

ActivaRx: herramienta para medir cargas de trabajo diseñada con asistencia de inteligencia artificial



Álvaro J. Iglesia-Salas¹, Cristina Cano Pardo¹, Cristina Gómez Varela¹, María Dolores Durán Vila¹.

¹Servicio de Radiología, Complejo Hospitalario Universitario Pontevedra (CHUP), Sergas. Pontevedra.

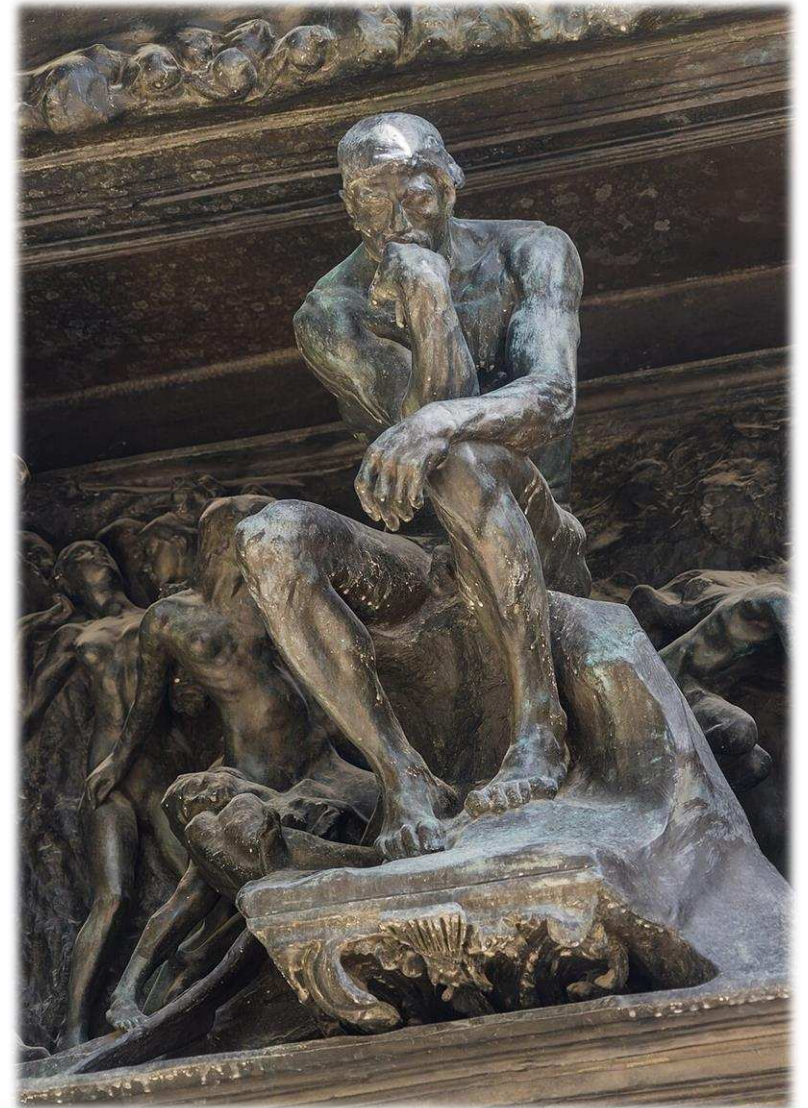
- Los autores declaran no tener conflictos de interés.
 - ActivaRx ha sido desarrollada con fines exclusivamente científicos y docentes, sin propósito comercial ni contraprestación económica por su uso o difusión.
-

INTRODUCCIÓN

- La **informática biomédica** forma parte del día a día del radiólogo, con aplicaciones que abarcan desde calculadoras de función renal hasta sistemas RIS/PACS y posprocesado avanzado. En los últimos años, la **inteligencia artificial (IA)** ha supuesto un avance disruptivo en este ámbito, permitiendo, por ejemplo, la detección de anomalías en estudios radiológicos mediante modelos de Aprendizaje Profundo (AP).
- En este trabajo exploramos el potencial de los **modelos de lenguaje a gran escala (LLM)** no solo como herramienta clínica, sino como **asistentes en el desarrollo de software**. Este enfoque permite crear soluciones ágiles, adaptadas a necesidades locales, reduciendo la dependencia de equipos externos.

- Como prueba de concepto hemos desarrollado **ActivaRx**, una aplicación diseñada con un **LLM como asistente de programación**.
- La finalidad de ActivaRx es **cuantificar y planificar la carga de trabajo en Radiología** según el **catálogo de la SERAM 2025 [1]**, cuyo soporte nativo se basa en hojas de cálculo y PDF.
- Detectamos una necesidad de utilizar este catálogo de forma más ágil que el formato original permitía.

Rodin, A. (1880-1917).
Detalle de *El Pensador*
en *La Puerta del Infierno*.



OBJETIVOS



Desarrollar con asistencia de un LLM un prototipo funcional de una herramienta digital para la medición de **cargas de trabajo en Radiología**, con registro de estudios radiológicos y cálculo de **unidades de actividad radiológica (UAR)**, **unidades relativas de valor (URV)**, **tiempo de ocupación de sala (TOS)** y **tiempo médico (TM)**.



Explicar el proceso de prototipado de nuevas soluciones informáticas personalizadas en Medicina, de forma económica y expeditiva con programas de uso común, terreno hasta ahora reservado a la disponibilidad y colaboración de un servicio de informática en el centro.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. BASE CONCEPTUAL Y DATOS

 Catálogo SERAM 2025.

 Las Cargas de Trabajo en Radiología [2].

Variables extraídas:

- Códigos,
- Unidades Actividad Radiológica (UAR),
- Unidades Relativas de Valor (URV),
- Tiempo de Ocupación de Sala (TOS),
- Tiempo Médico (TM).

2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Entorno técnico

- HTML · CSS · JavaScript
- Catálogo SERAM exportado como base de datos en JavaScript.
- Aplicación Web Progresiva: permite instalarla como app.
- LocalStorage: permite guardar localmente el progreso (24h por protección de datos) y ser borrado a petición del usuario.

IA como asistente de programación

- LLM con capacidad de razonamiento.
- Desarrollo iterativo mediante prompts.
- Arquitectura modular.
- Supervisión humana continua del código generado.

3. VALIDACIÓN TÉCNICA

 Pruebas unitarias automatizadas:

Permite realizar cientos de comprobaciones en segundos.

Programado con un LLM con capacidad de razonamiento, bajo supervisión humana: cobertura >90%.

Además: auditoría de CSV generados vs Excel.

4. EVALUACIÓN PILOTO

 Hospital público nivel II.

 Radiólogos voluntarios ($n = 14$).

• Diseño intrasujeto cruzado:

Catálogo Excel ↔ ActivaRx.

• Variables analizadas: tiempo de ejecución de la tarea, éxito en la tarea, cálculos de UAR y TM, satisfacción percibida (escala de usabilidad).

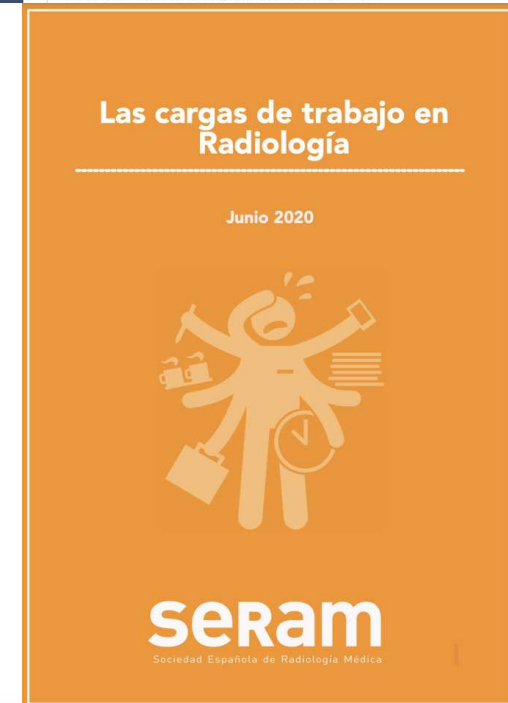
 Análisis estadístico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la dirección creativa se analizó el documento *Las cargas de trabajo en Radiología* de la SERAM y se extrajeron los datos del *Catálogo SERAM 2025*:



En coherencia con la versión PDF y ediciones previas, se utilizaron dos decimales para UAR y URV, lo que puede introducir pequeñas diferencias acumulativas en escenarios de actividad agregada respecto a la versión Excel.



- Durante aproximadamente tres meses, se desarrolló la página web y los tests con el apoyo de un LLM con capacidad de razonamiento. No se contaba con experiencia previa en estas tareas.
- El rol de los autores consistió en dirigir el proyecto, pensar las funcionalidades, especificar la lógica clínica, definir prompts y supervisar cada bloque de código generado (*human-in-the-loop*).
- La IA actuó como asistente: se utilizó principalmente **Gemini 3 Pro** con una **temperatura de 1.0** (valor predeterminado recomendado) y, de forma complementaria, otros LLM de uso generalista.



- La página web fue escrita con los lenguajes **HTML5, CSS y JavaScript**; estándares que garantizan la accesibilidad multiplataforma, son fáciles de comprender para principiantes y disponen de una extensa documentación.
- El desarrollo se realizó mediante el uso de **prompts en lenguaje natural**, en un flujo iterativo de prueba, error y supervisión humana continua, hasta verificar que la aplicación funcionaba según lo esperado. En ocasiones, se empleó LLM para la ingeniería de prompts (***meta-prompting***).

💡 **Consejos:** Establecer una hoja de ruta antes de empezar a generar código. Proporcionar al LLM todo el contexto posible; por ejemplo, aportar el código completo dentro del prompt o interactuar a través de una interfaz de línea de comandos (CLI). Solicitar que el código generado incluya aclaraciones sobre su funcionamiento. Llevar un control de cambios estricto. Iniciar nuevos hilos de conversación para cada funcionalidad específica.

El catálogo SERAM fue exportado con el LLM a lenguaje JavaScript, con una estructura similar a JSON para poder operar con él. Funciona como una base de datos estática, mantenible y actualizable independientemente, lo que permite desacoplar el catálogo del resto de las lógicas. Se muestra un ejemplo representativo del tipo de prompt necesario para ello, con resultados replicables en varios LLM:

Formatea el texto proporcionado en una variable de código JavaScript llamada DATA.

Instrucciones de estructura:

1. La variable DATA debe ser un Objeto principal.
2. Dentro, debe haber dos categorías principales obligatorias: abdomen y columna.
3. Dentro de cada categoría, el texto que no tiene números actúa como el nombre de la sección.
4. Debajo de cada nombre de sección, agrupa las filas de datos en una lista.

Instrucciones de Formato de Datos:

- Formato de fila: ["código", "descripción", valor1, valor2, valor3, valor4]
- Trata los códigos y descripciones como texto y no los cambies.
- Valores: Trátales como números. Cambia las comas decimales (,) por puntos (.). No redondees.
- No incluyas comentarios ni explicaciones. Solo el código.
- Preserva exactamente el orden global mostrado en los datos originales.

Abdomen:

ECOGRAFÍA DE ABDOMEN Y PELVIS

04030101	ECOGRAFÍA DE ABDOMEN	2,50	2,26	15	15
04030201	ECOGRAFÍA DE APARATO URINARIO (RENAL-VEJIGA)	2,50	2,26	15	15

ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA Y GINECOLÓGICA

04030600	ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA	3,33	3,01	20	20
04030601	ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA (PRIMER TRIMESTRE)	3,33	3,01	20	20

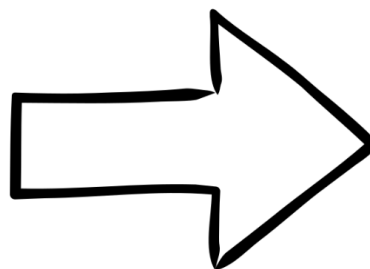
Columna:

RADIOLOGÍA DE COLUMNA

01050101	COLUMNA CERVICAL AP Y LAT (2P)	1,00	1,00	6	6
01050201	COLUMNA CERVICAL OBLICUAS (2P)	1,00	1,00	6	6

TC DE COLUMNA

05050100	TC COLUMNA CERVICAL	2,90	3,96	15	20
05050101	TC DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE	2,90	3,96	15	20



```
const DATA = {
  abdomen: {
    "ECOGRAFÍA DE ABDOMEN Y PELVIS": [
      ["04030101", "ECOGRAFÍA DE ABDOMEN", 2.50, 2.26, 15, 15],
      ["04030201", "ECOGRAFÍA DE APARATO URINARIO (RENAL-VEJIGA)", 2.50, 2.26, 15, 15]
    ],
    "ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA Y GINECOLÓGICA": [
      ["04030600", "ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA", 3.33, 3.01, 20, 20],
      ["04030601", "ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA (PRIMER TRIMESTRE)", 3.33, 3.01, 20, 20]
    ]
  },
  columna: {
    "RADIOLOGÍA DE COLUMNA": [
      ["01050101", "COLUMNA CERVICAL AP Y LAT (2P)", 1.00, 1.00, 6, 6],
      ["01050201", "COLUMNA CERVICAL OBLICUAS (2P)", 1.00, 1.00, 6, 6]
    ],
    "TC DE COLUMNA": [
      ["05050100", "TC COLUMNA CERVICAL", 2.90, 3.96, 15, 20],
      ["05050101", "TC DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE", 2.90, 3.96, 15, 20]
    ]
  }
};
```

- Los siguientes pasos serían introducir prompts que generen el código para la lógica central de la aplicación:

PROMPT DE INICIO

Crea una aplicación en HTML que permita seleccionar los ítems del catálogo. Cada vez que el usuario pinche un valor, el programa deberá loguear y enseñar lo que el usuario ha pinchado e ir sumando los minutos asociados en un total. Pon una X al lado de cada valor por si el usuario se equivoca y quiere borrarlo. Un mismo ítem se puede pinchar varias veces. Cuando la suma llegue a 300 min o más, el valor total debe ponerse en color verde.

+catálogo JavaScript

Cuando el usuario pulse la exploración, el programa logueará y mostrará la exploración pulsada, la hora a la que ha sido pulsada, los minutos de tiempo médico y actualizará los minutos en la barra de progreso. El botón de cada exploración solo mostrará el nombre de la exploración y el tiempo médico. Logueará también en oculto el "Código" que es el primer valor, el nombre de la exploración, en oculto el segundo valor UAR, en oculto el tercer valor URV, en oculto el cuarto valor TOS y por último el quinto valor tiempo médico. El log mostrará la barra de progreso del tiempo médico hasta llegar al objetivo y también mostrará los valores totales de la suma de UAR, URV y TOS.

Catálogo de Exploraciones

Abdomen

ECOGRAFÍA DE ABDOMEN Y PELVIS

ECOGRAFÍA DE ABDOMEN (15 min)

ECOGRAFÍA DE APARATO URINARIO (RENAL-VEJIGA) (15 min)

ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA Y GINECOLÓGICA

ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA (20 min)

ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA (PRIMER TRIMESTRE) (20 min)

Columna

RADIOLOGÍA DE COLUMNA

COLUMNA CERVICAL AP Y LAT (2P) (6 min)

Registro y Progreso

Totales

Tiempo Médico: 35 / 300 min

Suma UAR: 5.40

Suma URV: 6.22

Suma TOS: 30

Exploraciones Realizadas

[17:20:21] TC DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE - 20 min

[17:20:19] ECOGRAFÍA DE ABDOMEN - 15 min

- Iterar para añadir nuevas reglas:

Factores de corrección

Ayúdame a cambiar la función addEntry actual: function addEntry(studyData) {} con las siguientes instrucciones para añadir estudios al log con factor de corrección si el modificador factor pediátrico está activado:

- Si el código de exploración empieza por 01: no aplicar factor de corrección [...]
- si el código de exploración empieza por 04 y modificador pediátrico activo: factor de corrección TOS x 1,4; tiempoMédico x 1,4; UAR x 1,2; URV x 1,2
- Si el código de exploración empieza por 05 y modificador pediátrico activo: factor de corrección TOS x 1,2; UAR x 1,2; URV x 1,2 [...]
- Excepción: si el estudio es intrínsecamente pediátrico (xx08xxxx): ningún factor de corrección, aunque haya modificador activo y los dos primeros caracteres del código cumplan alguna de las reglas anteriores

```
function addEntry(studyData, quantity = 1) {
    // Aplicar factor multiplicador solo SI el botón modificador está activo Y el
    // estudio NO es intrínsecamente pediátrico.
    // (Si es intrínsecamente pediátrico, los valores de la DB ya son altos y no se
    // deben multiplicar otra vez).
    if (isPediatricActive && !isIntrinsicPediatric) {

        // Obtenemos los dos primeros caracteres del código para determinar el grupo
        const prefix = String(code).substring(0, 2);

        if (prefix === '03' || prefix === '04') {
            // Regla: 03 (Rx con civ) y 04 (Eco)
            // Factor: TOS x 1.4; Tiempo x 1.4; UAR x 1.2; URV x 1.2
            uar = baseUar * 1.2;
            urv = baseUrv * 1.2;
            tos = baseTos * 1.4;
            tiempoMedico = baseTiempo * 1.4;

        } else if (prefix === '05' || prefix === '06') {
            // Regla: 05 (TC) y 06 (RM)
            // Factor: TOS x 1.2; UAR x 1.2; URV x 1.2
            // NOTA: El tiempo médico NO se modifica en este grupo según instrucciones
            uar = baseUar * 1.2;
            urv = baseUrv * 1.2;
            tos = baseTos * 1.2;

        } else if (prefix === '07' || prefix === '08' || prefix === '09') {
            // Regla: 07, 08 y 09 (Intervencionismo)
            // Factor: TOS x 1.2; Tiempo x 1.2; UAR x 1.2; URV x 1.2
            uar = baseUar * 1.2;
            urv = baseUrv * 1.2;
            tos = baseTos * 1.2;
            tiempoMedico = baseTiempo * 1.2;

        }

    }
}
```

- Y posteriormente añadir las funcionalidades que permiten organizar la información y hacer resúmenes de los datos introducidos:

NUEVAS FUNCIONES

Quiero una nueva sección llamada "  A medida".

Esta sección incluirá los estudios que el usuario seleccione en el modo "a medida".

Los seleccionará con un nuevo botón "  " a la derecha de "  ", que activará el modo "a medida".

El modo "a medida" se comportará similar al modo editor, cuando en el modo "a medida" se active, inicialmente estarán deseleccionados todos los ítems de todas las secciones.

Cuando en el modo "a medida" el usuario seleccione un ítem, este aparecerá en la sección "  A medida", con el nombre de su epígrafe.

Los ítems activos en el modo "a medida" se almacenarán en local y no se resetearán con el botón de resetear el modo editor.

El modo personalizado y modo editor funcionarán de manera totalmente independiente y no interferirán en su lógica.

Adaptar el catálogo
dinámicamente

Crea a partir del log un pdf-resumen que incluya datos clave y gráficos de tartas.

El layout sería un A4 de 1 página. Estilo general: Formato: A4 vertical, márgenes: 12–15 mm.

Fuente: Arial, Colores: neutros.

- 1) Cabecera (arriba del todo): Título grande: ActivaRx – Resumen de actividad.
- 2) Subtítulo pequeño (línea 2): Periodo: fecha primer estudio – fecha último estudio | Generado: fecha de creación de PDF. [...].
- 3) Bloque de KPIs (fila de 3 tarjetas) Tres tarjetas con borde suave. KPI 1: Exploraciones. N total (ej. 128). KPI 2: Tiempo médico total. XXXX min. Debajo: YY,YY h. Debajo: ZZ jornadas (según el threshold activo). KPI 3: UAR total. XXX,XX UAR [...].

Resúmenes
automáticos

- Aconsejamos **diseñar comprobaciones automáticas a medida que se desarrolla la aplicación**. De esta forma se ahorra tiempo y se gana fiabilidad al no tener que hacer cientos de comprobaciones “a mano” tras un cambio.
- En nuestro caso, se diseñaron **pruebas unitarias automatizadas** utilizando el framework Jest 30.2.0 (licencia de código abierto). Con la asistencia del LLM mencionado, se crearon comprobaciones para asegurar el funcionamiento correcto de las funciones críticas, cubriendo >90% de las líneas del código.
- El código generado se debe supervisar para asegurarnos que la comprobación es coherente con nuestra expectativa.

¿Se aplican los factores de corrección?

Prepara una prueba unitaria en jest/javascript para testear las funciones de una página web.

[...]

- function addEntry(studyData) y validar estos escenarios:

- Comprueba que añade correctamente la UAR, URV, TOS y tiempo médico al añadir estudios al log.

- Prueba Pediátrica: Llama a addEntry con el modificador isPediatriActive = true (y estudio no intrínsecamente pediátrico) y comprueba que los valores de UAR, URV, TOS y tiempoMédico en logEntries[0] sean los correctos (ej. 1.2x, 1.4x... según corresponda a cada estudio).

- Prueba Pediátrica Excluida: Llama a addEntry con isPediatriActive = true pero con estudio intrínsecamente pediátrico. Comprueba que los valores no se modifiquen.

```
describe('addEntry, Modificadores y removeEntry', () => {

  test('Caso Base: Añade valores sin modificar', () => {
    const study = ["01040101", "Estudio Base", 10.0, 5.0, 10, 20];
    app.addEntry(study);
    const log = app.getLogEntries()[0];

    expect(log.uar).toBe(10.0);
    expect(log.urv).toBe(5.0);
    expect(log.tos).toBe(10);
    expect(log.tiempoMedico).toBe(20);
    expect(log.isPediatriActive).toBe(false);
  });

  test('Pediátrico: Aplica multiplicadores si prefix es 04 (Eco)', () => {
    // "04..." -> Eco -> TOS*1.4, Time*1.4, UAR*1.2, URV*1.2
    const ecoStudy = ["04000101", "Eco Test", 20.0, 10.0, 10, 100];
    app.setGlobals({ isPediatriActive: true });
    app.addEntry(ecoStudy);
    const log = app.getLogEntries()[0];

    expect(log.uar).toBe(24.00); // 20 * 1.2
    expect(log.urv).toBe(12.00); // 10 * 1.2
    expect(log.tos).toBe(14); // 10 * 1.4
    expect(log.tiempoMedico).toBe(140); // 100 * 1.4
    expect(log.isPediatriActive).toBe(true);
  });

  test('Pediátrico Excluido: No modifica valores en estudios pediátricos', () => {
    const pedStudy = ["04080101", "Pediatrico Puro", 10, 10, 10, 10];
    app.setGlobals({ isPediatriActive: true });
    app.addEntry(pedStudy);
    const log = app.getLogEntries()[0];

    expect(log.tiempoMedico).toBe(10); // Sin cambios
    expect(log.uar).toBe(10.0);
    expect(log.urv).toBe(10.0);
    expect(log.tos).toBe(10);
    expect(log.isPediatriActive).toBe(true); // Flag visual sí
  });
});
```

Símbolo del sistema

addEntry, Modificadores y removeEntry

- ✓ Caso Base: Añade valores sin modificar (38 ms)
- ✓ Pediátrico: Aplica multiplicadores si prefix es 04 (Eco) (10 ms)
- ✓ Pediátrico Excluido: No modifica valores en estudios pediátricos (8 ms)

Evaluación piloto de rendimiento y usabilidad de ActivaRx

Diseño del estudio piloto

- Muestreo de conveniencia, hospital público nivel II, radiólogos voluntarios.
- Datos anónimos y no sanitarios: no requirió comité ético.
- Tarea: obtener UAR y TM de 10 estudios ficticios, representativos del catálogo SERAM.
- Hipótesis principal: ActivaRx permite menor tiempo de ejecución comparado con el método disponible (Excel del catálogo).
- Objetivos secundarios: tasa de éxito, usabilidad y otras métricas.

Diseño intrasujeto cruzado:

- orden secuencial aleatorio para minimizar el efecto aprendizaje. La mitad Excel → ActivaRx, la otra mitad ActivaRx → Excel, ambos en versión escritorio.
- Análisis de potencia a priori (G*Power v3.1.9.7): prueba t de Student para medias de dos muestras pareadas (dos colas), nivel de significación $\alpha=0.05$, potencia 80% y asunción de tamaño de efecto grande ($d=0.8$) basado en magnitud esperada de mejora relevante; resulta $n = 15^*$.

Variables recogidas

- Tiempo de ejecución.
- UAR y TM obtenidos.
- Eficacia: se consideró “éxito” la obtención de UAR y TM correctos.
- Usabilidad: cuestionario Escala de Usabilidad del Sistema, rellenado mediante plataforma online anónimamente.
- Análisis estadístico: Jamovi 2.6.44. Se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$ para las pruebas estadísticas.

*Dado el diseño cruzado y la dificultad para reclutar, la muestra final fue $n = 14$. No obstante, el tamaño de efecto observado para la variable primaria fue mucho mayor que el asumido a priori, lo que sugiere que el estudio mantuvo la capacidad suficiente para detectar diferencias en el resultado principal.

RESULTADOS

A continuación se muestran capturas de pantalla de la aplicación, que puede ser accedida gratuitamente en <https://activarx.netlify.app/> o escaneando el código QR, en ordenador o móvil inteligente.



Código fuente disponible para fines
académicos previa solicitud.

VERSIÓN ESCRITORIO

ActivaRx — Medidor de cargas

Abdomen

Columna

Corazón

Mama

Multisistema

Musculoesquelético

Neuroradiología

Pediatría

Tórax

Vascular

Intervencionismo General

Intervencionismo Vascular

Nix intervencionista

Varios

A Medida

MODIFICADORES

Pediátrico

Urgente

Ingresado

Entrada Manual

Sin datos personales. Ej: tc cuello x10 / código(s) del catálogo / texto libre

Min

Añadir

TC DE CRÁNEO

TC CRÁNEO SIN CONTRASTE

15 min

TC CRÁNEO CON CONTRASTE

15 min

TC DE CUELLO

TC DE CUELLO SIN CONTRASTE

15 min

TC DE CUELLO CON CONTRASTE

25 min

RM CRÁNEO Y CARA

RM DE CRÁNEO SIN CONTRASTE

20 min

RM DE CRÁNEO SIN/CON CONTRASTE

25 min

SUGERENCIAS

Faltan 164 min para el objetivo de 300 min. El plan sugerido cubre 165 min.

6 x tc de cuello con contraste

150 min

1 x tc de cuello sin contraste

15 min

Sugerencia de estudios de la sección "neuroradiología".

Tiempo Médico total

136 min

Vaciar

6 estudios

28.53

45.66

126 min

UAR

URV

TOS

Perfil gestor

Perfil normal

Perfil asistencial

Actividad servicio

Minutos de informado orientativo (ajustar por puesto).

300

13:10

TC CRÁNEO SIN/CON CONTRASTE

15 min

X

13:09

TC CÉRVICO-TÓRACO-ABDOMINO-PÉLVICO CON CONTRASTE

50 min

X

13:09

DOPPLER DE MIEMBROS INFERIORES VENOSO

20 min

X

13:09

TÓRAX PA Y LAT (2P)

6 min

X

13:09

RM DE COLUMNA CERVICAL SIN/CON CONTRASTE

25 min

X

13:08

TC ABDOMINO-PÉLVICO SIN CONTRASTE

20 min

X

Registro persistente en el dispositivo durante 24h.

VERSIÓN MÓVIL

ActivaRx — Medidor de cargas

Áreas

MODIFICADORES

Pediátrico

Urgente

Ingresado

Tiempo Médico total

306 min

Vaciar

11 estudios

Entrada Manual

Sin datos personales. Ej: tc cuello x10 / c

Min

Añadir

TC DE CRÁNEO

TC CRÁNEO SIN CONTRASTE

15 min

TC CRÁNEO CON CONTRASTE

15 min

TC DE CUELLO

TC DE CUELLO SIN CONTRASTE

15 min

TC DE CUELLO CON CONTRASTE

25 min

RM CRÁNEO Y CARA

Total: 236 min · 10 estudios

73.93

124.50

301 min

UAR

URV

TOS

Perfil gestor

Perfil normal

Perfil asistencial

Actividad servicio

Minutos de informado orientativo (ajustar por puesto).

300

13:23

ECOGRAFÍA DE APARATO URINARIO (RENAL-VEJIGA)

15 min

X

13:23

TC ARTERIAS RENALES

30 min

X

13:23

RM DE COLUMNA CERVICAL SIN/CON CONTRASTE

25 min

X

13:22

ECOGRAFÍA DE CADERA NEONATAL (Ped)

20 min

X

13:22

RM CORAZÓN. MORFOLOGÍA, FUNCIÓN. PERFUSIÓN ESTRÉS Y VIABILIDAD

60 min

X

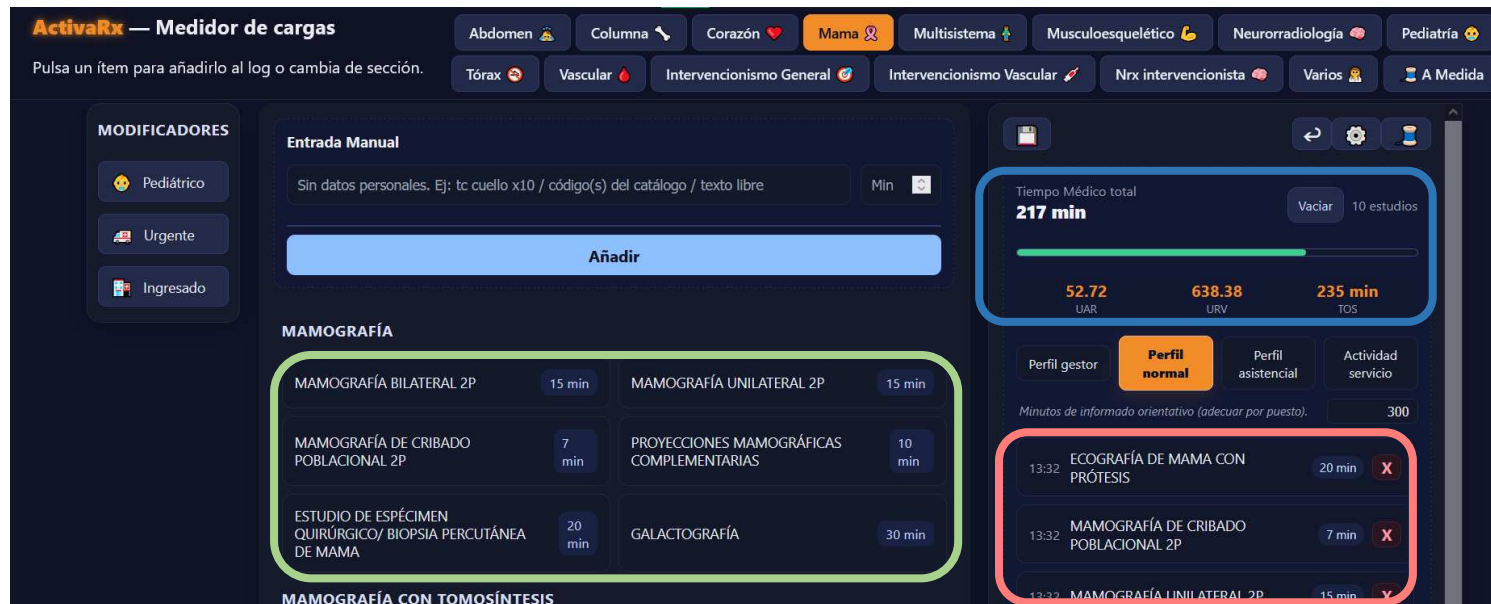
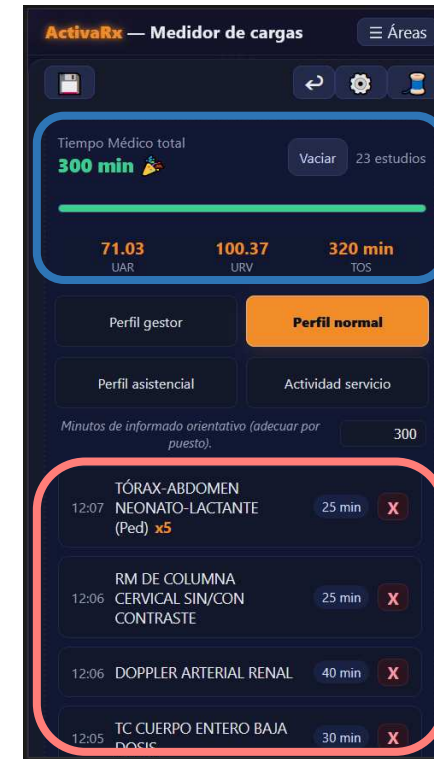
TC POLITRAUMA COMPLETO

TOTALES

Se muestra el TM acumulado en blanco, con transición cromática a verde al alcanzar el objetivo diario. Bajo la línea de progreso, se muestran en naranja UAR, URV y TOS acumulado.

REGISTRO

Se muestran los procedimientos seleccionados por el usuario para la sesión, con el TM correspondiente y la posibilidad de eliminar individualmente cada elemento.


CATÁLOGO

En esta zona se muestra el catálogo con el TM de cada exploración, agrupado por técnicas.

ENTRADA MANUAL

Motor de búsqueda semántico, con algoritmo de frecuencia de términos y diccionario, para ayudar a optimizar la recuperación de exploraciones. Admite lenguaje natural o código del catálogo.

ÁREAS

En ellas se organizan los ítems del catálogo por órganos / sistemas, con subdivisiones internas por técnica. Creemos que así puede localizarse más rápidamente un estudio.

ActivaRx — Medidor de cargas

Pulsa un ítem para añadirlo al log o cambia de sección.

MODIFICADORES

- Pedriático
- Urgente
- Ingresado

Entrada Manual

Sin datos personales. Ej: tc cuello x10 / código(s) del catálogo / texto libre

Añadir

MAMOGRAFÍA

MAMOGRAFÍA BILATERAL 2P	15 min	MAMOGRAFÍA UNILATERAL 2P	15 min
MAMOGRAFÍA DE CRIBADO POBLACIONAL 2P	7 min	PROYECCIONES MAMOGRAFICAS COMPLEMENTARIAS	10 min
ESTUDIO DE ESPÉCIMEN QUIRÚRGICO/ BIOPSIA PERCUTÁNEA DE MAMA	20 min	GALACTOGRAFÍA	30 min

MAMOGRAFÍA CON TOMOSÍNTESIS

Tiempo Médico total
217 min

52.72 UAR **638.38 URV** **235 min TOS**

Perfil gestor **Perfil normal** **Perfil asistencial** **Actividad servicio**

Minutos de informado orientativo (adecuar por puesto): 300

13:32	ECOGRAFÍA DE MAMA CON PRÓTESIS	20 min	X
13:32	MAMOGRAFÍA DE CRIBADO POBLACIONAL 2P	7 min	X
13:32	MAMOGRAFÍA UNILATERAL 2P	15 min	X

ActivaRx — Medidor de cargas

Áreas

- Abdomen
- Columna
- Corazón
- Mama
- Multisistema
- Musculosquelético
- Neurorradiología
- Pediatría
- Tórax
- Vascular
- Intervencionismo General
- Intervencionismo Vascular
- Nrx intervencionista
- Varios
- A Medida

ActivaRx — Medidor de cargas

MODIFICADORES

- Pedriático
- Urgente
- Ingresado

Entrada Manual

Sin datos personales. Ej: tc cuello x10 / código(s) del catálogo / texto libre

Añadir

MAMOGRAFÍA

MAMOGRAFÍA BILATERAL 2P	15 min
MAMOGRAFÍA UNILATERAL 2P	15 min
MAMOGRAFÍA DE CRIBADO POBLACIONAL 2P	7 min

Total: 141 min · 5 estudios

MODIFICADORES

Podemos marcar los estudios pediátricos (con factor de corrección automático en las métricas), urgentes e ingresados.

ENTRADA MANUAL

Hemos procurado que esta característica sea flexible y que el usuario no necesite conocer de antemano el nombre exacto del procedimiento en el catálogo, como ocurriría en hojas de cálculo y PDF. Existen varias posibilidades de entrada de datos.

Entrada Manual

eco teste

ECOGRAFÍA DE ESCROTO

ECOCISTOURETROGRAFÍA COM

ECOGRAFÍA DE MAMA

ECOGRAFÍA MUÑECA

ECOGRAFÍA TOBILLO

Entrada Manual

tac cerebro

TC CRÁNEO SIN COM

TC CRÁNEO CON COM

TC CRÁNEO SIN/CON

TC CRÁNEO PARA NE

TC CRÁNEO CON AN

Entrada Manual

doppler tsa x10

DOPPLER DE TRONCOS SUPRAAÓRTICOS (x10) 300 min

RM ANGIOGRAFÍA DE TSA (x10) 250 min

ANGIOPLASTIA DE TRONCOS SUPRAAORTICOS (x10) 1200 min

DOPPLER ARTERIAL RENAL (x10) 400 min

DOPPLER TRANSCRANEAL (x10) 400 min

Entrada Manual

07053704

ENDOPRÓTESIS BILIAR

Entrada Manual

sesión residentes

30

Añadir

Entrada Manual

Sin datos personales. Ej: tc cuello x10 / código(s) del catálogo / texto libre

Min

Añadir

MAMOGRAFÍA

MAMOGRAFÍA BILATERAL 2P 15 min

MAMOGRAFÍA UNILATERAL 2P 15 min

MAMOGRAFÍA DE CRIBADO POBLACIONAL 2P 7 min

PROYECCIONES MAMOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS 10 min

ESTUDIO DE ESPÉCIMEN QUIRÚRGICO/ BIOPSIA PERCUTÁNEA DE MAMA 20 min

GALACTOGRAFÍA 30 min

MAMOGRAFÍA CON TOMOSÍNTESIS



“MODO EDITOR”

Permite modificar los procedimientos que se muestran en cada área para adaptar el catálogo a la realidad asistencial del usuario, lo que facilita la búsqueda rápida de los elementos relevantes.

ECOGRAFÍA DOPPLER

DOPPLER HEPÁTICO / DERIVACIÓN PORTOSISTÉMICA30 min

DOPPLER ARTERIAL RENAL40 min

DOPPLER DE PENE CON INYECCION40 min

DOPPLER FETAL / PLACENTARIO20 min

DOPPLER DE TRASPLANTE HEPÁTICO40 min

DOPPLER DE TRASPLANTE RENAL30 min

DOPPLER DE TRASPLANTE INTESTINAL40 min

DOPPLER DE TRASPLANTE PANCREÁTICO40 min

TECNICAS ECOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS

ECOGRAFÍA CON CONTRASTE HEPÁTICA30 min

ECOGRAFÍA CON CONTRASTE RENAL30 min

ECOGRAFÍA CON CONTRASTE INTESTINAL30 min

ECOGRAFÍA ELASTOGRAFÍA HEPÁTICA15 min

ECOGRAFÍA CONTRASTE INTRACAVITARIO20 min

SONOURETROGRAFÍA20 min

HISTEROSONOGRAFÍA20 min

Tiempo Médico total
200 min

Vaciar15 estudios

48.78UAR

74.82URV

250 minTOS

Perfil gestor

Perfil normal

Perfil asistencial

Actividad servicio

Minutos de informado orientativo (adecuar por puesto).300

20:43 RM COLANGIO SIN CONTRASTE25 min

20:43 RM DE HÍGADO SIN/CON CONTRASTE35 min

20:43 RM DE HÍGADO SIN/CON CONTRASTE35 min

20:43 ABDOMEN SIMPLE AP (1P) x1050 min

20:43 RM DE RECTO SIGMA SIN CONTRASTE25 min

20:43 URETROCISTOGRAFÍA RETRÓGRADA Y CISTOGRAFÍA MICCIONAL30 min

ECOGRAFÍA DOPPLER

DOPPLER HEPÁTICO / DERIVACIÓN PORTOSISTÉMICA30 min

DOPPLER ARTERIAL RENAL40 min

DOPPLER DE TRASPLANTE HEPÁTICO40 min

DOPPLER DE TRASPLANTE RENAL30 min

TECNICAS ECOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS

ECOGRAFÍA CON CONTRASTE HEPÁTICA30 min

ECOGRAFÍA CON CONTRASTE RENAL30 min

ECOGRAFÍA ELASTOGRAFÍA HEPÁTICA15 min

HISTEROSONOGRAFÍA20 min

TC DE ABDOMEN Y PELVIS

TC ABDOMINO-PÉLVICO SIN CONTRASTE20 min

TC ABDOMINO-PÉLVICO CON CONTRASTE25 min

TC ABDOMINO-PÉLVICO CON ANGIO ARTERIAL30 min

TC ABDOMINO-PÉLVICO SIN/CON CONTRASTE25 min

TC ENTEROGRAFÍA25 min

TC UROGRAFÍA25 min

TC COLONOSCOPIA VIRTUAL35 min

Tiempo Médico total
200 min

Vaciar15 estudios

48.78UAR

74.82URV

250 minTOS

Perfil gestor

Perfil normal

Perfil asistencial

Actividad servicio

Minutos de informado orientativo (adecuar por puesto).300

20:43 RM COLANGIO SIN CONTRASTE25 min

20:43 RM DE HÍGADO SIN/CON CONTRASTE35 min

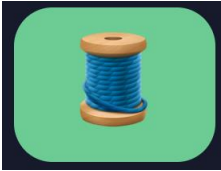
20:43 RM DE HÍGADO SIN/CON CONTRASTE35 min

20:43 ABDOMEN SIMPLE AP (1P) x1050 min

20:43 RM DE RECTO SIGMA SIN CONTRASTE25 min

20:43 URETROCISTOGRAFÍA RETRÓGRADA Y CISTOGRAFÍA MICCIONAL30 min





”SECCIÓN A MEDIDA”

Permite que el usuario cree un área perfilada que puede rellenar con el conjunto de pruebas o procedimientos que desee.

ActivaRx — Medidor de cargas

Pulsa un ítem para añadirlo al log o cambia de sección.

Abdomen Columna Corazón Mama Multisistema Musculosquelético Neurorradiología Pediatría

Tórax Vascular Intervencionismo General Intervencionismo Vascular Nrx intervencionista Varios A Medida

MODIFICAR

Pedriático Urgente Ingresado

TC DE COLUMNA DORSAL CON CONTRASTE 20 min

TC DE COLUMNA LUMBO-SACRA 20 min

TC DE COLUMNA LUMBO-SACRA SIN CONTRASTE 20 min

TC DE COLUMNA LUMBO-SACRA SIN/CON CONTRASTE 25 min

TC MIOLOGRAFÍA 25 min

TC ARTERIAS ESPINALES 30 min

RM DE COLUMNA

RM DE COLUMNA CERVICAL 20 min

RM DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE 20 min

RM DE COLUMNA CERVICAL SIN/CON CONTRASTE 25 min

RM DE COLUMNA DORSAL 20 min

RM DE COLUMNA DORSAL SIN CONTRASTE 20 min

RM DE COLUMNA DORSAL SIN/CON CONTRASTE 25 min

RM DE COLUMNA LUMBAR 20 min

RM DE COLUMNA LUMBAR SIN CONTRASTE 20 min

RM DE COLUMNA LUMBAR SIN/CON CONTRASTE 25 min

RM DE COLUMNA, ESTUDIO DINÁMICO 20 min

RM DE COLUMNA, DOS SEGMENTOS SIN CONTRASTE 25 min

Tiempo Médico total **140 min**

Vaciar 5 estudios

33.90 UAR 57.47 URV 170 min TOS

Perfil gestor Perfil normal Perfil asistencial Actividad servicio

Minutos de informado orientativo (adecuar por puesto). 150

13:38 RM NAVEGADOR COLUMNA 30 min X

13:38 TC DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE 20 min X

13:38 TC DE COLUMNA DORSAL SIN CONTRASTE 20 min X

13:38 RM MEDULAR SIN Y CON CONTRASTE 30 min X

13:38 DTI PLEXO BRAQUIAL 40 min X

Registro persistente en el dispositivo durante 24h.

ActivaRx — Medidor de cargas

Pulsa un ítem para añadirlo al log o cambia de sección.

Abdomen Columna Corazón Mama Multisistema Musculosquelético Neurorradiología Pediatría

Tórax Vascular Intervencionismo General Intervencionismo Vascular Nrx intervencionista Varios A Medida

MODIFICAR

Pedriático Urgente Ingresado

Añadir

ECOGRAFÍA

ECOGRAFÍA HOMBRO 20 min

ECOGRAFÍA TOBILLO 20 min

TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA

TC DE COLUMNA LUMBO-SACRA SIN CONTRASTE 20 min

TC DE COLUMNA LUMBO-SACRA CON CONTRASTE 20 min

RESONANCIA MAGNÉTICA

RM DE COLUMNA LUMBAR SIN CONTRASTE 20 min

RM DE COLUMNA LUMBAR SIN/CON CONTRASTE 25 min

VARIOS

REVISIÓN CASO COMITÉ MULTIDISCIPLINAR 10 min

13:38 RM NAVEGADOR COLUMNA 30 min X

13:38 TC DE COLUMNA CERVICAL SIN CONTRASTE 20 min X

13:38 TC DE COLUMNA DORSAL SIN CONTRASTE 20 min X

13:38 RM MEDULAR SIN Y CON CONTRASTE 30 min X

13:38 DTI PLEXO BRAQUIAL 40 min X

Registro persistente en el dispositivo durante 24h.

SUGERENCIAS

Faltan 10 min para el objetivo de 150 min. El plan sugerido cubre 20 min.

1 x rm de columna lumbar sin contraste 20 min

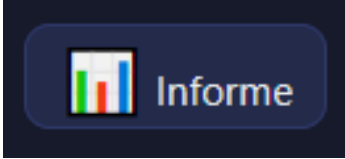


"EXPORTAR A CSV"

Se genera un archivo .csv que podremos usar en hojas de cálculo y bases de datos.

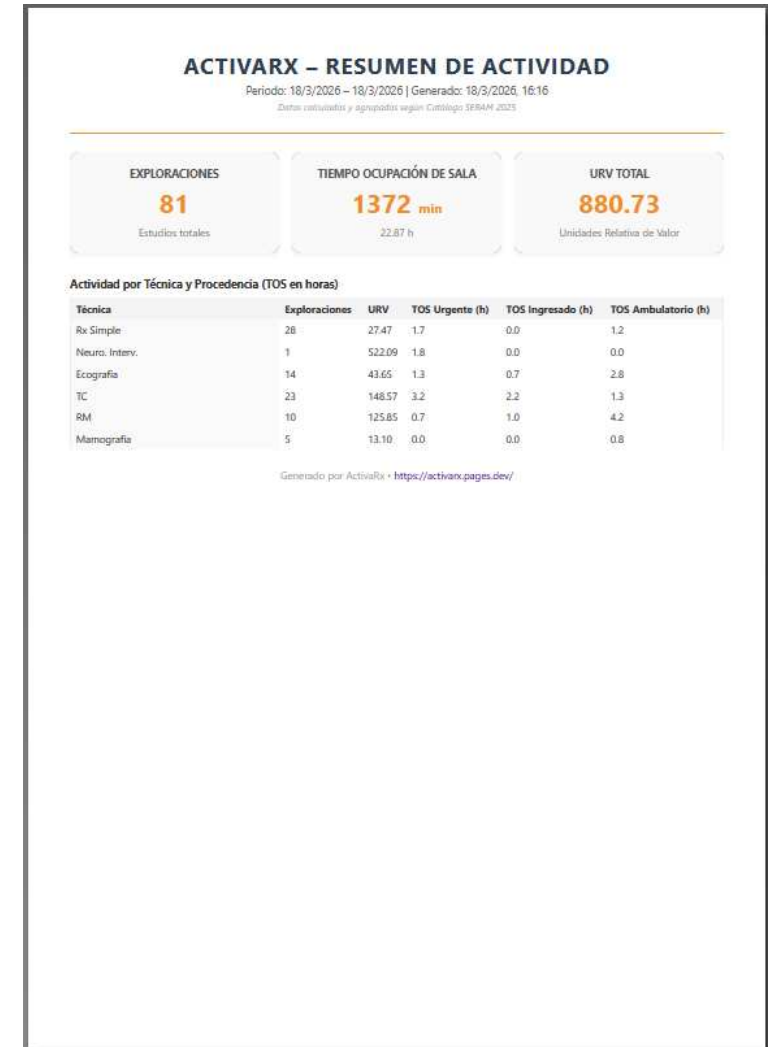
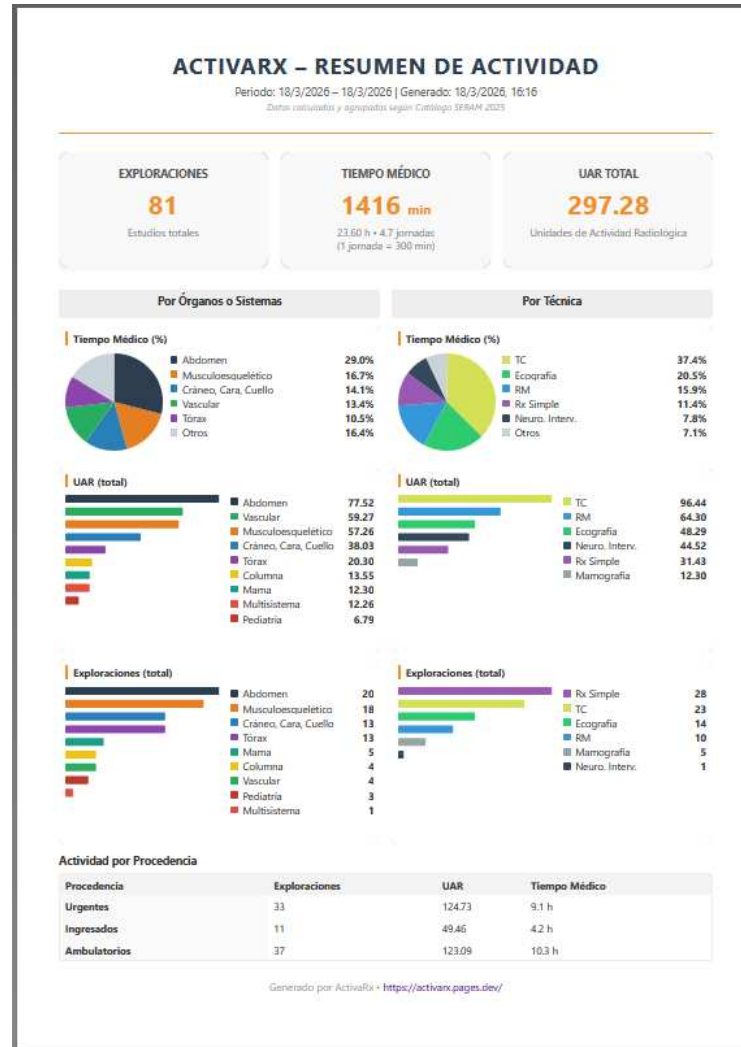
Esta característica permite la trazabilidad de los datos introducidos y de los cálculos que realiza ActivaRx.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Fecha	Hora	Código	Nombre	Cantidad	UAR	URV	TOS (min)	Tiempo Médico	Pedriático	Urgente	Ingresado
2	28/02/2026	20:22	04040201	ECOGRAFÍA DE CUELLO	1	3,996	3,612	28	28	Sí	No	No
3	28/02/2026	20:22	05040503	TC FACIAL/SENOS SIN/CON CONTRASTE	1	4,52	8,39	20	15	No	No	No
4	28/02/2026	20:22	04070101	DOPPLER DE TRONCOS SUPRAAÓRTICOS	2	10	9,04	60	60	No	No	No
5	28/02/2026	20:22	06040302	RM DE BASE DE CRÁNEO (PEÑASCO/CAI) SIN	1	6,98	13,86	30	25	No	No	No
6	28/02/2026	20:21	05040101	TC CRÁNEO SIN CONTRASTE	3	7,5	10,47	45	45	No	No	No
7	28/02/2026	20:21	06040101	RM DE CRÁNEO SIN CONTRASTE	1	5,052	10,248	36	20	Sí	No	No
8	28/02/2026	20:21	05040203	TC ICTUS CON ANGIO TC Y PERFUSIÓN	1	8,61	13,18	35	35	No	Sí	No
9	28/02/2026	20:21	06041502	RM DE CUELLO / CAVUM SIN/CON CONTRASTE	1	9,88	18,49	45	30	No	No	No
10	28/02/2026	20:20	06040202	RM DE HIPÓFISIS SIN/CON CONTRASTE	1	6,98	13,86	30	25	No	No	No
11	28/02/2026	20:20	05040103	TC CRÁNEO SIN/CON CONTRASTE	1	4,52	8,39	20	15	No	No	Sí
12	28/02/2026	20:20	05040101	TC CRÁNEO SIN CONTRASTE	1	2,5	3,49	15	15	No	Sí	No



“EXPORTAR INFORME”

Se genera una ventana nueva que podremos imprimir con toda la información resumida, facilitando el análisis rápido de grandes volúmenes de exploraciones.

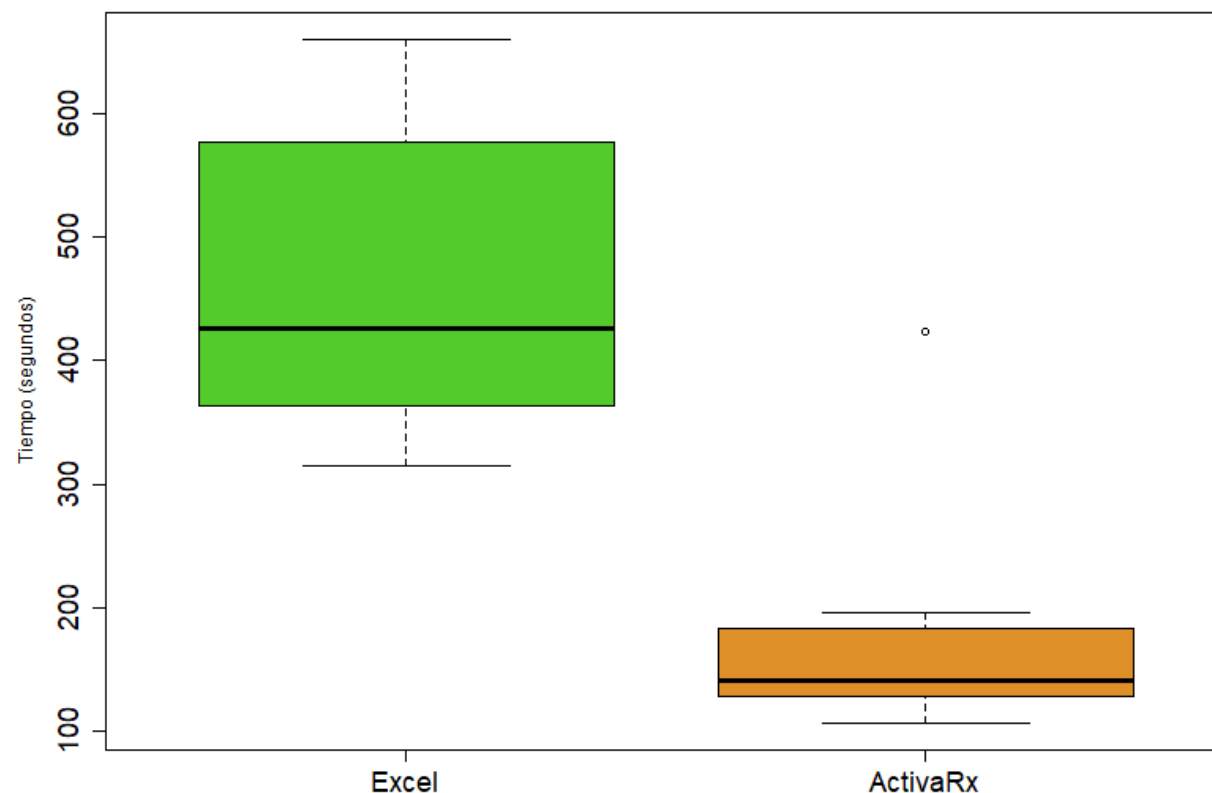


ESTUDIO PILOTO – TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA TAREA: RESULTADO PRIMARIO

Diferencia de tiempo	
<i>n</i>	14
Media geométrica [IC 95%]	-270 s [-220, -331] s
Mejora relativa basada en media geométrica	64.65%
Shapiro-Wilk	W = 0.86, p = 0.0291
t-test pareado (dos colas)*	t = -9.94, gl = 13, p = 1.93e-7
d de Cohen (dz)	2.66
Test de rangos con signo de Wilcoxon con corrección de continuidad (dos colas)	V = 0.00, p = 0.00109

IC = intervalo de confianza.

Comparativa de tiempos de ejecución



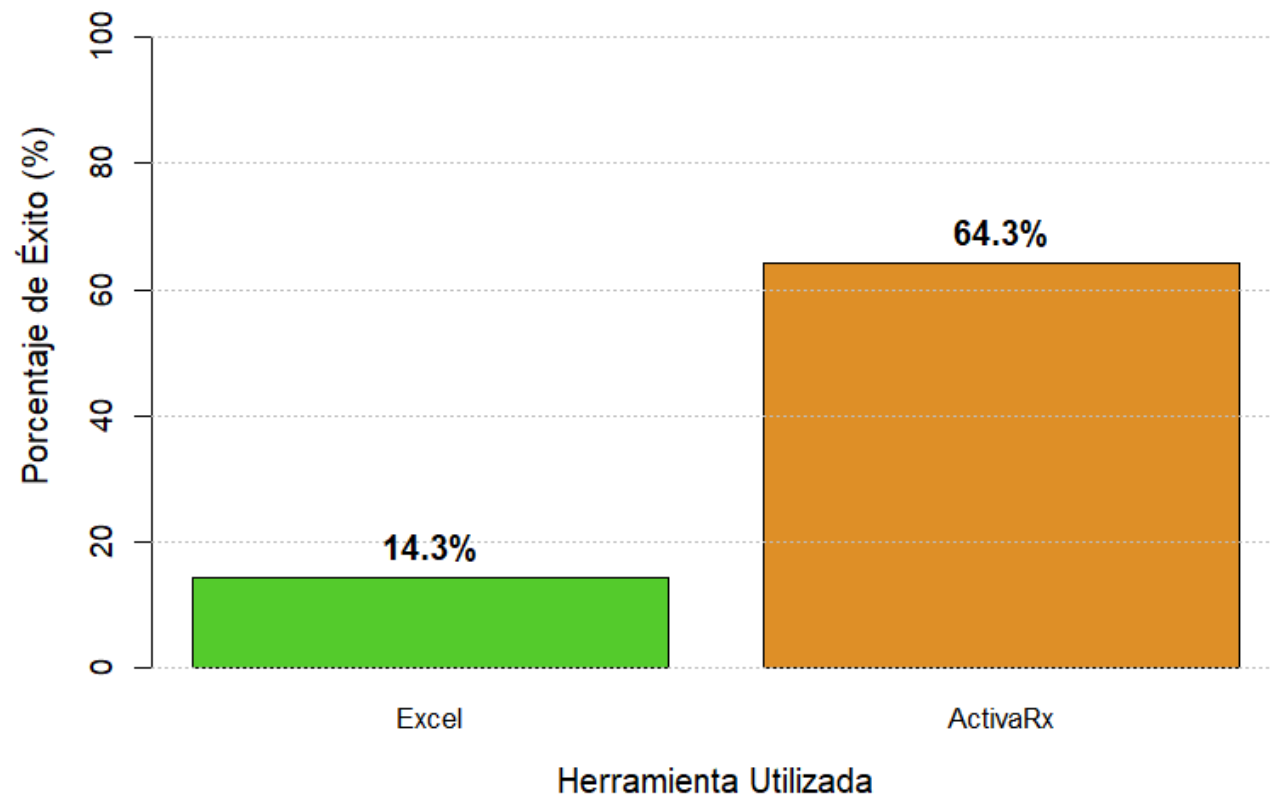
*La prueba t de Student para muestras pareadas se considera robusta ante la falta de normalidad al analizar diferencias temporales en los mismos sujetos [3].

ESTUDIO PILOTO – TASA DE ÉXITO: RESULTADO SECUNDARIO

Test de McNemar exacto	p = 0.01563
Tasa de éxito ActivaRx [IC* 95%]	64.3% [35.1%, 87.2%]
Tasa de éxito Excel [IC* 95%]	14.3% [1.8%, 42.8%]
Diferencia absoluta en tasa de éxito	50%

IC = intervalo de confianza. *Clopper-Pearson.

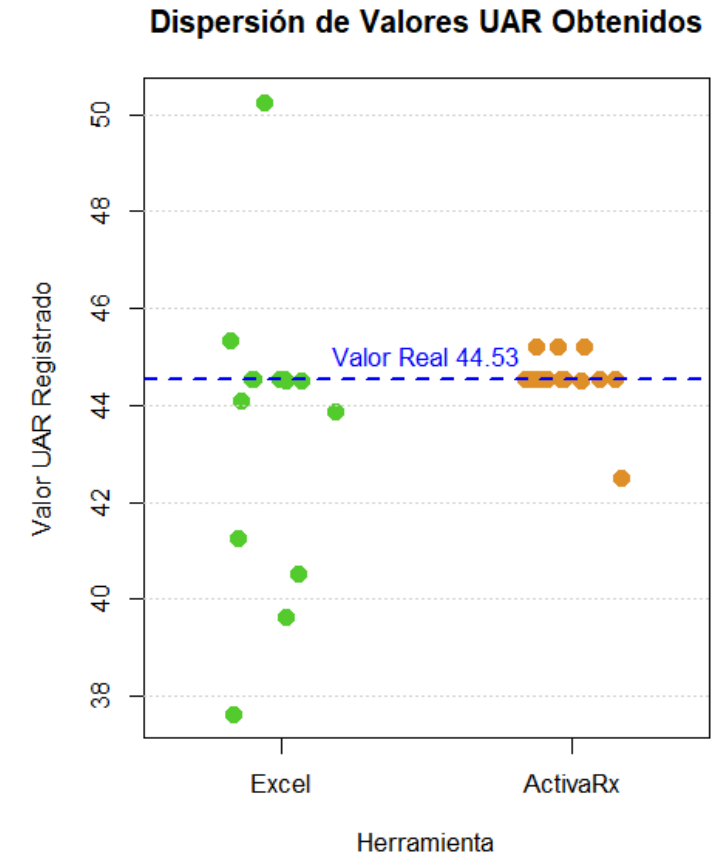
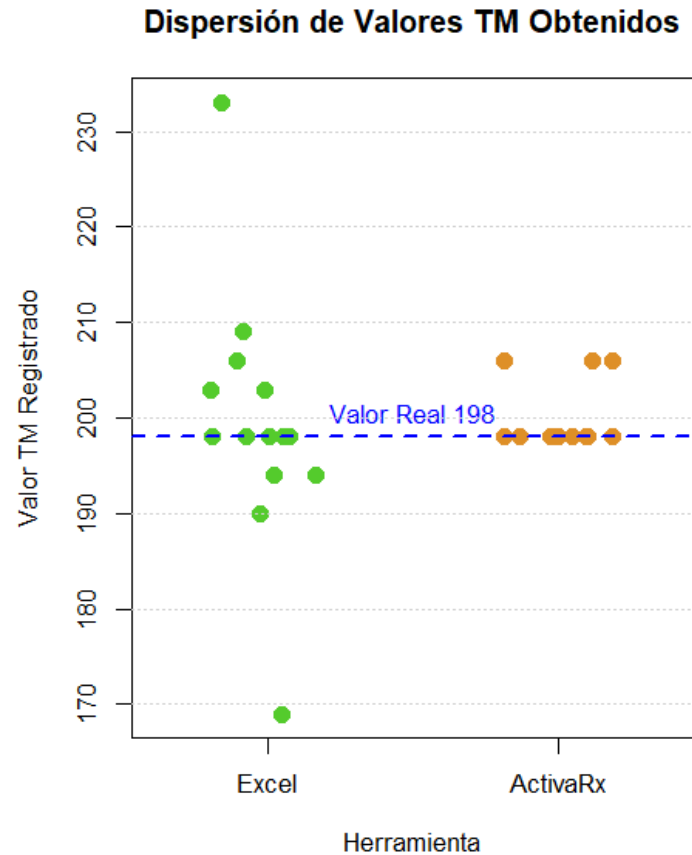
Éxito ARx	Éxito Excel		Total
	✗	✓	
✗	5	0	5
✓	7	2	9
Total	12	2	14



ESTUDIO PILOTO – DISPERSIÓN DE TM Y UAR: ANÁLISIS EXPLORATORIO

Variabilidad				
	TM Excel	TM ARx	UAR Excel	UAR ARx
CV	6.77%	1.71%	6.94%	1.45%
Mejora relativa	74.82%		79.09%	

CV = coeficiente de variación.



ESTUDIO PILOTO – USABILIDAD / SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)*: RESULTADO SECUNDARIO

Puntuación SUS	
<i>n</i>	14
Media [IC 95%]	91.61 (A+) [86.68 – 96.53]
Mediana	91.25
Desviación estándar	8.53
Mínimo / Máximo	72.50 / 100.00
Intervalo intercuartílico	[85.63 – 100.00]

IC = intervalo de confianza.

*Cuestionario ampliamente validado [4] compuesto por 10 preguntas estándar con escala Likert. La puntuación oscila entre 0 y 100, y es concluyente con una muestra $n \geq 12$ [3].

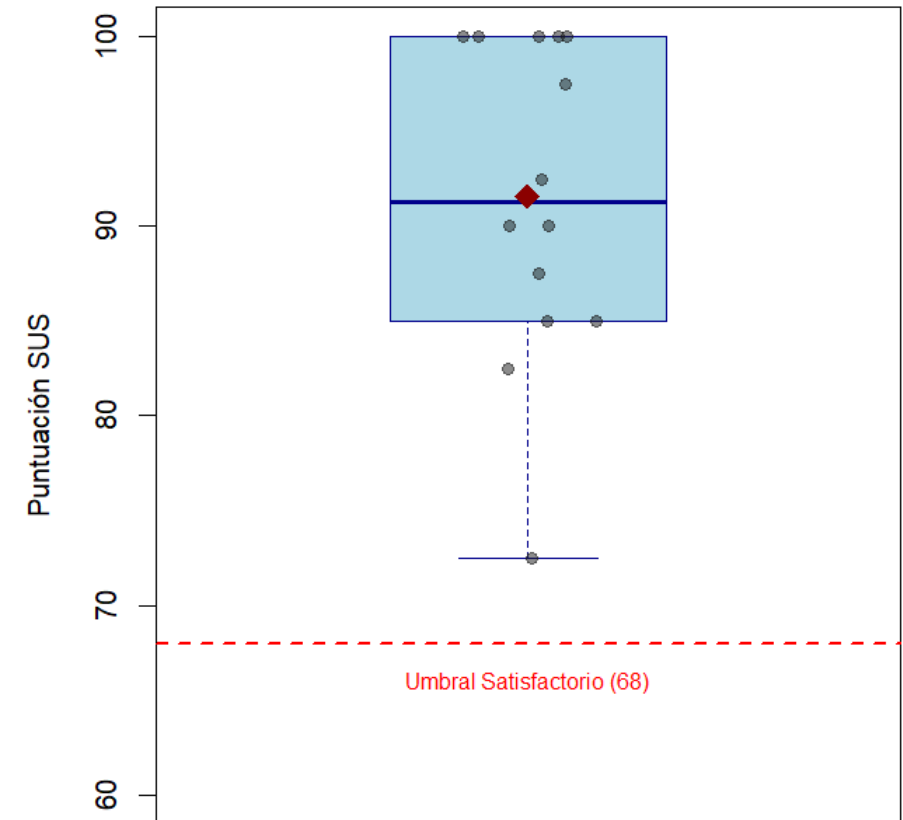
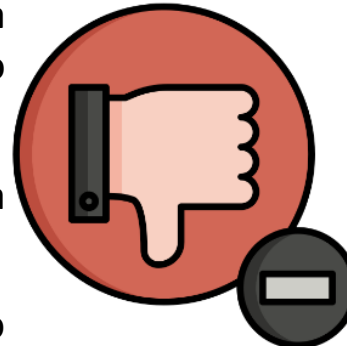


Diagrama de caja de puntuación

DISCUSIÓN



- ActivaRx **disminuye** las decisiones que **deben tomarse** y la carga cognitiva en el proceso: se diseñó para guiar al usuario rápidamente hasta la solución correcta.
- Fue desarrollada sin financiación y para resolver un problema concreto, identificado por los autores en su práctica clínica.
- Enfoque determinista (sin IA) → sin “caja negra” y con mínimo consumo de recursos.
- Compatibilidad multiplataforma con acceso web → **sin instalación**.
- **Privacidad**: los datos se almacenan y tratan localmente, luego son borrados tras 24h automáticamente o a petición del usuario.
- Exportación opcional para análisis posterior y **auditoría de datos**.



- **Limitada escalabilidad** y mantenimiento sin personal dedicado.
 - No integrado con RIS → **introducción manual**.
 - **Diferencias** entre nuestro RIS y catálogo oficial.
 - **No agregación central de datos del servicio**.
 - Procedimientos asumidos por diferentes áreas según el centro.
 - **Limitaciones inherentes al catálogo**:
 - Gran extensión.
 - No contabiliza absolutamente *todo*.
 - No valora complejidad.
- ⚠ **Mero apoyo** para planear una jornada laboral, no estándar absoluto [2]. Cada centro debe adaptar agendas y cargas de trabajo individualmente por cada puesto [2].

ESTUDIO PILOTO

- Los usuarios realizaron la tarea simulada de forma **significativamente más rápida y con mayor tasa de éxito** con **ActivaRx** que con el método convencional. El análisis exploratorio reveló una **reducción de la variabilidad** de las métricas y una **usabilidad excelente** en la encuesta anónima.
- Si bien la **naturaleza piloto** del estudio (entorno controlado y muestreo de conveniencia) limita la extrapolabilidad directa, la robustez de los datos apoya el potencial de ActivaRx como alternativa de interés para el cálculo de cargas de trabajo.
- Deben interpretarse con cautela los resultados secundarios en un **diseño orientado a detectar diferencias en el tiempo de ejecución**. La puntuación de usabilidad puede estar influida por un sesgo de cortesía propio de estudios monocéntricos.

Resumen	
n	14
Mejora de tiempo (media geométrica)	64.65%
t-test pareado (diferencia de tiempo)	$p < 0.001$
dz de Cohen (diferencia de tiempo)	2.66
Test de McNemar exacto (tasa de éxito)	$p = 0.016$
Puntuación SUS (usabilidad)	91.61 ± 8.53 (A+)
Reducción del coeficiente de variación	$\sim 7\% \rightarrow \sim 2\%$ (mejora relativa $\sim 75\%$)

RECORRIDO GUIADO POR EL INFIERNO DE LAS HOJAS DE CÁLCULO: LECCIONES APRENDIDAS



Bouguereau, W. (1850). *Dante y Virgilio*.

- Los resultados observados son **consistentes con los estudios sobre hojas de cálculo, que documenta su susceptibilidad inherente a errores** humanos [5]. Existen estimaciones de un 13% de celdas erróneas en un hospital [6].
- Algunos grupos de trabajo [7] han dirigido sus esfuerzos a facilitar el manejo de datos de investigación en entornos clínicos con soluciones a medida.
- **Este proyecto es innovador por su liderazgo clínico, por aprovechar la capacidad de programación de los LLM en la gestión sanitaria y por su enfoque de validación experimental.**
- Como refleja el piloto, **eliminar completamente el error es improbable** y aplica tanto al usuario final como a desarrolladores. No obstante, el uso de **pruebas unitarias** en software es efectivo para **detectar el 90%** de fallos [5], contrastando con la infrecuente inspección detallada de las hojas de cálculo [5].
- Reportes anecdóticos de catástrofes que involucraban un error al usar una hoja de cálculo [8], algunas incluso en contextos financieros sanitarios y asistenciales, pueden leerse en la web de European Spreadsheet Risk Interest Group, sección Horror Stories.



UTILIDAD POTENCIAL ACTIVARX

- Planificar salas y listas de espera.
- Justificar recursos humanos y presupuestarios.
- Aumentar transparencia en gestión.
- Detectar posible sobrecarga asistencial entre facultativos y TSID.

! El catálogo no fue concebido para medir rendimiento individual → dirigido al Servicio [9].

POSIBLES LÍNEAS FUTURAS

- Integración con modelo ligero de AP para aumentar la capacidad de procesamiento de lenguaje natural.
- Mejorar planificación incluyendo número de trabajadores / Equivalente a Tiempo Completo.
- Crear métrica que estime carga cognitiva, para estructurar racionalmente agendas por su complejidad, no solo TM.



DESARROLLO DE SOLUCIONES CON LLM



Aspectos positivos:

- Aplicable a gestión de stock, soporte a la decisión clínica, bases de datos...
- Estimula la alfabetización digital y formación en programación (estratégico en la era de la IA).
- Disminuir la dependencia de sistemas que son más propensos a errores por su diseño.
- Adaptable a necesidades locales, ideal si hay recursos limitados.



Limitaciones detectadas:

- Requiere prompts altamente específicos para evitar deriva y toma de decisiones no controladas.
- Fallos del LLM al manejar funciones no relacionadas con la que estamos trabajando.
- No siempre se adhiere a buenas prácticas de programación.
- Dependiente de proceso de iteración continuo.



Es imperativo enfatizar la necesidad de una meticulosa supervisión humana. La transición del prototipo a un despliegue en entorno real exige garantías de escalabilidad, mantenimiento y seguridad. En determinados contextos, esto podría requerir la integración de un ingeniero de software o un gestor de datos en el equipo.

CONCLUSIONES

- Los LLM pueden **acortar la brecha técnica** que separa a los médicos del desarrollo de aplicaciones de informática biomédica. El clínico puede **liderar la fase conceptual y de prototipado de soluciones**, aportando su **conocimiento profundo del problema clínico**.
 - Hemos desarrollado **ActivaRx**, con asistencia de LLM, como un **prototipo funcional** que calcula las cargas de trabajo en Radiología según el catálogo SERAM 2025.
 - El estudio piloto sugiere que **ActivaRx mejora la velocidad y la tasa de éxito** en la cuantificación de métricas, con datos exploratorios que apuntan a una **menor variabilidad en los registros**. La percepción de **usabilidad** fue **excelente** entre los encuestados.
 - Para evolucionar hacia una **versión plenamente operativa**, en determinados contextos sensibles podría ser recomendable la colaboración con **ingenieros de software o gestores de datos**, especialmente en aspectos de escalabilidad, mantenimiento y seguridad.
-

AGRADECIMIENTOS

- A nuestros compañeros de servicio, que cedieron generosamente su tiempo para participar en el estudio piloto y aportaron sugerencias para mejorar el programa.

DECLARACIÓN DE IA GENERATIVA

- Se utilizaron modelos de IA generativa para apoyo en tareas de programación y redacción. Los autores revisaron y editaron el contenido según necesidad, asumiendo la plena responsabilidad del mismo.
-

REFERENCIAS

1. Sociedad Española de Radiología Médica. Catálogo SERAM 2025, <https://seram.es/catalogo-seram/> [consultada el 25 de octubre de 2025].
 2. Valdés Solís P, Martínez Serrano C, Rovira Cañellas M, Fernández Alarza AF, Concepción Aramendia L, Frieria Reyes A, et al. Las cargas de trabajo en Radiología, https://seram.es/images/site/Cargas_trabajo_SERAM_julio2020.pdf; 2020 [consultada el 25 de octubre de 2025].
 3. Sauro J, Lewis JR. Quantifying the user experience: practical statistics for user research. 2º ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann; 2016, p. 65, 202, 204, 215.
 4. Brooke J. SUS: a “quick and dirty” usability scale. En: Jordan PW, Thomas B, McClelland IL, Weerdmeester B, editores. *Usability Evaluation In Industry*, Londres: Taylor & Francis; 1996, p. 189–94.
 5. Panko RR. The cognitive science of spreadsheet errors: why thinking is bad. 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, HI, EEUU: IEEE; 2013, p. 4013–22. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2013.513>.
 6. Dobell E, Herold S, Buckley J. Spreadsheet error types and their prevalence in a healthcare context. *J Organ End User Comput*. 2018;30:20–42. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.2018040102>.
 7. Schweinar A, Wagner F, Klingner C, Festag S, Spreckelsen C, Brodoehl S. Simplifying multimodal clinical research data management: introducing an integrated and user-friendly database concept. *Appl Clin Inform* 2024;15:234–49. <https://doi.org/10.1055/a-2259-0008>.
 8. O’Beirne P. Horror Stories. European Spreadsheet Risk Interest Group. <https://eusprig.org/research-info/horror-stories/>; 2004 [consultada el 7 de marzo de 2026].
 9. Sociedad Española de Radiología Médica. Catálogo de exploraciones de la SERAM edición 2016, https://static.seram.es/wp-content/uploads/2021/08/catalogo_2016_exp.pdf [consultada el 25 de octubre de 2025].
-

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



<https://activarx.netlify.app/>
