

MANUAL DE CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA PARA ENTORNO LÚDICO

Índice de Contenidos

1. Instalación de Raspberry Pi Imager	3
2. Configuración de la Tarjeta MicroSD	5
A. Selección del Dispositivo (CHOOSE DEVICE).....	5
B. Selección del Sistema Operativo (CHOOSE OS)	6
C. Selección del Almacenamiento (CHOOSE STORAGE).....	7
3. Personalización antes del primer arranque	7
4. Grabación y Finalización	10
A. Inicio de la grabación	10
B. El proceso de escritura	11
C. Extracción segura.....	12
5. Preparación del Hardware	12
6. Instalación del Entorno y Configuración de Git	13
A. Pasos para la configuración	13
B. Instalación de librerías de Visión Artificial	15
C. Clonación del Proyecto desde GitHub.....	16
D. Clonación del repositorio	18
E. Localización del Ejecutable	19
F. Ejecución y Optimización de Inicio	21
7. Uso del Entorno y Personalización	22
A. Menú Principal del Tutor	22
B. Gestión de Contenido Personalizado	23
C. Personalización Avanzada: Gestión de Alumnos y Contenido	23
a. Estructura del Sistema.....	23
b. Gestión de Alumnos (Añadir o Renombrar).....	24
c. Actualización Masiva de Contenido (Audio e Imágenes)	25
8. Conexión remota desde otros dispositivos (RealVNC)	26
A. Preparación e instalación.....	26
B. Configuración de la conexión	27

1. Instalación de Raspberry Pi Imager

Para preparar la tarjeta de memoria de tu Raspberry Pi, utilizaremos la herramienta oficial **Raspberry Pi Imager**.

Pasos que seguir:

1. **Accede a la web oficial:** Desde tu ordenador, abre el navegador y dirígete a la sección de software de Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.com/software/>.
2. **Descarga el instalador:** * Haz clic en el botón azul "**Download for Windows**" si utilizas este sistema operativo.
a. Nota: Si usas macOS o Linux, selecciona los enlaces de descarga que aparecen justo debajo.
3. **Ejecuta el archivo:** Una vez finalizada la descarga, abre el archivo .exe (generalmente llamado imager_x.x.x.exe) y sigue las instrucciones del asistente de instalación para completar el proceso.

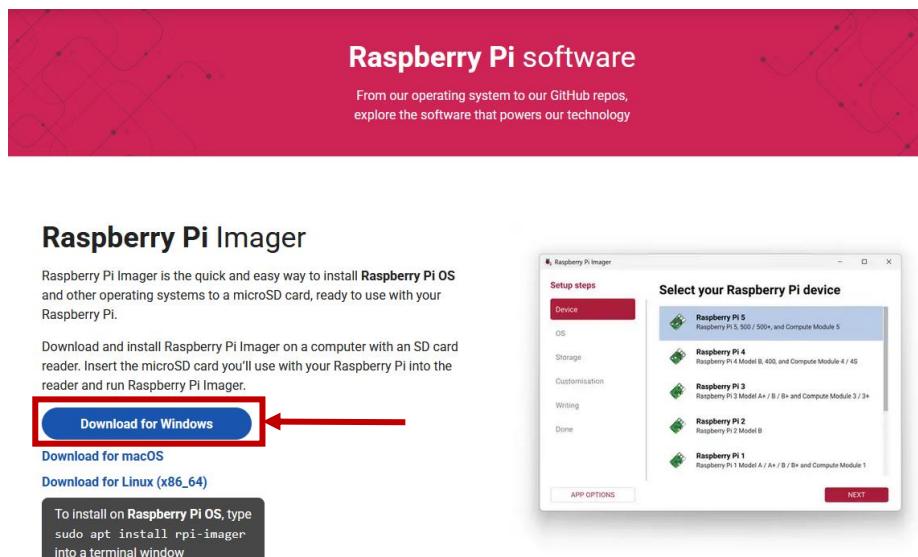


Figura 1. “Descarga de Raspberry Pi Imager desde la web oficial (selecciona el botón según tu sistema operativo)”.

Una vez descargado el instalador, sigue estos pasos para configurar la herramienta en tu sistema:

1. **Iniciar el asistente:** Localiza el archivo descargado en tu carpeta de descargas y ejecútalo. Verás la ventana de "**Bienvenido al asistente de instalación**". Haz clic en el botón **Siguiente**.
2. **Acuerdo de licencia:** Lee los términos y condiciones. Selecciona la opción "**Acepto el acuerdo**" y pulsa de nuevo en **Siguiente** para proceder.
3. **Proceso de instalación:** El programa comenzará a extraer los archivos necesarios. Verás una barra de progreso verde; espera unos segundos hasta que se complete.
4. **Finalización:** Una vez terminada la instalación, pulsa el botón **Finalizar**.

- a. **Consejo:** Si dejas marcada la casilla "**Ejecutar Raspberry Pi Imager**", el programa se abrirá automáticamente para que puedas empezar a trabajar de inmediato.

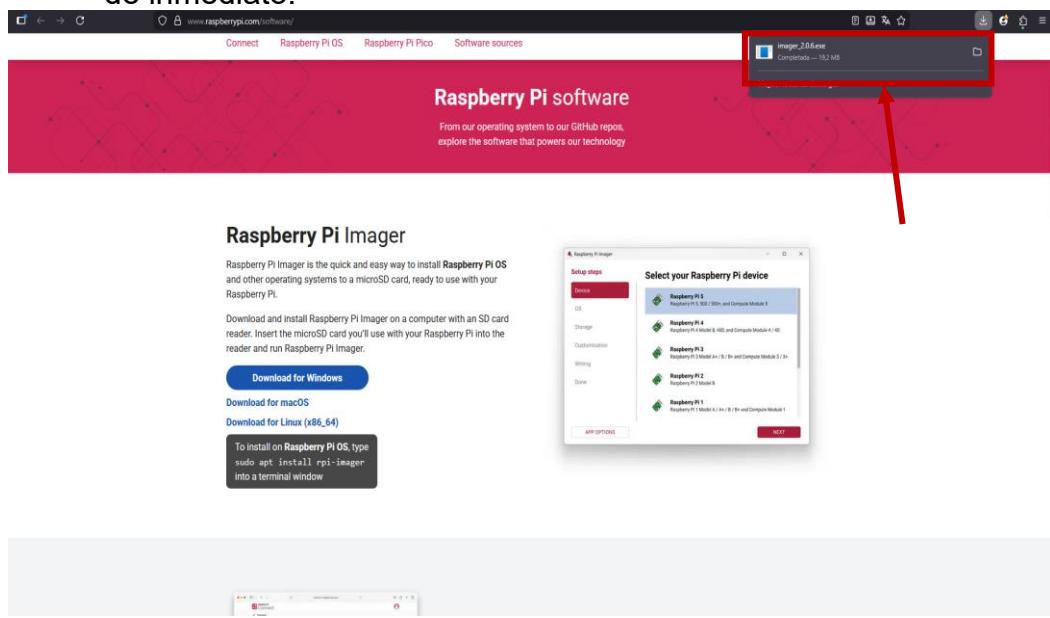


Figura 2. “Instalación de Raspberry Pi Imager en Windows”.



Figura 3. “Asistente de instalación de Raspberry Pi Imager”.

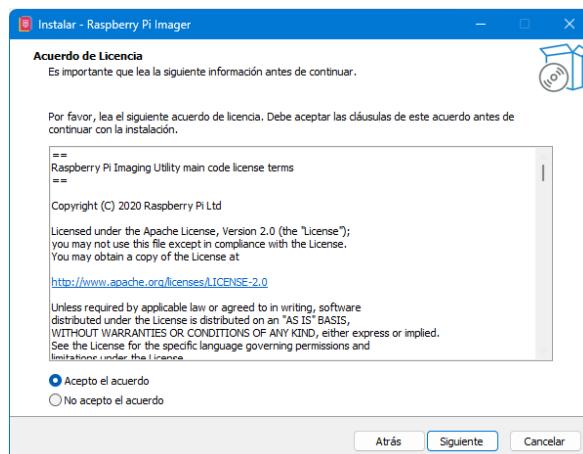


Figura 4. “Acuerdo de licencia de Raspberry Pi Imager”.

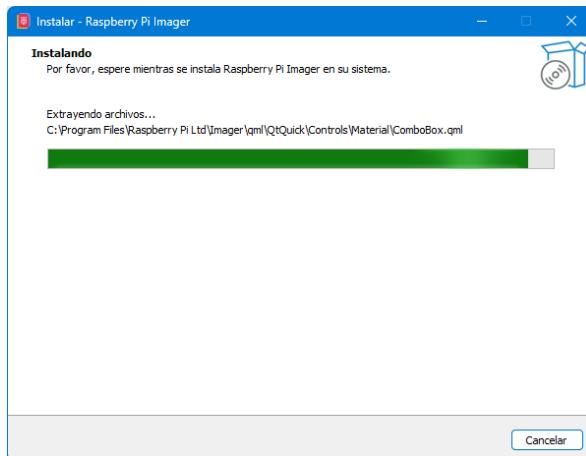


Figura 5. “Realización de la instalación de Raspberry Pi Imager”.



Figura 6. “Finalización de la instalación de Raspberry Pi Imager”.

2. Configuración de la Tarjeta MicroSD

En esta etapa, definiremos qué vamos a instalar y dónde. El programa **Raspberry Pi Imager** organiza el flujo en tres botones principales situados en la columna izquierda.

A. Selección del Dispositivo (CHOOSE DEVICE)

1. Haz clic en el botón **CHOOSE DEVICE**.
2. Selecciona de la lista el modelo de tu placa base (por ejemplo, **Raspberry Pi 5** o **Raspberry Pi 4**). Esto optimizará las opciones del sistema operativo.

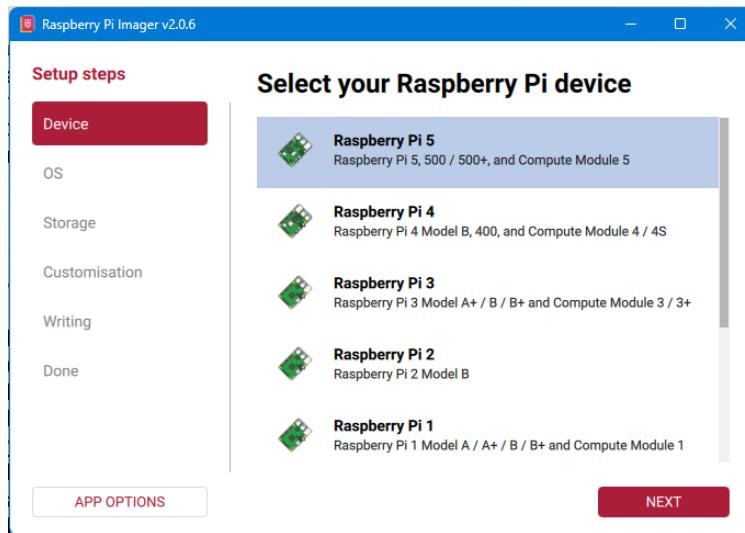


Figura 6. “Selección de dispositivo en Raspberry Pi Imager”.

B. Selección del Sistema Operativo (CHOOSE OS)

Para este proyecto, necesitamos una versión específica y completa del sistema. Sigue esta ruta:

1. Pulsa en **CHOOSE OS**.
2. En el menú que se despliega, selecciona la categoría **Raspberry Pi OS (other)**.
3. Desplázate hacia abajo hasta localizar la opción:

Raspberry Pi OS (Legacy, 64-bit) Full

4. Es fundamental elegir exactamente esta versión (como se muestra en la captura) para asegurar la compatibilidad con todas las aplicaciones y el entorno de escritorio.
5. Haz clic en **NEXT**.

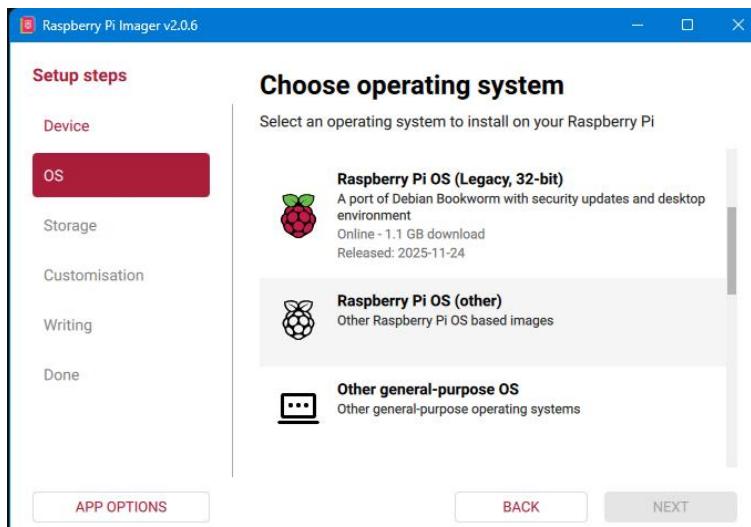


Figura 7. “Menú de selección del sistema operativo en Raspberry Pi Imager (opción Raspberry Pi OS (other))”.

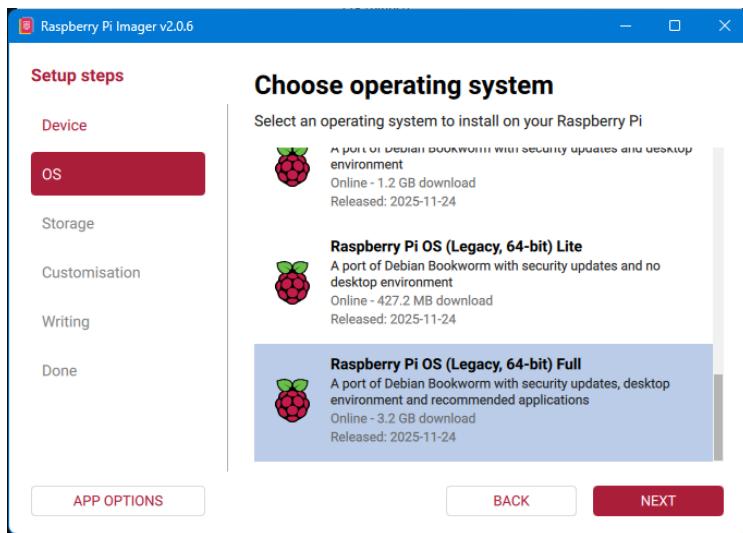


Figura 8. “Selección de Raspberry Pi OS (Legacy, 64-bit) Full en Raspberry Pi Imager”.

C. Selección del Almacenamiento (CHOOSE STORAGE)

1. Inserta tu tarjeta microSD en el lector de tu ordenador.
2. Pulsa el botón **CHOOSE STORAGE**.
3. Selecciona tu tarjeta microSD de la lista (asegúrate de que sea la correcta, ya que este proceso borrará los datos que contenga).
4. Pulsa **NEXT** para confirmar.

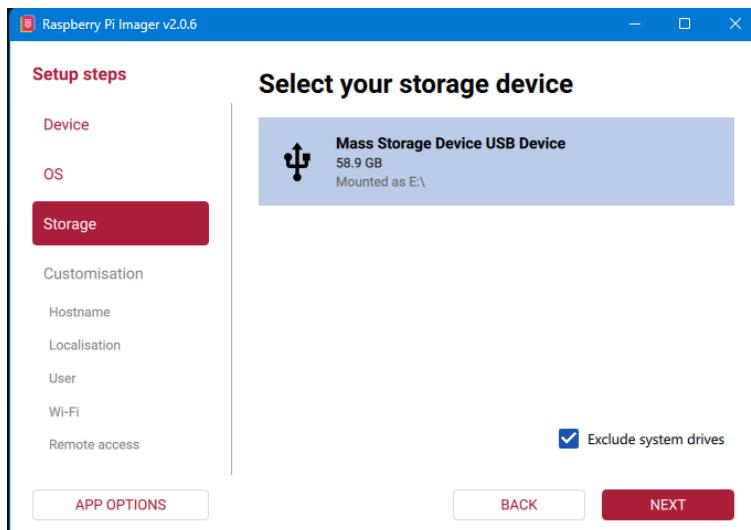


Figura 9. “Selección del dispositivo de almacenamiento (microSD) en Raspberry Pi Imager”.

3. Personalización antes del primer arranque

Raspberry Pi Imager permite preconfigurar el sistema para que esté listo para usar en cuanto lo enciendas. Para aplicar estos ajustes, entra en la pestaña **Customisation** y completa los siguientes apartados:

- **Hostname:** Escribe un nombre identificativo para tu Raspberry Pi en la red local (ej. Nexe-Raspberry). Esto te permitirá localizarla sin necesidad de conocer su dirección IP.

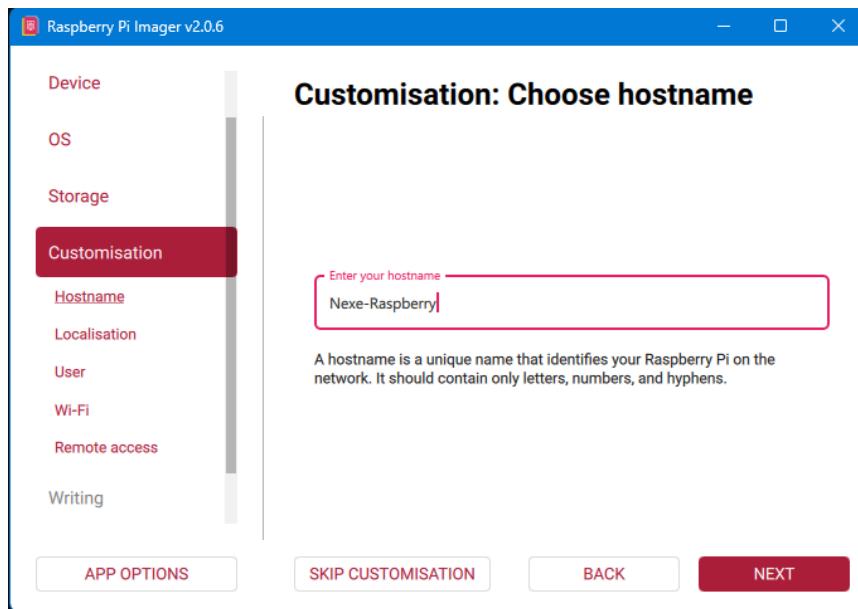


Figura 10. “Inicio de la configuración de la Raspberry Pi”.

- **Localisation:** Configura la **zona horaria** y la **distribución del teclado** (ej. es). Es fundamental para que el sistema marque correctamente la hora y el teclado responda a símbolos especiales desde el primer momento.

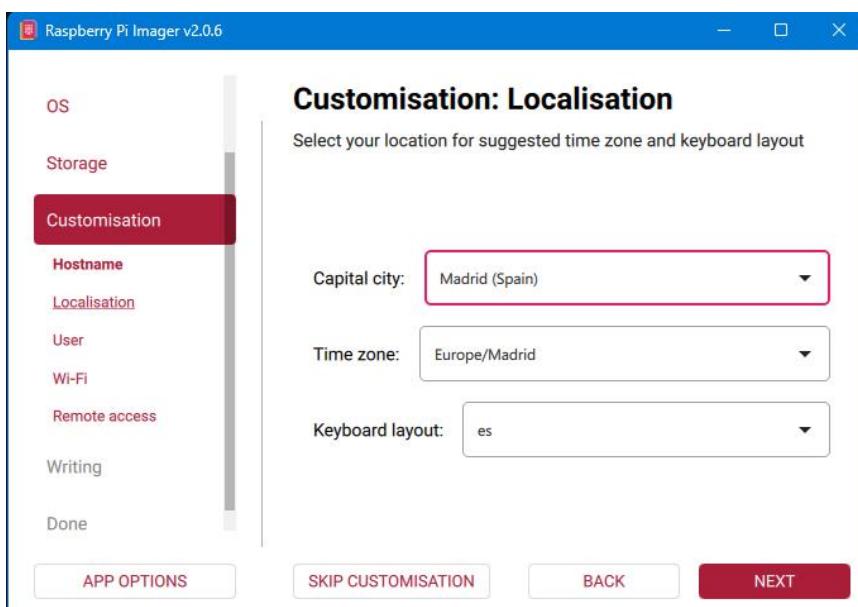


Figura 11. “Selección de la localización de la Raspberry Pi”.

- **User:** Crea tu cuenta de usuario principal definiendo un nombre y una contraseña segura.

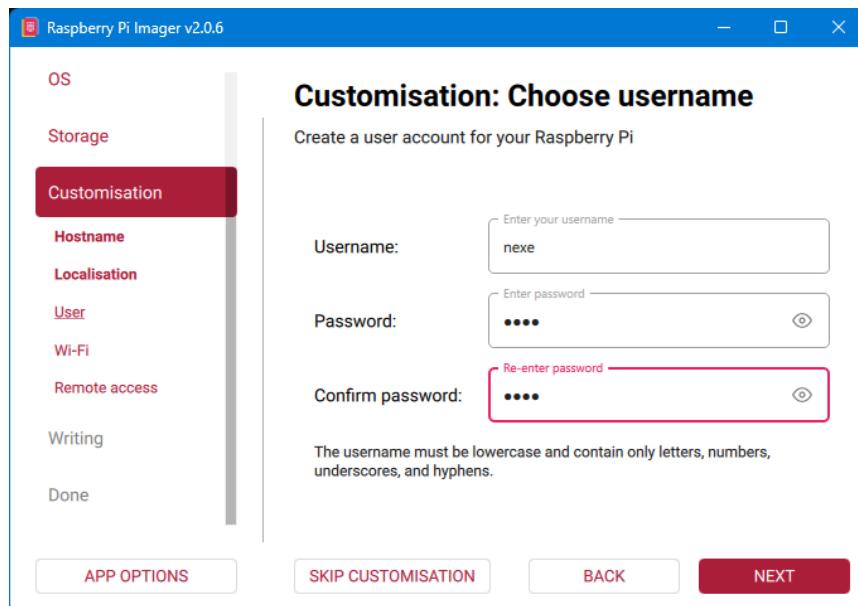


Figura 12. “Creación de usuario para Raspberry Pi”.

- **Wi-Fi:** Introduce el **SSID** (nombre de tu red) y la contraseña. Asegúrate de repetir la clave en “**Confirm password**” para evitar errores de escritura.

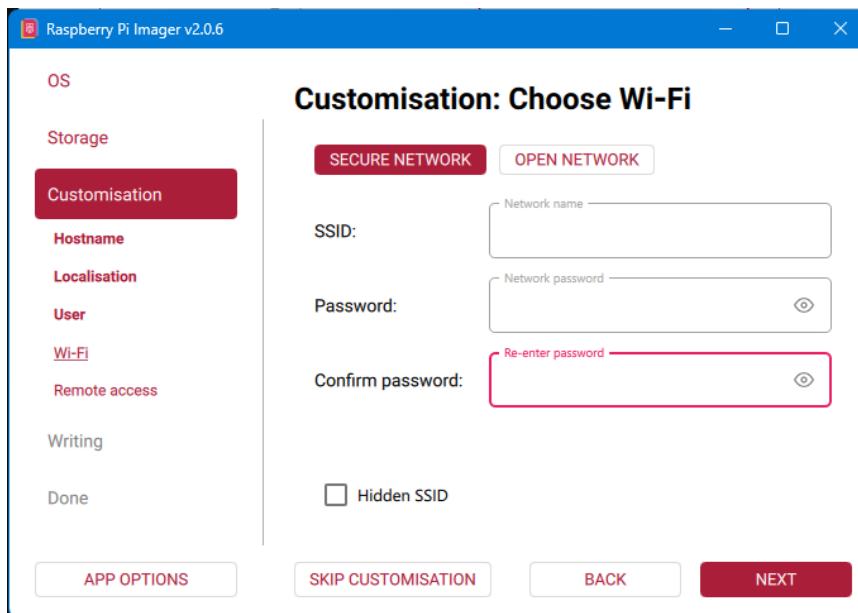


Figura 13. “Conexión a la red Wi-Fi a la que se conecta la Raspberry Pi”.

- **Remote access (SSH):** Si planeas controlar la Raspberry Pi desde otro ordenador a través de la red, activa la casilla **Enable SSH, no es necesario activar.**

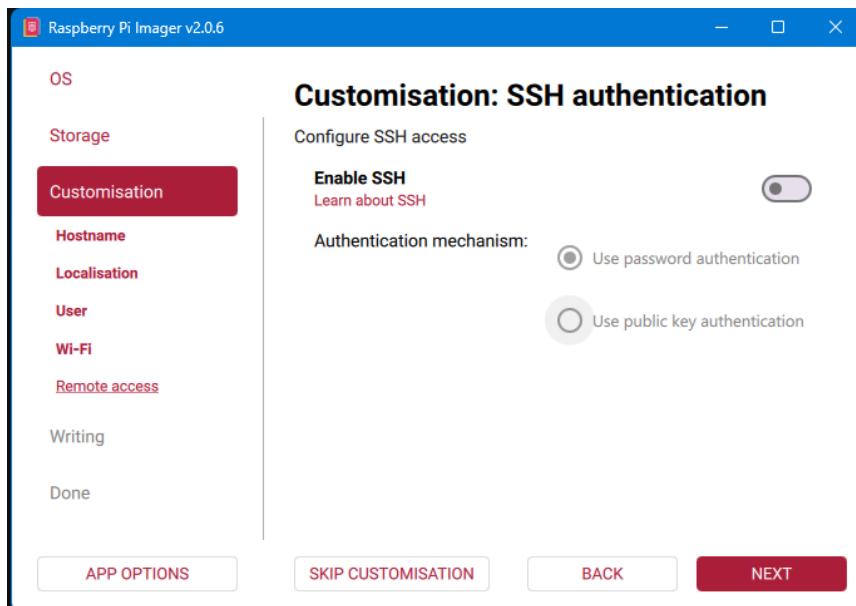


Figura 14. “Autentificación SSH para Raspberry Pi”.

4. Grabación y Finalización

Una vez configurados los ajustes de personalización, llegamos al paso final de la preparación de la tarjeta.

A. Inicio de la grabación

1. Revisa el resumen final de la configuración (como se muestra en la **Figura 14**).
2. Si todo es correcto, pulsa el botón **WRITE** para comenzar a grabar el sistema operativo en la tarjeta.
3. **Aviso de seguridad:** Aparecerá una ventana de advertencia indicando que todos los datos existentes en la microSD serán eliminados. **Confirma solo si estás seguro** de que la unidad seleccionada es la correcta.

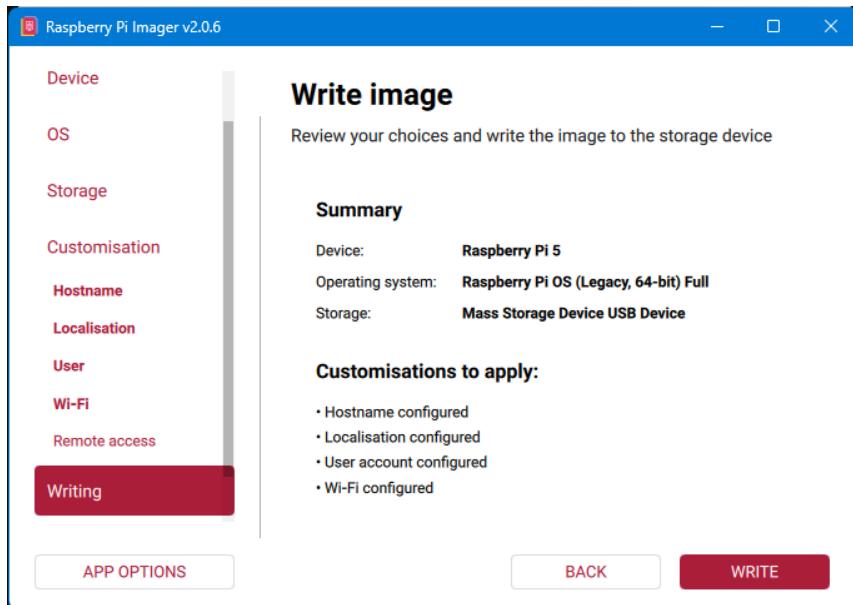


Figura 15. “Resumen de la instalación”.

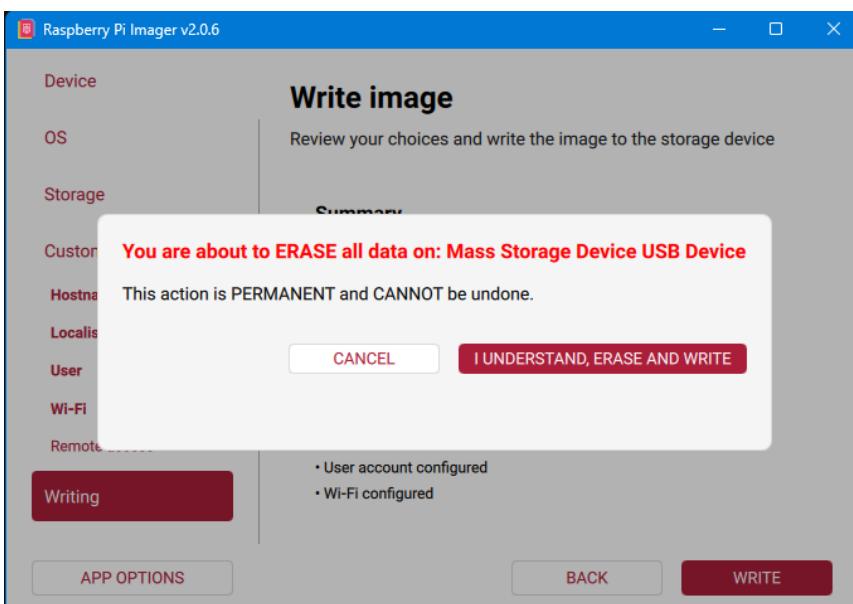


Figura 16. “Advertencia de borrado de datos en la tarjeta microSD”.

B. El proceso de escritura

El programa realizará dos tareas consecutivas; no desconectes la tarjeta durante este tiempo:

- **Writing... (Escribiendo):** Se transfieren los archivos al almacenamiento.
- **Verifying... (Verificando):** El programa comprueba que no haya errores en la grabación.

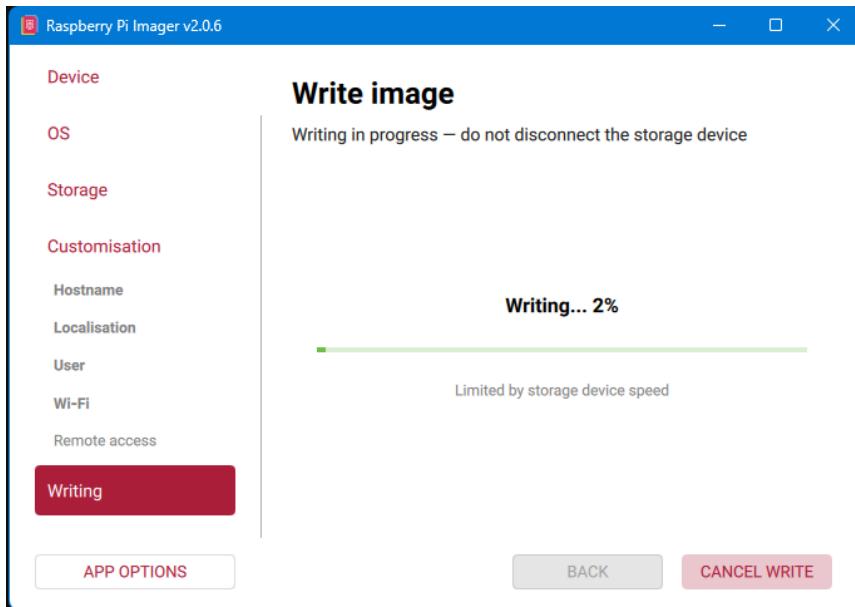


Figura 17. "Proceso de escritura y verificación del sistema operativo en la tarjeta".

C. Extracción segura

Cuando aparezca el mensaje "**Write Successful!**", el proceso habrá terminado.

- El programa expulsará la unidad automáticamente por software.
- Ya puedes retirar físicamente la tarjeta microSD de tu ordenador con total seguridad.

5. Preparación del Hardware

Con la tarjeta lista, es momento de preparar la placa Raspberry Pi:

1. Localiza la ranura para tarjetas microSD en la **parte inferior** de la placa (puedes guiarte por la **Figura 17**).
2. Inserta la tarjeta con los contactos metálicos hacia arriba (mirando hacia la placa) hasta que encaje firmemente.
3. Una vez insertada, la Raspberry Pi estará lista para ser conectada a la alimentación y realizar su primer arranque.



Figura 18. “Ubicación de la ranura microSD en la parte inferior de la placa Raspberry Pi”.

6. Instalación del Entorno y Configuración de Git

Una vez que la Raspberry Pi ha arrancado y está conectada mediante el cable **microHDMI** a la pantalla, verás el escritorio principal. Ahora debemos preparar el sistema para trabajar con repositorios de código utilizando la **Terminal**.

A. Pasos para la configuración

1. **Abrir la Terminal:** Haz clic en el icono del terminal (el cuadrado negro con el símbolo >_) en la barra de tareas superior.



Figura 19. “Ubicación del terminal”.

- 2. Actualizar e instalar Git:** Ejecuta los siguientes comandos uno a uno. Es vital actualizar la lista de paquetes antes de instalar cualquier herramienta nueva:

```
sudo apt update  
sudo apt install git -y  
git --version
```

- 3. Resultado esperado:** Si la instalación ha sido exitosa, el terminal te devolverá el número de la versión instalada (por ejemplo: git version 2.x.x).

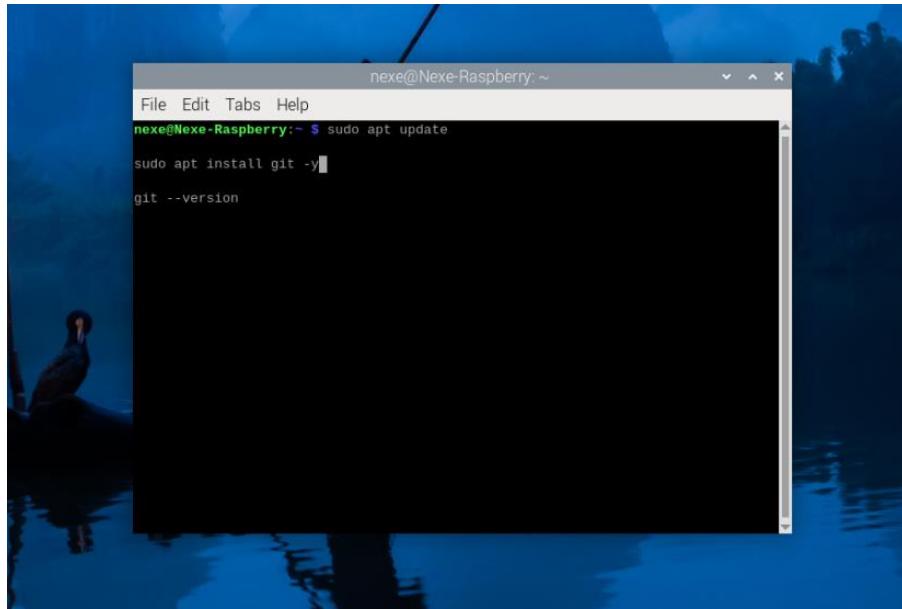


Figura 20. “Actualización de lista de paquetes e instalación de Git”.

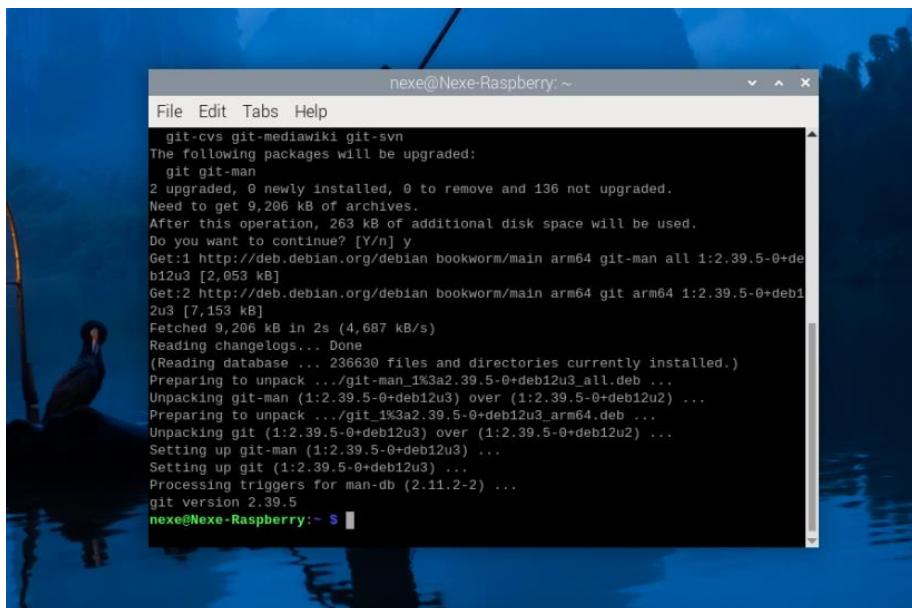


Figura 21. “Confirmación de la versión de Git instalada correctamente en el terminal”.

B. Instalación de librerías de Visión Artificial

Para que el proyecto pueda procesar imágenes y ejecutar modelos de IA, necesitamos instalar **Python**, **OpenCV** (para la cámara) y **MediaPipe** (para el reconocimiento de movimiento/objetos).

Ejecuta estos comandos en orden:

1. **Instalar Python y gestor de paquetes:** sudo apt install python3 python3-pip
2. **Instalar OpenCV:** sudo apt install python3-opencv -y
3. **Instalar MediaPipe:** python3 -m pip install --break-system-packages mediapipe

Nota importante: Este proceso puede tardar varios minutos dependiendo de tu conexión a internet y el modelo de tu Raspberry Pi. No cierres la terminal hasta que aparezca de nuevo la línea de espera de comandos.

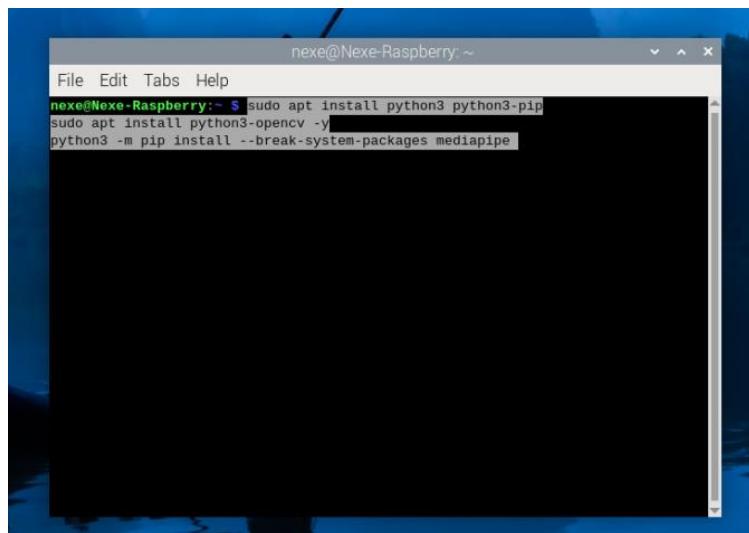


Figura 22. “Instalación del intérprete Python 3 y el gestor de paquetes pip”.

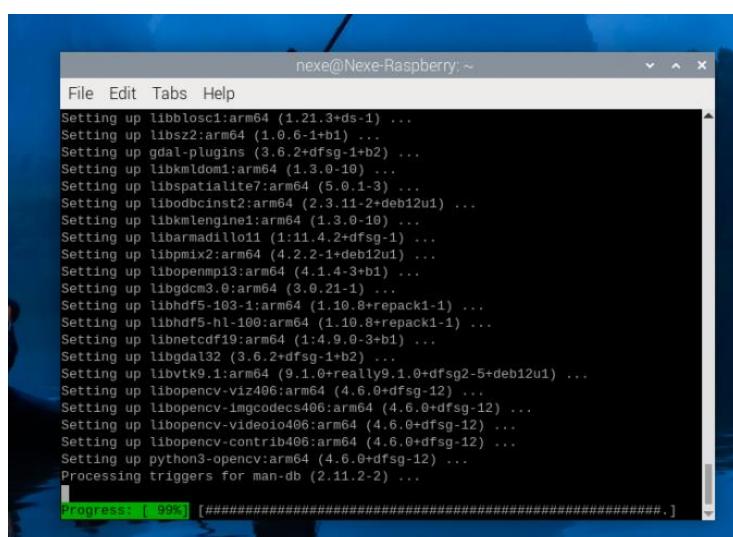


Figura 23. “Descarga e instalación de la librería de visión artificial OpenCV”.

```

nexe@Nexe-Raspberry: ~
File Edit Tabs Help
Downloading opencv_contrib_python-4.13.0.90-cp37-abi3-manylinux_2_28_aarch64.whl (52.5 MB)      52.5/52.5 MB 3.9 MB/s eta 0:00:00
Downloading opencv_contrib_python-4.12.0.88-cp37-abi3-manylinux2014_aarch64.whl (51.3 MB)      51.3/51.3 MB 4.4 MB/s eta 0:00:00
Downloading opencv_contrib_python-4.11.0.86-cp37-abi3-manylinux_2_17_aarch64.manylinux2014_aarch64.whl (47.9 MB) 47.9/47.9 MB 4.1 MB/s eta 0:00:00
Collecting pycparser
  Downloading pycparser-3.0-py3-none-any.whl (48 kB) 48.2/48.2 kB 2.0 MB/s eta 0:00:00
Installing collected packages: flatbuffers, sentencepiece, pycparser, protobuf, opt_einsum, numpy, absl-py, scipy, opencv-contrib-python, ml_dtypes, cffi, sounddevice, jaxlib, jax, mediapipe
  WARNING: The script f2py is installed in '/home/nexe/.local/bin' which is not on PATH.
  Consider adding this directory to PATH or, if you prefer to suppress this warning, use --no-warn-script-location.
Successfully installed absl-py-2.4.0 cffi-2.0.0 flatbuffers-20181003210633 jax-0.7.1 jaxlib-0.7.1 mediapipe-0.10.18 ml_dtypes-0.5.4 numpy-1.26.4 opencv-contrib-python-4.11.0.86 opt_einsum-3.4.0 protobuf-4.25.8 pycparser-3.0 scipy-1.17.0 sentencepiece-0.2.1 sounddevice-0.5.5
nexe@Nexe-Raspberry: ~ S

```

Figura 24. “Vista del terminal tras completar la instalación de todas las dependencias del proyecto”.

C. Clonación del Proyecto desde GitHub

Con el entorno preparado, el siguiente paso es descargar el código fuente del proyecto a nuestra Raspberry Pi.

1. **Abrir el navegador:** Dirígete a la barra de herramientas superior y abre el navegador web (Chromium).

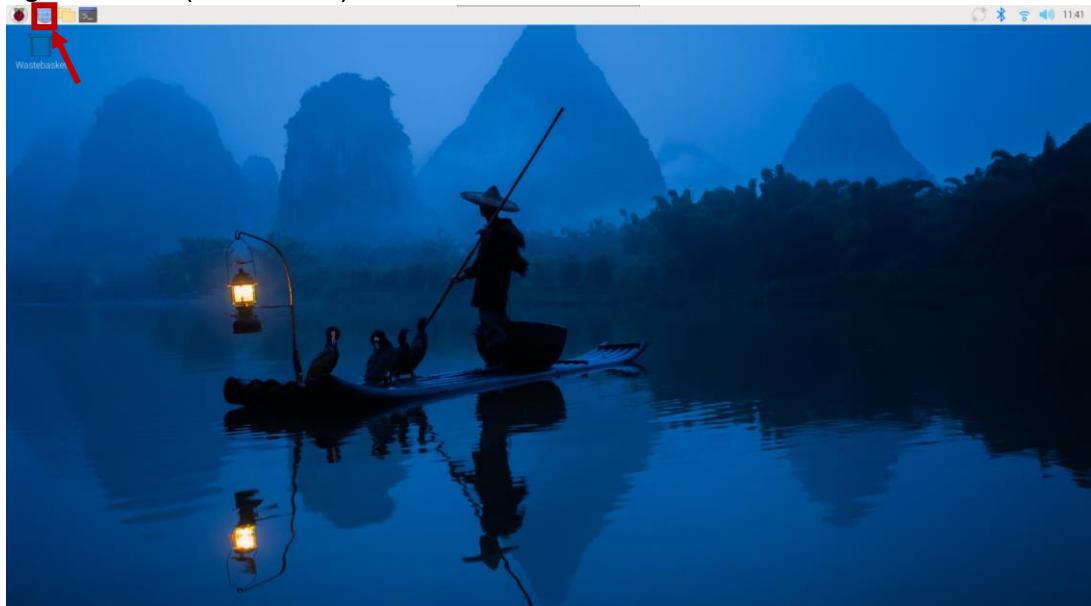


Figura 25. “Acceso al navegador web Chromium desde el menú de aplicaciones”.

2. **Gestionar el aviso de seguridad:** Al abrir el navegador por primera vez, es probable que el sistema solicite crear una "Contraseña para el llavero" para guardar claves. Para este proyecto, puedes pulsar en "**Cancelar**" para continuar directamente a la navegación.

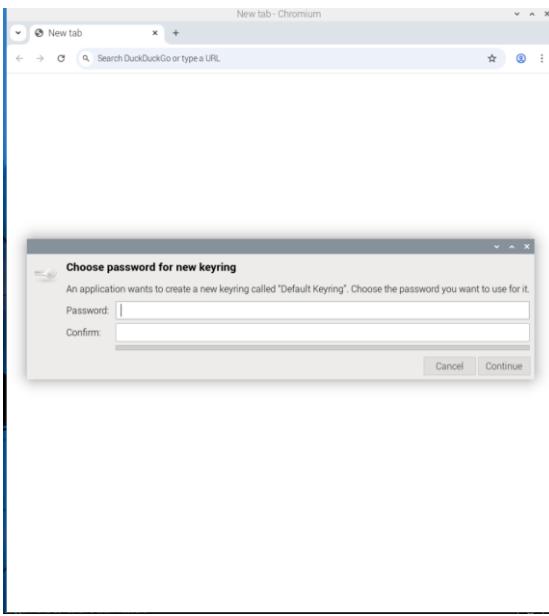


Figura 26. “Ventana del gestor de contraseñas del sistema; se recomienda omitir para agilizar el proceso”.

3. **Acceder al repositorio:** En la barra de direcciones, introduce el enlace oficial del proyecto:

<https://github.com/rafadamota12/Nexe-Fundacio>

Dentro de la página de GitHub, debemos obtener la dirección exacta para descargar el código.

1. **Localiza el código:** Busca el botón verde con el texto "**<> Code**".

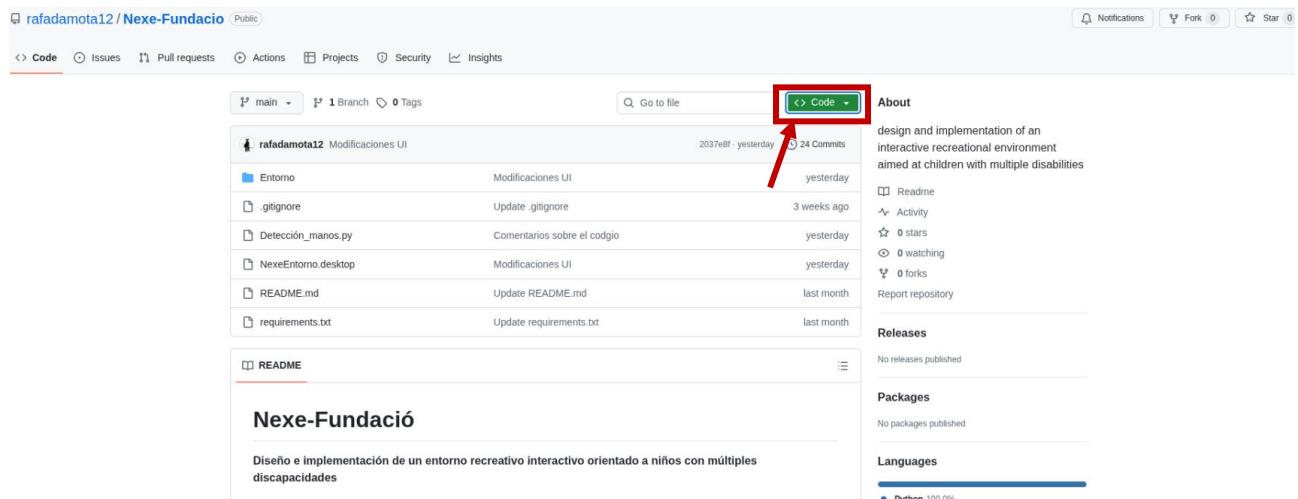


Figura 27. ”Vista general del repositorio del proyecto en GitHub con la estructura de archivos”.

2. **Selecciona el protocolo:** Asegúrate de que esté seleccionada la pestaña **HTTPS**.
3. **Copia la URL:** Haz clic en el ícono de los dos cuadrados (copiar) situado junto a la URL: <https://github.com/rafadamota12/Nexe-Fundacio.git>.

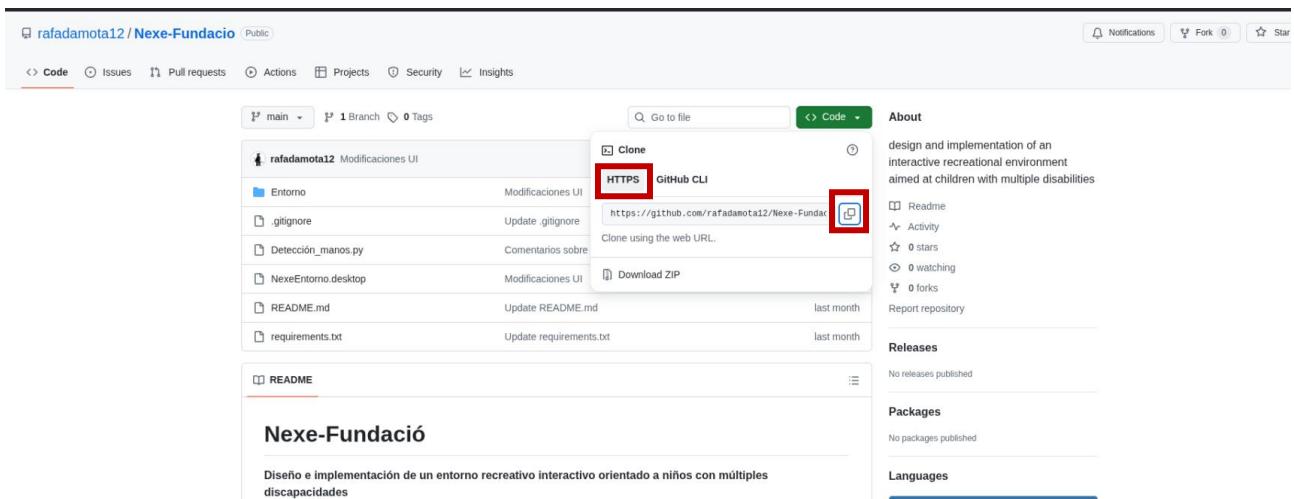


Figura 28. "Despliegue del menú 'Code' y copia de la dirección URL mediante el protocolo HTTPS".

Con la URL copiada de GitHub, procederemos a descargar todos los archivos directamente a la memoria de la Raspberry Pi.

D. Clonación del repositorio

1. Abre de nuevo la **Terminal**.
2. Escribe el comando `git clone`, deja un espacio, y pega la dirección que copiaste anteriormente: `git clone https://github.com/rafadamota12/Nexe-Fundacio.git`
3. Presiona **Enter** y espera a que el contador llegue al 100%.

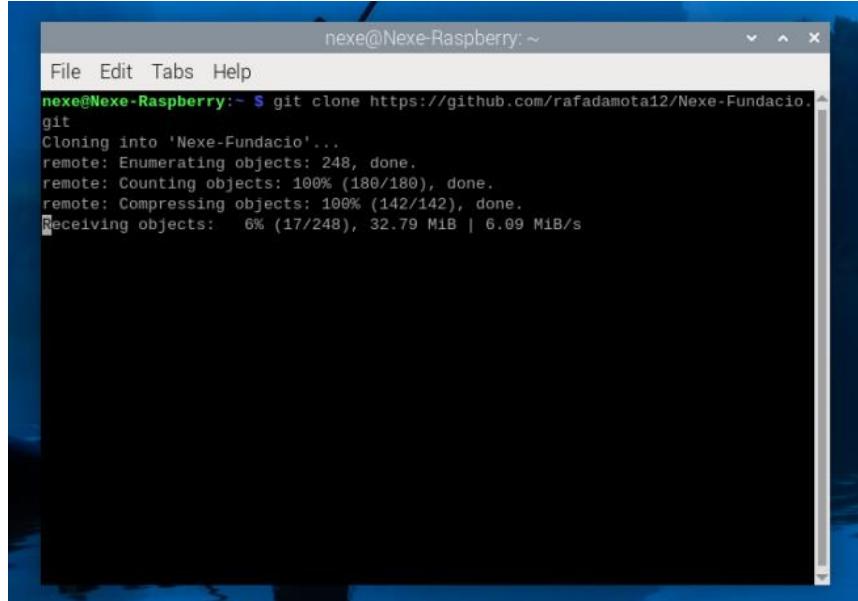


Figura 29. "Ejecución del comando `git clone` y descarga del repositorio en el almacenamiento local".

E. Localización del Ejecutable

Una vez completada la descarga, ya no necesitaremos la terminal por el momento. Utilizaremos la interfaz visual para encontrar el programa:

1. **Gestor de archivos:** Abre el explorador de carpetas (ícono de la carpeta azul) en la barra superior.



Figura 30. "Acceso al gestor de archivos de Raspberry Pi OS".

2. **Entrar en el proyecto:** Localiza y abre la carpeta llamada **Nexe-Fundacio**.

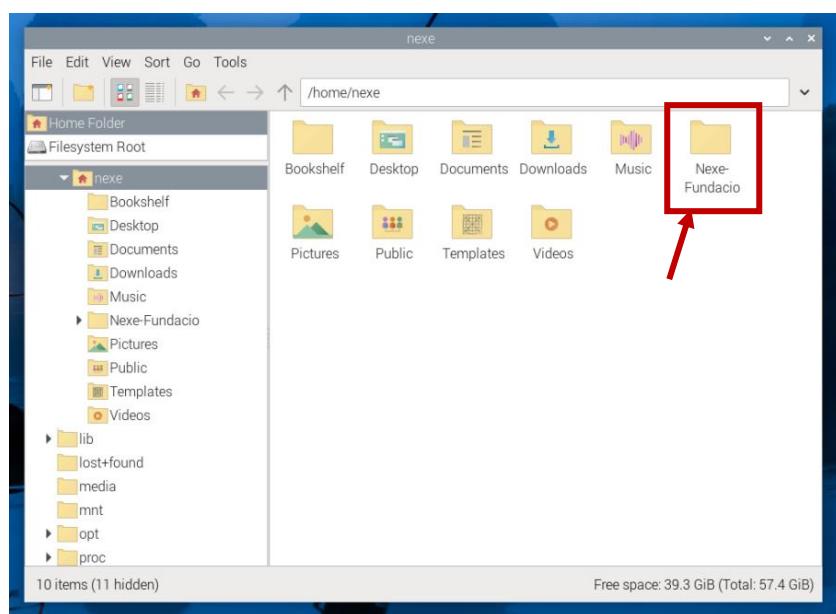


Figura 31. "Carpeta del proyecto creada tras la clonación".

- 3. Identificar el ejecutable:** Dentro de la carpeta, busca el archivo principal del proyecto (el ejecutable) y lo arrastras al escritorio.

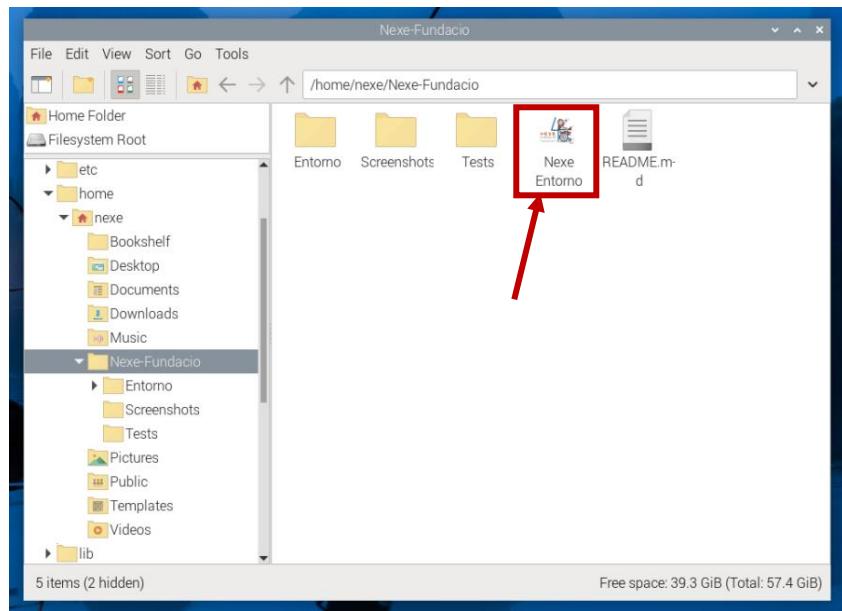


Figura 32. "Identificación del archivo ejecutable dentro del directorio del proyecto".

- 4. Preparación para el uso:** Asegúrate de que el archivo esté visible y listo para ser lanzado.

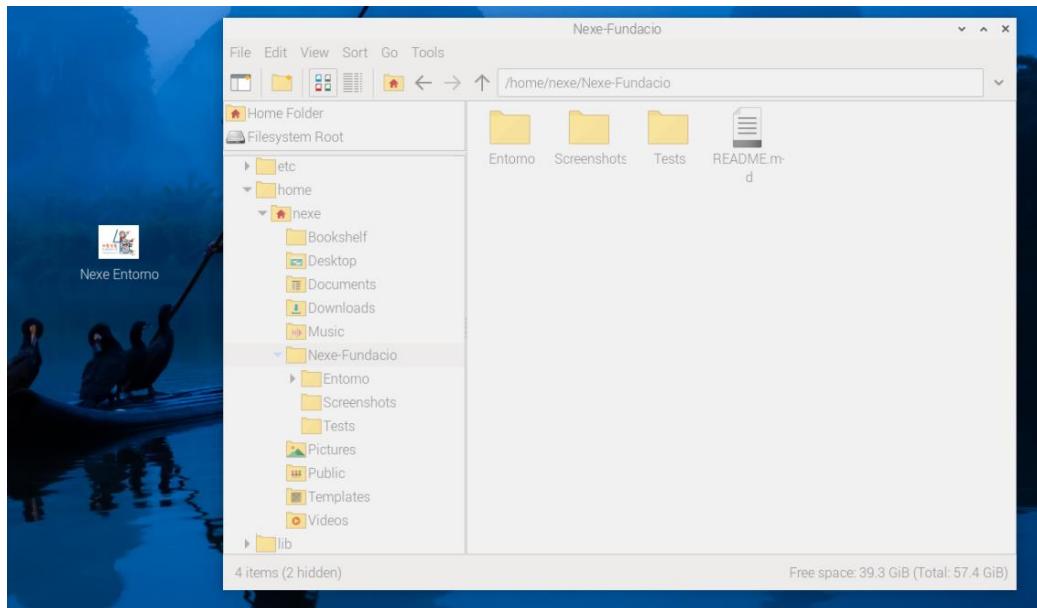


Figura 33. "Visualización final del entorno listo para su ejecución".

F. Ejecución y Optimización de Inicio

Una vez localizado el archivo ejecutable, el último paso es lanzarlo y configurar el sistema para que el acceso sea directo en el futuro.

Al hacer doble clic sobre el archivo por primera vez, el sistema mostrará una ventana de seguridad por tratarse de un archivo ejecutable.

1. Selecciona la opción "**Ejecutar**" (o *Execute*).
2. El entorno del proyecto se abrirá automáticamente.

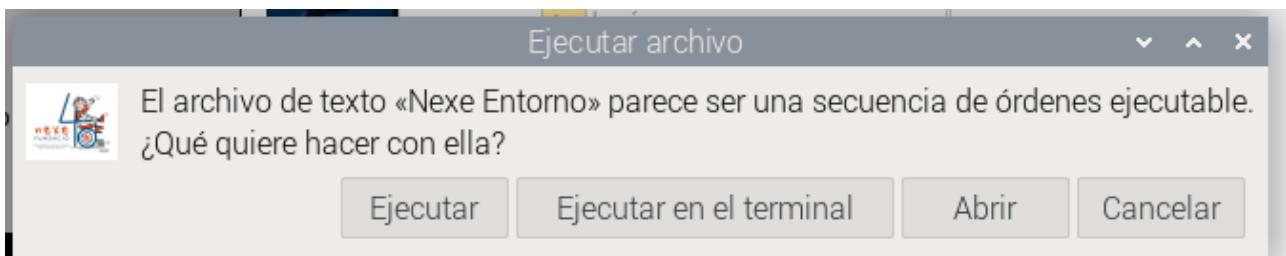


Figura 34. "Cuadro de diálogo de confirmación de ejecución de archivos".

Si deseas que el programa se abra directamente sin preguntar cada vez, sigue estos pasos:

1. En el **Gestor de archivos**, haz clic en el menú superior **Editar** y selecciona **Preferencias**.
2. Dentro de la pestaña **General**, busca la sección de "Archivos ejecutables".
3. Marca la opción "**No mostrar opciones al abrir archivos ejecutables**".

A partir de ahora, con un solo doble clic, el proyecto se iniciará de forma inmediata.

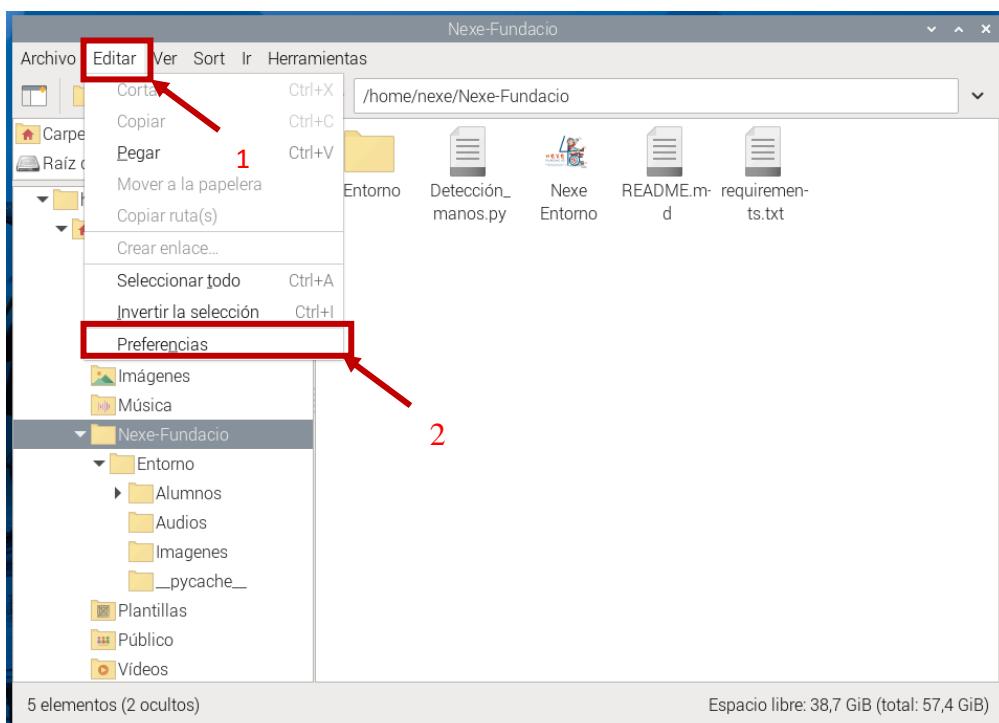


Figura 35. "Acceso al panel de Preferencias desde el menú Editar del explorador".

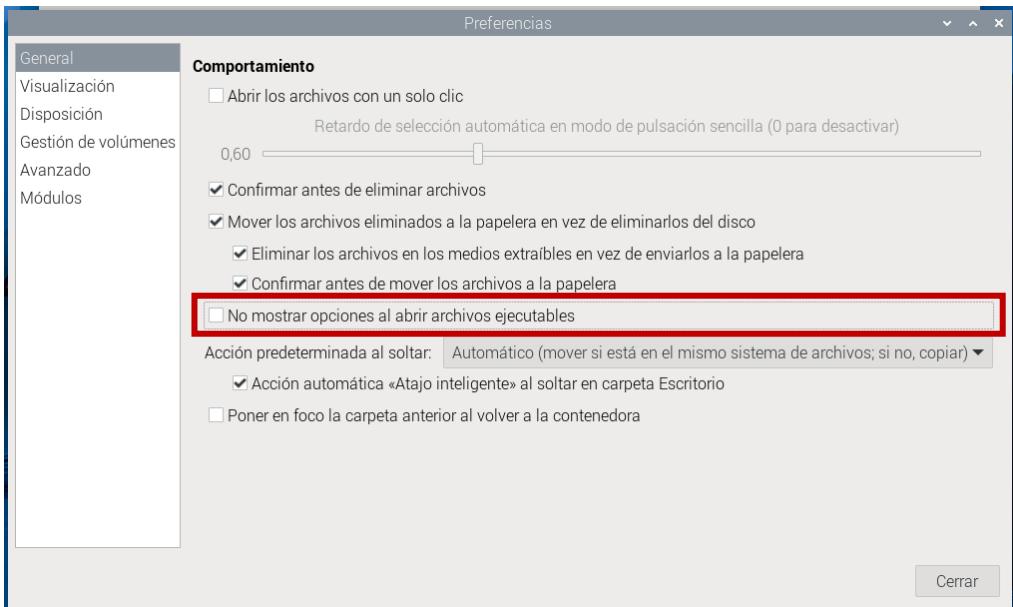


Figura 36. "Configuración del comportamiento de archivos para omitir avisos de ejecución".

7. Uso del Entorno y Personalización

Una vez ejecutado el programa, accederás a la interfaz diseñada para el tutor, desde donde se gestiona toda la experiencia del alumno.

A. Menú Principal del Tutor

Al iniciar, se presenta la pantalla de control principal con tres funciones claras:

- **Iniciar:** Lanza el entorno de trabajo con la configuración actual.
- **Editar favoritos:** Permite personalizar el contenido multimedia para cada niño.
- **Salir:** Cierra la aplicación de forma segura.



Figura 36. "Interfaz principal del panel de control del tutor".

B. Gestión de Contenido Personalizado

Para adaptar la experiencia a las necesidades de cada alumno, el entorno permite seleccionar canciones e imágenes específicas:

1. **Acceso:** Pulsa el botón "**Editar favoritos**".
2. **Selección:** Marca las casillas de los elementos que deseas incluir.
 - a. **Regla importante:** Para un correcto funcionamiento de la interfaz, se debe seleccionar siempre un **número par** de elementos.
 - b. *Nota: El sistema detectará automáticamente si la selección es impar y mostrará un aviso de seguridad para recordártelo.*
3. **Acciones de guardado:**
 - a. **Guardar:** Almacena la selección para sesiones futuras.
 - b. **Guardar e Iniciar:** Aplica los cambios y lanza el entorno inmediatamente.
 - c. **Limpiar / Seleccionar todo:** Botones rápidos para gestionar la lista de elementos masivamente.
4. **Cancelar:** Si no deseas realizar cambios, simplemente pulsa en "**Salir**".



Figura 37. "Panel de personalización de recursos multimedia para el alumno".

C. Personalización Avanzada: Gestión de Alumnos y Contenido

Si necesitas añadir nuevos usuarios o actualizar el catálogo de canciones e imágenes, puedes hacerlo directamente desde el sistema de archivos de la Raspberry Pi siguiendo esta estructura.

a. Estructura del Sistema

Para realizar cualquier cambio, abre el **Gestor de Archivos** y navega hasta la ruta:

Nexe-Fundacio > Entorno. Dentro encontrarás tres carpetas clave: **Alumnos**, **Imagenes** y **Audio**.

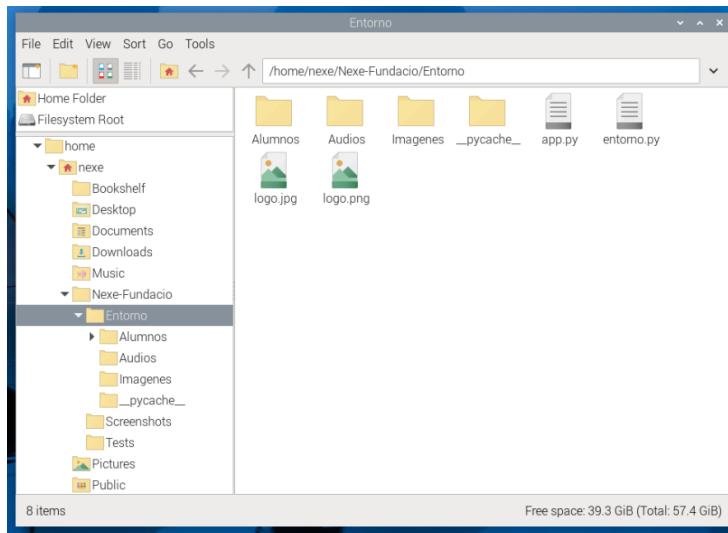


Figura 38. "Vista de la carpeta 'Entorno' con los directorios principales del sistema".

b. Gestión de Alumnos (Añadir o Renombrar)

El software reconoce a los alumnos basándose en los nombres de las carpetas dentro de la ruta Entorno/Alumnos.

- **Cambiar nombre:** Haz clic derecho sobre la carpeta del alumno y selecciona **Renombrar**. El nuevo nombre aparecerá automáticamente en el programa.
- **Añadir nuevo alumno:**
 1. Copia una carpeta de un alumno existente y pégala en el mismo sitio.
 2. Cambia el nombre de esa copia por el del nuevo alumno.
 - *Nota: Al hacerlo así, te aseguras de que el nuevo usuario ya tenga la estructura necesaria de subcarpetas.*

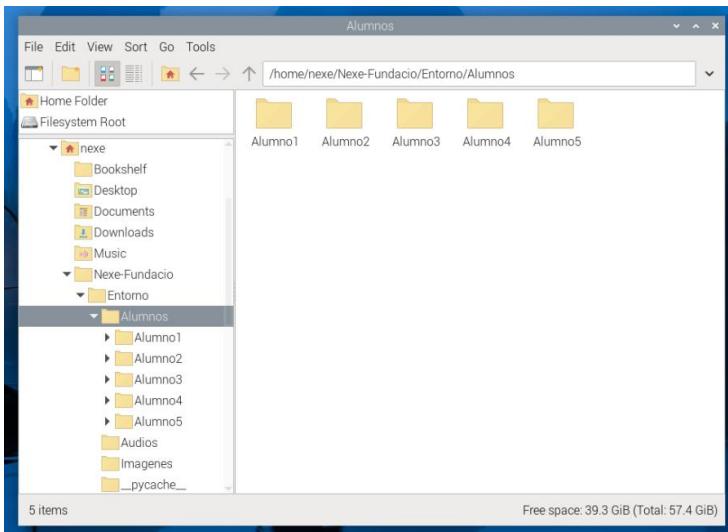


Figura 39. "Directorio 'Alumnos' con la lista de carpetas individuales por usuario".

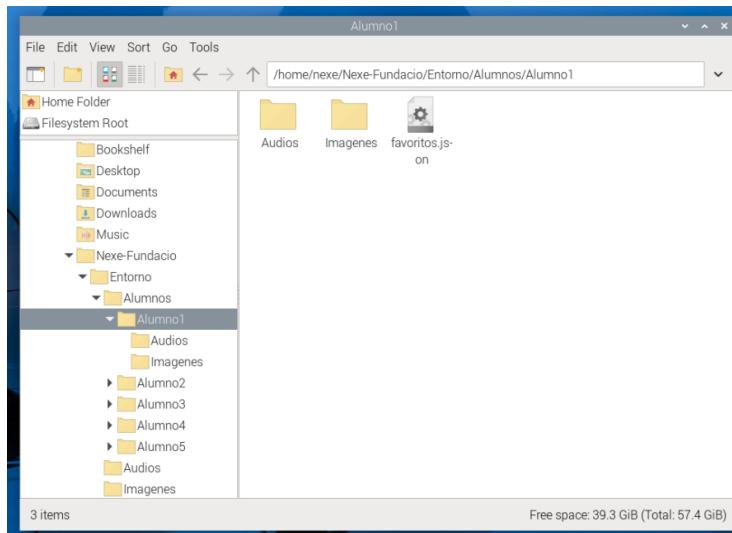


Figura 40. "Detalle del contenido interno de un alumno: carpetas personalizadas de Audio e Imagen".

c. Actualización Masiva de Contenido (Audio e Imágenes)

Si deseas que todos los alumnos tengan acceso a nuevos archivos multimedia, sigue este procedimiento:

1. **Carga General:** Introduce las nuevas canciones en la carpeta Audio general y las fotos en Imágenes general.
 - a. **Importante:** Asegúrate de que el archivo de audio y su imagen correspondiente tengan el **mismo nombre** (ejemplo: sol.mp3 y sol.jpg).
2. **Sincronización:** Copia estos nuevos archivos y pégalos dentro de las carpetas de cada alumno. De esta forma, el menú de "Editar Favoritos" mostrará las nuevas opciones para todos.

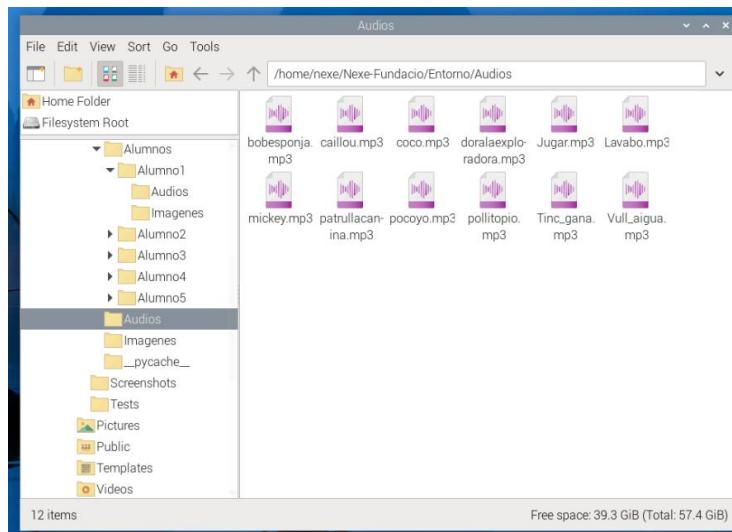


Figura 40. "Repositorio de Audio General para el almacenamiento de nuevas pistas".

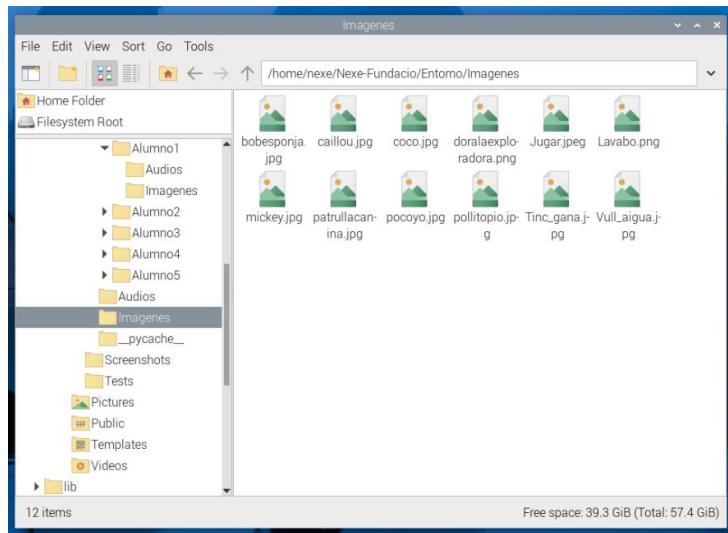


Figura 41. "Repositorio de Imagenes General para el almacenamiento de nuevos iconos visuales".

8. Conexión remota desde otros dispositivos (RealVNC)

Si deseas visualizar y controlar la interfaz de la Raspberry Pi desde una **tablet**, **móvil** u **otro ordenador**, utilizaremos el protocolo VNC. Esto permite manejar el sistema sin necesidad de tener un monitor físico conectado permanentemente.

A. Preparación e instalación

- Descarga:** Busca e instala la aplicación **RealVNC Viewer** en tu dispositivo (disponible en Google Play Store, Apple App Store o para Windows/Mac).
- Obtención de la IP:** En la Raspberry Pi, coloca el puntero del ratón sobre el ícono de **Wi-Fi** en la barra de tareas superior. Aparecerá un cuadro con la dirección IP (ejemplo: 192.168.1.XX).

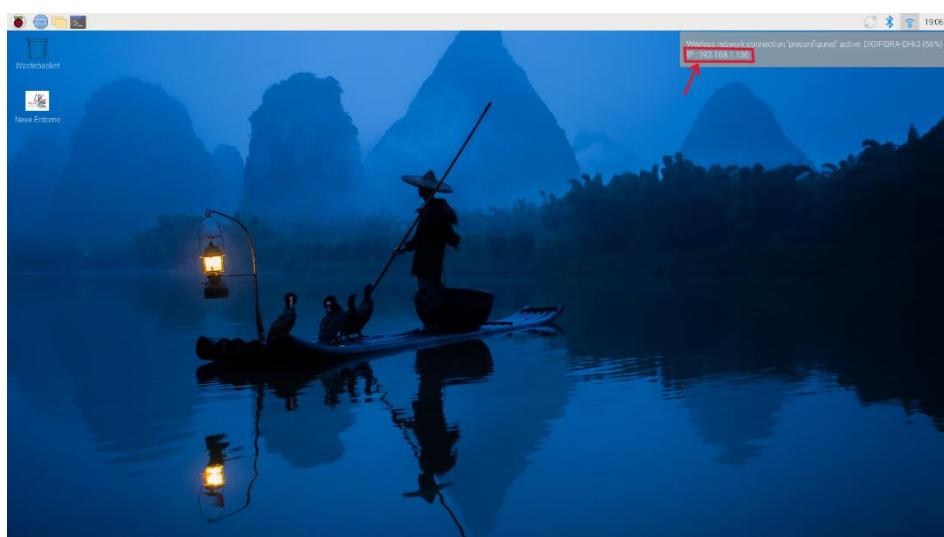


Figura 42. "Identificación de la dirección IP local de la Raspberry Pi".

B. Configuración de la conexión

Una vez instalada la aplicación en tu dispositivo secundario, sigue estos pasos:

1. **Crear perfil:** Ve al menú **File (Archivo)** y selecciona **New Connection (Nueva conexión)**.
 2. **Configurar parámetros:**
 - **Address:** Escribe la dirección IP que anotaste anteriormente.
 - **Name:** Asigna un nombre para identificar la placa (ej. "Entorno Nexe").
 3. **Finalizar:** Pulsa **OK**. Ahora aparecerá un ícono con el nombre de tu Raspberry. Haz doble clic en él para entrar.
- *Nota: La primera vez te pedirá el usuario y contraseña que configuraste en el paso 3 del manual.*

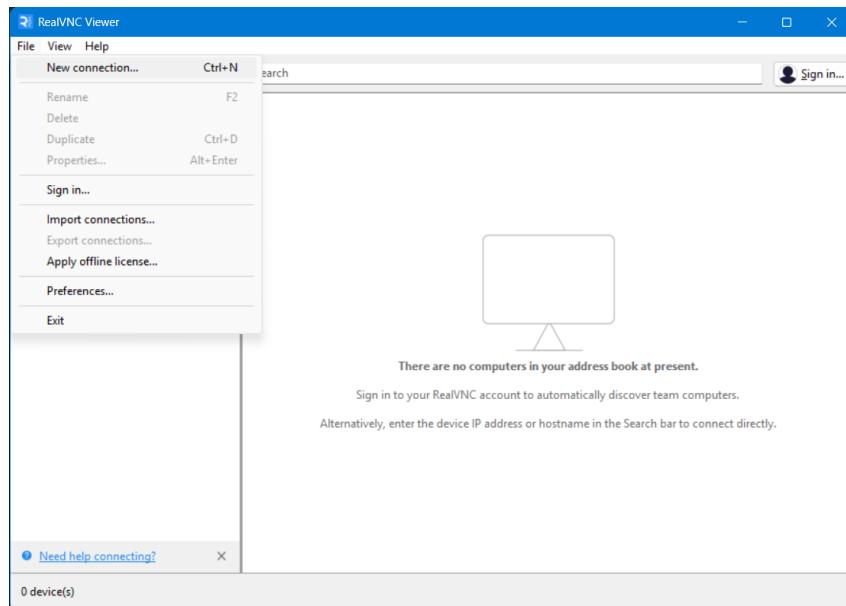


Figura 42. "Acceso al menú de creación de nueva conexión en RealVNC Viewer".

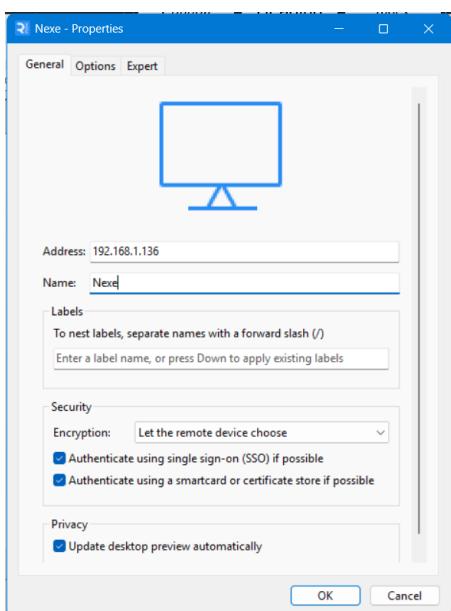


Figura 44. "Configuración de dirección IP y nombre de host para el escritorio remoto".

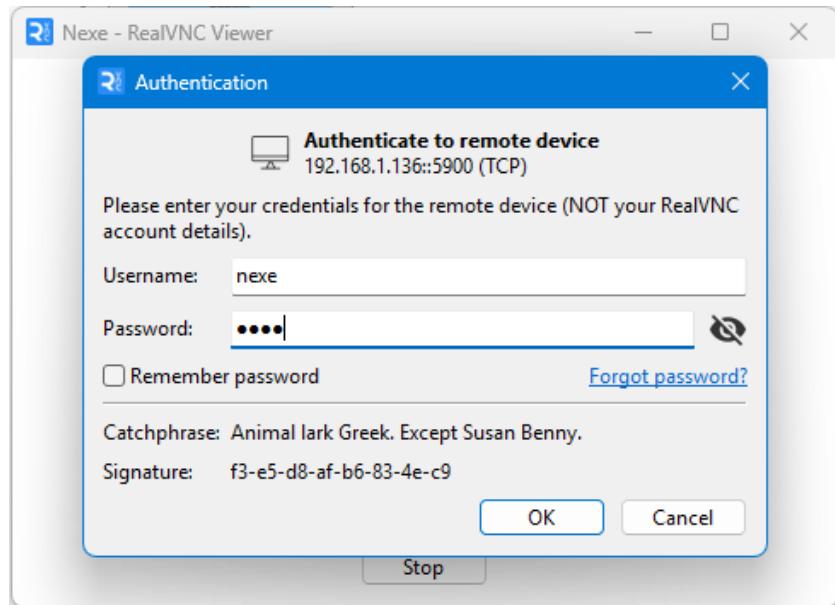


Figura 45. "Configuración de dirección IP y nombre de host para el escritorio remoto".

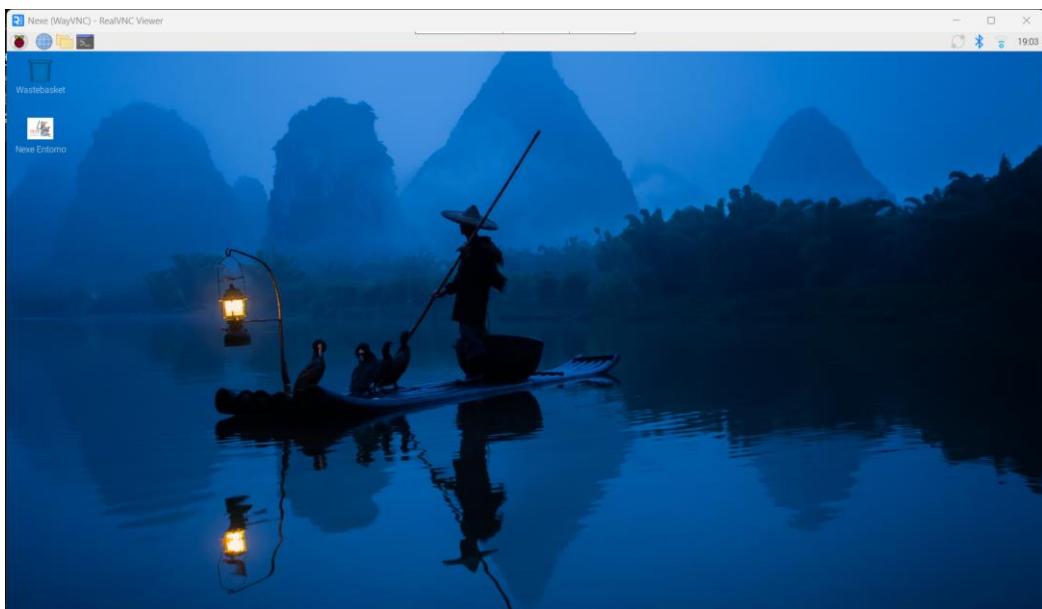


Figura 46. "Interfaz de la Raspberry Pi visualizada remotamente desde otro dispositivo".

9. Solución de Errores: Desbloqueo de la Cámara

Es posible que, tras un cierre inesperado o un fallo de conexión, la cámara no se inicie y el sistema muestre un mensaje de error indicando que el dispositivo está ocupado o no disponible.



Figura 48. "Mensaje de error: fallo en la inicialización de la cámara o dispositivo ocupado".

Procedimiento de desbloqueo

Si la cámara se queda "bloqueada" por un proceso previo, sigue estos pasos en la **Terminal** para forzar su cierre:

1. **Identificar el proceso:** Ejecuta el siguiente comando para ver qué programa está reteniendo la cámara: `ls /dev/video* | xargs sudo fuser -v` Esto te mostrará un número llamado **PID** (Identificador de Proceso).
2. **Cerrar el proceso específico:** Si conoces el PID (por ejemplo, 1234), puedes cerrarlo con: `sudo kill -9 PID`

```
nexe@Nexe-Raspberry:~$ ls /dev/video* | xargs sudo fuser -v
/dev/video01:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video01:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video20:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video20:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video21:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video21:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video22:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video22:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video23:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video23:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video24:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video24:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video25:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video25:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video26:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video26:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video27:          nexe    3238 F.... python3
/dev/video27:          nexe    3301 F.... python3
/dev/video4:           nexe    3238 F.... python3
/dev/video4:           nexe    3301 F.... python3
/dev/video6:           nexe    3238 F.... python3
/dev/video6:           nexe    3301 F.... python3
/dev/video7:           nexe    3238 F.... python3
/dev/video7:           nexe    3301 F.... python3
nexe@Nexe-Raspberry:~$
```

Figura 49. "Identificación de tareas activas que utilizan la interfaz de video".

3. **Solución rápida (Recomendada):** Una forma más directa de solucionar esto si el error persiste es cerrar cualquier instancia de Python que se haya quedado abierta en segundo plano: `sudo killall -9 python3`

Una vez ejecutado este último comando, la cámara quedará liberada y podrás abrir de nuevo el entorno sin necesidad de reiniciar la Raspberry Pi.