium II.

# Modos de ejecución

- Modo de usuario:
  - Es el modo menos privilegiado.
  - Los programas de usuarios ejecutan normalmente en ese modo.
- Modo del sistema, modo de control o modo del núcleo:
  - Es el modo más privilegiado.
  - Núcleo del sistema operativo.

# Creación de procesos

- Asignar un único identificador al nuevo proceso.
- Asignar espacio para el proceso.
- Iniciar el bloque de control del proceso.
- Establecer los enlaces apropiados:
  - Por ejemplo: añadir un proceso nuevo a una lista enlazada que se utiliza como cola de planificación.
- Crear o ampliar otras estructuras de datos:
  - Por ejemplo: mantener un archivo de contabilidad.

# Cuándo cambiar de proceso

- Interrupción de reloj:
  - El proceso en ejecución ha consumido la fracción máxima de tiempo permitida.
- Interrupción de E/S.
- Fallo de memoria:
  - La dirección de memoria se encuentra en la memoria virtual, por lo tanto debe ser llevada a la memoria principal.



# Cuándo cambiar de proceso

- Cepos:
  - Se ha producido un error.
  - Puede hacer que el proceso que se estaba ejecutando pase al estado de Terminado.
- Llamada del supervisor:
  - Como la operación de abrir una archivo.

# Cambio de estado de los procesos

- Salvar el contexto del procesador, incluyendo el contador de programa y otros registros.
- Actualizar el bloque de control del proceso que está en estado de Ejecución.
- Mover el bloque de control del proceso a la cola apropiada (Listos, bloqueados).
- Seleccionar otro proceso para su ejecución.

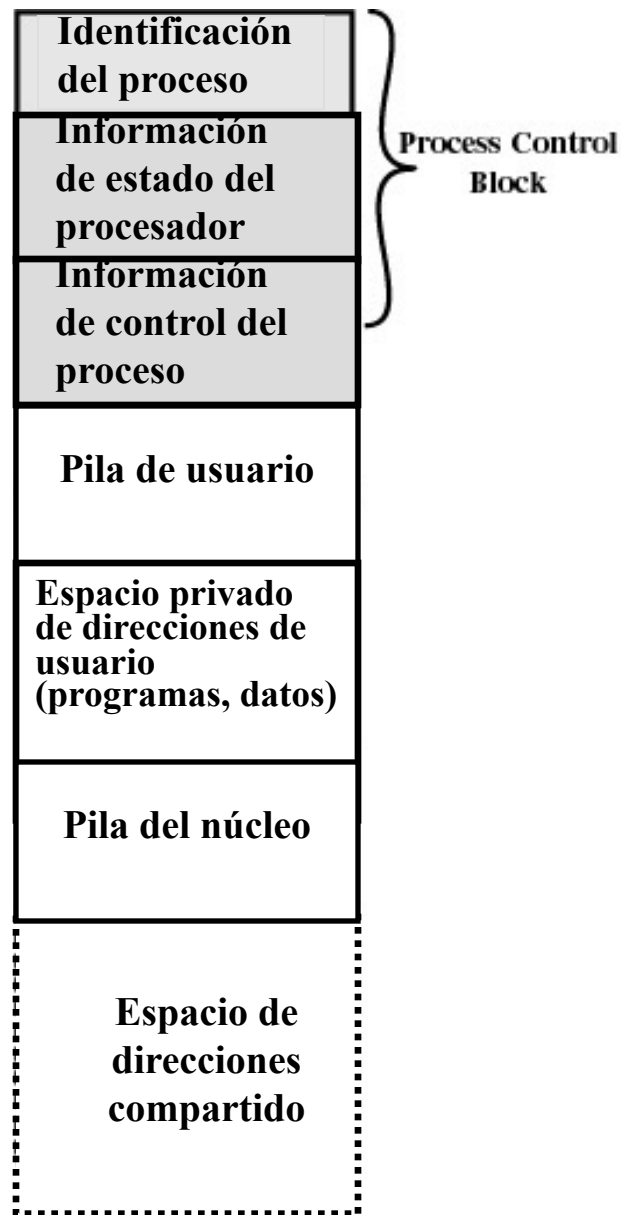
# Cambio de estado de los procesos

- Actualizar el bloque de control del proceso seleccionado.
- Actualizar las estructuras de datos de la gestión de memoria.
- Restaurar el contexto del proceso seleccionado.

# Ejecución del sistema operativo

- Núcleo fuera de todo proceso:
  - Ejecuta el núcleo del sistema operativo fuera de cualquier proceso.
  - El código del sistema operativo se ejecuta como una entidad separada que opera en modo privilegiado.
- Ejecución dentro de los procesos de usuario:
  - Software del sistema operativo en el contexto de un proceso de usuario.
  - Un proceso se ejecuta en modo privilegiado cuando se ejecuta el código del sistema operativo.





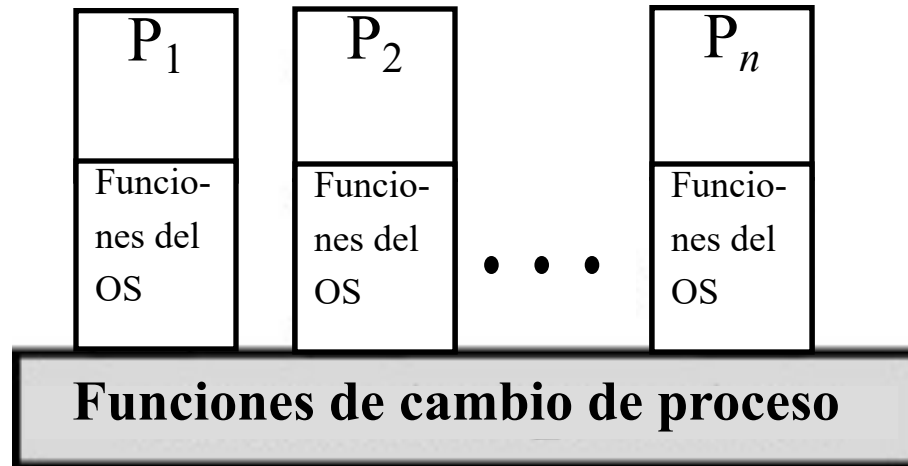
**Figura 3.15.** Imagen de un proceso: el sistema operativo se ejecuta dentro del proceso de usuario.

# Ejecución del sistema operativo

- Sistema operativo basado en procesos:
  - Las funciones más importantes del núcleo se organizan en procesos separados.
  - Útil en un entorno de multiprocesador o de varios computadores.

# Gestión de procesos en UNIX SVR4

- La mayoría del sistema operativo ejecuta dentro de un proceso de usuario.



**(b) Las funciones del SO se ejecutan dentro  
de los procesos de usuario**



# Estados de un proceso en UNIX

---

Ejecución en modo de usuario

Ejecutando en modo de usuario.

Ejecución en modo del núcleo

Ejecutando en modo de núcleo.

Listo para ejecutar y en memoria

Listo para ejecutar tan pronto como el núcleo lo planifique.

Dormido y en memoria

Incapaz de ejecutar hasta que se produzca un suceso; el proceso está en memoria principal.

Listo para ejecutar y descargado

El proceso está listo para ejecutar, pero se debe cargar el proceso en memoria principal antes de que el núcleo pueda planificarlo para la ejecución.

Dormido y descargado

El proceso está esperando un suceso y ha sido expulsado al almacenamiento secundario.

Expulsado

El proceso retorna del modo del núcleo al modo de usuario, pero el núcleo lo expulsa y realiza un cambio de contexto para planificar otro proceso.

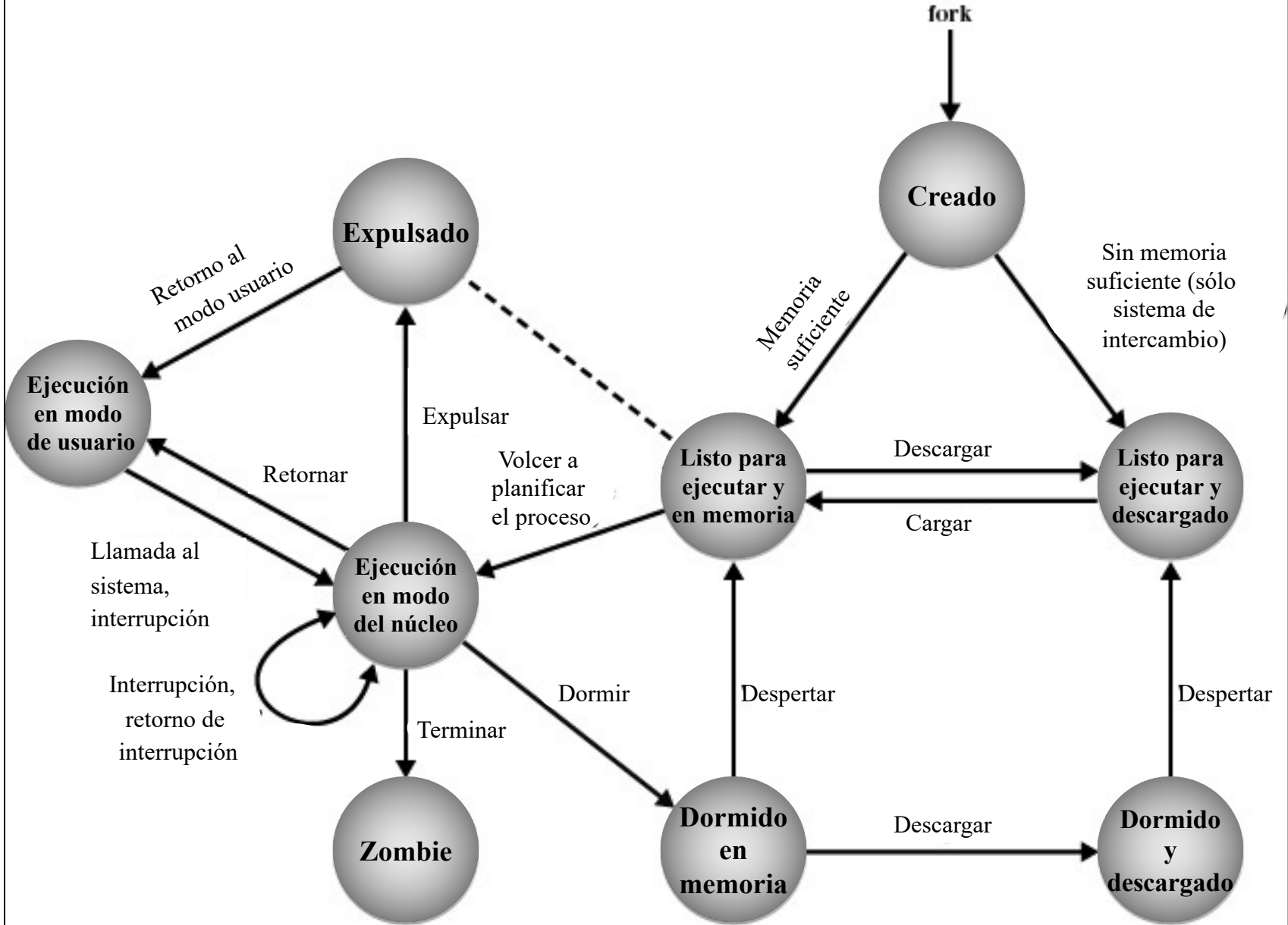
Creado

El proceso está recién creado y aún no está listo para ejecutar.

Zombie

El proceso ya no existe, pero deja un registro para que lo recoja el proceso padre.

---



**Figura 3.16.** Diagrama de transición de estados de los procesos en UNIX.