

# 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

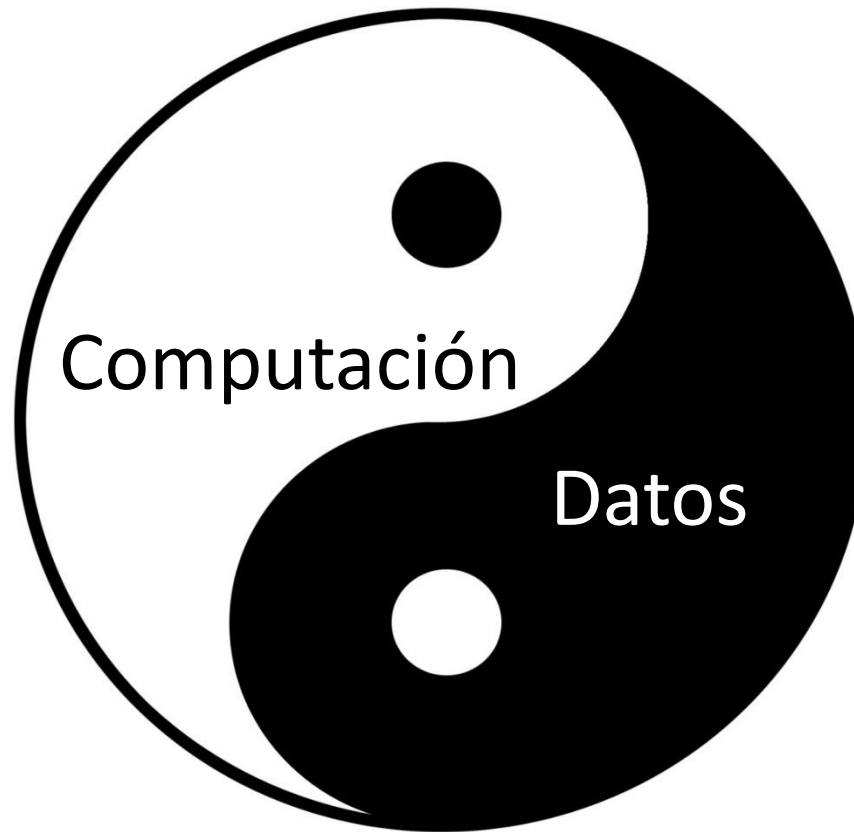
- **Introducción**
- **Fichero**
- Directorio
- Sistema de ficheros
- Particiones/Volúmenes
- Dispositivos
- Software de sistema
- Sistema de ficheros (gestor)

# Ámbito general

~2021

6

Alejandro Calderón Mateos 

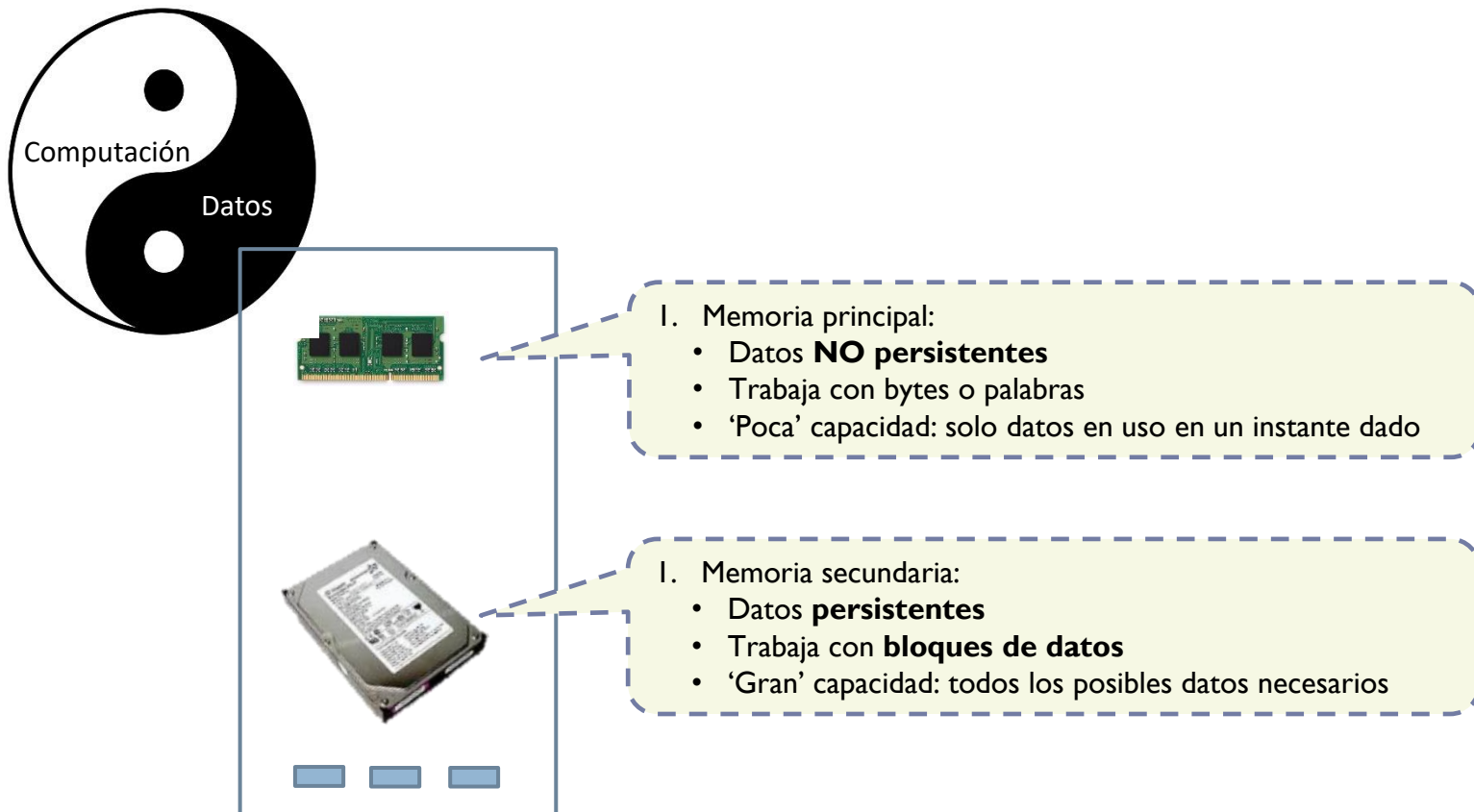


# Ámbito general

~2021

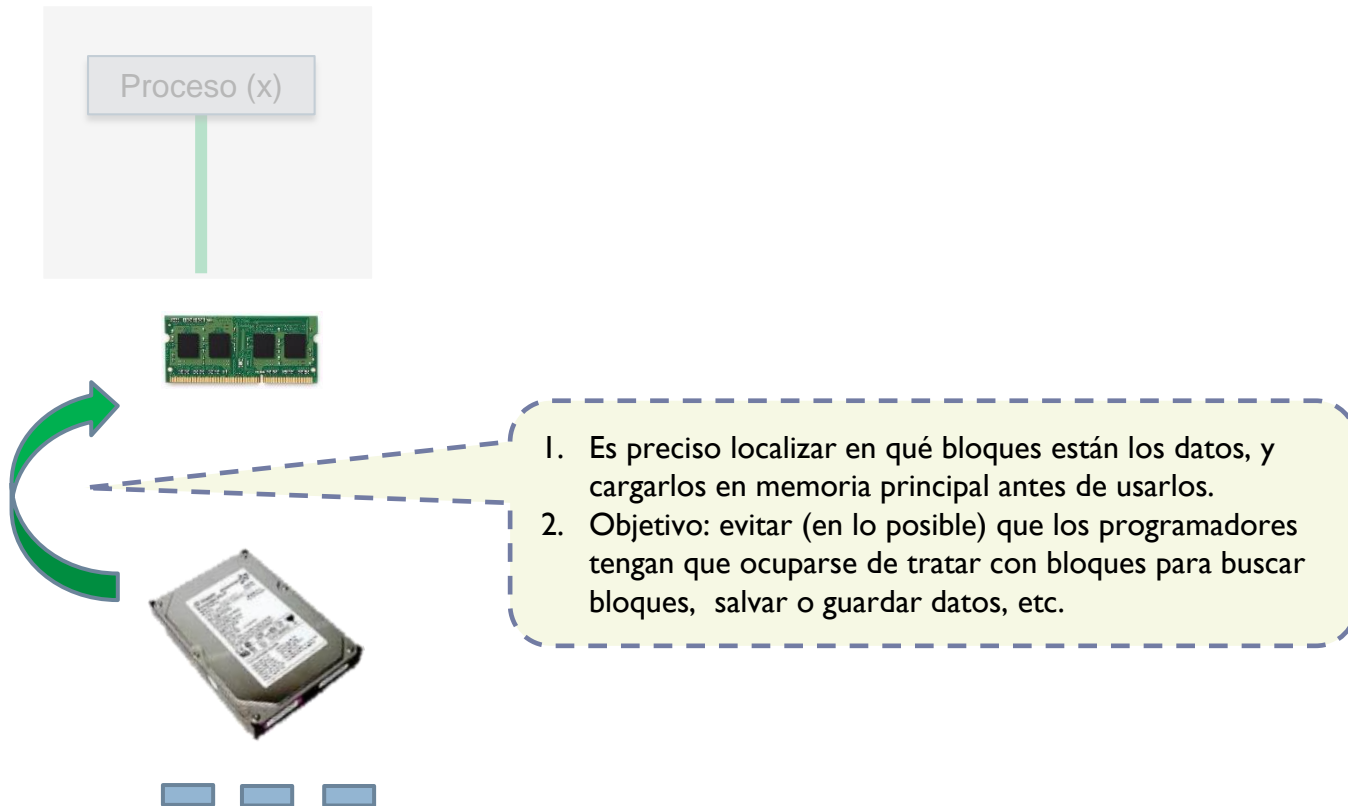
7

Alejandro Calderón Mateos 



# Ámbito general

~2021



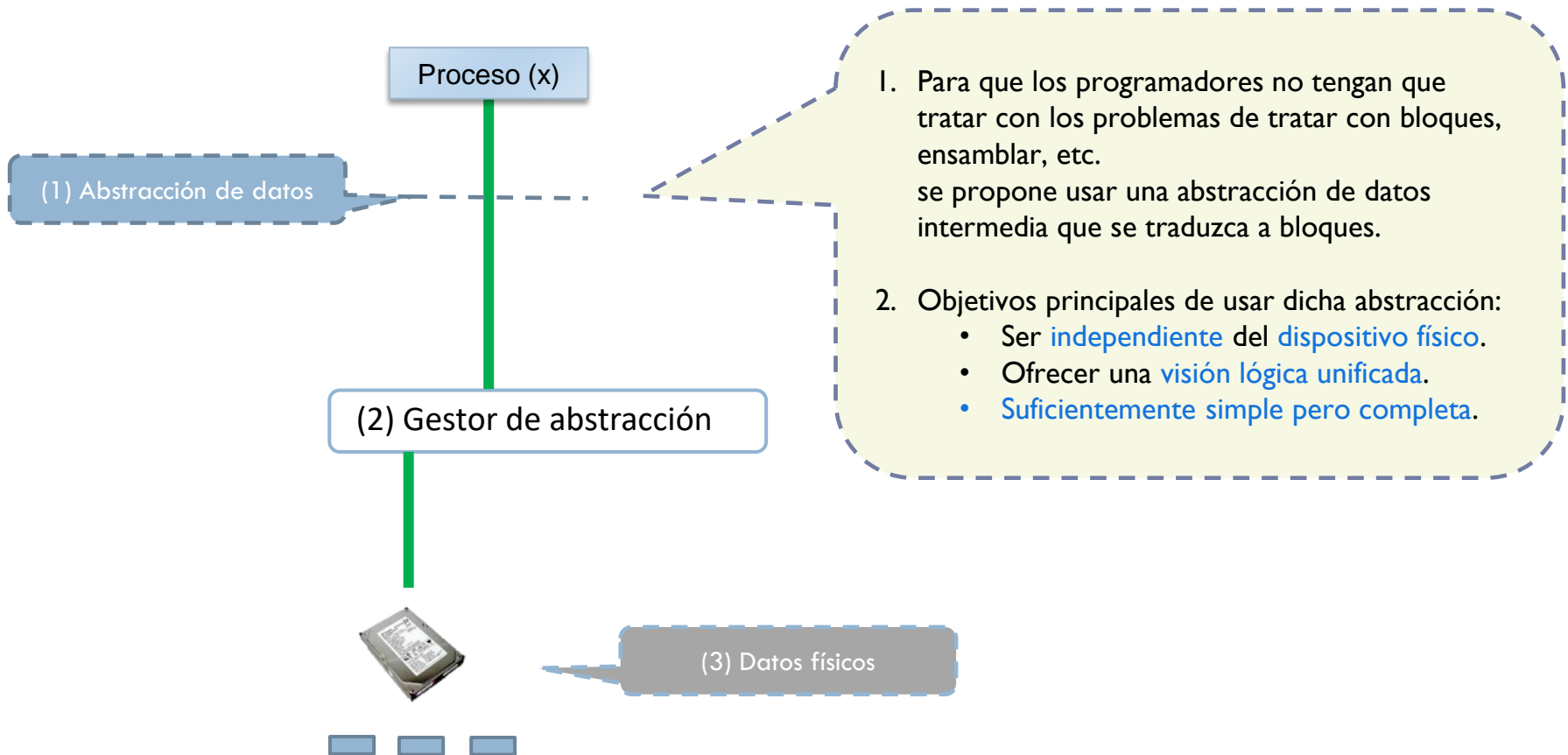


# Ámbito general

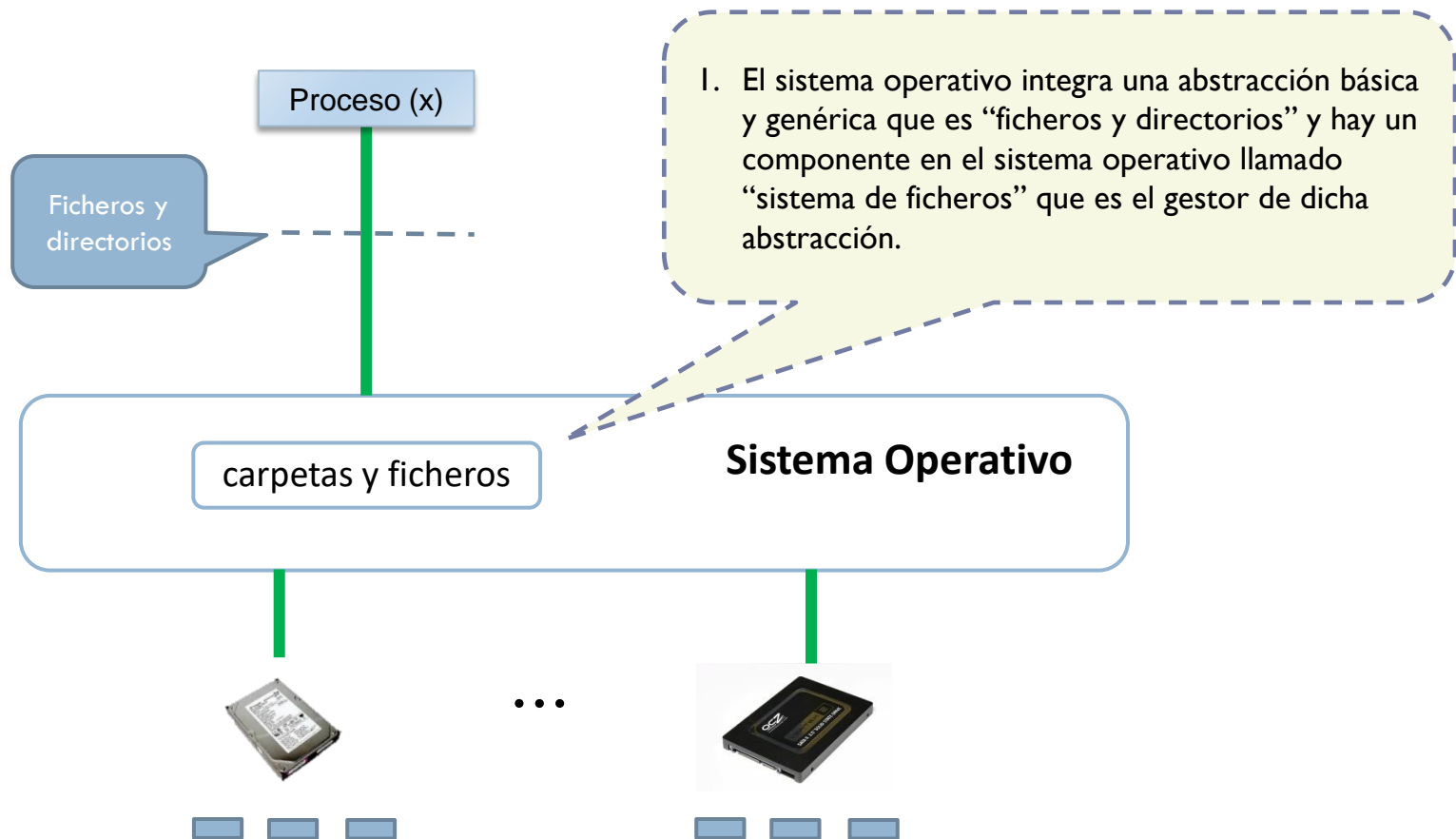
~2021

9

Alejandro Calderón Mateos 

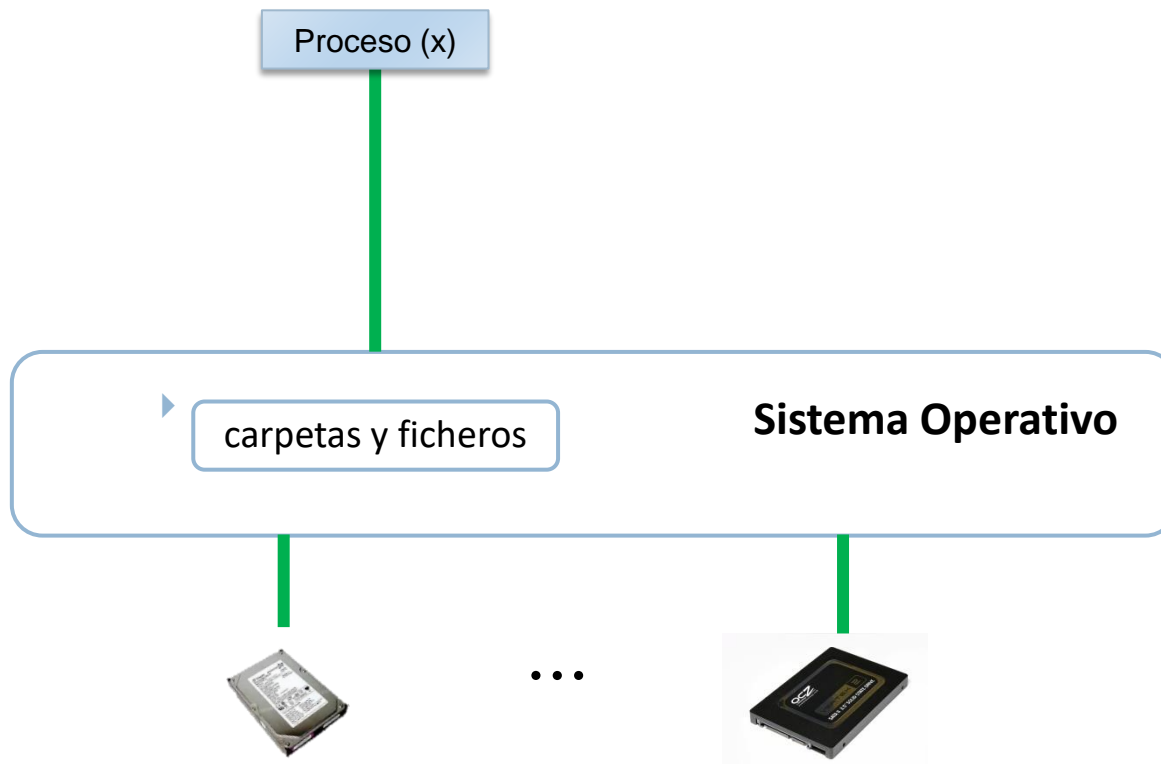


# (1/2) El S.O. integra una abstracción básica y genérica: sistema de ficheros



# 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 

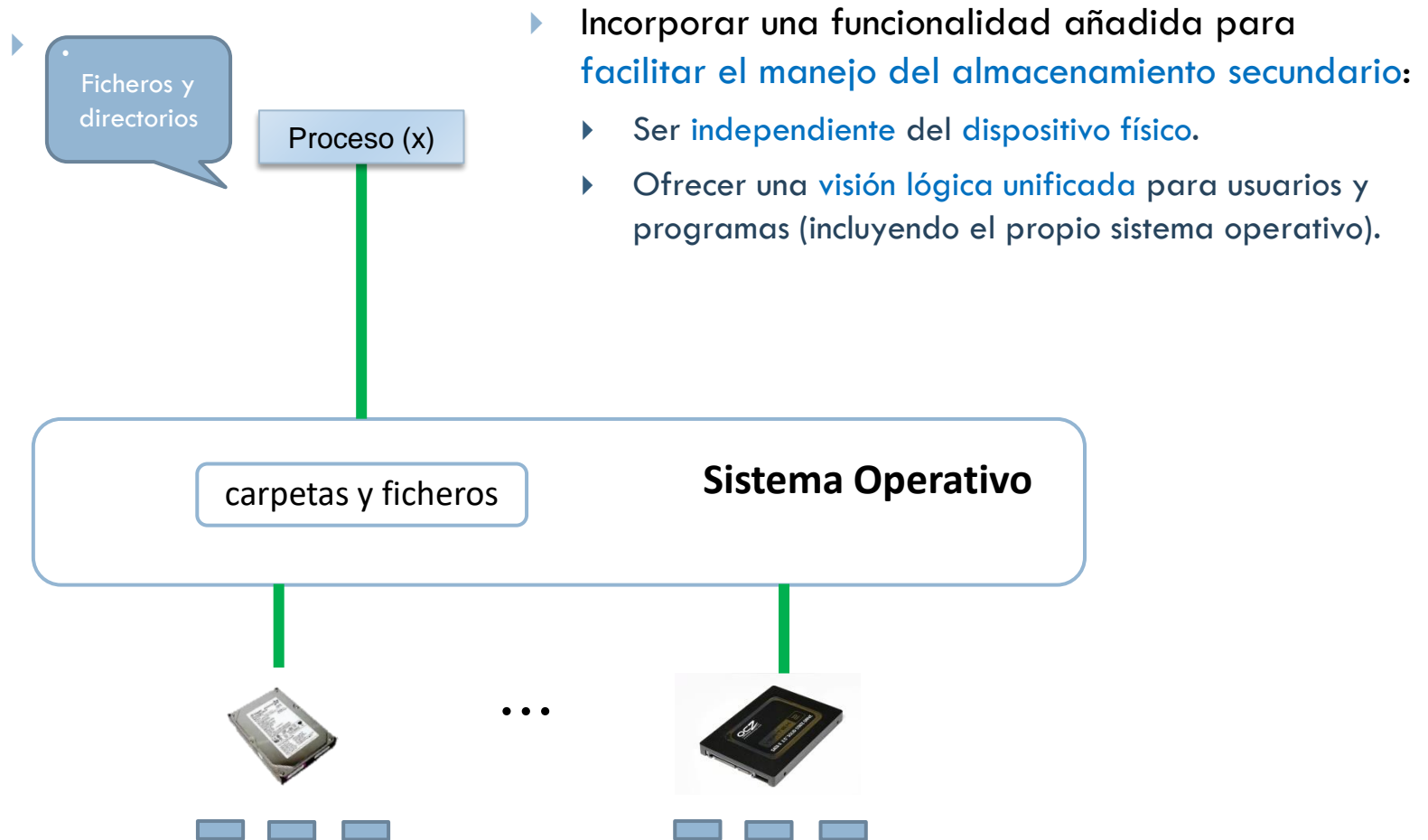
- ▶ Incorporar una funcionalidad añadida para **facilitar el manejo del almacenamiento secundario**:
  - ▶ Ser **independiente** del **dispositivo físico**.



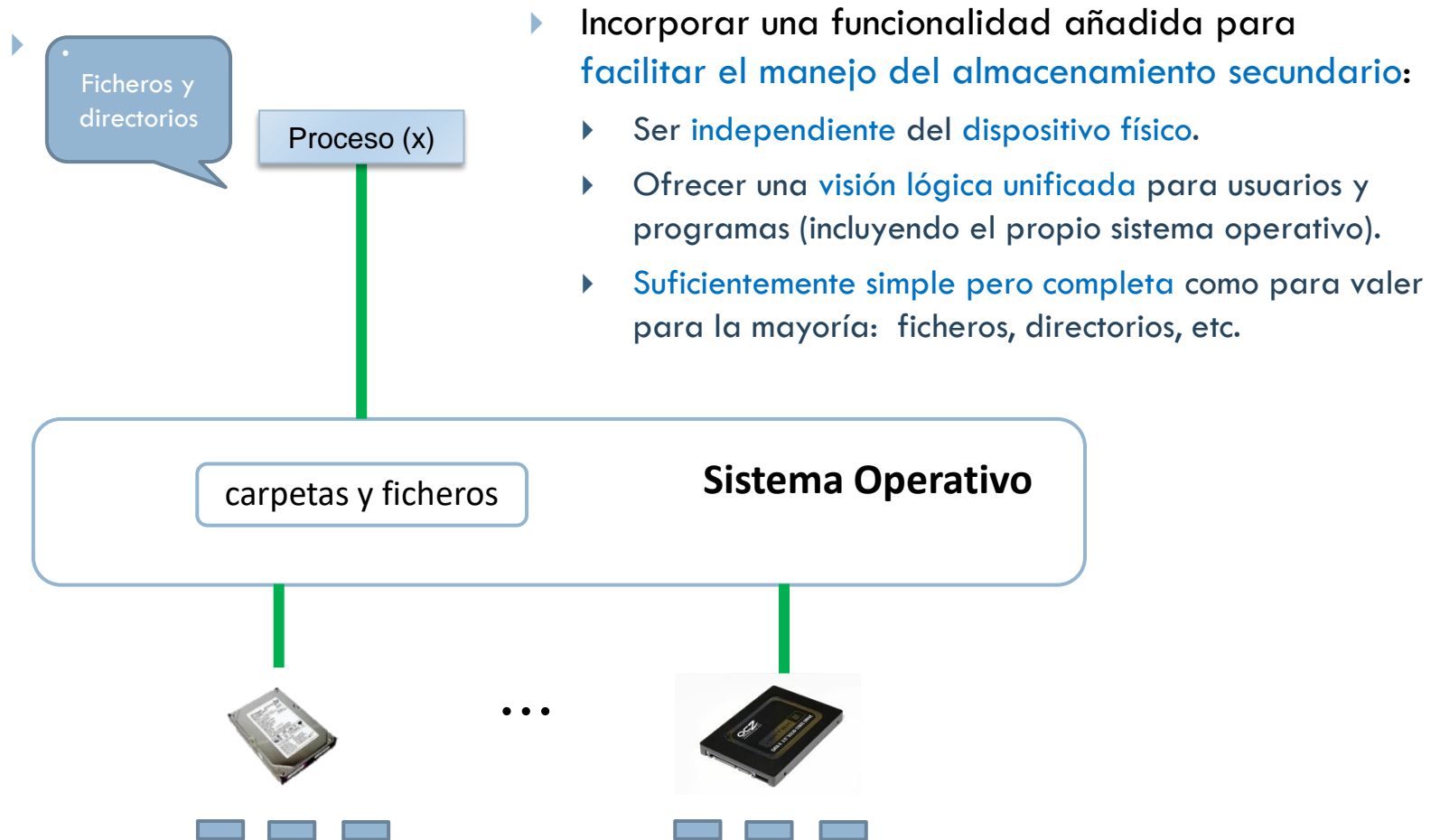
# Principales Características de un sistema de ficheros

13

Alejandro Calderón Mateos 



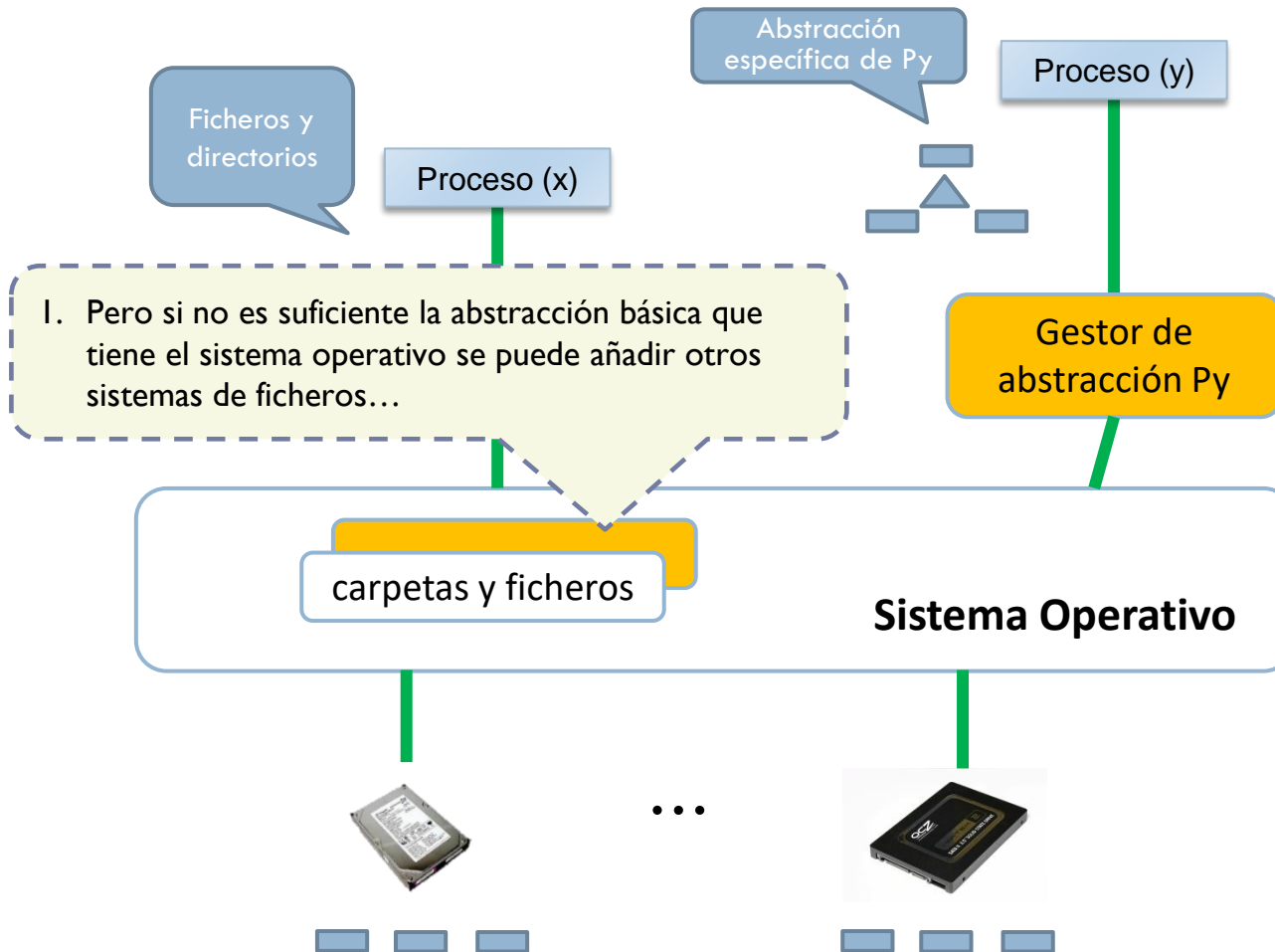
# Principales Características de un sistema de ficheros



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

15

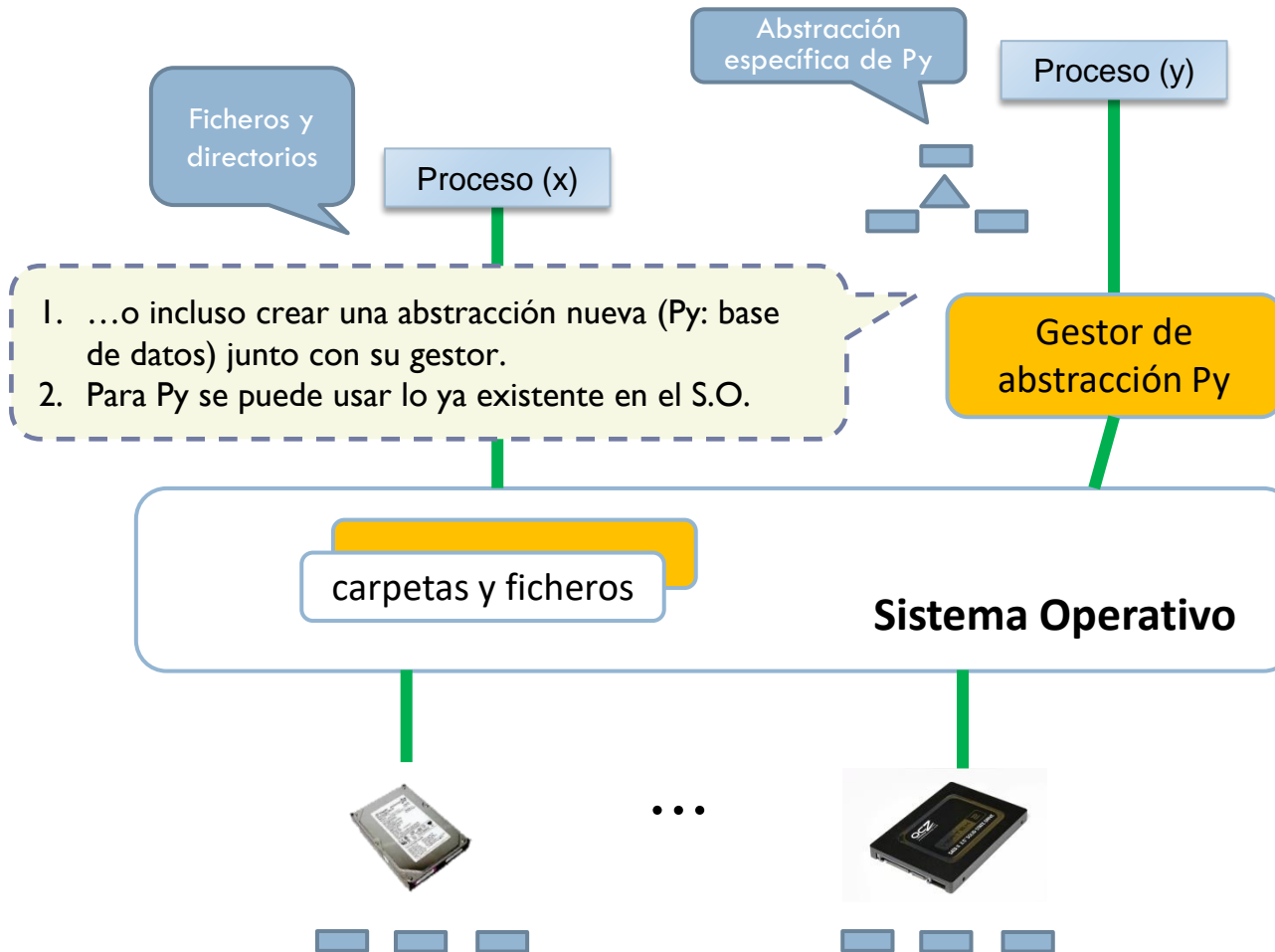
Alejandro Calderón Mateos 



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

16

Alejandro Calderón Mateos 



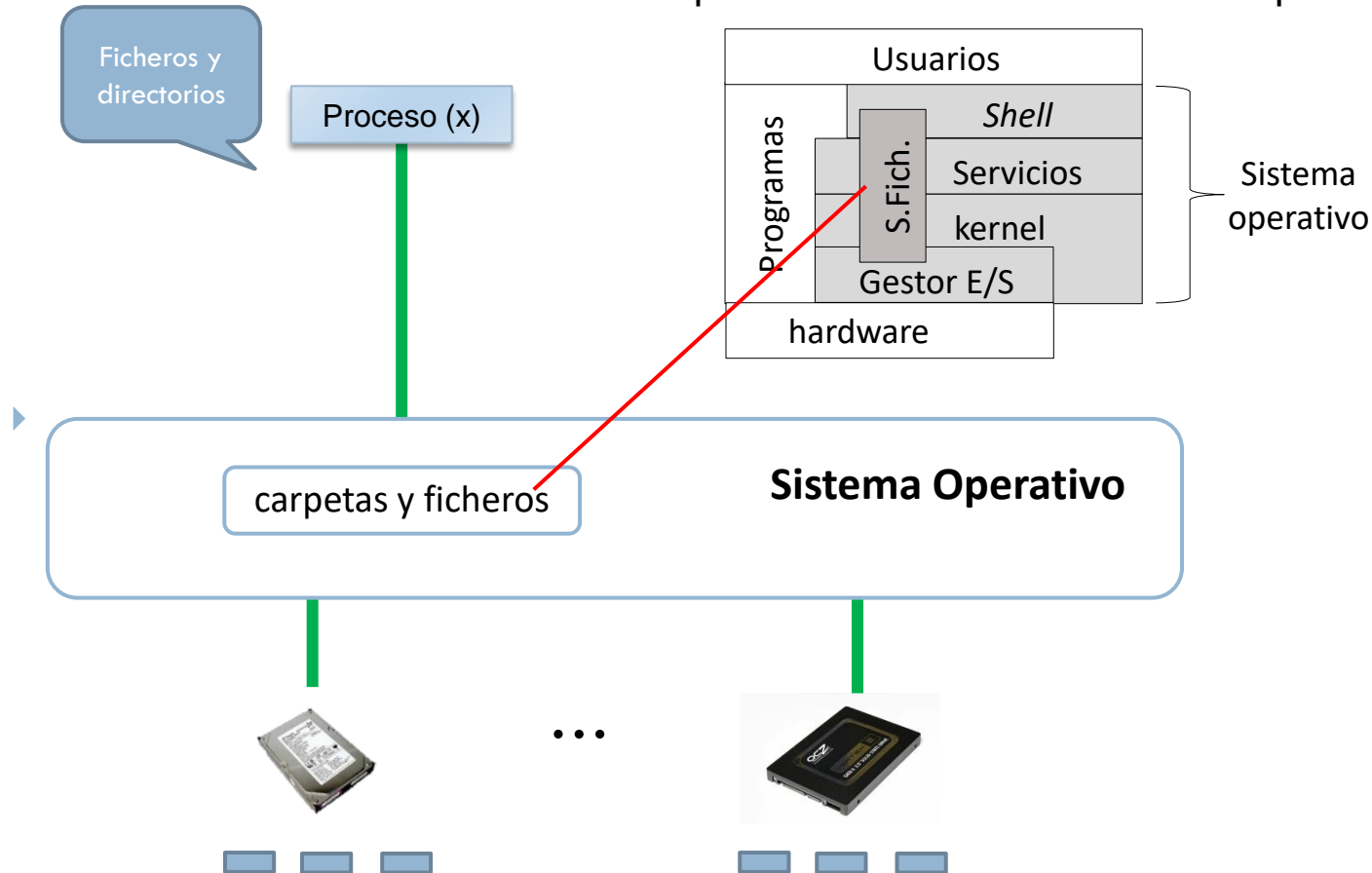


# Principales Características de un sistema de ficheros

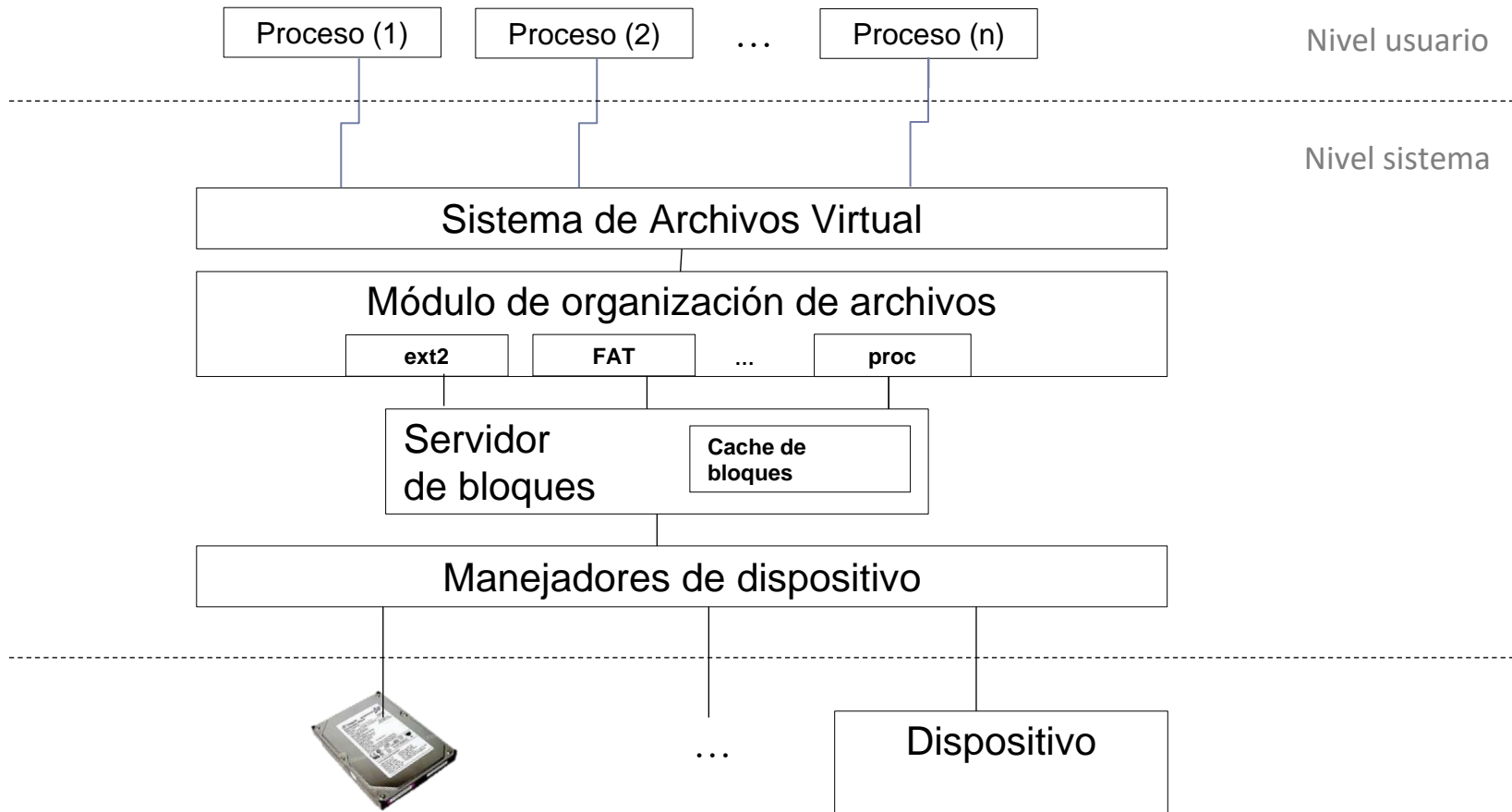
17

Alejandro Calderón Mateos 

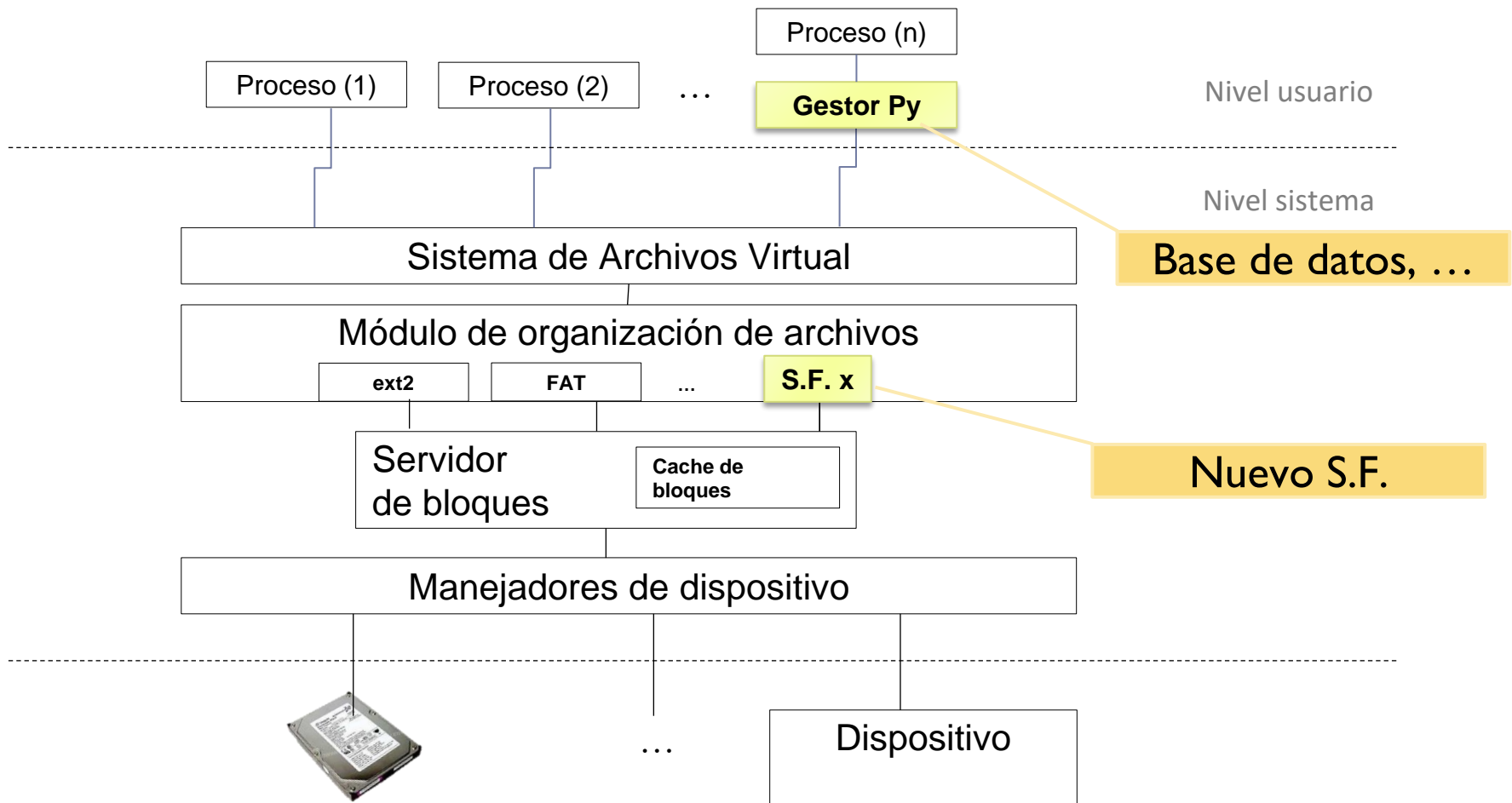
## ► Arquitectura transversal al sistema operativo:



# Arquitectura de los sistemas de ficheros



# Arquitectura ampliable con sistemas de ficheros y gestores externos

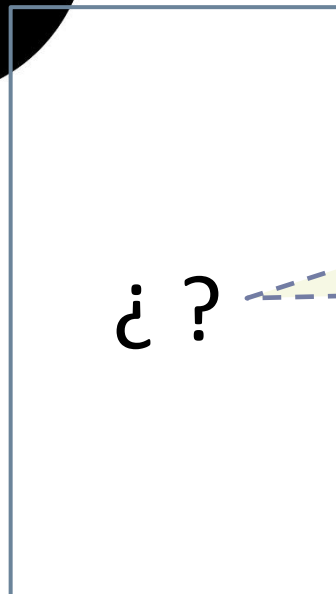
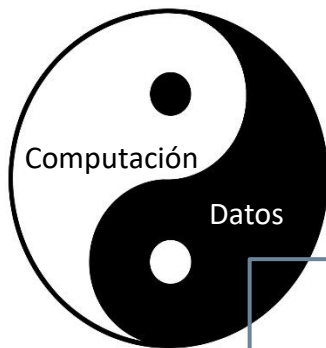


# Ámbito general

> 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

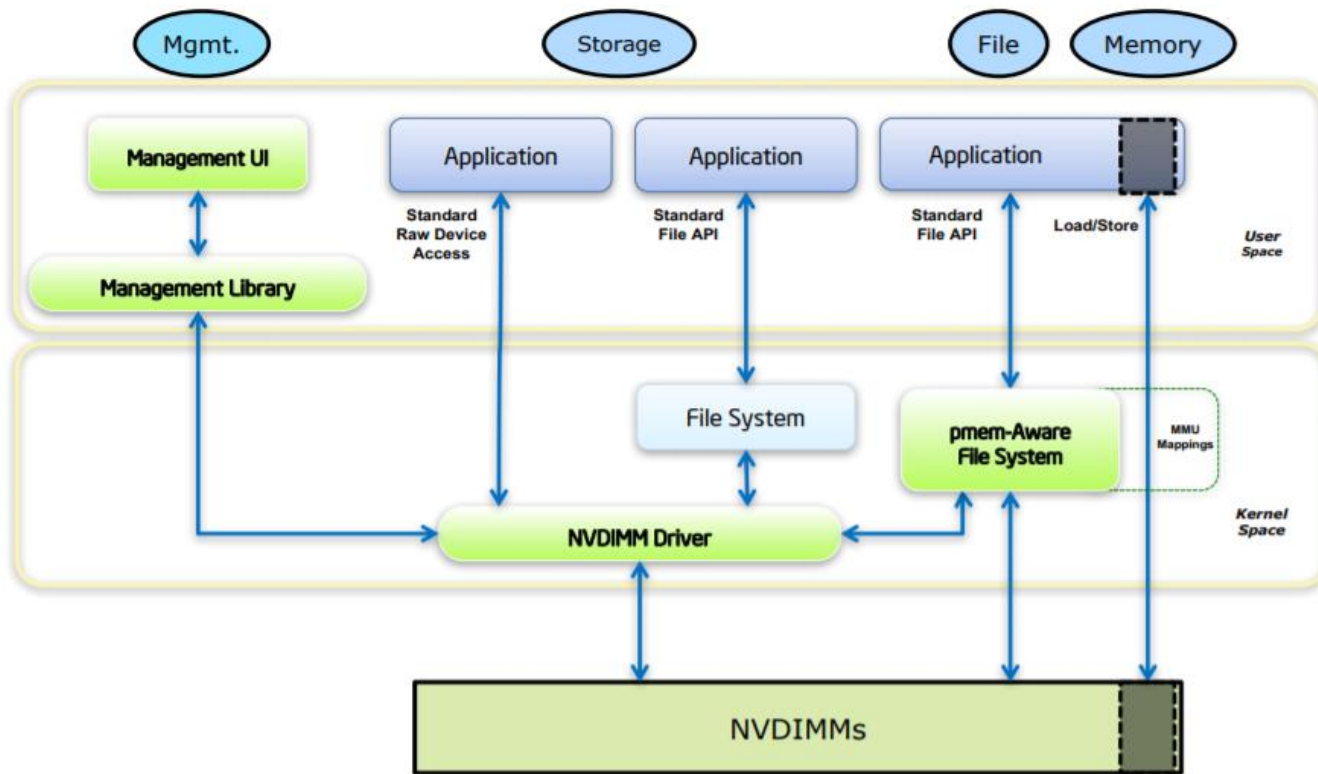
> 2021

21

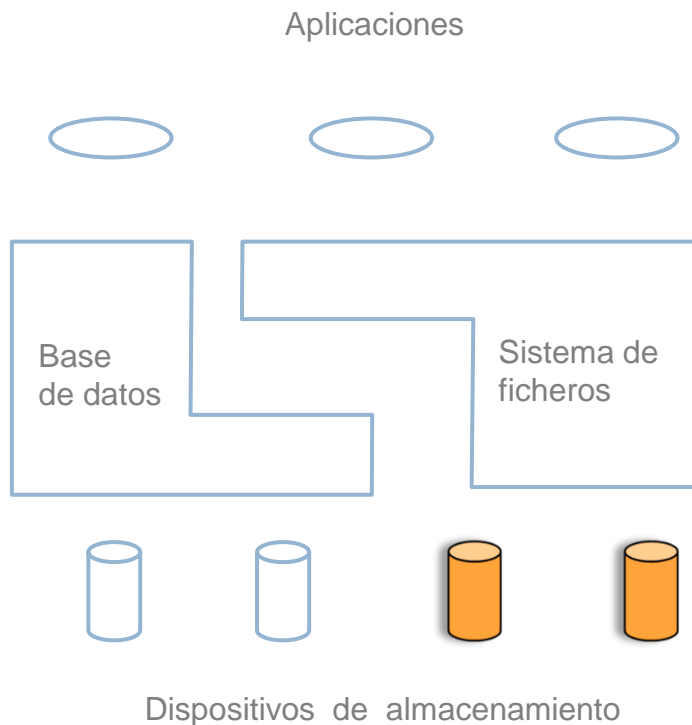
[https://www.snia.org/tech\\_activities/standards/curr\\_standards/npm](https://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/npm), <http://pmem.io/>

Alejandro Calderón Mateos 

## The SNIA NVM Programming Model

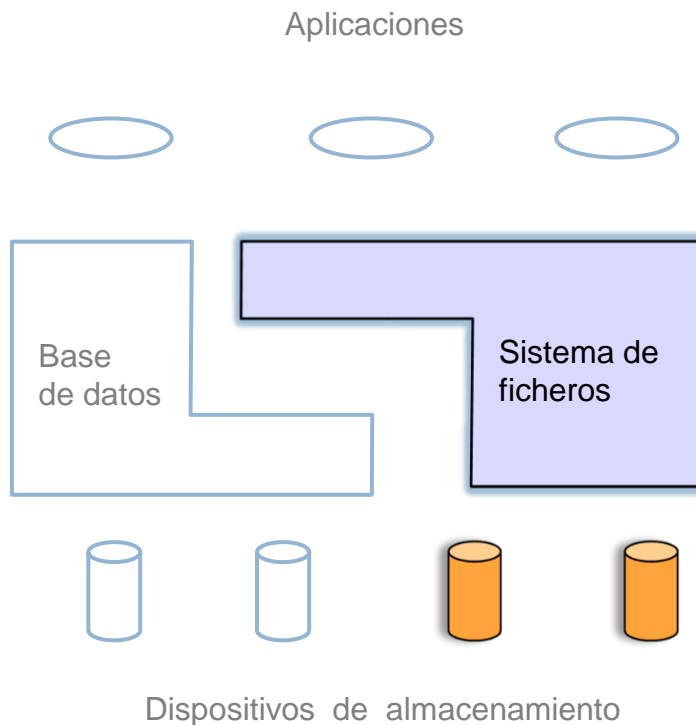


# Resumen: arquitectura



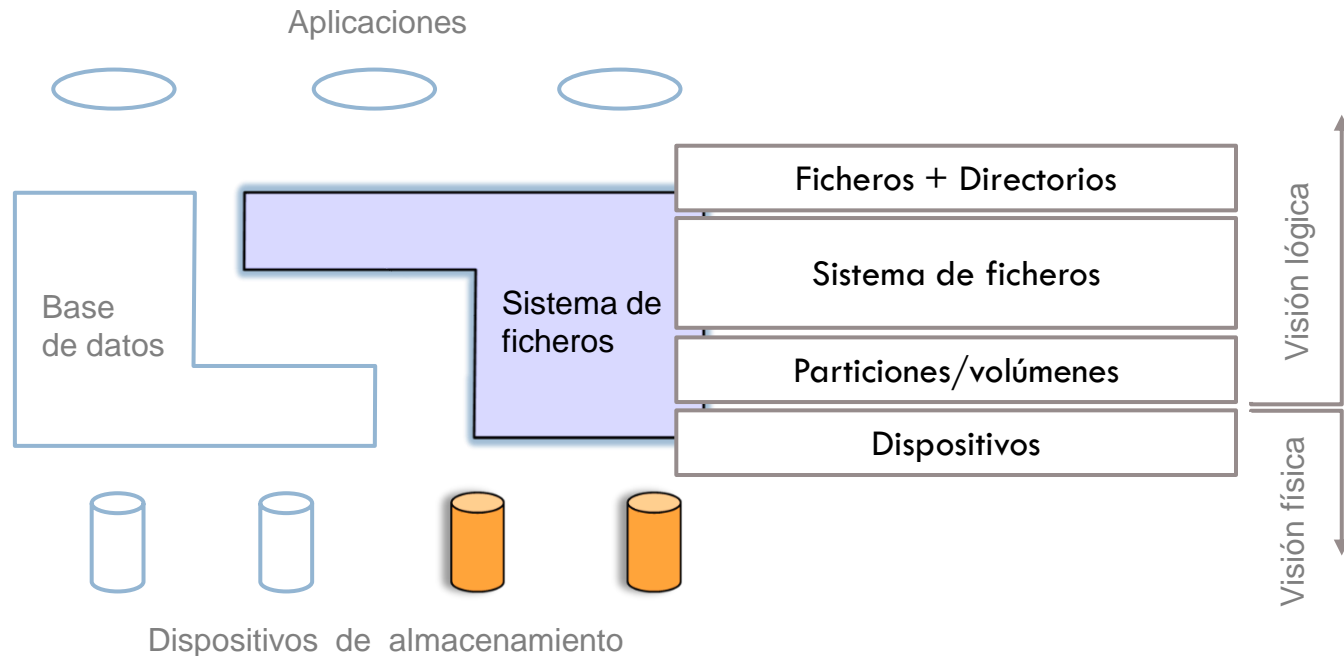
- Tenemos ambas posibilidades en ilustración que propone la SNIA:
  - ▣ *Storage Networking Industry Association*
  - ▣ <http://www.snia.org>
- Las aplicaciones acceden a los datos guardados en dispositivos de almacenamiento usando BBDD y/o sistemas de ficheros.

# 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 coutilización
  - ▣ Protección

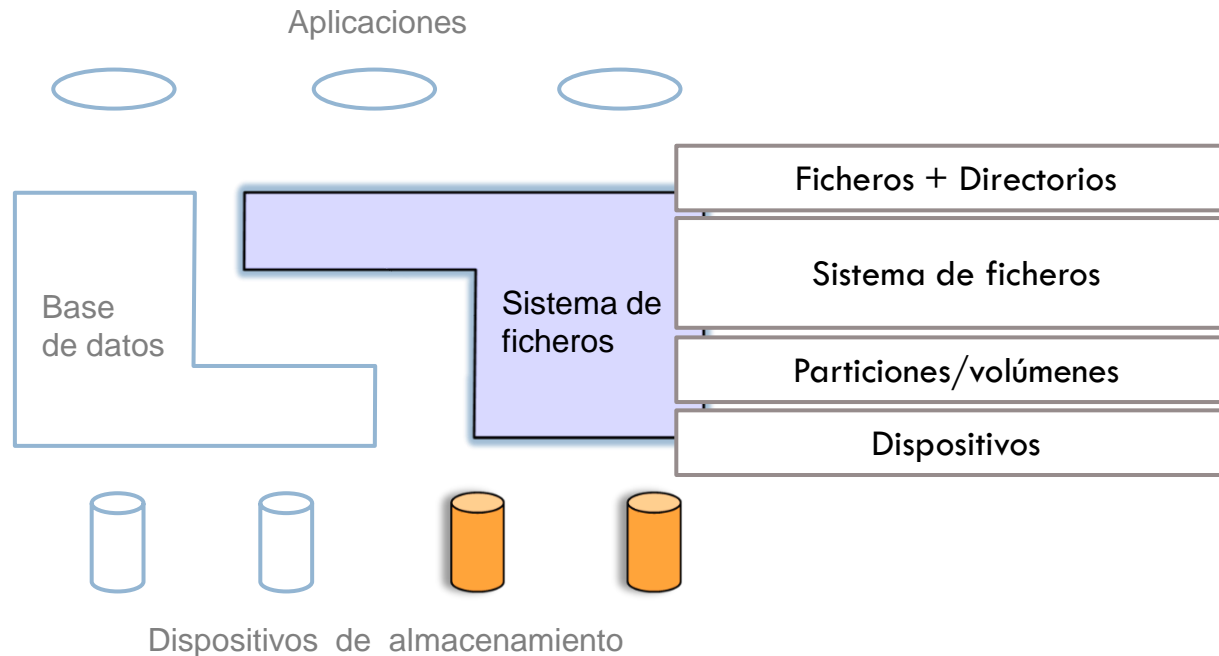
# Resumen: abstracciones



- 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

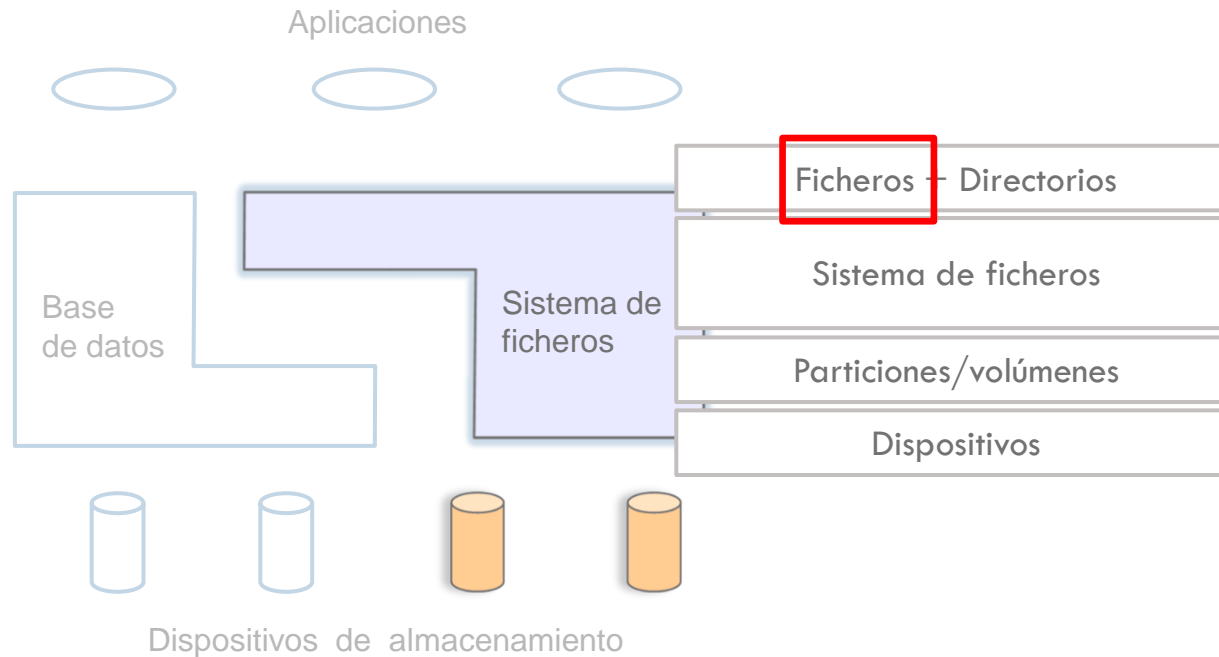
*importante*

- 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



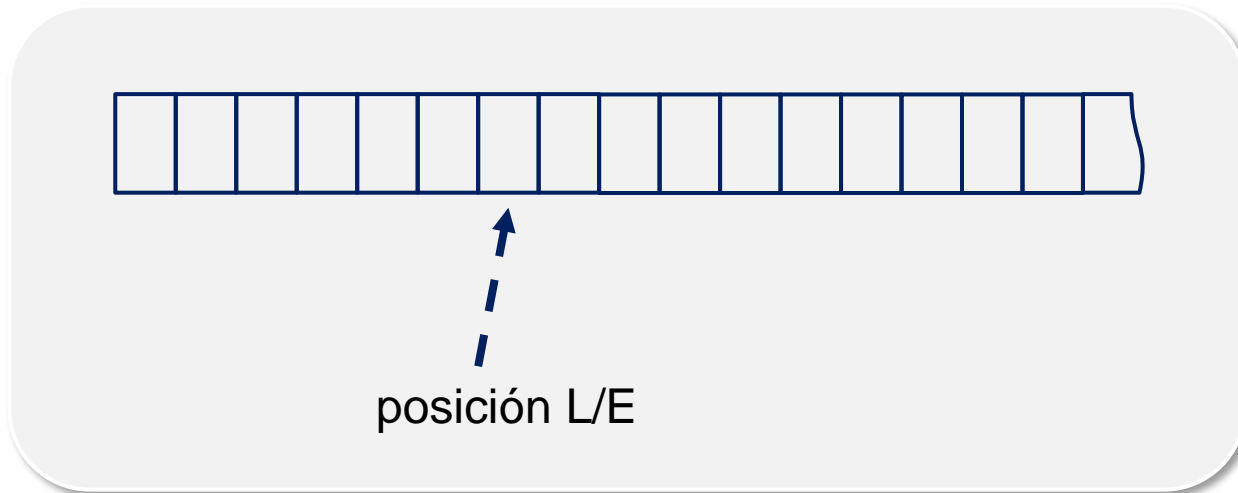
# Fichero o archivo (visión lógica)

*importante*

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):



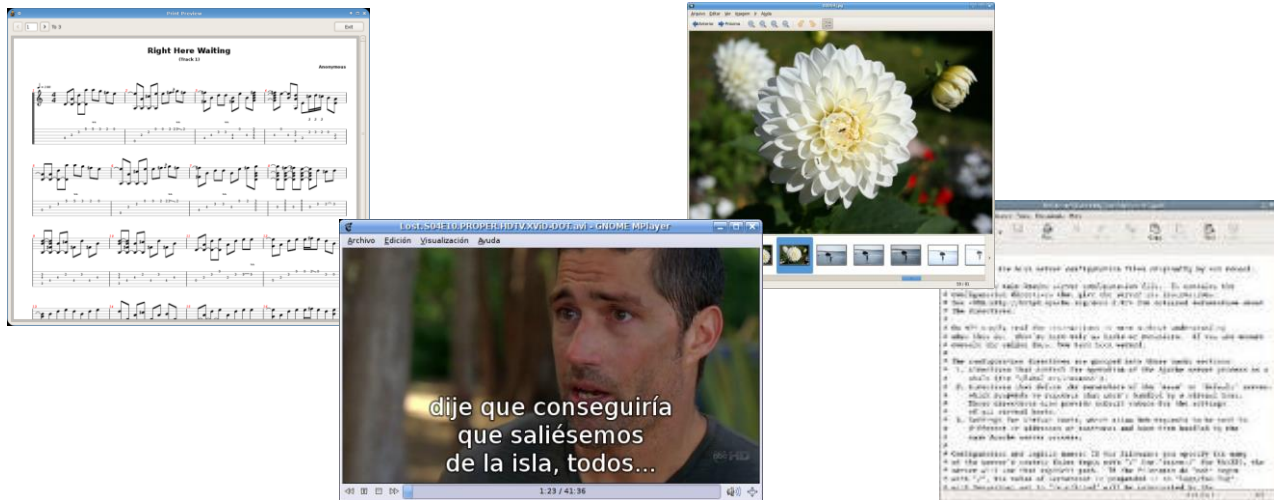
# Fichero o archivo

31

Alejandro Calderón Mateos



## □ Diferentes tipos de información:



# Fichero o archivo (estructura)

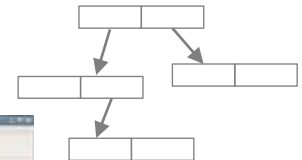
32

Alejandro Calderón Mateos

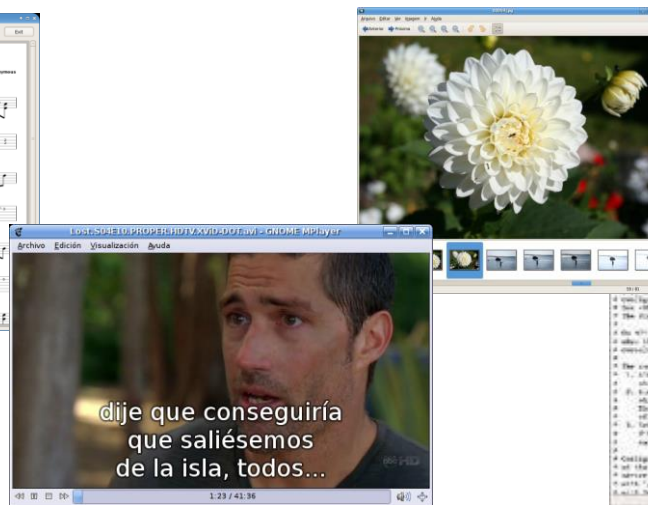
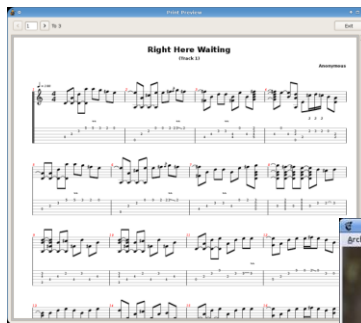
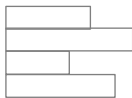


## □ Diferentes tipos de estructuras de esa información:

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



- Registros
  - Longitud fija
  - Longitud variable

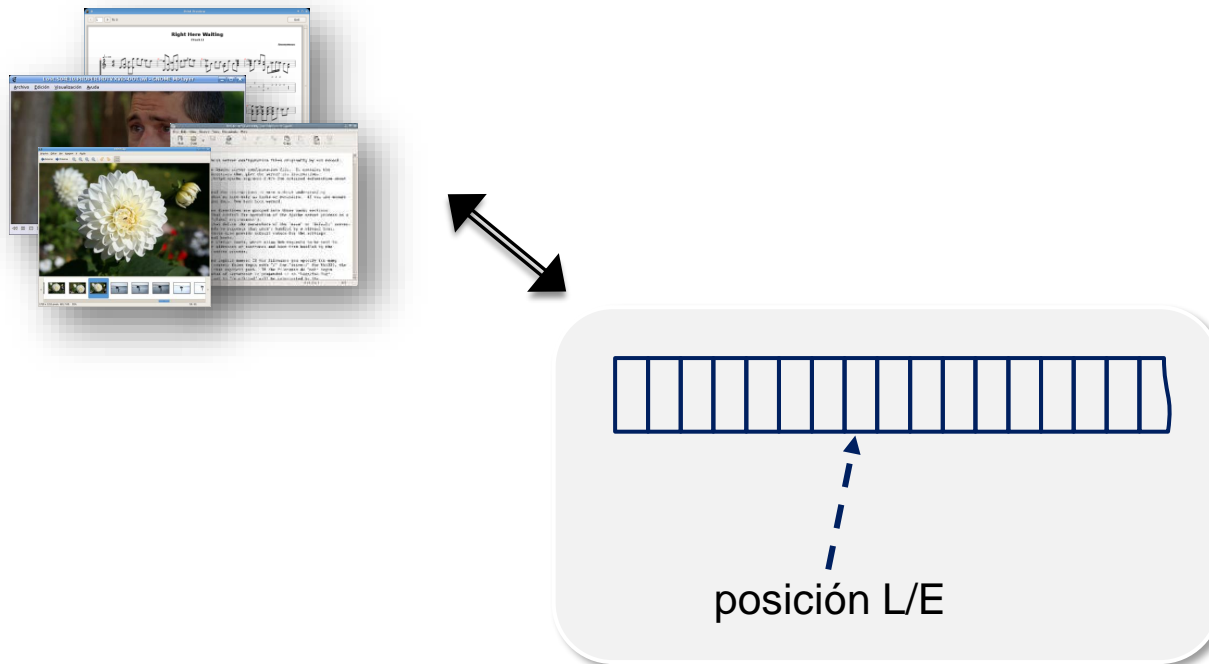


- Secuencia de palabras



# 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

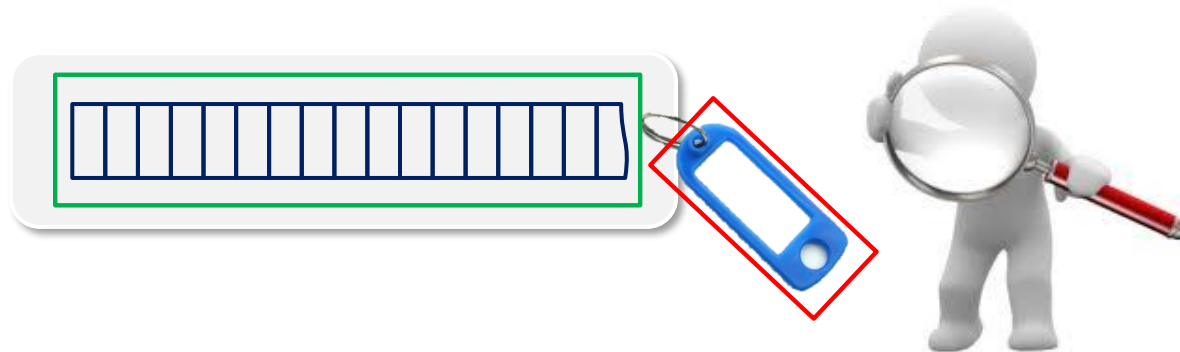
## □ Información de un archivo:

### □ 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

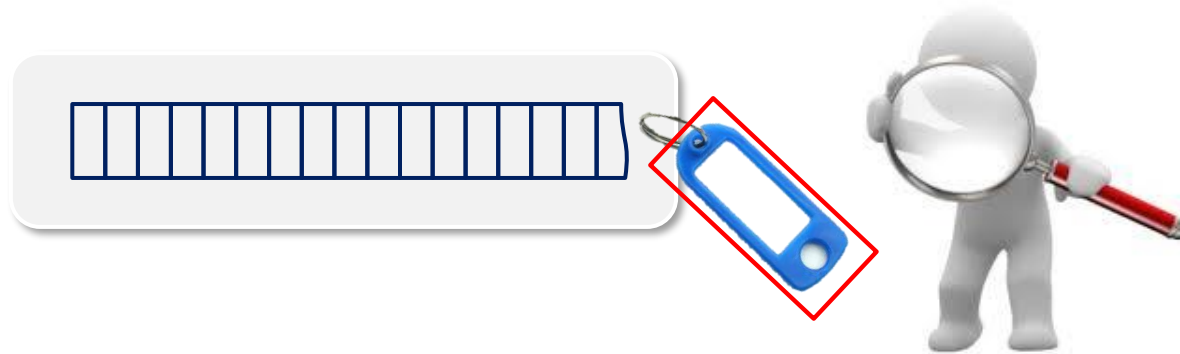
## □ Información de un archivo:

### □ 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)

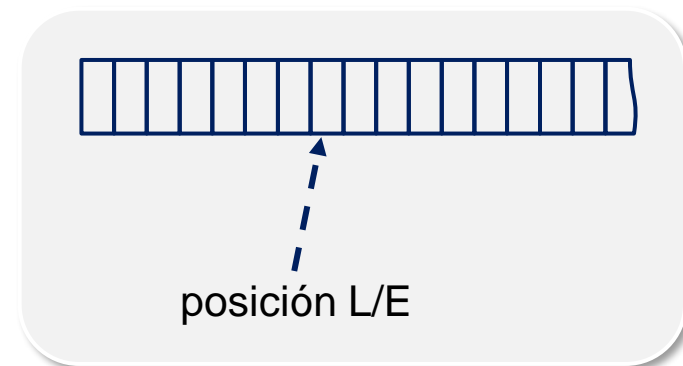


# Fichero o archivo: interfaz

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

# CLOSE – Cierre de fichero

Servicio	<pre>#include &lt;unistd.h&gt;  int <b>close</b>(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 &lt;sys/types.h&gt;  ssize_t <b>read</b>(int fd, void *buf, size_t n_bytes);</pre>
Argumentos	<ul style="list-style-type: none"><li>▣ <code>fd</code> descriptor de fichero</li><li>▣ <code>buf</code> zona donde almacenar los datos</li><li>▣ <code>n_bytes</code> número de bytes a leer</li></ul>
Devuelve	Número de bytes realmente leídos, 0 si fin de fichero (EOF) y -1 si error.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>▣ 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).</li><li>▣ Después de la lectura se actualiza el puntero de posición del fichero (file pointer) con el número de bytes realmente leídos.</li></ul>

# WRITE – Escritura de fichero

Servicio	<pre>#include &lt;sys/types.h&gt;  ssize_t <b>write</b>(int fd, void *buf, size_t n_bytes);</pre>
Argumentos	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ <code>fd</code> descriptor de fichero</li><li>❑ <code>buf</code> zona de datos a escribir</li><li>❑ <code>n_bytes</code> número de bytes a escribir</li></ul>
Devuelve	Número de bytes realmente escritos ó -1 si error.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ 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).</li><li>❑ Después de la escritura se actualiza el puntero de posición del fichero (file pointer) con el número de bytes realmente escritos.</li><li>❑ Si se rebasa el fin de fichero el fichero aumenta de tamaño.</li></ul>

# LSEEK – Movimiento del puntero de posición

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

# LINK – Creación de enlace

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

# UNLINK – Borrado de fichero

Servicio	<pre>#include &lt;unistd.h&gt;  int <b>unlink</b> ( 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"><li>▣ Decrementa el contador de enlaces del fichero.</li><li>▣ Si el contador es 0 entonces:<ul style="list-style-type: none"><li>▣ Si no está abierto entonces borra el fichero y libera sus recursos.</li><li>▣ Si está abierto, al cerrar se borrará y liberará sus recursos.</li></ul></li></ul>



# 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

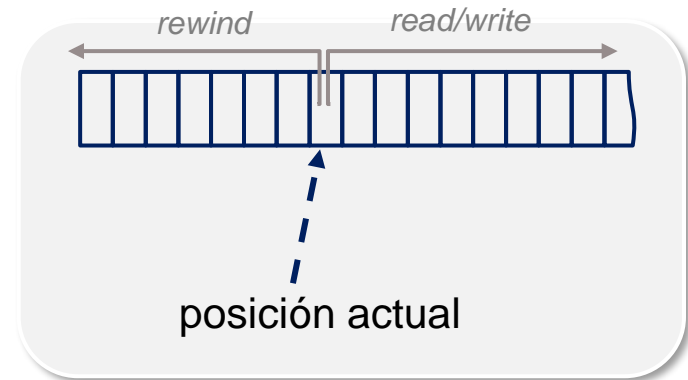
51

Alejandro Calderón Mateos



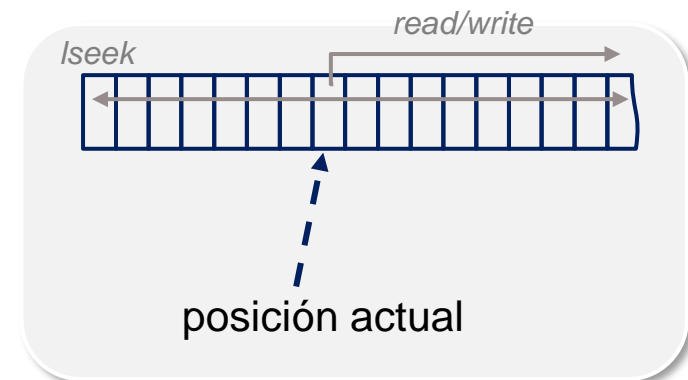
## □ Acceso secuencial:

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

# SISTEMAS OPERATIVOS: SISTEMAS DE FICHEROS



Ficheros, directorios y sistema de ficheros