

SISTEMAS OPERATIVOS: SISTEMAS DE FICHEROS



Ficheros, directorios y sistema de ficheros

A recordar...

Antes de clase

Clase

Después de clase

Preparar los pre-requisitos.

Estudiar el material asociado a la **bibliografía**:
las transparencias solo no son suficiente.
Preguntar dudas (especialmente tras estudio).

Ejercitar las competencias:

- ▶ Realizar todos los **ejercicios**.
- ▶ Realizar los **cuadernos de prácticas** y las **prácticas** de forma progresiva.

Lecturas recomendadas

Base



1. Carretero 2020:
 1. Cap. 6
2. Carretero 2007:
 1. Cap. 9.1-9.5,
 2. Cap. 9.8-9.10 y 9.12

Recomendada



1. Tanenbaum 2006:
 1. (es) Cap. 6
 2. (en) Cap. 6
2. Stallings 2005:
 1. 12.1-12.8
3. Silberschatz 2006:
 1. 10.3-10.4,
 2. 11.1-11.6 y 13

Contenidos

- **Introducción**
- **Fichero**
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Contenidos

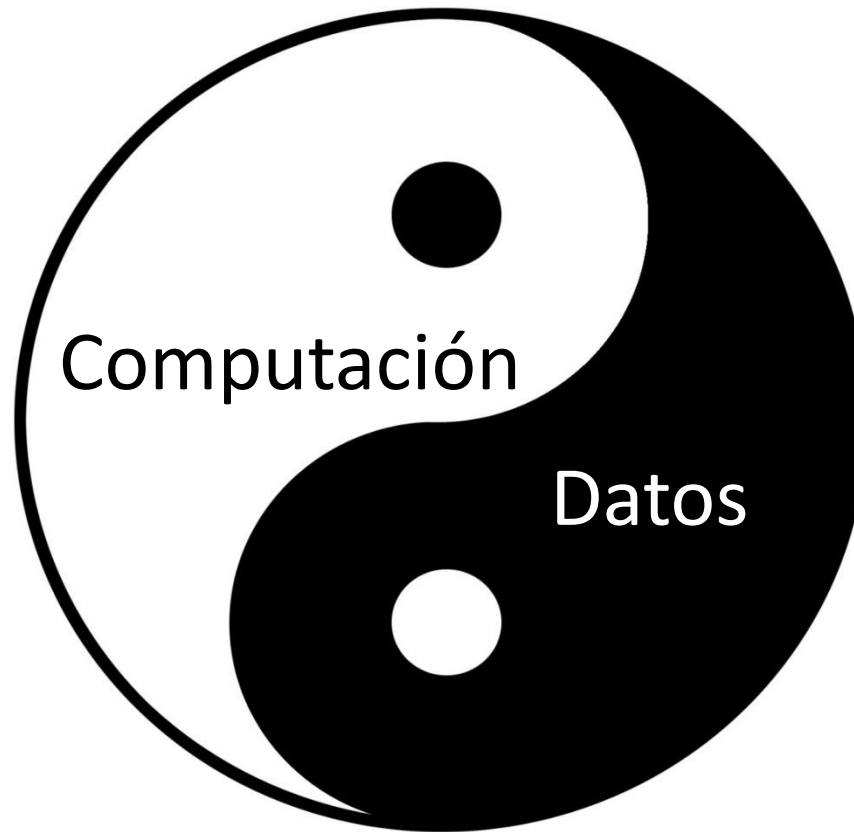
- ❑ **Introducción**
- ❑ **Fichero**
- ❑ Directorio
- ❑ Sistema de ficheros
- ❑ Particiones/Volúmenes
- ❑ Dispositivos
- ❑ Software de sistema
- ❑ Sistema de ficheros (gestor)

Ámbito general

~2021

6

Alejandro Calderón Mateos 

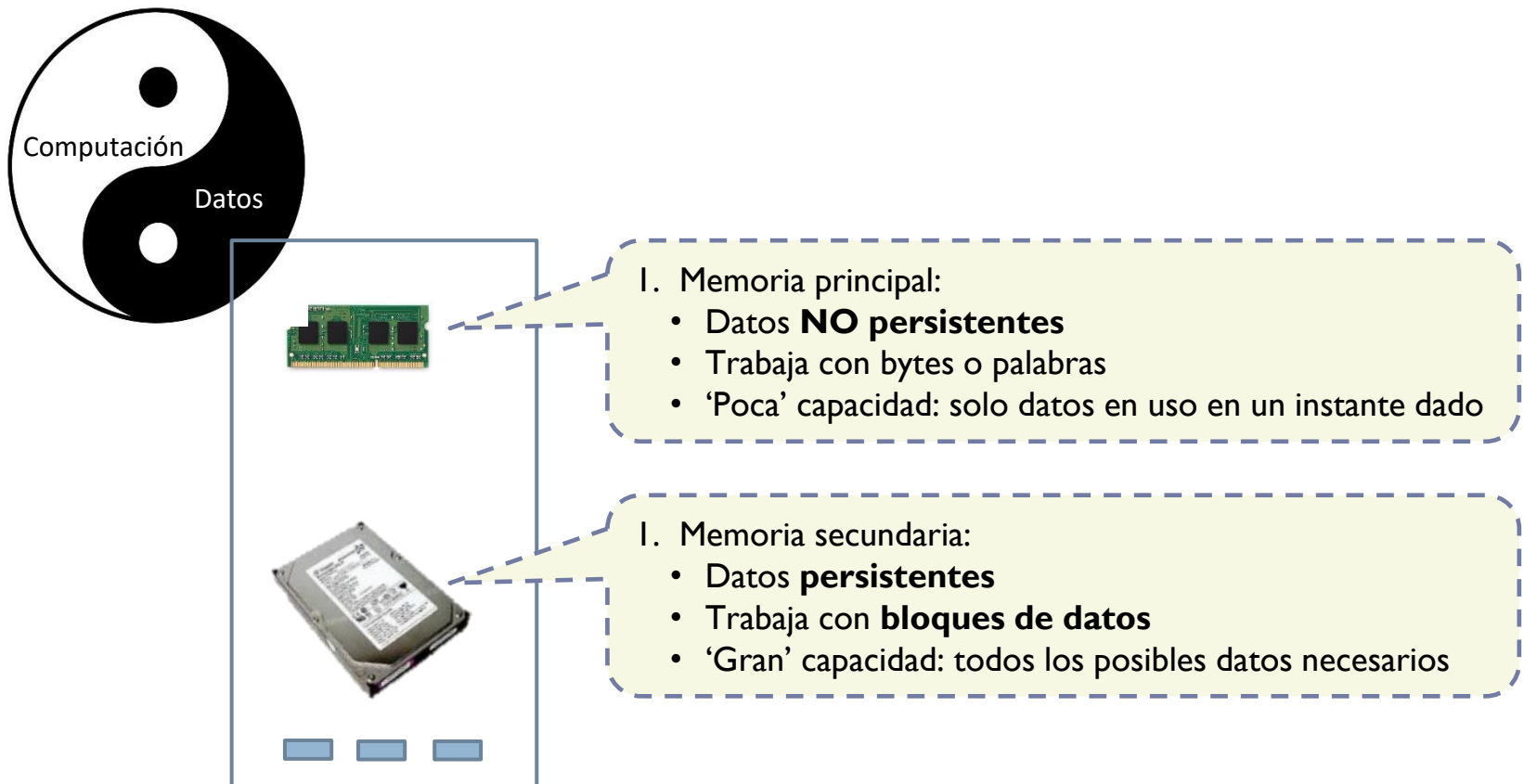


Ámbito general

~2021

7

Alejandro Calderón Mateos 

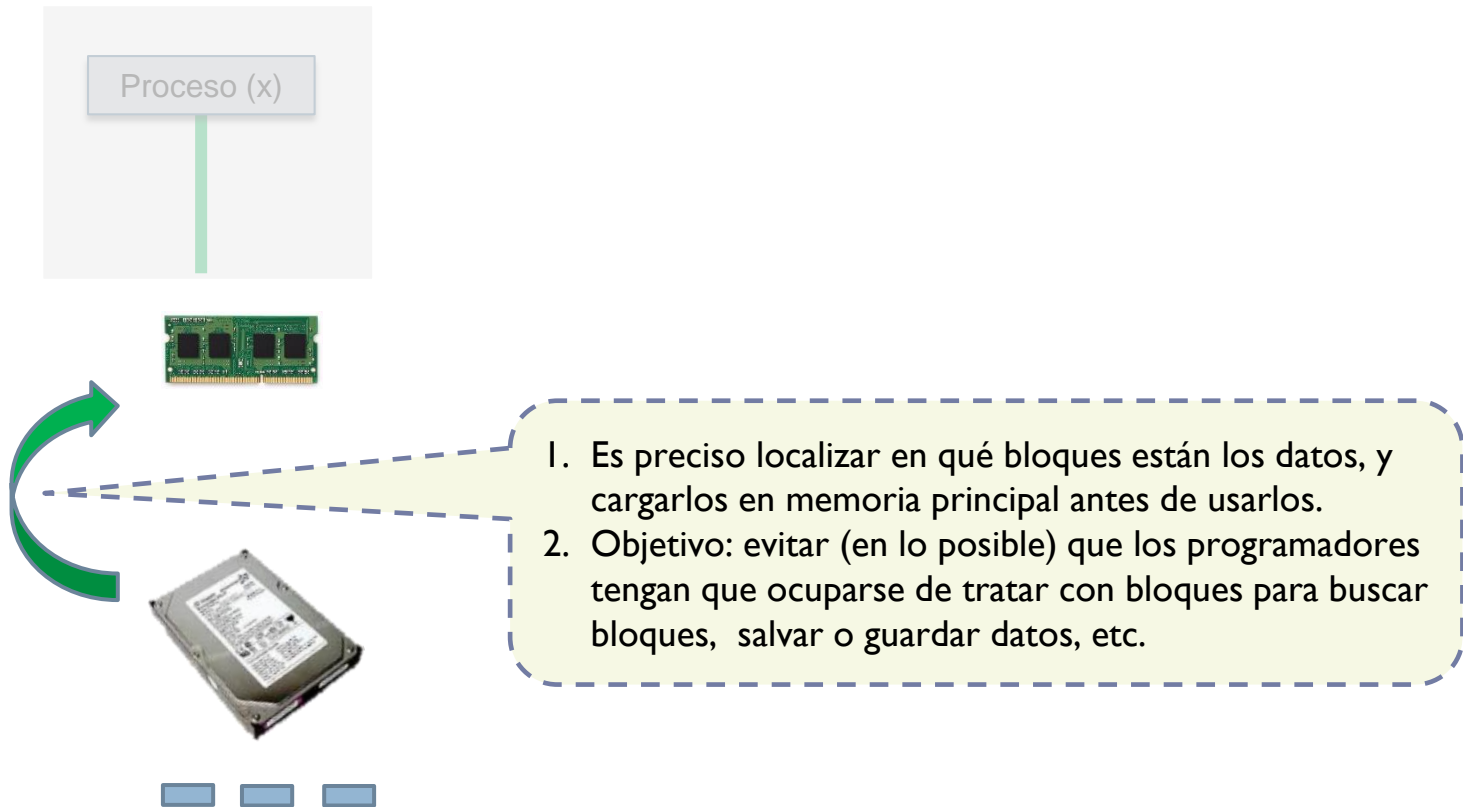


Ámbito general

~2021

8

Alejandro Calderón Mateos 

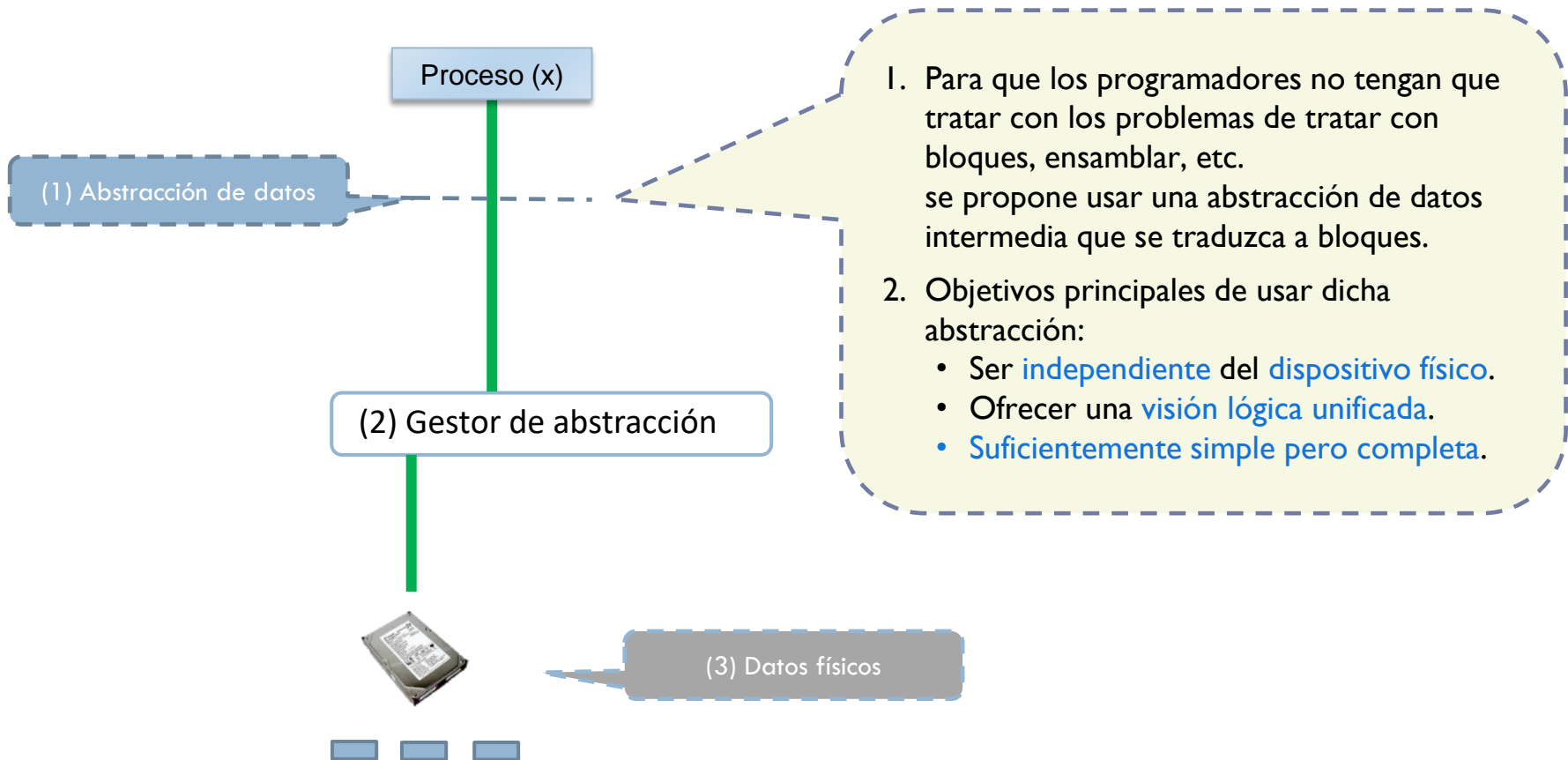


Ámbito general

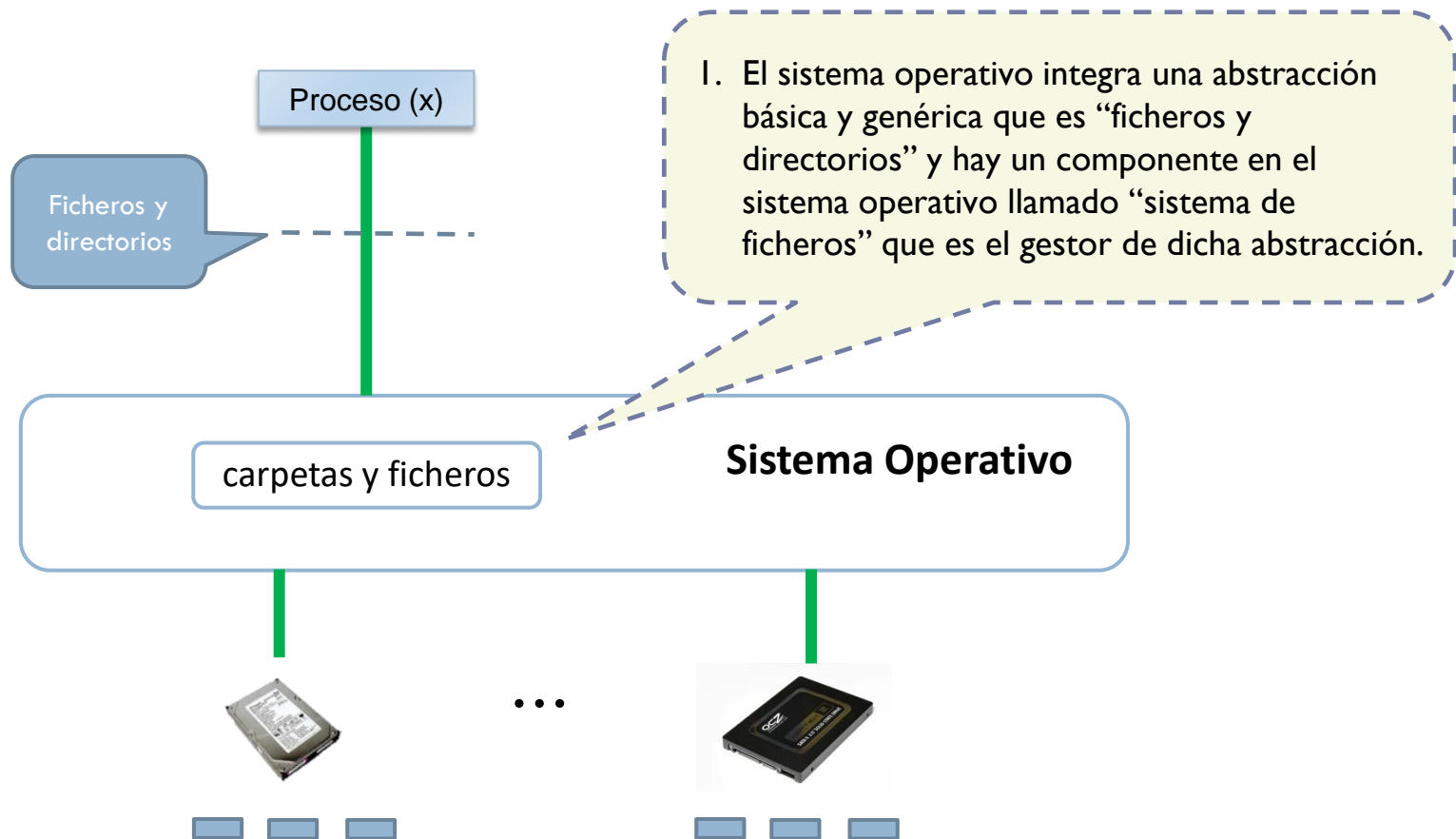
~2021

9

Alejandro Calderón Mateos 

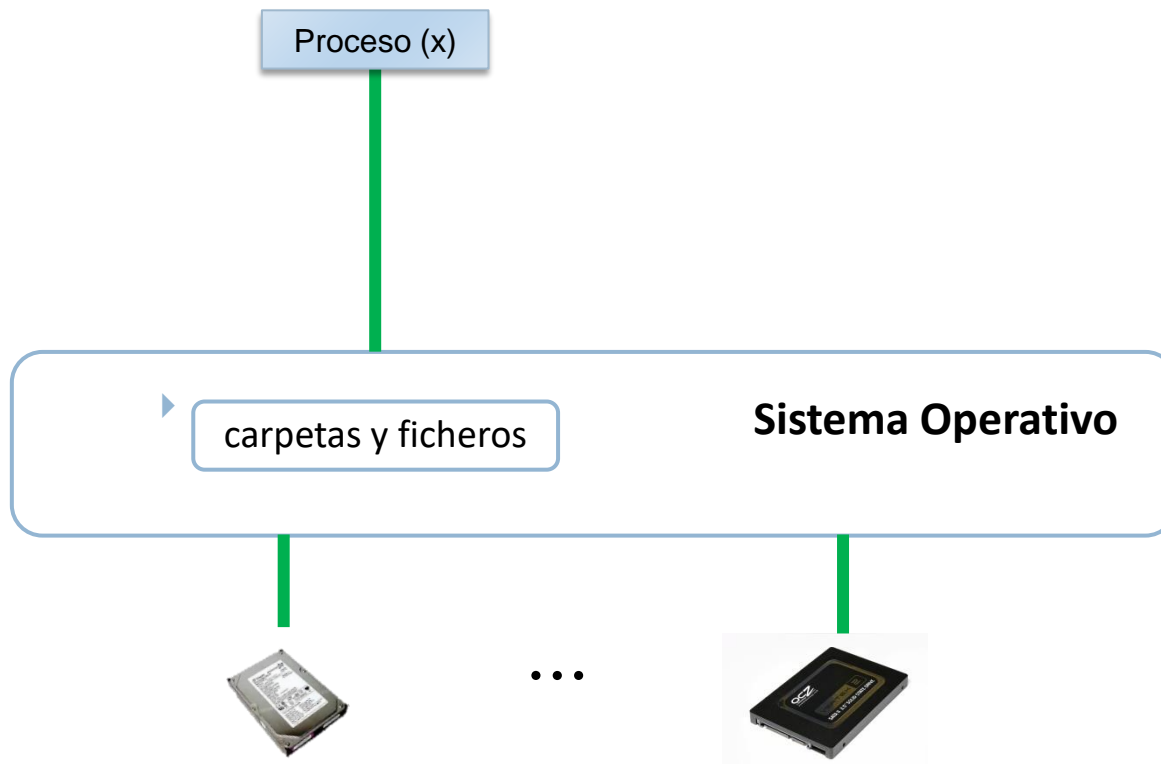


(1/2) El S.O. integra una abstracción básica y genérica: sistema de ficheros



Principales Características de un sistema de ficheros

- ▶ Incorporar una funcionalidad añadida para facilitar el manejo del almacenamiento secundario:



Principales Características de un sistema de ficheros

12

Alejandro Calderón Mateos 

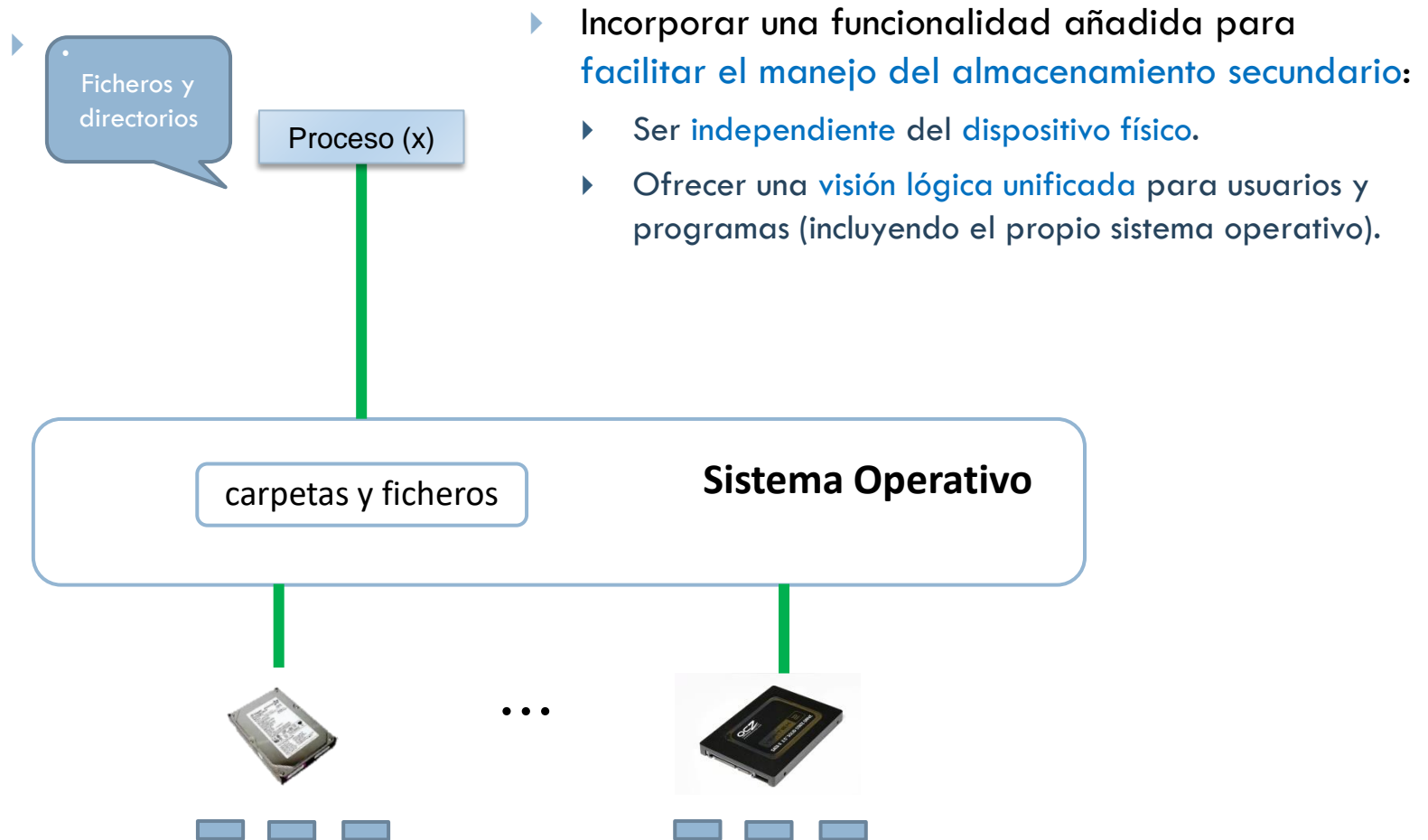
- ▶ Incorporar una funcionalidad añadida para **facilitar el manejo del almacenamiento secundario**:
 - ▶ Ser **independiente** del **dispositivo físico**.



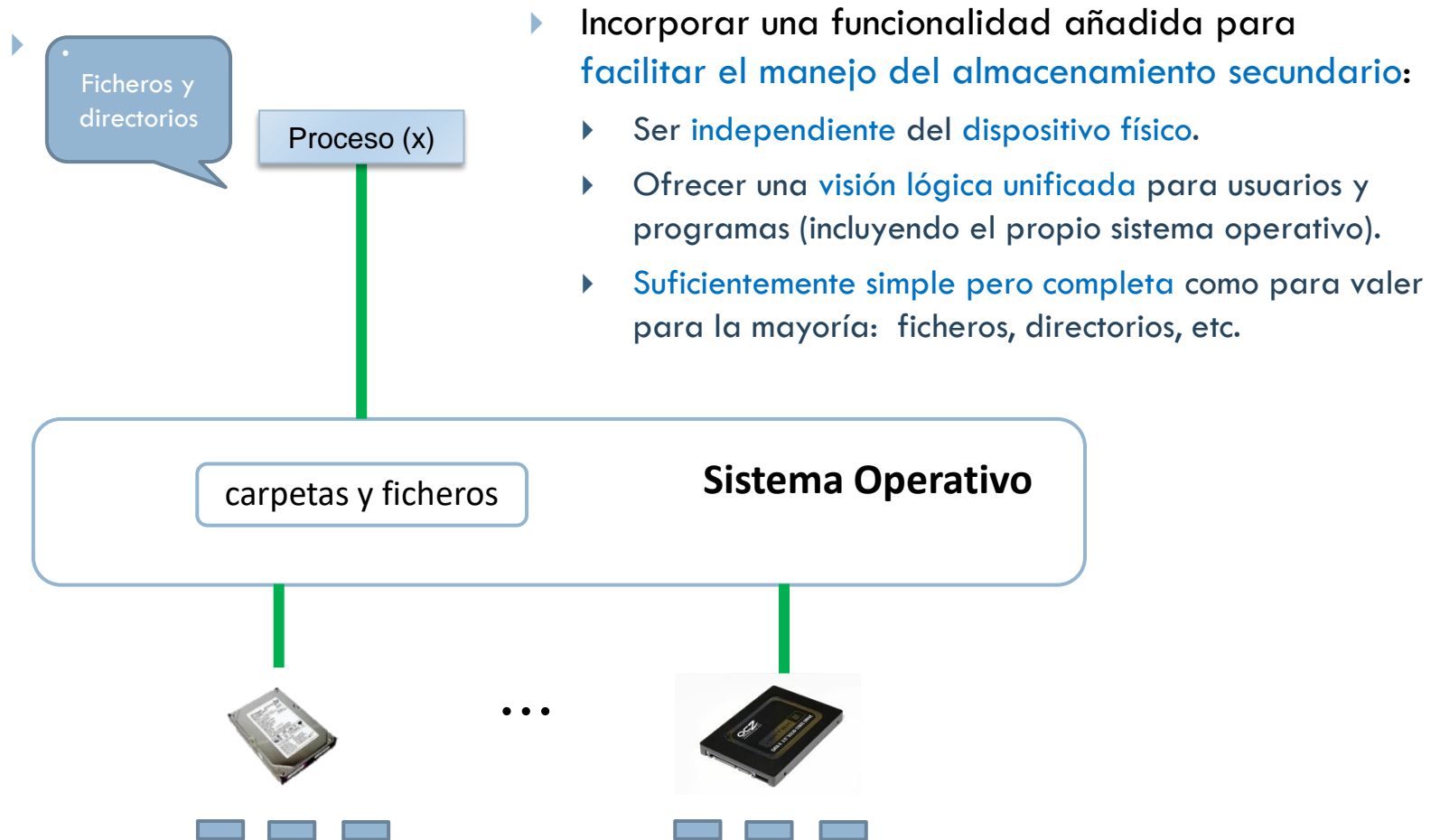
Principales Características de un sistema de ficheros

13

Alejandro Calderón Mateos 



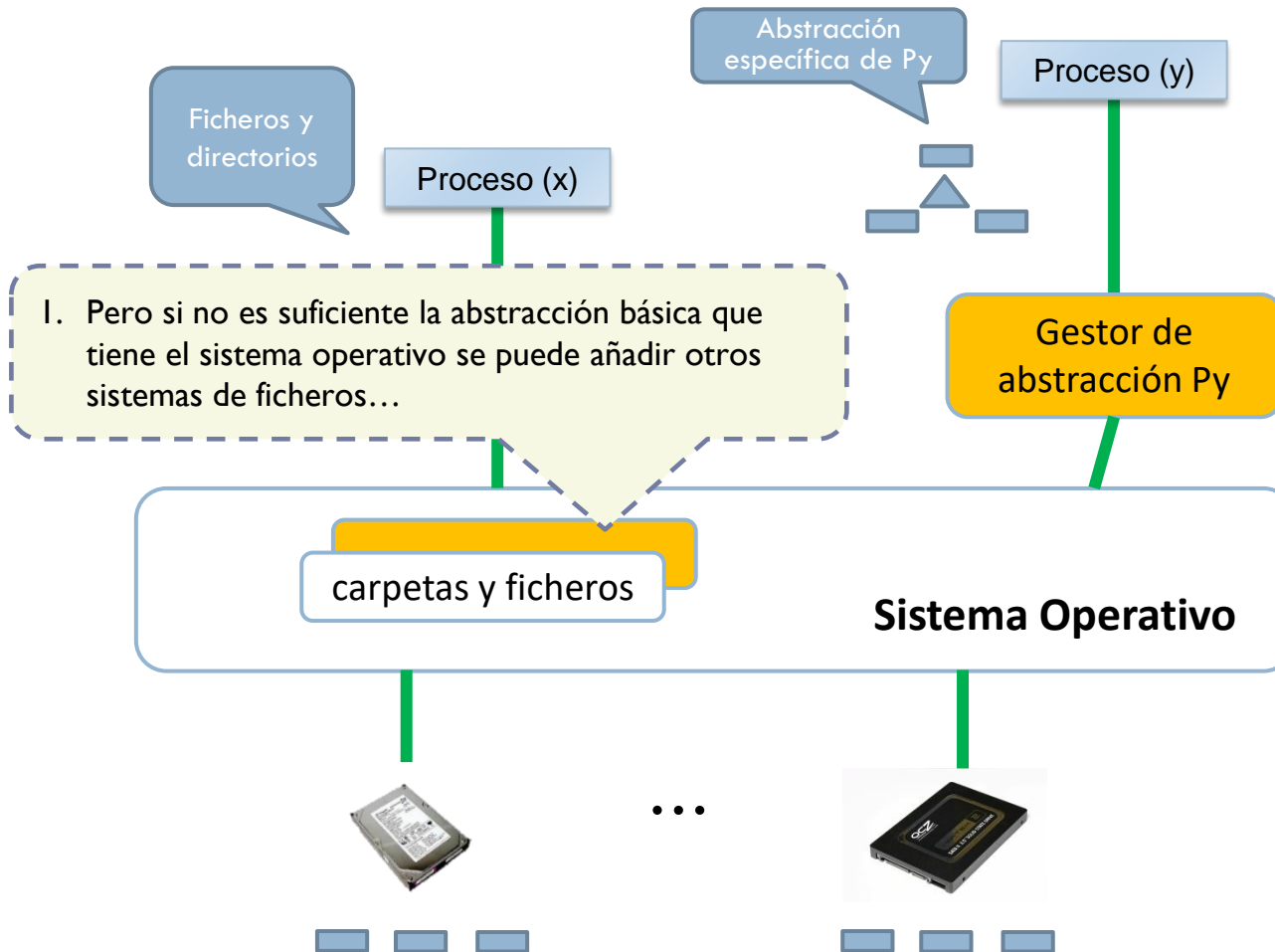
Principales Características de un sistema de ficheros



(2/2) El S.O. da soporte para construir hasta otros sistemas de almacenamiento

15

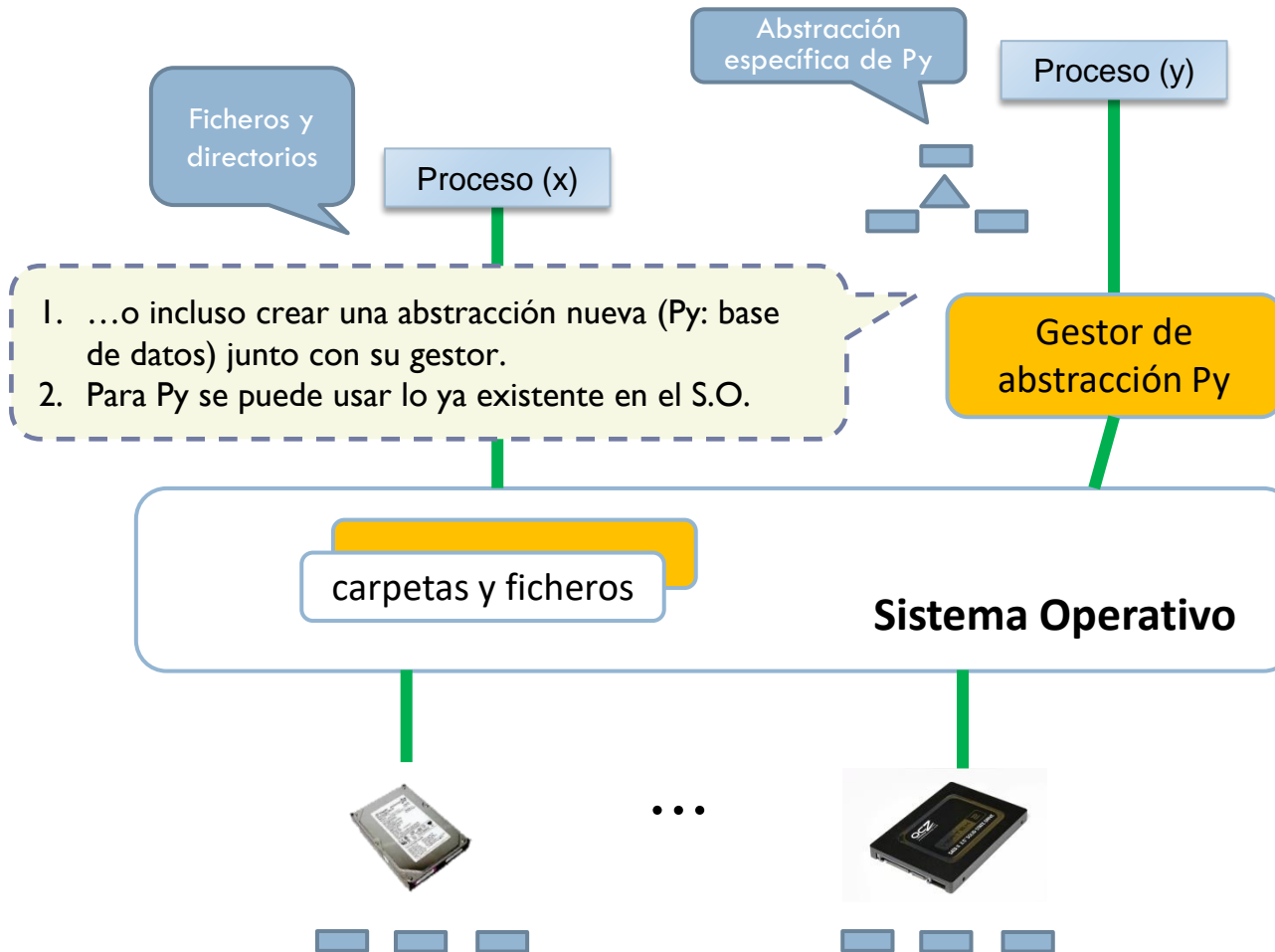
Alejandro Calderón Mateos 



(2/2) El S.O. da soporte para construir hasta otros sistemas de almacenamiento

16

Alejandro Calderón Mateos 

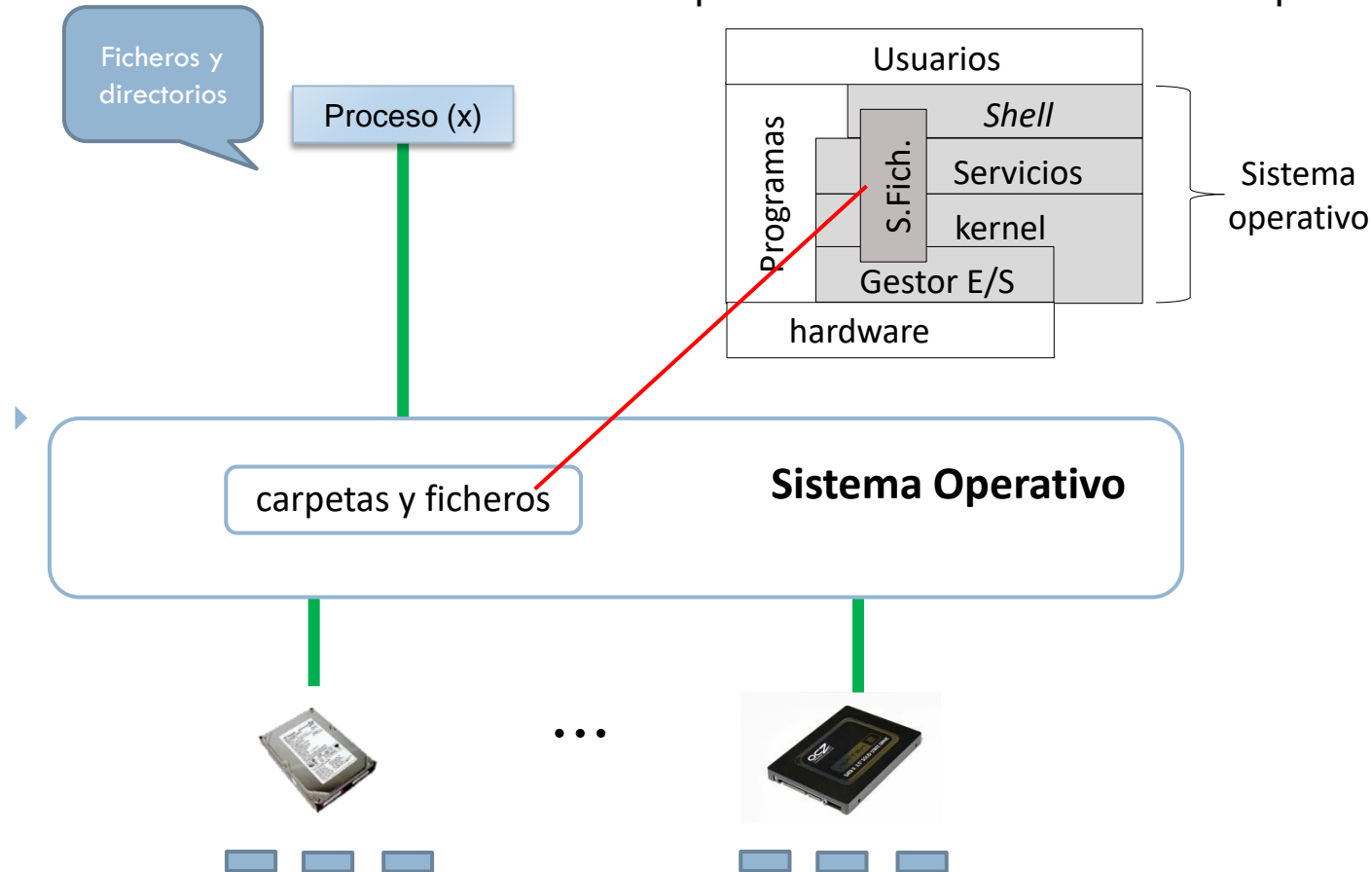


Principales Características de un sistema de ficheros

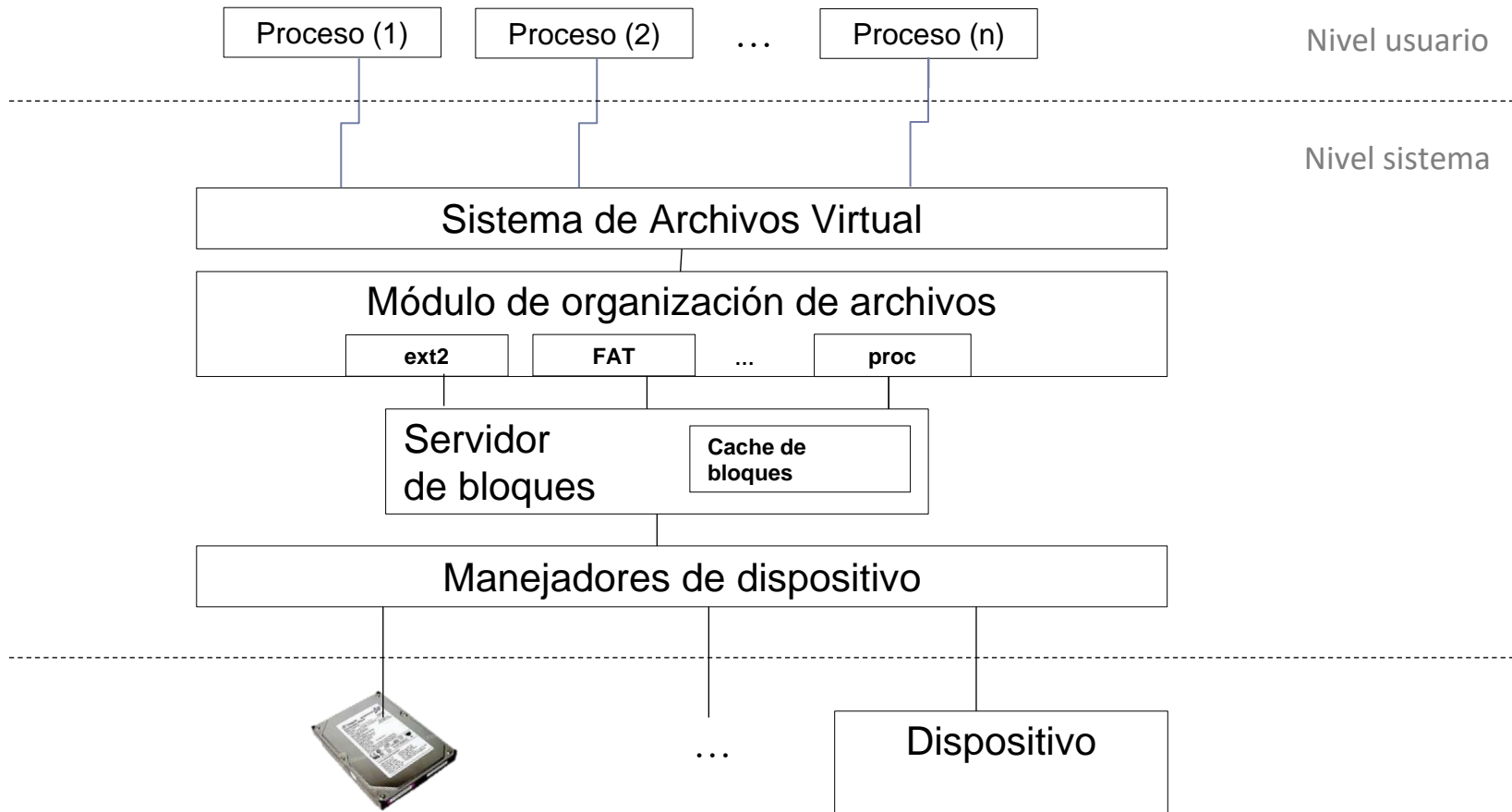
17

Alejandro Calderón Mateos 

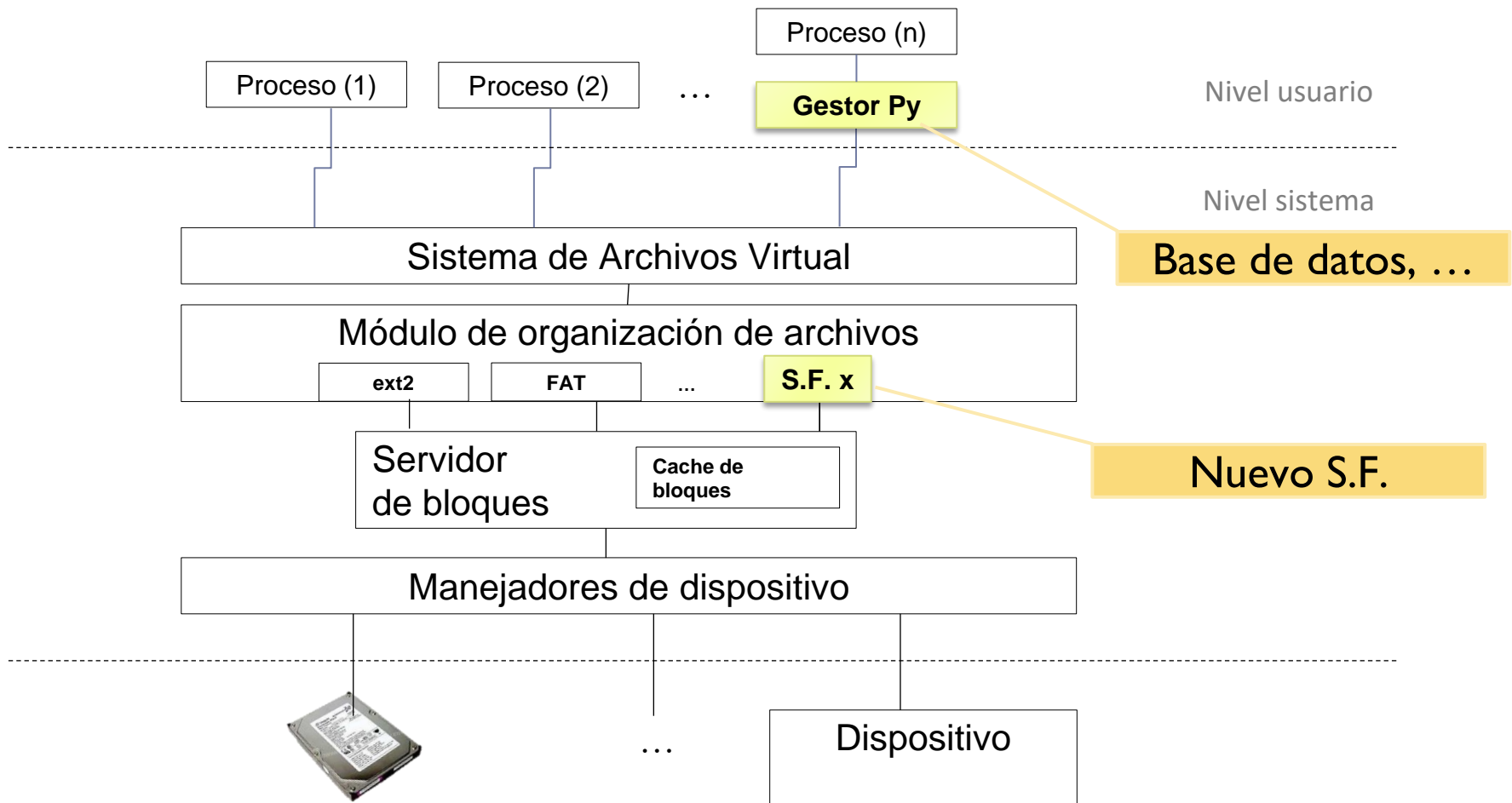
► Arquitectura transversal al sistema operativo:



Arquitectura de los sistemas de ficheros



Arquitectura ampliable con sistemas de ficheros y gestores externos

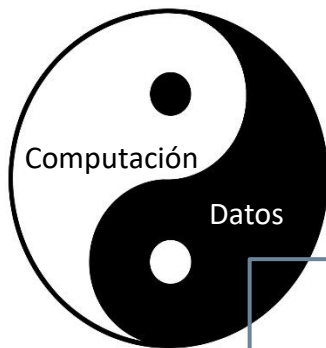


Ámbito general

> 2021

20

Alejandro Calderón Mateos 



¿ ?

I. Nueva memoria (casi suma de principal y secundaria):

- Datos **persistentes**
- Trabaja con bytes o palabras, o con bloques
- 'Gran' capacidad

Ámbito general

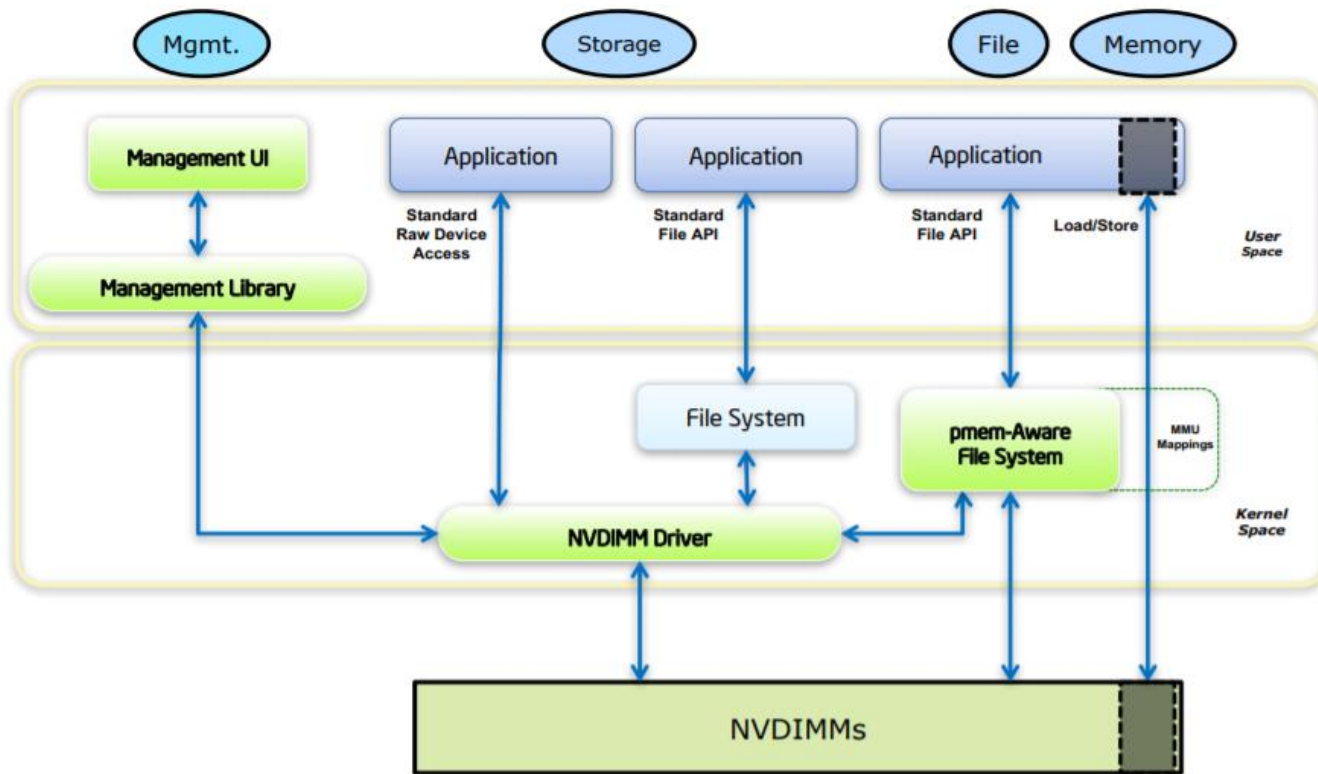
> 2021

21

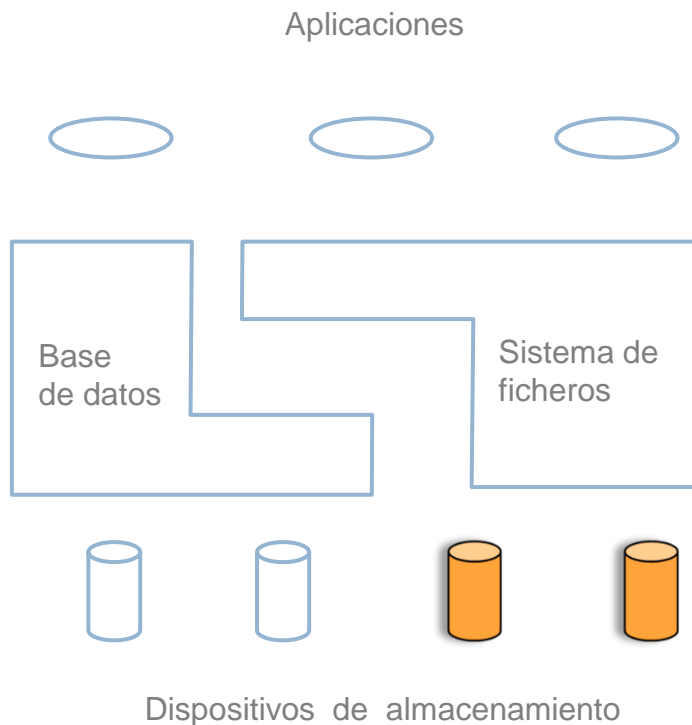
https://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/npm, <http://pmem.io/>

Alejandro Calderón Mateos 

The SNIA NVM Programming Model

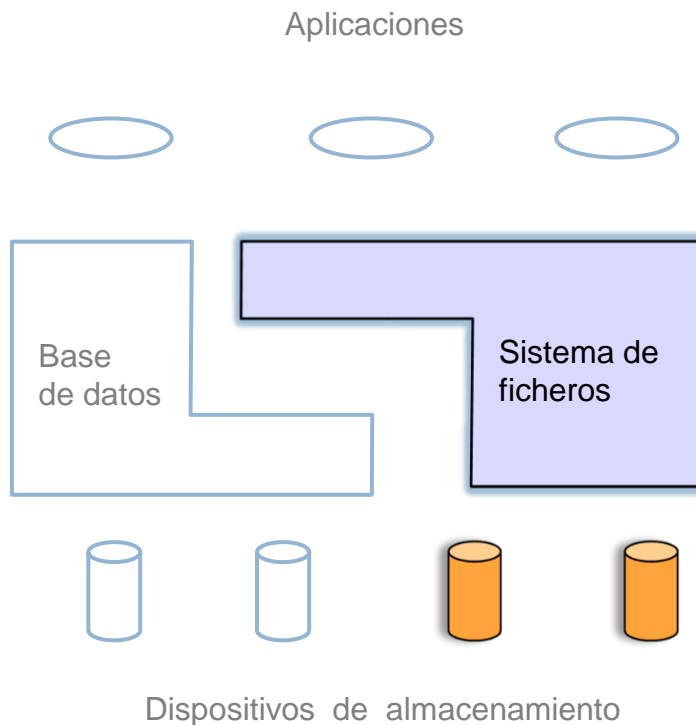


Resumen: arquitectura



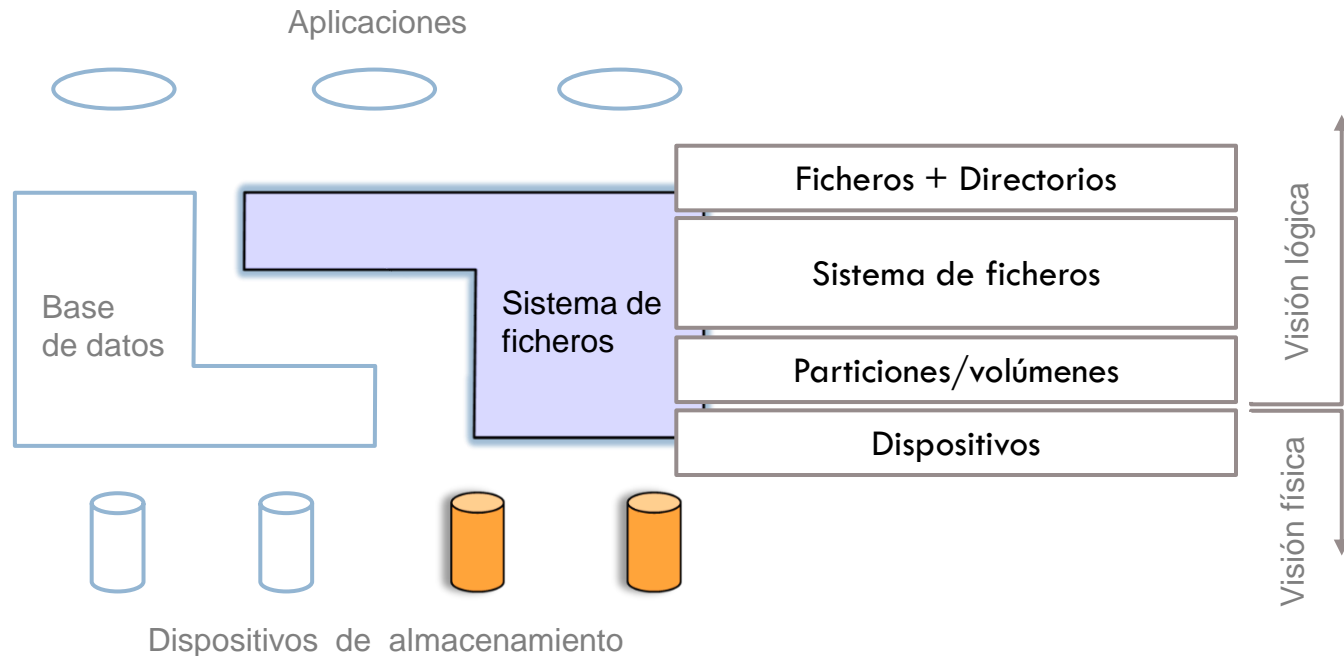
- Tenemos ambas posibilidades en ilustración que propone la SNIA:
 - ▣ *Storage Networking Industry Association*
 - ▣ <http://www.snia.org>
- Las aplicaciones acceden a los datos guardados en dispositivos de almacenamiento usando BBDD y/o sistemas de ficheros.

Resumen: arquitectura



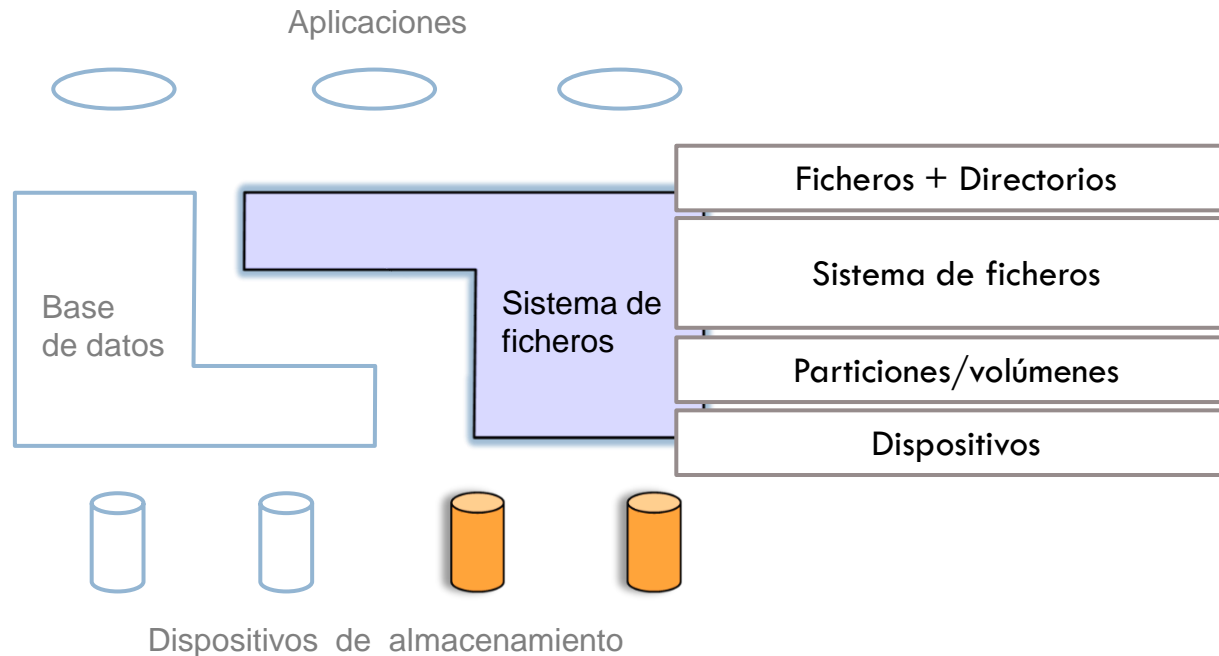
- En este tema nos centraremos en la gestión mediante el S.O. a través del sistema de ficheros:
 - ▣ Organización
 - ▣ Almacenamiento
 - ▣ Recuperación
 - ▣ Gestión de nombres
 - ▣ Implementación de la semántica de utilización
 - ▣ Protección

Resumen: abstracciones



- A estudiar: ficheros, directorios, sistema de ficheros, volúmenes y dispositivos
- Visión lógica Visión física

Resumen: abstracciones



- ❑ Cuidado con el término “**sistema de ficheros**” que es usado para nombrar tanto al **software gestor** como para las **estructuras de datos en disco**

Introducción

resumen

importante

□ Sistema de ficheros:

- Es la parte del SO encargada de repartir y organizar la M.S.
- Proporciona una abstracción (basada en ficheros, directorios, etc.) que oculta los detalles de la organización de la M.S.
 - Oculta detalles sobre almacenamiento/distribución de datos en los periféricos.
- Funciones principales:
 - (1) Organización, (2) Gestión de nombres, (3) Almacenamiento, (4) Recuperación, (5) Implementación de la semántica de coutilización, (6) Protección

□ Sistema de ficheros también:

- Es la capa de software entre dispositivos y usuarios/as.
- Simplifica el manejo de periféricos tratándolos como ficheros
 - Establece una correspondencia entre dispositivos lógicos y ficheros.
 - Facilita protección y visión lógica (lo más independiente de detalles físicos).

Introducción

resumen

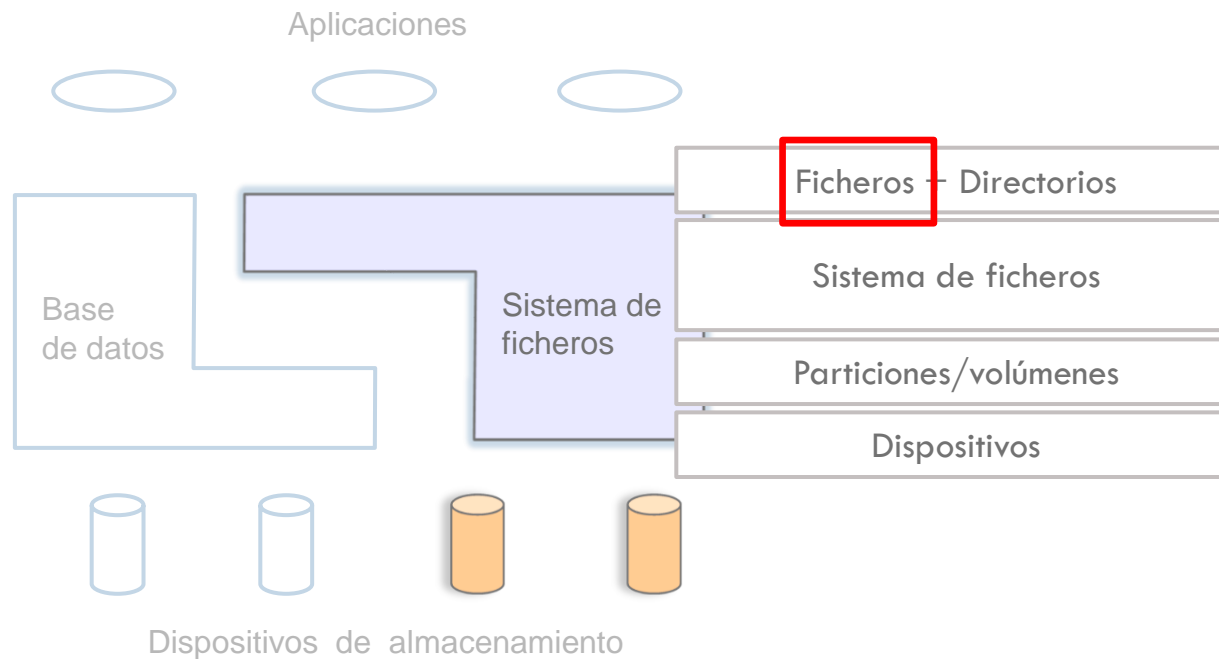
importante

- Sistema de ficheros para el usuario:
 - Almacenamiento permanentes de información:
 - No desaparece aunque se apague el computador.
 - Abstracción lógica para facilitar el manejo de información:
 - Conjunto de información estructurada de forma lógica según criterios de aplicación.
 - Nombres lógicos y estructurados.
 - No están ligados al ciclo de vida de una aplicación particular.
 - Abstraen los dispositivos de almacenamiento físico.
 - Acceso a los servicios ofrecidos a través de un API:
 - Se acceden a través de llamadas al sistema operativo o de bibliotecas de utilidades.
 - Se puede trabajar con varios sistemas de ficheros a la vez en un SO:
 - Ej: Linux admite a la vez ext2, btrfs, fat32, etc.

Contenidos

- Introducción
- **Fichero**
 - ▣ Metadatos
 - ▣ Interfaz
 - ▣ Métodos de acceso
 - ▣ Semántica de compartición
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Fichero o archivo

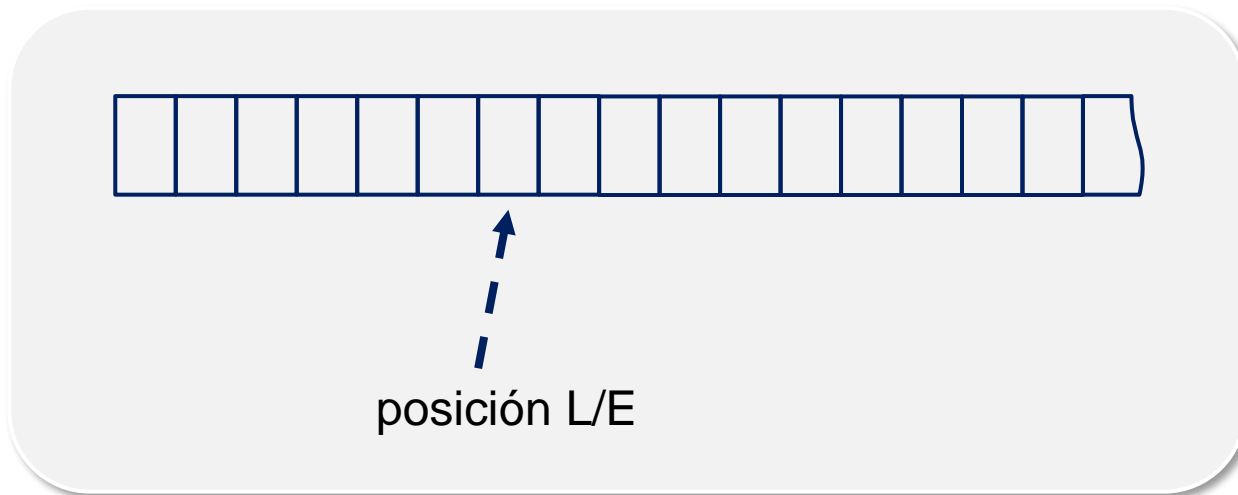


Fichero o archivo (visión lógica)

30

Alejandro Calderón Mateos 

- Conjunto de información relacionada que ha sido definida por su creador.
- Habitualmente el contenido es representado por una secuencia o tira de bytes (UNIX, POSIX):



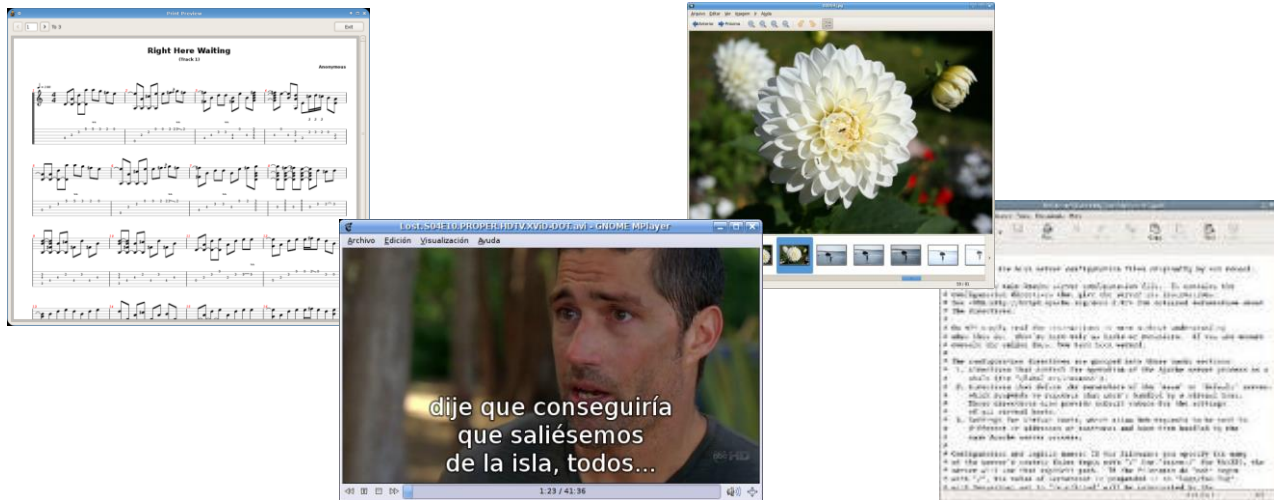
Fichero o archivo

31

Alejandro Calderón Mateos



□ Diferentes tipos de información:



Fichero o archivo (estructura)

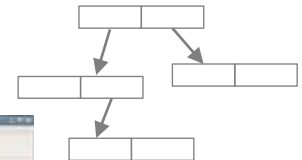
32

Alejandro Calderón Mateos

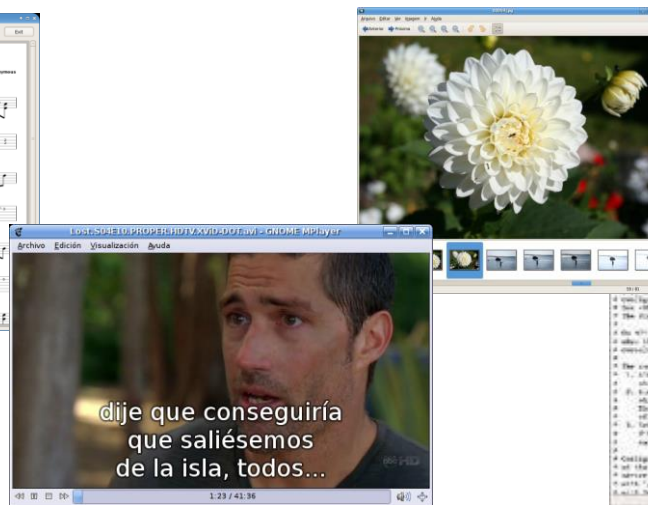
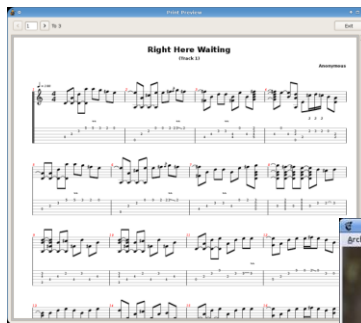
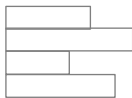


□ Diferentes tipos de estructuras de esa información:

- Complejos
 - Formato (XML, etc.)
 - Reubicables



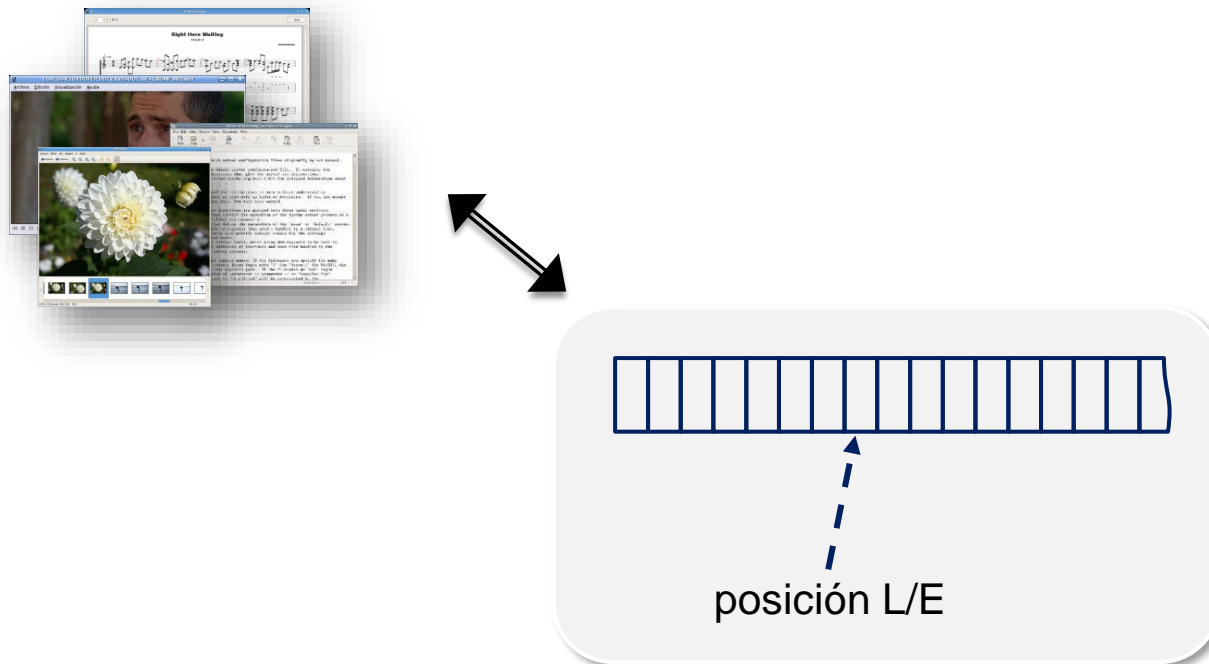
- Registros
 - Longitud fija
 - Longitud variable



- Secuencia de palabras

Fichero o archivo

- Las aplicaciones convierten y almacenan como una **secuencia o tira de bytes**:



Contenidos

- Introducción
- **Fichero**
 - ▣ **Metadatos**
 - ▣ Interfaz
 - ▣ Métodos de acceso
 - ▣ Semántica de compartición
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Fichero o archivo

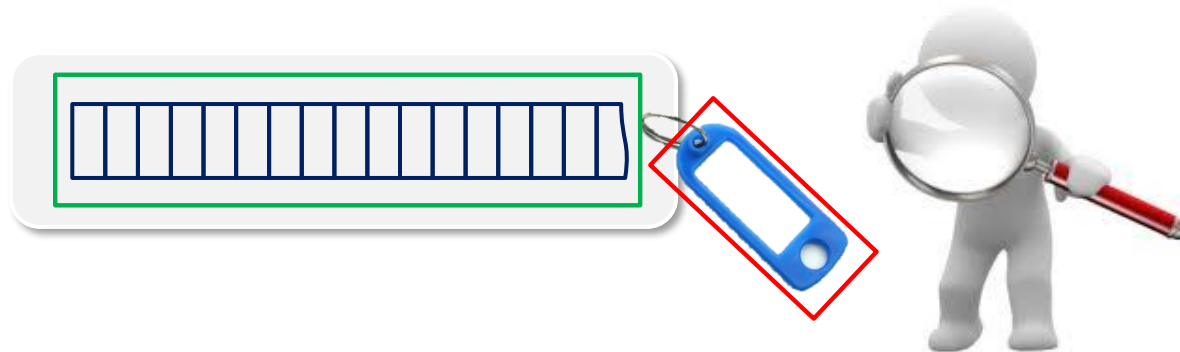
□ Información de un archivo:

□ Datos

- Información que almacena el archivo.

□ Metadatos

- Información sobre el archivo.
- Distintos **atributos** sobre el archivo (+ información usada por el S.O.)
- Dependiente del sistema de ficheros.



Fichero o archivo

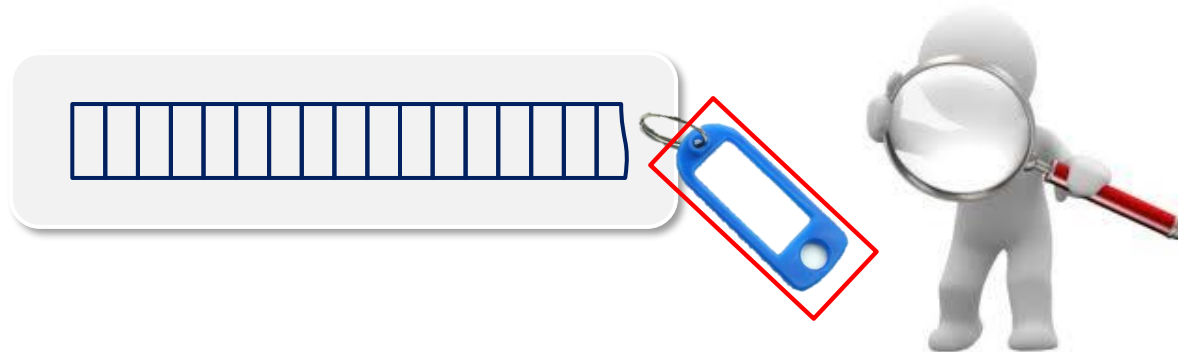
□ Información de un archivo:

□ Datos

- Información que almacena el archivo.

□ Metadatos

- Información sobre el archivo.
- Distintos **atributos** sobre el archivo (+ información usada por el S.O.)
- Dependiente del sistema de ficheros.





Fichero o archivo: atributos

□ Atributos típicos de un fichero:

- **Nombre:** identificador para los usuarios del fichero.
- **Identificador:** etiqueta unívoca del archivo (numérico) usada por el S.O.
- **Tipo:** tipo de archivo (para los sistemas que lo necesiten)
 - Ej.: extensión (.exe, .pdf, etc.)
- **Ubicación:** identificador que ayuda a la localización de los bloques del dispositivo que pertenecen al archivo.
- **Tamaño:** tamaño actual del fichero (en bytes o bloques de disco).
- **Protección:** control de acceso y operaciones qué usuario puede hacer.
- **Información temporal:** instante de tiempo de último acceso, de creación, etc. que permite la monitorización del uso del archivo.
- **Identificación de usuario:** identificador del creador, dueño del archivo, etc.

Nombre de fichero (y extensión)

- Se utiliza tiras de caracteres:
 - ▣ Permite a los usuarios organizarse mejor.
 - ▣ Los usuarios no recuerdan nombres del tipo 00112233.
 - ▣ Directorios relacionan nombre con su identificador interno.
- Es característico de cada sistema de ficheros:
 - ▣ Longitud del nombre: fijo (MS-DOS) o variable (UNIX)
 - ▣ Sensibles a mayúsculas/minúsculas (Unix) o no (MS-DOS)
 - INMA e inma
 - ▣ Necesario extensión: si y fija (MS-DOS), no (UNIX)
 -  remain.zip .zip -> identifica el tipo de fichero (y la aplicación a usar)
 -  /bin/ls file nombre -> identifica por contenido (número mágico)

Control de acceso

- Listas de control de acceso (ACL):
 - ▣ ACL es una lista asociada a un fichero que está formada por entradas ACE en la forma de (usuario/grupo, permiso).
 - ▣ Ej.: NTFS, UFS de Solaris, HFS de HP-UX, etc.
 - ▣ En Linux: `setfacl -d -m g:desarrollo:rw /home/devs`
- Permisos:
 - ▣ Versión condensada usada en UNIX tradicional.
 - ▣ 3 categorías: usuario, grupo, otros.
 - ▣ 3 tipos de acceso por categoría: `read`, `write`, `execute`.

Contenidos

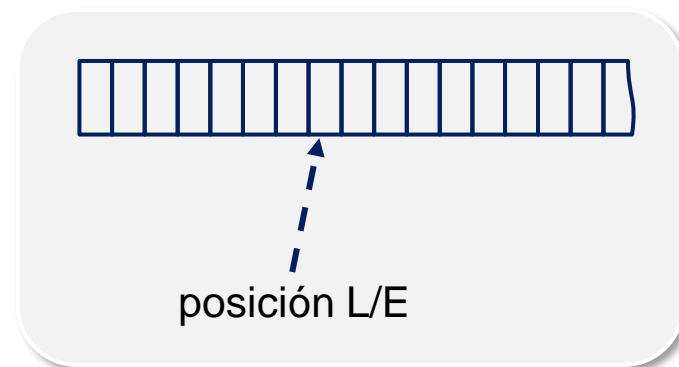
- Introducción
- **Fichero**
 - ▣ Metadatos
 - ▣ **Interfaz**
 - ▣ Métodos de acceso
 - ▣ Semántica de compartición
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Fichero o archivo: interfaz

41

Alejandro Calderón Mateos 

- **Interfaz genérica** para acceder a la información:
 - ▣ descriptor ← `open` (nombre, flags, modo)
 - ▣ `close` (descriptor)
 - ▣ `read` (descriptor, puntero, tamaño)
 - ▣ `write` (descriptor, puntero, tamaño)
 - ▣ `lseek` (descriptor, desplazamiento, origen)
 - ▣ `ioctl` (descriptor, operación, puntero_a_parámetros)



OPEN – Apertura de fichero

| | |
|-------------|--|
| Servicio | <pre>#include <sys/types.h> #include <sys/stat.h> #include <fcntl.h> int open(char *pathname, int flags[, mode_t mode]);</pre> |
| Argumentos | <ul style="list-style-type: none">□ pathname nombre del fichero (puntero al primer caracter).□ flags opciones de apertura:<ul style="list-style-type: none">■ O_RDONLY Sólo lectura■ O_WRONLY Sólo escritura■ O_RDWR Lectura y escritura■ O_APPEND Posicionar el puntero de acceso al final del fichero abierto■ O_CREAT Si existe no tiene efecto. Si no existe lo crea■ O_TRUNC Trunca si se abre para escritura□ mode permisos:<ul style="list-style-type: none">■ S_I{RWX}{USR GRP,OTH} Lectura, Escritura, Ejecución x usuario, grupo, otros |
| Devuelve | Un descriptor de fichero ó -1 si hay error. |
| Descripción | Apertura de fichero (o creación si se usa O_CREAT). |

CLOSE – Cierre de fichero

| | |
|-------------|---|
| Servicio | <pre>#include <unistd.h> int close(int fd);</pre> |
| Argumentos | fd descriptor de fichero. |
| Devuelve | Devuelve 0 ó -1 si error. |
| Descripción | El proceso cierra la session de trabajo con el fichero, y el descriptor pasa a estar libre. |

READ – Lectura de fichero

| | |
|-------------|---|
| Servicio | <pre>#include <sys/types.h> ssize_t read(int fd, void *buf, size_t n_bytes);</pre> |
| Argumentos | <ul style="list-style-type: none">▣ <code>fd</code> descriptor de fichero▣ <code>buf</code> zona donde almacenar los datos▣ <code>n_bytes</code> número de bytes a leer |
| Devuelve | Número de bytes realmente leídos, 0 si fin de fichero (EOF) y -1 si error. |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">▣ Intenta leer <code>n_bytes</code>. Puede leer menos datos de los solicitados (ej.: si se rebasa el fin de fichero o se interrumpe por una señal).▣ Después de la lectura se actualiza el puntero de posición del fichero (file pointer) con el número de bytes realmente leídos. |

WRITE – Escritura de fichero

| | |
|-------------|---|
| Servicio | <pre>#include <sys/types.h> ssize_t write(int fd, void *buf, size_t n_bytes);</pre> |
| Argumentos | <ul style="list-style-type: none">❑ <code>fd</code> descriptor de fichero❑ <code>buf</code> zona de datos a escribir❑ <code>n_bytes</code> número de bytes a escribir |
| Devuelve | Número de bytes realmente escritos ó -1 si error. |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">❑ Intenta escribir <code>n_bytes</code>. Puede escribir menos datos de los solicitados (ej.: si se rebasa el tamaño máximo de un fichero o se interrumpe por una señal).❑ Después de la escritura se actualiza el puntero de posición del fichero (file pointer) con el número de bytes realmente escritos.❑ Si se rebasa el fin de fichero el fichero aumenta de tamaño. |

LSEEK – Movimiento del puntero de posición

| | |
|-------------|--|
| Servicio | <pre>#include <sys/types.h> #include <unistd.h> off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence);</pre> |
| Argumentos | <ul style="list-style-type: none">❑ <code>fd</code> descriptor de fichero❑ <code>offset</code> desplazamiento (en bytes, positivo o negativo)❑ <code>whence</code> base del desplazamiento |
| Devuelve | <ul style="list-style-type: none">❑ La nueva posición del puntero ó -1 si error.❑ Ejemplo: <code>lseek(fd, 55, SEEK_SET)</code> devolvería 55 si no hay error. |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">❑ Modifica el puntero de lectura/escritura asociado a <code>fd</code>❑ La nueva posición se calcula:<ul style="list-style-type: none">■ <code>SEEK_SET</code> -> posición = offset■ <code>SEEK_CUR</code> -> posición = posición actual + offset■ <code>SEEK_END</code> -> posición = tamaño del fichero + offset❑ Saltar más allá del final solo se consolida si se escribe. |

LINK – Creación de enlace

| | |
|-------------|--|
| Servicio | <pre>#include <unistd.h> int link (const char* oldpath, const char* newpath);</pre> |
| Argumentos | <ul style="list-style-type: none">❑ <code>oldpath</code> nombre del fichero existente a enlazar.❑ <code>newpath</code> nombre del enlace a crear. |
| Devuelve | Devuelve 0 ó -1 si error. |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">❑ Crea un enlace duro (<i>hard link</i>) de un entrada (archivo o directorio) existente en la misma partición de la entrada enlazada.❑ Incrementa el contador de enlaces del fichero. |

UNLINK – Borrado de fichero

| | |
|-------------|--|
| Servicio | <pre>#include <unistd.h> int unlink (const char* path);</pre> |
| Argumentos | path nombre del fichero |
| Devuelve | Devuelve 0 si todo correcto ó -1 si error. |
| Descripción | <ul style="list-style-type: none">▣ Decrementa el contador de enlaces del fichero.▣ Si el contador es 0 entonces:<ul style="list-style-type: none">▣ Si no está abierto entonces borra el fichero y libera sus recursos.▣ Si está abierto, al cerrar se borrará y liberará sus recursos. |

Fichero o archivo: interfaz POSIX

importante

49

Alejandro Calderón Mateos 

escritura

```
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>

int main ( int argc, char *argv[] )
{
    int fd1 ;
    char str1[10] ;
    int nb ;

    fd1 = open ("/tmp/txt1",
                O_CREAT|O_RDWR, S_IRWXU);
    if (-1 == fd1) {
        perror("open:");
        exit(-1);
    }

    strcpy(str1,"hola");
    nb = write (fd1,str1,strlen(str1));
    printf("bytes escritos = %d\n",nb);

    close (fd1);
    return (0) ;
}
```

lectura

```
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>

int main ( int argc, char *argv[] )
{
    int fd1 ;
    char str1[10] ;
    int nb, i ;

    fd1 = open ("/tmp/txt1",O_RDONLY);
    if (-1 == fd1) {
        perror("open:");
        exit(-1);
    }

    i=0;
    do {
        nb = read (fd1,&(str1[i]),1); i++;
    } while (nb != 0) ;
    str1[i] = '\0';
    printf("%s\n",str1);

    close (fd1);
    return (0);
}
```

Contenidos

- Introducción
- **Fichero**
 - ▣ Metadatos
 - ▣ Interfaz
 - ▣ **Métodos de acceso**
 - ▣ Semántica de compartición
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Fichero o archivo: método de acceso

importante

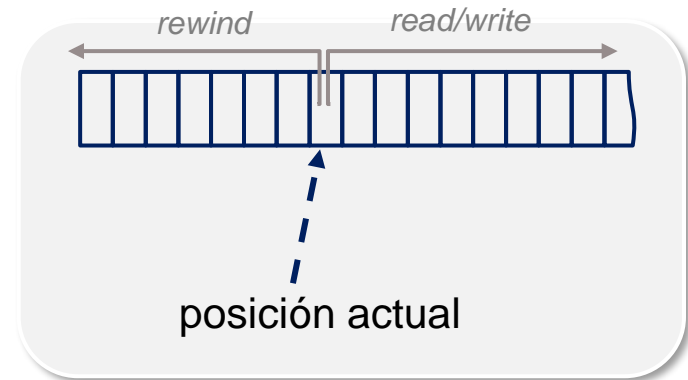
51

Alejandro Calderón Mateos



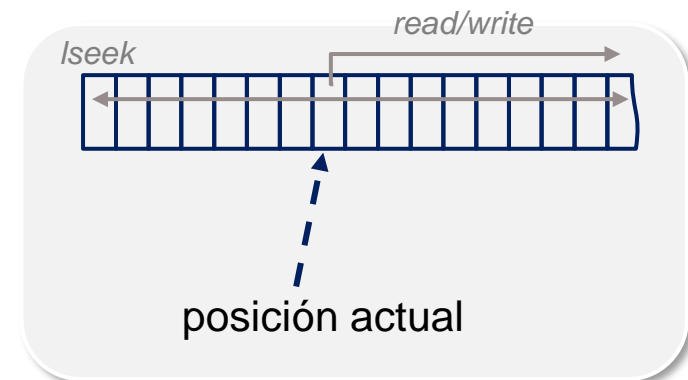
□ Acceso secuencial:

- Dispositivos de acceso secuencial: cintas magnéticas.
- Solo es posible posicionarse (*rewind*) al principio del fichero.



□ Acceso directo:

- Dispositivos de acceso aleatorio: discos duros.
- Es posible posicionarse (*lseek*) en cualquier posición del fichero.
 - Permite construir sobre él otros métodos de acceso (ej.: indexado)



Contenidos

- Introducción
- **Fichero**
 - ▣ Metadatos
 - ▣ Interfaz
 - ▣ Métodos de acceso
 - ▣ **Semántica de compartición**
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

Fichero o archivo: semántica de compartición

- Varios procesos pueden acceder simultáneamente a un fichero.
- Es necesario definir una semántica de coherencia:
 - ▣ ¿Cuándo son observables por otros procesos las modificaciones a un fichero?
- Opciones:
 - ▣ Semántica **UNIX**.
 - ▣ Semántica de **sesión**.
 - ▣ Semántica de **versiones**.
 - ▣ Semántica de archivos **inmutables**.

Fichero o archivo: semántica de compartición

| Semántica Unix | Semántica de sesión | Semántica de versiones | Semántica inmutable |
|--|--|---|---|
| Las escrituras en un archivo son visibles inmediatamente a todos los procesos (y el nuevo puntero de L/E) | Las escrituras en un archivo no son visibles por otros procesos: al cerrar se hace visible . | Las escrituras se hacen sobre copias con número de versión: son visibles al consolidar versiones . | Si se declara compartido un archivo, no se puede modificar |
| Una vez abierto (<i>open</i>), la familia de procesos creado (<i>fork</i>) comparte su imagen . | Una vez cerrado el fichero, los siguientes procesos que lo abran ven las modificaciones . | Usar sincronización explícita para actualizaciones inmediatas. | Hasta no liberar el cerrojo , ni nombre ni contenido pueden modificarse. |
| Contención por acceso exclusivo a la imagen única del fichero. | Un fichero puede estar asociado a varias imágenes . No contención. | Tendrá varias imágenes y coste de consolidar . | No hay concurrencia . |
| Ext3, ufs, etc. | AFS (<i>Andrew File System</i>) | CODA | HDFS |

SISTEMAS OPERATIVOS: SISTEMAS DE FICHEROS



Ficheros, directorios y sistema de ficheros