

ST0257 – Sistemas operativos
Proyecto 3: Utilidad de Gestión Segura y Eficiente de
Archivos (GSEA)

MBA, I.S. José Luis Montoya Pareja
Escuela de Ciencias Aplicadas e Ingeniería
Universidad EAFIT
Medellín, Colombia, Suramérica

Resumen

La evaluación final del curso Sistemas Operativos propone un reto integrador que articula los tres ejes fundamentales del libro Operating Systems: Three Easy Pieces (OSTEP) –virtualización, concurrencia y persistencia– mediante el desarrollo de un proyecto aplicado. El objetivo es que el estudiante diseñe, implemente y evalúe un sistema funcional que evidencie la comprensión de los principios del diseño de sistemas operativos, el razonamiento sobre el desempeño y la capacidad para comparar alternativas de implementación. La actividad busca consolidar la comprensión de la virtualización de CPU y memoria, el manejo de la concurrencia mediante hilos y mecanismos de sincronización, y la gestión eficiente de los sistemas de archivos e I/O. Además, fomenta la reflexión crítica sobre la eficiencia, la modularidad y la escalabilidad de las soluciones, así como la comunicación técnica efectiva a través de documentación y sustentación oral.

Palabras clave

Virtualización de CPU; Virtualización de Memoria; Concurrencia; Sincronización; Planificación de Procesos; Memoria Paginada; Sistemas de Archivos; Entrada/Salida; Evaluación de Desempeño; Aislamiento y Protección; Diseño Modular de Sistemas Operativos; Operating Systems: Three Easy Pieces (OSTEP).

Objetivo general

El presente proyecto busca evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos fundamentales de sistemas operativos en el diseño y desarrollo de una aplicación de bajo nivel. El estudiante deberá demostrar dominio en la gestión de archivos mediante llamadas al sistema, la implementación de concurrencia para la optimización del rendimiento y la investigación e implementación de algoritmos de compresión y encriptación desde cero, sin depender de librerías externas para dichas funcionalidades.

Descripción del problema

Se debe desarrollar una utilidad de línea de comandos en **C o C++** que permita a un usuario comprimir/descomprimir y encriptar/desencriptar archivos o directorios completos de manera eficiente. La eficiencia se logrará procesando múltiples archivos de forma concurrente.

La aplicación deberá ser invocada desde la terminal y aceptar los siguientes parámetros:

- **Operación:** -c (comprimir), -d (descomprimir), -e (encriptar), -u (desencriptar). Se pueden combinar operaciones (ej. -ce para comprimir y luego encriptar).
- **Algoritmo de Compresión:** --comp-alg [nombre_algoritmo]
- **Algoritmo de Encriptación:** --enc-alg [nombre_algoritmo]
- **Entrada:** -i [ruta_archivo_o_directorio]
- **Salida:** -o [ruta_archivo_o_directorio_salida]
- **Clave (opcional):** -k [clave_secreta] para las operaciones de encriptación/desencriptación.

Funcionalidades Clave

1. **Gestor de Archivos (File Manager):** La aplicación debe operar sobre un único archivo o sobre todos los archivos dentro de un directorio. Debe usar **llamadas directas al sistema operativo** (ej. open, read, write, close, opendir, readdir en POSIX; o CreateFile, ReadFile, WriteFile en Windows API) en lugar de las abstracciones de librerías estándar como <stdio.h> (fopen, fread).
2. **Concurrencia:** Al procesar un directorio, la aplicación debe lanzar un **hilo o proceso separado para cada archivo**. El objetivo es paralelizar el trabajo y mejorar el rendimiento en sistemas multinúcleo. Se debe gestionar adecuadamente el ciclo de vida de estos hilos/procesos.

3. **Algoritmos Propios:** Los algoritmos de compresión y encriptación deben ser implementados por el equipo. **Está estrictamente prohibido el uso de librerías externas** como zlib, OpenSSL, Crypto++, etc., para estas tareas.
- **Compresión:** El equipo es libre de elegir e implementar cualquier algoritmo de **compresión sin pérdida**. La elección debe estar justificada en el documento técnico.
 - *Sugerencias: Codificación Huffman, Run-Length Encoding (RLE), Lempel-Ziv-Welch (LZW).*
 - **Encriptación:** El equipo es libre de elegir e implementar cualquier algoritmo de **encriptación simétrica (de clave secreta)**. La elección debe estar justificada.
 - *Sugerencias: Cifrado Vigenère, DES (implementando sus rondas y operaciones), o una versión simplificada de AES (implementando las operaciones de S-box, ShiftRows, MixColumns).*

Entregables

1. **Código Fuente:** Un archivo .zip o .tar.gz con todo el código fuente en C/C++. El código debe estar bien comentado y estructurado, e incluir un Makefile o script de compilación.
2. **Documento Técnico (PDF):** Un documento explicando la solución, que debe incluir:
 - **Introducción:** Descripción del proyecto.
 - **Diseño de la Solución:** Diagramas de arquitectura y flujo de datos.
 - **Justificación de Algoritmos: (Sección Crítica)**
Explicación técnica de por qué se eligieron los algoritmos específicos, comparando sus ventajas y desventajas (complejidad, rendimiento, nivel de compresión/seuridad).
 - **Implementación de Algoritmos:** Explicación detallada de la implementación.
 - **Estrategia de Concurrencia:** Descripción del modelo de concurrencia utilizado.
 - **Guía de Uso:** Instrucciones claras sobre cómo compilar y ejecutar el programa.
3. **Descripción de un Caso de Uso Válido:** Un documento de una página describiendo un escenario real donde la herramienta sería útil.

4. **Video de Sustentación:** Un video (máximo 10 minutos) con una demostración en vivo del programa y una explicación de las partes más relevantes del código (llamadas al sistema, concurrencia y algoritmos).

Instalación de Linux

Ver anexos 2, 3 y 4.

Detalle del comando a ejecutar

NOMBRE

`procplanner` – Simulación de planificación de procesos.

SINOPSIS

`procplanner [-f FILE]`

DESCRIPCION

Se verifica si FILE es un archivo que está en la misma ruta donde está el ejecutable. Si lo encuentra, debe cargarlo en memoria en un ArrayList o similar.

OPCIONES

Estado de salida del proceso:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 0 | Si el proceso termina OK |
| 1 | Si el proceso termina con errores |

Consideraciones generales

1. El desarrollo de la práctica puede ser individual o en equipos de máximo cuatro personas.
2. La entrega de la práctica se realizará entregando los fuentes en archivos (cada archivo fuente individual) y el informe por el buzón recepción de trabajos de Eafit Interactiva (cualquier otro medio no será admitido).
3. Los equipos se deben inscribir por la herramienta de grupos de Eafit Interactiva. Esto estará habilitado hasta el jueves 23 de octubre a las 23:59.

4. Cada semana se sacará un espacio de al inicio de la clase para presentar avances de la práctica y resolver dudas.
5. Criterios de evaluación (ver Anexo 1)

Fecha de entrega

Jueves 20 de noviembre de 2025 hasta las 11:59 p.m. en clase a través de Eafit Interactiva.

Sustentación

Viernes 21 de noviembre desde las 3 p.m.

Referencias

- [1] Arpaci-Dusseau, R. H., & Arpaci-Dusseau, A. C. (2018). *Operating Systems: Three Easy Pieces* (Cap. 4: "Mechanisms: Limited Direct Execution").
Disponible en: <https://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP/>

Anexo 1. Criterios de calificación

Nombre de la asignatura: Sistemas Operativos

Competencia a la que aporta la asignatura: Conocer el sistema operativo del computador para un mejor desarrollo, diseño y ejecución de las aplicaciones y aplicar nuevas soluciones.

Resultado de asignatura evaluado: Utilidad de Gestión Segura y Eficiente de Archivos (GSEA) Evento evaluativo: Proyecto 3 % del evento evaluativo: 30%

Criterio	Descripción	Cumple con altos estándares (4.5 - 5.0)	Cumple a satisfacción (4.0 - 4.4)	Cumple parcialmente (3.5 - 3.9)	Incumple parcialmente (2.5 - 3.4)	Incumple totalmente (0 - 2.4)	Peso
Funcionalidad del Programa	<p>Compresión/Descompresión: El programa comprime y descomprime sin corrupción de datos.</p> <p>Encriptación/Desencriptación: El programa encripta y desencripta correctamente según la clave.</p> <p>Manejo de Argumentos y Errores: Interpreta correctamente los parámetros y gestiona fallos de forma robusta.</p>	Funciona de principio a fin, muestra resultados claros y sin errores visibles.	Funciona, aunque con detalles menores (e.g., errores al mostrar valores o estados).	Funciona parcialmente; algunos elementos no operan como se espera.	Funciona de forma muy limitada o errática.	No funciona o no se entrega.	30%
Aplicación de Conceptos de SO	<p>Uso de Llamadas al Sistema: Usa exclusivamente llamadas al sistema para la manipulación de archivos.</p> <p>Implementación de Concurrencia: La concurrencia está bien implementada, gestionando correctamente hilos/procesos y mejorando el rendimiento.</p> <p>Manejo Eficiente de Recursos: No presenta fugas de memoria, descriptores de archivos, o procesos "zombie".</p>	Implementación completa de todos los elementos	Implementación con algún evento de ejecución relacionado con la aplicación de algún concepto de clase sin que afecte el funcionamiento del programa	Presenta algún inconveniente en el desarrollo de algún concepto visto en clase.	Posee errores graves en la aplicación de conceptos vistos en clase	No aplica conceptos vistos en clase.	40%

Criterio	Descripción	Cumple con altos estándares (4.5 - 5.0)	Cumple a satisfacción (4.0 - 4.4)	Cumple parcialmente (3.5 - 3.9)	Incumple parcialmente (2.5 - 3.4)	Incumple totalmente (0 - 2.4)	Peso
Calidad del Código y Algoritmos	Implementación y Justificación de Algoritmos: Los algoritmos elegidos son implementados correctamente desde cero. La justificación de su elección es sólida y demuestra comprensión de sus características. Estructura y Claridad: El código es legible, modular y está bien documentado.	Alguno o todos los algoritmos implementados tiene mejoras sugeridas por los estudiantes claramente visibles y que no afectan la compatibilidad.	Los algoritmos implementados funciona correctamente.	Uno de los algoritmos implementados no funciona correctamente	Al menos dos de los algoritmos implementados no funcionan adecuadamente.	No funciona ninguno de los algoritmos.	20%
Documentación y presentación	Calidad de Entregables: El documento técnico, el caso de uso y el video son claros, completos y profesionales.	Documentación completa y salida clara en consola, entrega organizada.	Documentación entendible con algunos detalles por mejorar.	Presentación poco clara o incompleta.	Falta documentación básica o presentación confusa.	Sin documentación ni presentación entendible.	10%

Anexo 2. Como instalar WSL (Windows Subsystem for Linux)

WSL es una capa de compatibilidad para ejecutar ejecutables de Linux directamente en Windows. No es una máquina virtual tradicional, sino un tipo de virtualización a nivel de sistema operativo que permite una integración muy fluida.

Requisitos Previos:

- Windows 10, versión 2004 o posterior (Build 19041 o superior) para WSL2.
- Virtualización habilitada en la BIOS/UEFI de tu computadora (generalmente "Intel VT-x" o "AMD-V").

Pasos de Instalación:

- **Abrir PowerShell como Administrador:**
Haz clic derecho en el botón de Inicio de Windows y selecciona "Windows PowerShell (Administrador)" o "Terminal de Windows (Administrador)".
- **Habilitar las características de la Plataforma de Máquina Virtual y el Subsistema de Windows para Linux:**
Ejecuta el siguiente comando:

```
dism.exe /online /enable-feature  
/featurename:VirtualMachinePlatform /all /norestart  
  
dism.exe /online /enable-feature /featurename:Microsoft-Windows-  
Subsystem-Linux /all /norestart
```

- **Reiniciar tu Computadora:** Es necesario reiniciar para que los cambios surtan efecto.
- **Establecer WSL 2 como tu versión predeterminada (Recomendado):**
Después del reinicio, abre PowerShell o Símbolo de sistema y ejecuta:

`wsl --set-default-version 2`
- Si ves un mensaje sobre "Actualización del componente del kernel de WSL 2", visita [\[https://aka.ms/wsl2kernel\]\(https://aka.ms/wsl2kernel\)](https://aka.ms/wsl2kernel) y descarga el paquete de actualización. Ejecútalo y luego vuelve a intentar el comando `wsl --set-default-version 2`.
- **Instalar una distribución de Linux desde la Microsoft Store:**
Abre la Microsoft Store y busca tu distribución de Linux preferida, como "Ubuntu", "Debian", "Kali Linux", "Mint", etc.

Haz clic en la distribución que deseas y luego en "Obtener" o "Instalar".

Una vez instalada, haz clic en "Iniciar".

- **Configurar tu Nueva Distribución de Linux:**

La primera vez que inicies la distribución, se te pedirá que crees un **nombre de usuario y una contraseña** para tu entorno Linux. Recuerda estas credenciales.

¡Listo! Ya tienes WSL instalado con tu distribución de Linux. Puedes acceder a ella abriendo el menú de inicio y buscando la distribución que instalaste (por ejemplo, "Ubuntu").

Anexo 3. Guía para instalar Linux Mint junto a Windows (Dual Boot GPT + Secure Boot)

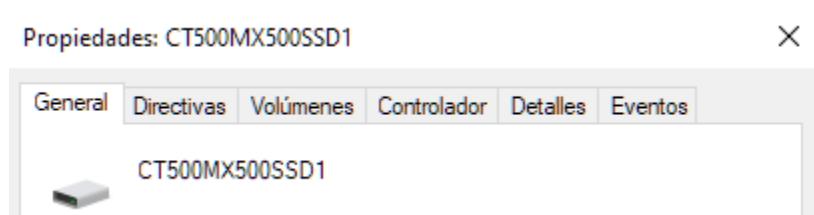
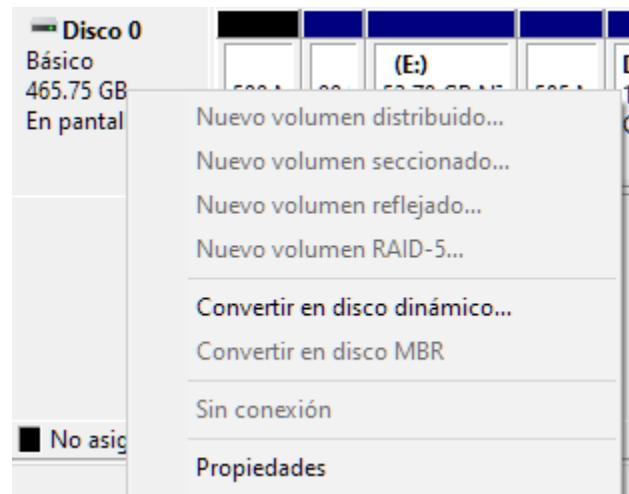
0. Antes de iniciar: Respaldo. Haz copia de seguridad de archivos importantes.

1. Preparar Windows

1.1 Verificar tabla GPT

Objetivo: Confirmar que el disco usa GPT antes de continuar.

1. Pulsa Win + X y selecciona **Administración de discos**.
2. Haz clic derecho sobre el **disco físico** (no las particiones) → **Propiedades** → pestaña **Volúmenes**.



3. Revisa “Estilo de partición”: debe indicar **GUID Partition Table (GPT)**.
4. Si aparece **Master Boot Record (MBR)**, debes usar otra guía, esta no aplica.

1.2 Revisar UEFI y Secure Boot

Objetivo: Confirmar que Windows arranca en UEFI y con Secure Boot activado.

1. Pulsa Win + R, escribe msinfo32 y presiona Enter.
2. En la ventana “Información del sistema”, localiza:

- Modo de BIOS → **UEFI**
- Estado de Arranque seguro → **Activado**

Gracias a UEFI y Secure Boot, Linux Mint soporta el arranque seguro sin necesidad de desactivar nada.

1.3 Reducir el volumen de Windows

Objetivo: Crear espacio para instalar Linux Mint (mínimo 30 GB).

1. Desde **Administración de discos**, clic derecho en C: → **Reducir volumen**.
2. En “Tamaño del espacio por reducir (MB)”, ingresa al menos **30,000** para que Linux pueda instalarse. Recomendado al menos 100,000. Ideal 250,000.
3. Haz clic en **Reducir**.
4. Deberías ver una sección **No asignada** del tamaño indicado.

1.4 Descargar la ISO de Linux Mint Cinnamon

Objetivo: Obtener la imagen ISO necesaria.

1. Visita el sitio oficial: <https://linuxmint.com/download.php>
2. Selecciona la edición **Cinnamon**, arquitectura **64-bit**.
3. Elige un **mirror** cercano geográficamente para mayor velocidad.

2. Crear USB Booteable (balenaEtcher)

2.1 Instalar balenaEtcher

Objetivo: Obtener una herramienta libre y fácil.

1. Ve a <https://www.balena.io/etcher/> y descarga la versión para Windows.
2. Ejecuta el instalador o la versión portable: acepta permisos de administrador.
3. Ubica el acceso directo tras la instalación.

☞ **balenaEtcher** es multiplataforma, libre, y protegido para no sobrescribir discos internos

2.2 Crear USB booteable

Objetivo: Grabar Linux Mint en el USB correctamente.

1. Inserta una memoria USB de al menos **4 GB**.
2. Abre **balenaEtcher**.

3. Haz clic en **Flash from file**, selecciona la ISO.
4. Haz clic en **Select target**, elige tu USB.
5. Pulsa **Flash!** y espera a que termine (varios minutos).

Videos sugeridos

- Dual-Boot Windows 11 & Linux Mint: <https://youtu.be/B97KkFDv86s>
- La forma correcta de hacer Dual-Boot con UEFI y Secure Boot: https://youtu.be/sC_s9qVpaYU
- Cómo usar balenaEtcher para crear USB booteable: <https://youtu.be/eM2C3FXD-qw>

3. Configurar BIOS/UEFI

1. Reinicia y presiona repetidamente la tecla adecuada (**Esc**, **F2**, **F12**, **Del**) según tu portátil para abrir la UEFI.
2. Asegúrate de:
 - **Modo de arranque:** UEFI
 - **Secure Boot:** activado
3. En “Boot Order”, coloca el **USB** en primer lugar temporalmente.
4. Guarda los cambios (usualmente **F10**) y sale.

4. Instalar Linux Mint

4.1 Iniciar desde USB

1. Reinicia con el USB conectado.
2. En el menú de arranque, elige el USB.
3. Selecciona **Start Linux Mint**.

4.2 Elegir idioma

Escoge el idioma deseado (p. ej. Español o el que prefiera el estudiante). La interfaz es clara y multilingüe.

4.3 Conexión y lanzamiento del instalador

Conéctate a Internet para descargar drivers y actualizaciones. En el escritorio, haz doble clic en "Instalar Linux Mint".

4.4 Tipo de instalación

- Si aparece “Instalar junto a Windows Boot Manager”, selecciónala.
- Si no, selecciona “Algo más” y manualmente:
 - Asigna la partición **No asignada** → sistema de archivos **ext4** → punto de montaje **/**.
 - (Opcional) Crea swap si RAM < 4 GB.

4.5 Configuración final

Selecciona zona horaria, distribución de teclado, usuario, contraseña y nombre del equipo.

4.6 Ejecutar instalación

Haz clic en **Instalar ahora**, revisa el resumen, y confirma. Al finalizar, retira el USB y presiona **Enter** para reiniciar.

Enlaces sugeridos: <https://itsfoss.com/guide-install-linux-mint-16-dual-boot-windows/> tiene muy buenas imágenes del paso a paso en la parte de instalación de Linux.

5. Arranque Dual - GRUB

1. Al reiniciar, aparecerá el menú **GRUB** con opciones para:

- **Linux Mint**
- **Windows Boot Manager**

2. Para cambiar el sistema predeterminado en Linux:

```
sudo nano /etc/default/grub  
# cambia GRUB_DEFAULT=0 a GRUB_DEFAULT=saved  
sudo update-grub
```

6. Recomendaciones finales

- **Problemas con GRUB:** Si no aparece GRUB, asegúrate de que el USB no siga en primer lugar y revisa Secure Boot / orden de arranque.
- **Eliminación del Dual Boot:** Para quitar Linux Mint, elimina las particiones desde Windows y repara el arranque (con bootrec o medios de recuperación).

Referencias:

- **Paso 1: Preparar el entorno**

- Linux Mint. (s.f.). *Download Linux Mint 21.3*. Recuperado de <https://linuxmint.com/download.php>
- Microsoft. (2024). *Create a recovery drive*. Recuperado de <https://support.microsoft.com/en-us/windows/create-a-recovery-drive-abb4691b-5324-6d4a-876b-067dac7f3440>
- **Paso 2: Reducir el espacio en disco**
 - Microsoft. (s.f.). *Create and format hard disk partitions*. Recuperado de <https://support.microsoft.com/en-us/windows/create-and-format-a-hard-disk-partition-505def2f-7e0b-2b0a-ce7e-22fae2f7f79e>
- **Paso 3: Crear USB booteable**
 - Rufus. (2024). *Rufus - Create bootable USB drives the easy way*. Recuperado de <https://rufus.ie/en/>
- **Paso 4: Configurar BIOS/UEFI**
 - Acer. (s.f.). *How to Enable or Disable Secure Boot*. Recuperado de <https://www.acer.com/us-en/support/articles/faq/000123792>
- **Paso 5: Instalar Linux Mint**
 - Linux Mint. (s.f.). *Installation Guide*. Recuperado de <https://linuxmint-installation-guide.readthedocs.io/en/latest/>
- **Paso 6: Configurar GRUB**
 - Linux Mint. (s.f.). *Installation Guide*. Recuperado de <https://linuxmint-installation-guide.readthedocs.io/en/latest/>

Anexo 4. Instalar Linux Mint en Máquina Virtual (VMWare o VirtualBox)

Esta guía te llevará paso a paso con detalles claros para que tus estudiantes puedan instalar **Linux Mint Cinnamon 64 bits** dentro de una máquina virtual en **Windows 10 o 11**, usando **VMware Workstation Player** o **Oracle VirtualBox**, ambas gratuitas.

Requisitos previos comunes

1. Conexión a internet estable.
 2. ISO de **Linux Mint Cinnamon 64-bit** desde el sitio oficial.
 3. Al menos **4 GB de RAM** en el host (8 GB recomendados).
 4. Unos **30 GB de disco libre** para cada VM.
-

Opción A: VMware Workstation Player

1 Descarga e instalación de VMware

- Visita https://www.vmware.com/go/getplayer-win_virtualbox.org+13VMware_Blogs+13TechSpot+13TheSecMasterTheSecMaster+4mysamplecode.com+4vmware-player.en.softonic.com+4Linuxiac
 - Haz clic en **Download Now** para Windows.
 - Ejecuta el instalador, acepta la licencia (ahora es gratuito incluso para uso comercial) [The VergeWikipedia](#).
 - Finaliza la instalación y abre VMware Player.
-

2 Crear nueva máquina virtual

1. Haz clic en **Create a New Virtual Machine**.
2. Selecciona **Installer disc image file (iso)** y busca la ISO de Linux Mint.
3. Elige el sistema invitado: **Linux + Ubuntu 64-bit** (Mint está basado en Ubuntu).
4. Pon un nombre, ejemplo “Linux Mint VM” y selecciona la ubicación.
5. Define disco virtual de **30 GB**, elige “Store as a single file” para mejor rendimiento.

6. Antes de finalizar, haz clic en **Customize Hardware** y ajusta:

- Memoria: **4 GB**
- CPUs: **2 cores**
- En la pestaña *New CD/DVD*: marca “Connect at power on” y selecciona la ISO.
- Asegúrate de que esté habilitado **EFI firmware** (si ves esa opción).

[mysamplecode.com+2At Home Computer Guides+2At Home Computer Guides+2mysamplecode.com+2At Home Computer Guides+2At Home Computer Guides+2mysamplecode.com](#)

[3] Iniciar e instalar Linux Mint

1. Cierra la configuración y haz clic en **Play virtual machine**.
2. En el menú de arranque, selecciona **Start Linux Mint**.
3. Cuando cargue el entorno en vivo, haz doble clic en **Install Linux Mint**.
4. Elegir idioma: selecciona **Español** (o cualquier preferido).
5. Marca “Install third-party software” si deseas soporte multimedia.
6. En tipo de instalación, selecciona **Erase disk & install**, validando que solo afecta a la VM.
7. Define zona horaria, distribución de teclado, crea usuario y contraseña.

[Wikipedia+10Wikipedia+10YouTube+10Wikipedia+5mysamplecode.com+5TheSecMaster+5](#)

[4] Finalizar e iniciar sesión

1. Una vez termine la instalación, haz clic en **Restart Now**.
 2. Desconecta la ISO si te lo solicita.
 3. Inicia sesión con tus credenciales. ¡Listo!
 4. (Opcional) Instalar **VMware Tools** desde el menú para mejorar integración (ratón, resolución, carpetas compartidas).
-

Opción B: Oracle VirtualBox

1 Descargar e instalar VirtualBox

- Ve a <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>
 - Descarga e instala la versión para Windows (siguiente → siguiente por defecto).
 - Si lo deseas, complementa con el **Extension Pack** para USB 2/3 y otras funcionalidades [Wikipedia+1virtualbox.org+1](#).
-

2 Crear nueva VM

1. Inicia VirtualBox y clic en **Nueva**.
 2. Nombre: “Linux Mint”, tipo **Linux**, versión **Ubuntu (64-bit)**.
 3. Memoria: asigna **4096 MB**.
 4. Disco: elige **VDI, dynamically allocated**, tamaño **30 GB**.
[YouTube+12Wikipedia+12virtualbox.org+12At Home Computer Guides](#)
-

3 Atachar ISO de Linux Mint

1. Con la VM seleccionada, clic en **Configuración** → **Almacenamiento**.
 2. En “Controlador: IDE”, selecciona el icono de CD.
 3. Haz clic en “Elegir archivo” y selecciona tu ISO de Linux Mint.
 4. Marca “Conectar al iniciar” si está disponible.
[Wikipedia](#)
-

4 Instalar Linux Mint en la VM

1. Inicia la VM y en el selector, elige **Start Linux Mint**.
2. En el escritorio en vivo, haz doble clic en **Install Linux Mint**.
3. Selecciona idioma **Español**.
4. Marca “Software de terceros” si deseas codecs.
5. Tipo de instalación: **Borrar disco e instalar** (solo afecta a la VM).
6. Configura zona horaria, teclado, usuario y contraseña.
7. Haz clic en **Instalar ahora**, confirma cambios.

5 Reiniciar y utilizar

1. Al finalizar instalación, selecciona “Reiniciar ahora”.
 2. Retira la ISO cuando aparezca el mensaje.
 3. Inicia sesión. Tu Linux Mint ya está operativo.
-

Consejos y mejores prácticas

- **Snapshots (Instantáneas):**
 - En VMware Player es función de la versión Pro, pero puedes clonar la VM.
 - En VirtualBox haz clic en **Instantánea** → **Tomar** para preservar estados.
- **Integración avanzada:**
 - Instala **VMware Tools** o **Guest Additions** en VirtualBox para mejor resolución, carpetas compartidas, portapapeles compartido, etc.
- **Recursos de hardware recomendados:**
 - Si tienes poca RAM/espacio, usa VirtualBox.
 - Para mejor rendimiento gráfico, VMware es superior.
 - Puedes combinar ambos entornos para experimentación.

Referencias:

- **Paso 1: Descargar Linux Mint ISO**
 - Linux Mint. (s.f.). *Download Linux Mint 21.3*. Recuperado de <https://linuxmint.com/download.php>
- **Paso 2: Instalar VirtualBox**
 - Oracle. (2024). *VirtualBox Downloads*. Recuperado de <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>
- **Paso 3: Crear máquina virtual en VirtualBox**
 - Oracle. (s.f.). *VirtualBox User Manual*. Recuperado de <https://www.virtualbox.org/manual/>
- **Paso 4: Instalar VMware Workstation Player**

- VMware. (2024). *VMware Workstation Player*. Recuperado de <https://www.vmware.com/products/workstation-player.html>
- **Paso 5: Crear máquina virtual en VMware**
 - VMware. (2023). *Creating a New Virtual Machine in VMware Workstation Player*. Recuperado de <https://kb.vmware.com/s/article/2005280>
- **Paso 6: Instalar Linux Mint en la máquina virtual**
 - Linux Mint. (s.f.). *Installation Guide*. Recuperado de <https://linuxmint-installation-guide.readthedocs.io/en/latest/>