**PARTE 1: MANUAL DE USUARIO COMPLETO**

**Archivo Original: manual\_usuario\_radiografia\_pro\_tf210.md**

**RadiografIA Pro Simple v1.0 (TensorFlow 2.10.1)**

**1. INTRODUCCIÓN Y BIENVENIDA**

**¿Qué es RadiografIA Pro Simple (TensorFlow 2.10.1) y propósito médico?**

Bienvenido a RadiografIA Pro Simple, una aplicación médica de vanguardia basada en Inteligencia Artificial (IA), optimizada para ejecutarse con TensorFlow 2.10.1 en plataformas Windows 10 con CPU. Su propósito principal es servir como herramienta de apoyo para el personal médico en el análisis y diagnóstico preliminar de radiografías pulmonares. La aplicación clasifica las radiografías en tres categorías: **COVID-19**, **Neumonía Viral** y **Pulmones Normales**, utilizando un modelo de IA MobileNetV2 optimizado para CPU.

**Audiencia objetivo**

Esta aplicación está diseñada pensando en el personal médico, incluyendo radiólogos, médicos generales y técnicos en salud, especialmente aquellos que trabajan en clínicas rurales o entornos con recursos limitados donde el acceso rápido a herramientas de diagnóstico avanzado puede ser crucial.

**Advertencias médicas y disclaimers importantes**

**¡ADVERTENCIA MÉDICA IMPORTANTE!**

* RadiografIA Pro Simple es una **herramienta de apoyo diagnóstico únicamente** y **NO SUSTITUYE el juicio clínico de un profesional médico cualificado**.
* Los resultados proporcionados por esta aplicación deben ser interpretados y validados por personal médico capacitado, considerando el historial clínico completo del paciente y otros hallazgos diagnósticos.
* No utilice esta herramienta como única base para tomar decisiones clínicas o terapéuticas.
* Los desarrolladores no se hacen responsables del mal uso de esta herramienta ni de las decisiones clínicas tomadas basadas en sus resultados. Utilícela bajo su propio riesgo y responsabilidad profesional.
* Esta versión está optimizada para TensorFlow 2.10.1 y su rendimiento y precisión han sido validados en ese entorno.

**Funcionalidades principales resumidas**

RadiografIA Pro Simple ofrece tres funcionalidades esenciales a través de una interfaz de usuario intuitiva:  
1. **ENTRENAMIENTO**: Permite al personal médico (con los conocimientos adecuados) reentrenar o ajustar el modelo de IA utilizando conjuntos de datos de radiografías locales, debidamente categorizadas.  
2. **INGRESO (Diagnóstico)**: Permite cargar una radiografía pulmonar para que el sistema de IA la analice y proporcione una clasificación probable entre COVID-19, Neumonía Viral o Pulmones Normales.  
3. **SALIR**: Cierra la aplicación de forma segura.

**2. INICIO RÁPIDO**

**Primera apertura de la aplicación**

Al ejecutar main.py (o el acceso directo creado), la aplicación RadiografIA Pro Simple se iniciará, presentando la pantalla principal. Asegúrese de que todos los requisitos del sistema y las dependencias (especialmente TensorFlow 2.10.1) estén correctamente instalados.

**Explicación de la pantalla principal**

La pantalla principal es el centro de navegación de la aplicación. Presenta un diseño limpio y profesional, enfocado en la facilidad de uso.  
[IMAGEN: Pantalla Principal de RadiografIA Pro Simple con los 3 botones]

**Descripción de los 3 botones principales**

Desde la pantalla principal, tendrá acceso a todas las funcionalidades mediante tres botones claramente identificados:  
1. **🧠 ENTRENAMIENTO**: Le dirige a la pantalla de entrenamiento del modelo de IA.  
2. **🔍 INGRESO**: Le dirige a la pantalla de ingreso y diagnóstico de radiografías.  
3. **❌ SALIR**: Cierra la aplicación.

**Navegación básica entre pantallas**

La navegación es sencilla:

* Haga clic en ENTRENAMIENTO o INGRESO en la pantalla principal para acceder a esas secciones.
* Dentro de las pantallas de Entrenamiento e Ingreso, generalmente encontrará un botón para "Volver" o "Regresar" a la pantalla principal.
* El botón SALIR cerrará la aplicación desde la pantalla principal.

**3. FLUJO DE TRABAJO MÉDICO COMPLETO**

El uso efectivo de RadiografIA Pro Simple sigue un flujo de trabajo lógico:

**PASO 1: Preparación de datos (Solo para Entrenamiento)**

Si planea utilizar la función de Entrenamiento, es crucial preparar sus datos correctamente. El sistema espera una estructura de carpetas específica:

* Una carpeta principal para su conjunto de datos.
* Dentro de esta, tres subcarpetas nombradas exactamente (se recomienda usar nombres simples sin espacios ni caracteres especiales, por ejemplo):
* COVID (conteniendo imágenes de radiografías de pacientes con COVID-19)
* NeumoniaViral (conteniendo imágenes de radiografías de pacientes con Neumonía Viral)
* Normal (conteniendo imágenes de radiografías de pulmones normales)  
  Asegúrese de que las imágenes sean de buena calidad y estén correctamente clasificadas.

**PASO 2: Entrenamiento del modelo (Opcional, Pantalla Entrenamiento)**

Si dispone de un conjunto de datos validado y desea reentrenar el modelo:  
1. Vaya a la pantalla ENTRENAMIENTO.  
2. Seleccione las carpetas correspondientes para cada categoría (COVID-19, Neumonía Viral, Normales).  
3. Inicie el proceso de entrenamiento.  
4. Supervise el progreso y los mensajes.  
Más detalles en la Sección 4.

**PASO 3: Diagnóstico de radiografías (Pantalla Ingreso)**

Para obtener un diagnóstico asistido por IA:  
1. Vaya a la pantalla INGRESO.  
2. Cargue la imagen de la radiografía del paciente.  
3. Inicie el análisis.  
Más detalles en la Sección 5.

**PASO 4: Interpretación de resultados (Matriz de probabilidades)**

Tras el análisis en la pantalla de Ingreso, se mostrará una matriz de probabilidades:

* COVID-19: X%
* Neumonía Viral: Y%
* Pulmones Normales: Z%  
  La categoría con el porcentaje más alto es la predicción principal del modelo. Interprete estos resultados con cautela y en el contexto clínico. Más detalles en la Sección 6.

**PASO 5: Documentación médica (Guardar resultados)**

Es fundamental que el personal médico documente los resultados obtenidos de RadiografIA Pro Simple en el historial clínico del paciente, junto con su propia interpretación y otros hallazgos. La aplicación puede ofrecer una opción para copiar los resultados o se recomienda tomar una captura de pantalla para adjuntar al expediente, siempre siguiendo los protocolos de su institución.

**4. PANTALLA ENTRENAMIENTO (Detallada)**

[IMAGEN: Pantalla de Entrenamiento con campos para selección de carpetas y botón de inicio]

**Selección de carpetas COVID-19, Neumonía, Normal**

La pantalla de entrenamiento le permitirá seleccionar las tres carpetas que preparó en el PASO 1 del flujo de trabajo. Utilice los botones "Seleccionar Carpeta" o campos designados para cada una de las categorías:

* Carpeta de imágenes de COVID-19.
* Carpeta de imágenes de Neumonía Viral.
* Carpeta de imágenes de Pulmones Normales.

**Requisitos mínimos de imágenes por categoría**

Para un entrenamiento efectivo, se recomienda un número balanceado y significativo de imágenes por categoría. Aunque el sistema puede funcionar con menos, un mínimo de 100-200 imágenes de buena calidad por categoría es un buen punto de partida. Idealmente, conjuntos de datos más grandes y diversos mejorarán la robustez del modelo. Consulte la documentación del modelo MobileNetV2 o guías de machine learning para radiografías para obtener recomendaciones más específicas.

**Proceso de entrenamiento paso a paso**

1. Acceda a la pantalla ENTRENAMIENTO desde el menú principal.  
2. Utilice los controles para asignar la ruta correcta a cada una de las tres carpetas de datos (COVID, NeumoniaViral, Normal).  
3. Una vez seleccionadas todas las carpetas, haga clic en el botón "Iniciar Entrenamiento" (o similar).  
4. La aplicación comenzará el proceso de entrenamiento. Esto puede tomar un tiempo considerable (desde minutos hasta horas) dependiendo del tamaño del conjunto de datos y la potencia de su CPU. La interfaz debería permanecer responsiva.

**Interpretación de progreso y mensajes**

Durante el entrenamiento, la aplicación mostrará:

* Una barra de progreso o indicador de épocas/pasos.
* Mensajes de estado (ej: "Cargando imágenes...", "Entrenando época X de Y...", "Validando modelo...", "Entrenamiento completado").
* Posibles métricas de rendimiento como la precisión (accuracy) y la pérdida (loss) en tiempo real o al finalizar.

**Qué hacer si falla el entrenamiento**

El entrenamiento puede fallar por diversas razones:

* **Datos insuficientes o de mala calidad**: Verifique sus imágenes y la cantidad por categoría.
* **Carpetas mal especificadas o vacías**: Asegúrese de que las rutas sean correctas y las carpetas contengan imágenes.
* **Recursos del sistema insuficientes**: El entrenamiento es intensivo en CPU y RAM. Cierre otras aplicaciones. Si los errores persisten (ej: errores de memoria), es posible que su hardware no cumpla los requisitos para entrenar con el tamaño de datos actual.
* **Errores en los datos**: Imágenes corruptas o en formatos no soportados.  
  Revise los mensajes de error proporcionados por la aplicación. Estos pueden dar pistas sobre la causa del fallo. Consulte la sección de Solución de Problemas.

**5. PANTALLA INGRESO/DIAGNÓSTICO (Detallada)**

[IMAGEN: Pantalla de Ingreso/Diagnóstico con área de carga de imagen y panel de resultados]

**Métodos de carga de imagen (drag & drop, botón)**

La pantalla de Ingreso/Diagnóstico le permite cargar una radiografía para su análisis:

* **Botón "Cargar Imagen" (o similar)**: Al hacer clic, se abrirá un diálogo para que navegue y seleccione el archivo de imagen desde su sistema.
* **Arrastrar y Soltar (Drag & Drop)**: Si la interfaz lo soporta, puede arrastrar el archivo de imagen directamente desde su explorador de archivos al área designada en la aplicación.

**Formatos de imagen soportados**

RadiografIA Pro Simple está optimizado para formatos comunes de imagen médica. Generalmente se soportan:

* JPEG (.jpg, .jpeg)
* PNG (.png)  
  Es posible que otros formatos como DICOM o TIFF requieran conversión previa o no sean soportados directamente por esta versión simplificada. Verifique cualquier mensaje de error al cargar.

**Preview y verificación de imagen cargada**

Una vez cargada la imagen, se mostrará una vista previa (preview) en la pantalla. Verifique que:

* Es la radiografía correcta del paciente.
* La imagen se visualiza claramente y sin distorsiones aparentes.
* La orientación es la adecuada.

**Proceso de análisis con botón RESULTADO**

1. Después de cargar y verificar la imagen, haga clic en el botón "OBTENER RESULTADO", "ANALIZAR" (o similar).  
2. El motor de IA (MobileNetV2 sobre TensorFlow 2.10.1) procesará la imagen. Este proceso es rápido, usualmente tomando unos pocos segundos en una CPU moderna.  
3. La interfaz mostrará una indicación de "Procesando..." o similar.

**Interpretación de matriz de resultados**

Una vez completado el análisis, la aplicación presentará los resultados como una matriz de probabilidades (o una lista), indicando la confianza del modelo para cada una de las tres categorías:

* **COVID-19**: XX.X %
* **Neumonía Viral**: YY.Y %
* **Pulmones Normales**: ZZ.Z %  
  La suma de estos porcentajes debería aproximarse al 100%. La categoría con el mayor porcentaje es la predicción primaria del modelo.

**6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MÉDICOS**

**¡RECORDATORIO CRÍTICO: ESTA HERRAMIENTA ES UN APOYO, NO UN SUSTITUTO DEL DIAGNÓSTICO MÉDICO PROFESIONAL!**

**Cómo leer porcentajes de probabilidad**

Los porcentajes indican la confianza del modelo de IA en que la radiografía pertenece a cada categoría. Por ejemplo:

* COVID-19: 85.2%
* Neumonía Viral: 10.5%
* Pulmones Normales: 4.3%  
  En este caso, el modelo sugiere con alta confianza (85.2%) que la radiografía es compatible con COVID-19. Un porcentaje más alto significa mayor confianza del modelo en esa clasificación específica.

**Significado de colores y alertas visuales (si aplica)**

La interfaz puede usar colores (ej: rojo para alta probabilidad de patología, verde para normal) o destacar la categoría con mayor probabilidad para facilitar la lectura rápida. Familiarícese con estas ayudas visuales si están presentes.  
[IMAGEN: Ejemplo de matriz de resultados con posible resaltado de color]

**Cuándo considerar resultado como positivo**

Un resultado se considera "positivo" para una patología (COVID-19 o Neumonía Viral) cuando el porcentaje de probabilidad para esa patología es significativamente alto y es la predicción principal del modelo. No existe un umbral universal; debe ser evaluado en el contexto clínico. Un profesional médico debe determinar la relevancia de estos hallazgos.

**Importancia de correlación clínica**

Es **IMPERATIVO** correlacionar los resultados de RadiografIA Pro Simple con:

* Los síntomas del paciente.
* El historial médico del paciente.
* Otros exámenes de laboratorio o imagenológicos.
* Su propio examen y juicio clínico.  
  Una alta probabilidad de COVID-19 en un paciente asintomático con pruebas de laboratorio negativas requiere una interpretación diferente a un caso con síntomas claros y pruebas positivas.

**Casos donde NO usar la herramienta**

* **Como única base para el diagnóstico o tratamiento.**
* En radiografías de muy baja calidad, con artefactos significativos o mal adquiridas.
* En pacientes pediátricos o poblaciones no validadas específicamente si el modelo no fue entrenado para ello (asumir que el modelo actual es para adultos a menos que se especifique lo contrario).
* Si no se cuenta con un profesional médico cualificado para interpretar los resultados y el contexto clínico.
* Para reemplazar pruebas de diagnóstico molecular (ej. PCR para COVID-19) cuando estas estén indicadas.

**7. BUENAS PRÁCTICAS MÉDICAS**

**Calidad recomendada de radiografías**

Utilice radiografías posteroanteriores (PA) de tórax de buena calidad, con inspiración adecuada, exposición correcta y sin artefactos que oscurezcan los campos pulmonares. La calidad de la imagen de entrada impacta directamente la precisión del modelo de IA.

**Protocolos de validación médica**

* Todo resultado de RadiografIA Pro Simple debe ser revisado y validado por un médico, preferiblemente un radiólogo.
* Implemente un protocolo de segunda opinión para casos dudosos o críticos.
* Compare los resultados de la IA con los diagnósticos confirmados por otros métodos (ej. PCR, cultivo, evolución clínica) para evaluar continuamente el rendimiento de la herramienta en su entorno.

**Documentación apropiada de resultados**

* Registre los porcentajes de probabilidad obtenidos de la aplicación en el expediente del paciente.
* Incluya la interpretación del médico responsable, indicando si el resultado de la IA se corrobora o difiere de su evaluación clínica.
* Guarde una copia de la radiografía analizada y, si es posible, una captura del resultado de la IA, siguiendo las normativas de protección de datos.

**Consideraciones éticas y legales**

* **Consentimiento informado**: Asegúrese de que el uso de herramientas de IA en el diagnóstico esté cubierto por los consentimientos del paciente y las regulaciones locales.
* **Privacidad y seguridad de datos**: Maneje las imágenes y los resultados con la misma confidencialidad que cualquier otro dato médico sensible.
* **Responsabilidad**: La responsabilidad final del diagnóstico y tratamiento recae en el profesional médico.

**Limitaciones del sistema**

* El modelo está entrenado para las tres categorías especificadas (COVID-19, Neumonía Viral, Normal). Puede no detectar otras patologías pulmonares o confundirlas.
* La precisión, aunque alta (95-98% esperada según investigación científica base), no es del 100%. Siempre existirán falsos positivos y falsos negativos.
* El rendimiento puede variar con poblaciones de pacientes o equipos de rayos X no representados en los datos de entrenamiento originales.
* Es una herramienta optimizada para CPU y TensorFlow 2.10.1; cambios en el entorno pueden afectar su funcionamiento.

**8. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMUNES**

**Imagen no carga correctamente**

* **Formato no soportado**: Convierta la imagen a JPG o PNG.
* **Archivo corrupto**: Intente abrir la imagen con otro visor. Si no abre, consiga una copia nueva.
* **Ruta de archivo incorrecta**: Verifique que el archivo exista en la ubicación seleccionada.
* **Permisos de archivo**: Asegúrese de que la aplicación tenga permisos para leer el archivo.

**Análisis toma mucho tiempo o falla**

* **Imagen muy grande o compleja**: Aunque MobileNetV2 es eficiente, imágenes de resolución extremadamente alta podrían tardar más. Considere redimensionar si es un problema recurrente (manteniendo la calidad diagnóstica).
* **Recursos del sistema bajos**: Cierre otras aplicaciones que consuman CPU o RAM.
* **Error en el motor de IA**: Podría indicar un problema con la instalación de TensorFlow o archivos del modelo. Verifique la instalación y revise los logs si están disponibles.

**Errores de memoria o rendimiento**

* **RAM insuficiente**: El sistema requiere un mínimo de RAM (ej. 4-8 GB mencionados para el sistema complejo, la versión simple debería ser similar o menor). Cierre otras aplicaciones.
* **CPU sobrecargada**: Espere a que otras tareas finalicen o reinicie la aplicación.

**Problemas con formato de archivos (durante entrenamiento o ingreso)**

* Asegúrese de que todas las imágenes de entrenamiento y las imágenes para diagnóstico sean formatos estándar (JPG, PNG) y no estén corruptas.
* Evite nombres de archivo con caracteres especiales.

**Entrenamiento no converge o da malos resultados**

* **Dataset pequeño o no representativo**: Necesita suficientes ejemplos de cada clase.
* **Imágenes mal clasificadas en las carpetas de entrenamiento**: La calidad del etiquetado es crucial.
* **Desbalance de clases extremo**: Si una clase tiene muchas más imágenes que otras.
* **Hiperparámetros de entrenamiento no óptimos (si son configurables)**: Esta versión simple puede tenerlos fijos.

**9. PREGUNTAS FRECUENTES (FAQ)**

**Problemas técnicos comunes**

* **P: La aplicación no se inicia.**  
  R: Verifique que Python 3.8+ y todas las dependencias de requirements\_simple.txt (especialmente TensorFlow 2.10.1) estén instalados correctamente. Ejecute verificar\_sistema.py si está disponible. Compruebe los permisos de administrador.
* **P: Recibo un error relacionado con TensorFlow.**  
  R: Asegúrese de tener instalada la versión CPU de TensorFlow 2.10.1 y que no haya conflictos con otras versiones de TensorFlow. Verifique que su CPU sea compatible (ej. soporte AVX).

**Dudas sobre interpretación médica**

* **P: ¿Qué hago si el resultado de la IA no coincide con mi diagnóstico clínico?**  
  R: Priorice siempre su juicio clínico y la información completa del paciente. El resultado de la IA es solo una herramienta de apoyo. Documente la discrepancia.
* **P: ¿Puede la IA detectar otras enfermedades pulmonares?**  
  R: No directamente. El modelo está entrenado para COVID-19, Neumonía Viral y Normal. Otras patologías podrían ser clasificadas incorrectamente en una de estas tres o como Normal.

**Configuraciones recomendadas**

* **Sistema Operativo**: Windows 10 (CPU optimizado).
* **Hardware**: CPU moderna, mínimo 4GB RAM (8GB recomendados para mayor fluidez, especialmente durante el entrenamiento).
* **Calidad de imagen**: Radiografías claras, bien expuestas y centradas.

**Mantenimiento del sistema**

* Mantenga su sistema operativo y Python actualizados (pero verifique la compatibilidad con TensorFlow 2.10.1 antes de actualizar Python a versiones muy nuevas).
* Si reentrena el modelo, guarde copias de seguridad de los modelos entrenados (.h5 o .tflite) y los conjuntos de datos utilizados.
* Periódicamente, revise si hay actualizaciones de la aplicación RadiografIA Pro Simple o de sus componentes clave.

**FIN DEL MANUAL DE USUARIO**