



**Instituto Politécnico Nacional**

**Escuela Superior de Cómputo**



**LICENCIATURA EN CIENCIA DE DATOS**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO**

**TÍTULO DEL TRABAJO**

Práctica 4. Suavizamiento de series de tiempo.

**ALUMNOS**

Aguilar Ramírez Carlos Francisco

Arista Romero Juan Ismael

Jiménez Flores Luis Arturo

Vázquez Martín Marlene Gabriela.

**PROFESOR (A)**

Daniel Jiménez Alcantar

**GRUPO**

6AV1

**Fecha de entrega:** 23 de marzo de 2025

## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Problemática .....	3
3.	Modelo estadístico.....	4
4.	Modelo computacional .....	5
5.	Metodología .....	5
6.	Propuestas de solución .....	6
6.1	Construcción de la serie de tiempo.....	6
6.2	Suavizamiento por promedio móvil simple.....	8
6.3	Suavizamiento por promedio móvil ponderado. ....	9
6.4	Suavizamiento exponencial simple. ....	11
6.5	Suavizamiento por descomposición.....	12
7.	Conclusiones .....	13

# 1. Introducción

El Universo Cinematográfico de Marvel (MCU) es una franquicia de películas interconectadas basada en los personajes de los cómics de Marvel. Desde su inicio en 2008 con "Iron Man", el MCU ha crecido hasta convertirse en una de las sagas cinematográficas más exitosas de todos los tiempos. Su estrategia narrativa se basa en la interconexión de historias, personajes y eventos a lo largo de múltiples películas y series, estructuradas en fases.

A lo largo de los años, Marvel Studios ha lanzado más de 30 películas, cada una con su impacto en la industria cinematográfica y en la taquilla global. La franquicia ha pasado por distintos momentos clave, desde la construcción de los Vengadores en sus primeras fases hasta la conclusión de la saga del Infinito con *Avengers: Endgame* en 2019, que se convirtió en una de las películas más taquilleras de la historia.

Actualmente, la franquicia sigue expandiéndose con nuevas películas y personajes, explorando nuevas historias tras la saga del Multiverso. Con sus más recientes estrenos, *Deadpool & Wolverine* (2024) y *Captain America: Brave New World* (2025), el MCU continúa siendo un fenómeno en la cultura pop y la industria del entretenimiento.

Este análisis busca estudiar la evolución de la recaudación en taquilla del MCU, desde su primera película en 2008 hasta los estrenos más recientes. A través del uso de series de tiempo, analizaremos cómo han cambiado los ingresos a lo largo de los años, identificando patrones y tendencias que ayuden a entender el impacto financiero de la franquicia.

Para lograrlo, utilizaremos diferentes técnicas de suavizamiento de series de tiempo, lo que permitirá observar con mayor claridad el comportamiento de la recaudación y hacer estimaciones sobre futuras entregas.

## 2. Problemática

El éxito de una película en taquilla no solo depende de su calidad narrativa o de la popularidad de sus personajes, sino también de diversos factores externos como la competencia en cartelera, estrategias de marketing, tendencias del público, el contexto económico y social, e incluso la disponibilidad de formatos de exhibición como IMAX o 3D.

El Universo Cinematográfico de Marvel (MCU) ha sido una de las franquicias más exitosas en términos de recaudación global. Sin embargo, su desempeño en la taquilla ha mostrado variaciones significativas a lo largo del tiempo. Algunas películas han superado los mil millones de dólares en recaudación, mientras que otras han tenido un rendimiento más discreto.

Con la llegada de nuevas fases del MCU, los estudios enfrentan un desafío clave: ¿Cómo predecir el rendimiento financiero de futuras películas basándose en tendencias pasadas?

Para responder a esta pregunta, se deben abordar las siguientes cuestiones:

- ¿Existe un patrón en la recaudación de las películas del MCU a lo largo del tiempo?
- ¿Cómo han afectado los cambios de estrategia de Marvel Studios al éxito en taquilla?
- ¿Se puede estimar el rendimiento de futuras películas utilizando técnicas de suavizamiento de series de tiempo?
- ¿Cómo influyen las fechas de estreno en la recaudación de una película?

Este estudio permitirá identificar patrones de recaudación y explorar posibles tendencias futuras a través del análisis de series de tiempo. Además, al aplicar técnicas de suavizamiento, podremos obtener una visión más clara del comportamiento financiero del MCU, lo que puede ser útil tanto para estudios de mercado como para la planificación estratégica en la industria cinematográfica.

### 3. Modelo estadístico

Para analizar la evolución de la recaudación global de las películas del MCU, es necesario emplear un modelo estadístico que nos permita entender la tendencia de los datos y suavizar las fluctuaciones para identificar patrones.

El modelo estadístico más adecuado para este estudio es el Modelo de Suavizamiento de Series de Tiempo, el cual permite reducir la variabilidad y revelar tendencias ocultas en los datos. Para ello, utilizaremos diferentes técnicas de suavizamiento:

- *Suavizamiento por Promedio Móvil Simple:* Calcula el promedio de un conjunto de valores en una ventana móvil, eliminando fluctuaciones menores.
- *Suavizamiento por Promedio Móvil Ponderado:* Similar al promedio móvil simple, pero asignando mayor peso a los datos más recientes.
- *Suavizamiento Exponencial Simple:* Un método más avanzado que da mayor relevancia a los valores recientes, ajustando la curva de tendencia de manera más eficiente.

- *Suavizamiento por Descomposición:* Separa la serie en componentes de tendencia, estacionalidad y ruido, permitiendo analizar cada uno por separado.

El objetivo del modelo es identificar la evolución de la recaudación global del MCU y generar una mejor visualización de los cambios a lo largo del tiempo, eliminando irregularidades causadas por factores externos como campañas de marketing o competencia en cartelera.

## 4. Modelo computacional

Para la implementación del análisis, se utilizará un enfoque basado en Python y librerías especializadas en series de tiempo y visualización de datos.

Librerías Utilizadas:

- *Pandas:* Para la manipulación y estructuración de los datos.
- *Matplotlib y Seaborn:* Para la visualización de la serie de tiempo.
- *Statsmodels:* Para aplicar técnicas de suavizamiento y descomposición.
- *Plotly:* Para generar gráficos interactivos.

Pasos del Modelo Computacional:

1. Carga y limpieza de datos: Se filtran las columnas relevantes (movie\_name, fecha\_estreno, worldwide\_box\_office).
2. Conversión a serie de tiempo: Se asegura que la columna fecha\_estreno sea del tipo datetime y se ordena cronológicamente.
3. Análisis Exploratorio: Se visualiza la evolución de la recaudación global con una serie de tiempo simple.
4. Aplicación de técnicas de suavizamiento: Se prueban diferentes métodos para eliminar ruido y revelar patrones más claros.
5. Interpretación de resultados: Se comparan los distintos enfoques para determinar cuál ofrece la mejor representación de la tendencia de la recaudación del MCU.

Este modelo computacional permitirá transformar los datos en información útil para entender el comportamiento financiero de la franquicia a lo largo del tiempo.

## 5. Metodología

Para el desarrollo de este análisis, se sigue la siguiente metodología estructurada en cinco fases:

1. Selección del Dataset: Se elige un conjunto de datos con la recaudación global de cada película del MCU, junto con su fecha de estreno. Se limpian y estructuran los datos para su análisis.
2. Construcción de la Serie de Tiempo: Se organiza la información en función del tiempo, asegurando que cada película tenga un punto de referencia claro basado en su fecha de estreno.
3. Exploración de Datos y Visualización Inicial: Se genera un primer gráfico de la serie de tiempo con los valores originales de recaudación global para identificar tendencias y anomalías.
4. Aplicación de Técnicas de Suavizamiento: Se implementan los siguientes métodos:
  - ❖ Promedio Móvil Simple (para eliminar variaciones menores).
  - ❖ Promedio Móvil Ponderado (para dar más importancia a los estrenos recientes).
  - ❖ Suavizamiento Exponencial (para un ajuste más preciso de la tendencia).
  - ❖ Descomposición de la Serie de Tiempo (para separar tendencia, estacionalidad y ruido).
5. Interpretación: Se comparan los diferentes métodos y se extraen conclusiones sobre el comportamiento de la recaudación en el MCU, identificando patrones que pueden ayudar a predecir futuras tendencias.

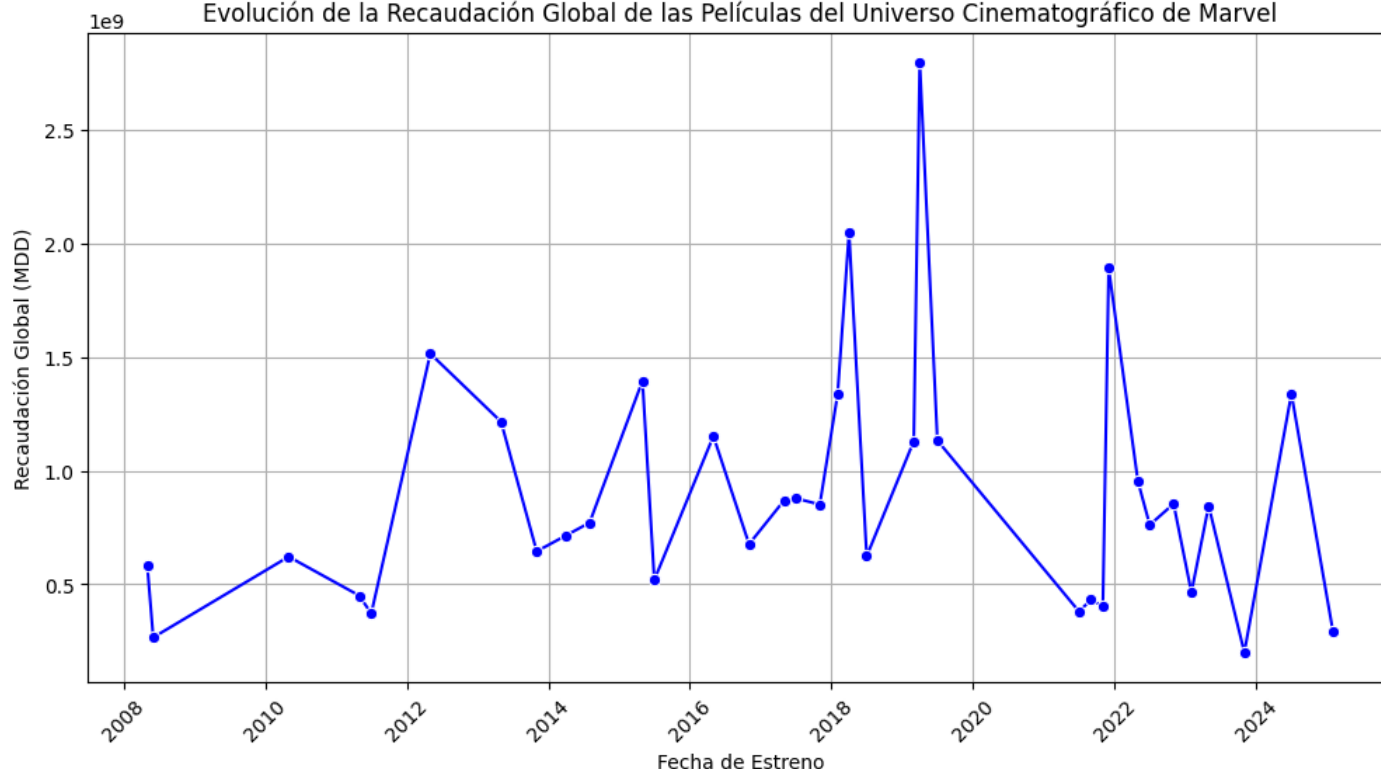
## 6. Propuestas de solución

### 6.1 Construcción de la serie de tiempo

Para analizar la evolución de la recaudación global de las películas del MCU, primero es necesario representar los datos en una serie de tiempo sin suavizar. Esta serie muestra la recaudación en taquilla de cada película en el momento de su estreno, permitiendo visualizar tendencias generales y fluctuaciones en los ingresos.

Cada punto en la serie de tiempo representa una película del MCU, con su fecha de estreno en el eje X y su recaudación global (Worldwide Box Office) en el eje Y. De esta manera, se pueden identificar períodos de crecimiento, estabilidad y posibles caídas en la franquicia.

Evolución de la Recaudación Global de las Películas del Universo Cinematográfico de Marvel



id	Nombre	Recaudación global de taquilla	Fecha de estreno
1	Iron Man	\$ 585.171.547	01/05/2008
2	The Incredible Hulk	\$ 265.573.859	01/06/2008
3	Iron Man 2	\$ 621.156.389	01/05/2010
4	Thor	\$ 449.326.618	01/05/2011
5	Captain America: The First Avenger	\$ 370.569.776	01/07/2011
6	The Avengers	\$ 1.515.100.211	01/05/2012
7	Iron Man 3	\$ 1.215.392.272	01/05/2013
8	Thor: The Dark World	\$ 644.602.516	01/11/2013
9	Captain America: The Winter Soldier	\$ 714.401.889	01/04/2014
10	Guardians of the Galaxy	\$ 770.882.395	01/08/2014
11	Avengers: Age of Ultron	\$ 1.395.316.979	01/05/2015
12	Ant-Man	\$ 518.858.449	01/07/2015
13	Captain America: Civil War	\$ 1.151.918.521	01/05/2016
14	Doctor Strange	\$ 676.354.481	01/11/2016
15	Guardians of the Galaxy Vol. 2	\$ 869.113.101	01/05/2017
16	Spider-Man: Homecoming	\$ 878.346.440	01/07/2017
17	Thor: Ragnarok	\$ 850.482.778	01/11/2017
18	Black Panther	\$ 1.336.494.321	01/02/2018
19	Avengers: Infinity War	\$ 2.048.359.754	01/04/2018
20	Ant-Man and the Wasp	\$ 623.144.660	01/07/2018

21	Captain Marvel	\$	1.129.727.388	01/03/2019
22	Avengers: Endgame	\$	2.797.800.564	01/04/2019
23	Spider-Man: Far From Home	\$	1.132.532.832	01/07/2019
24	Black Widow	\$	379.751.655	01/07/2021
25	Shang-Chi and the Legend of the Ten Rings	\$	432.243.292	01/09/2021
26	Eternals	\$	402.064.929	01/11/2021
27	Spider-Man: No Way Home	\$	1.891.108.035	01/12/2021
28	Doctor Strange in the Multiverse of Madness	\$	952.224.986	01/05/2022
29	Thor: Love and Thunder	\$	760.928.081	01/07/2022
30	Black Panther: Wakanda Forever	\$	853.985.546	01/11/2022
31	Ant-Man and the Wasp: Quantumania	\$	463.635.303	01/02/2023
32	Guardians of the Galaxy Vol. 3	\$	845.163.792	01/05/2023
33	The Marvels	\$	199.706.250	01/11/2023
34	Deadpool & Wolverine	\$	1.338.071.348	01/07/2024
35	Captain America: Brave New World	\$	289.405.738	01/02/2025

Esta representación servirá como base para aplicar diferentes técnicas de suavizamiento, con el fin de identificar tendencias más claras y reducir la variabilidad causada por eventos puntuales.

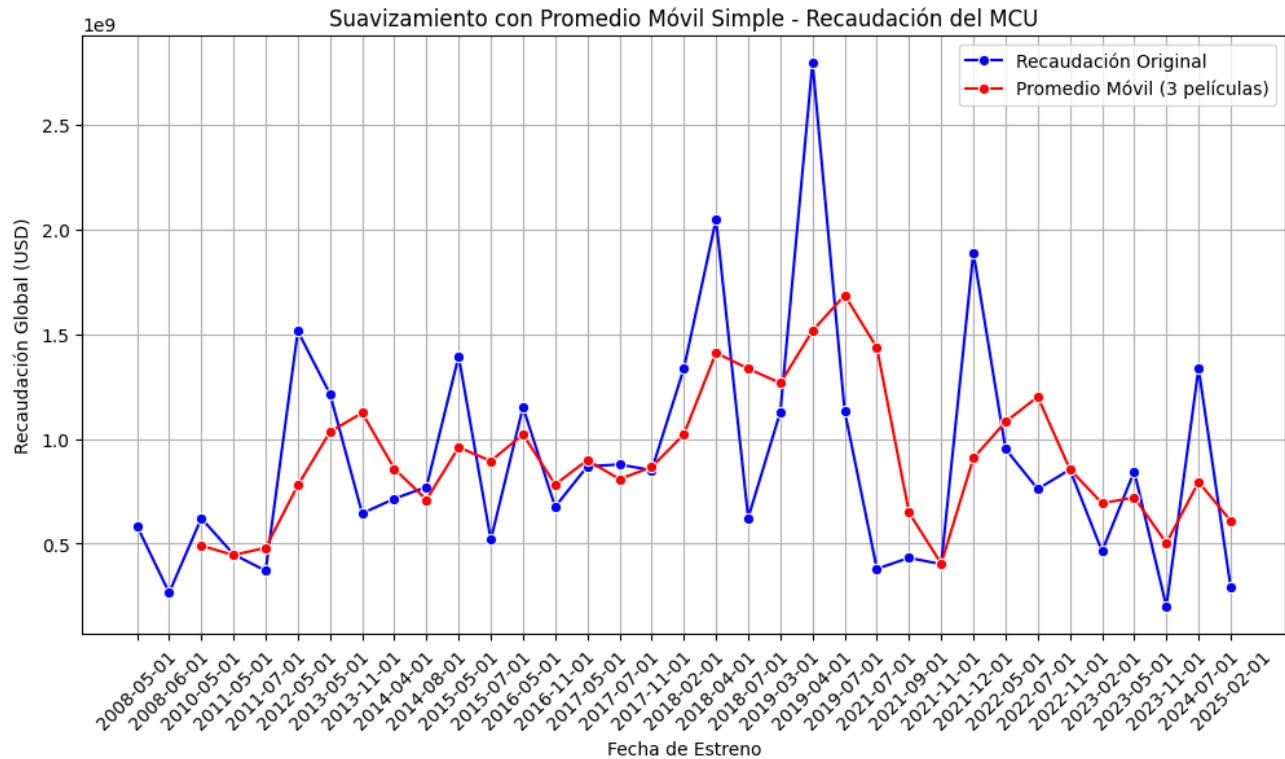
## 6.2 Suavizamiento por promedio móvil simple.

El promedio móvil simple (SMA, Simple Moving Average) es una de las técnicas más utilizadas para suavizar series de tiempo. Se basa en calcular el promedio de un conjunto de valores en una ventana de tiempo deslizante, lo que ayuda a reducir las fluctuaciones y revelar patrones generales en los datos.

En este caso, seleccionamos una ventana de tamaño  $n$  (por ejemplo, 3 películas) y calculamos el promedio de la recaudación de esas películas. Luego, avanzamos una película y repetimos el proceso, generando una nueva serie de valores suavizados.

Dado que el MCU no tiene estrenos anuales regulares, utilizaremos una ventana de 3 películas para suavizar los datos y visualizar la tendencia de manera más clara.





Con esta gráfica podemos interpretar que se observa que la recaudación ha seguido una tendencia ascendente, pero con algunas caídas en ciertos períodos.

Además, podemos afirmar que se suavizaron los altibajos causados por películas individuales con rendimientos atípicos. Sin embargo, esta técnica no responde bien a cambios abruptos en la recaudación (por ejemplo, los picos de *Avengers: Endgame* pueden hacer que el suavizamiento tarde en reflejar un cambio real).

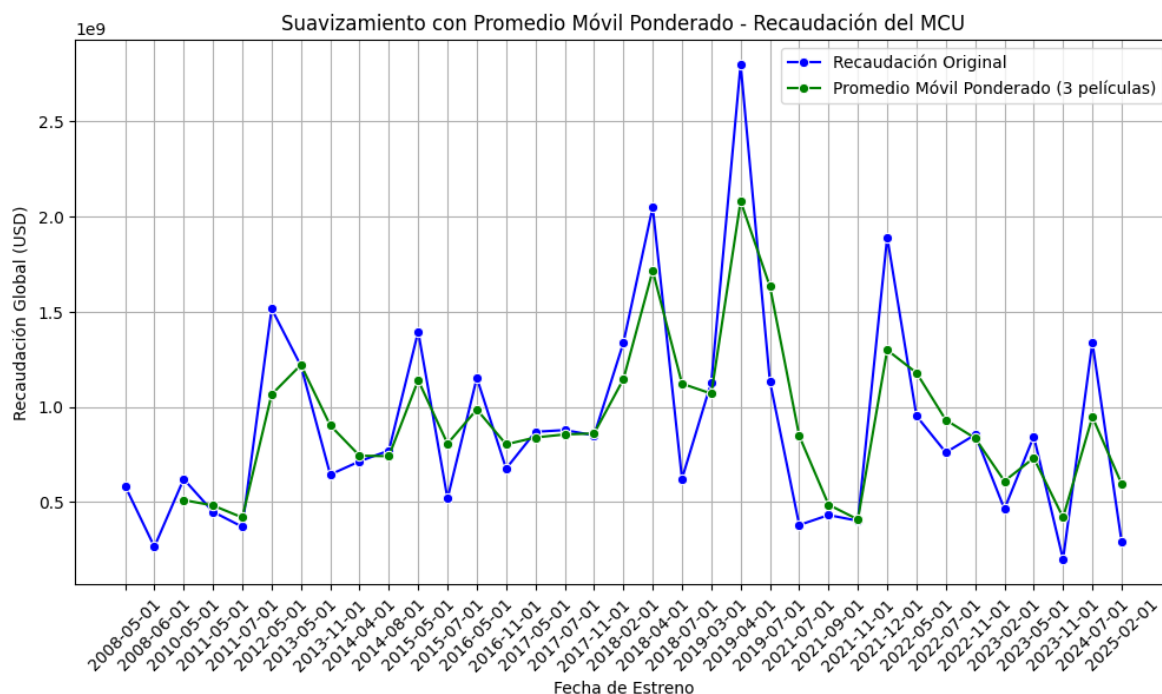
### 6.3 Suavizamiento por promedio móvil ponderado.

El promedio móvil ponderado (WMA, Weighted Moving Average) es una variante del promedio móvil simple que otorga mayor importancia a los datos más recientes dentro de la ventana de suavizamiento. En el caso de la recaudación global del MCU, esto nos permite reflejar cambios recientes en la franquicia con mayor precisión, sin perder la estabilidad de la tendencia general.

A diferencia del promedio móvil simple, donde todos los valores en la ventana tienen el mismo peso, en el WMA los valores más recientes tienen una mayor influencia en el cálculo del promedio. Esto es particularmente útil en la industria del cine, donde las películas más recientes pueden estar sujetas a estrategias de marketing diferentes, cambios en la popularidad de la franquicia o la evolución de los hábitos de consumo de los espectadores.

En este análisis, aplicaremos un promedio móvil ponderado con una ventana de 3 películas, asignando pesos más altos a las películas más recientes dentro de cada grupo. Este enfoque nos permitirá observar una tendencia más dinámica, capturando con mayor rapidez los cambios en la recaudación global del MCU.

La modelación de esta técnica es la siguiente:



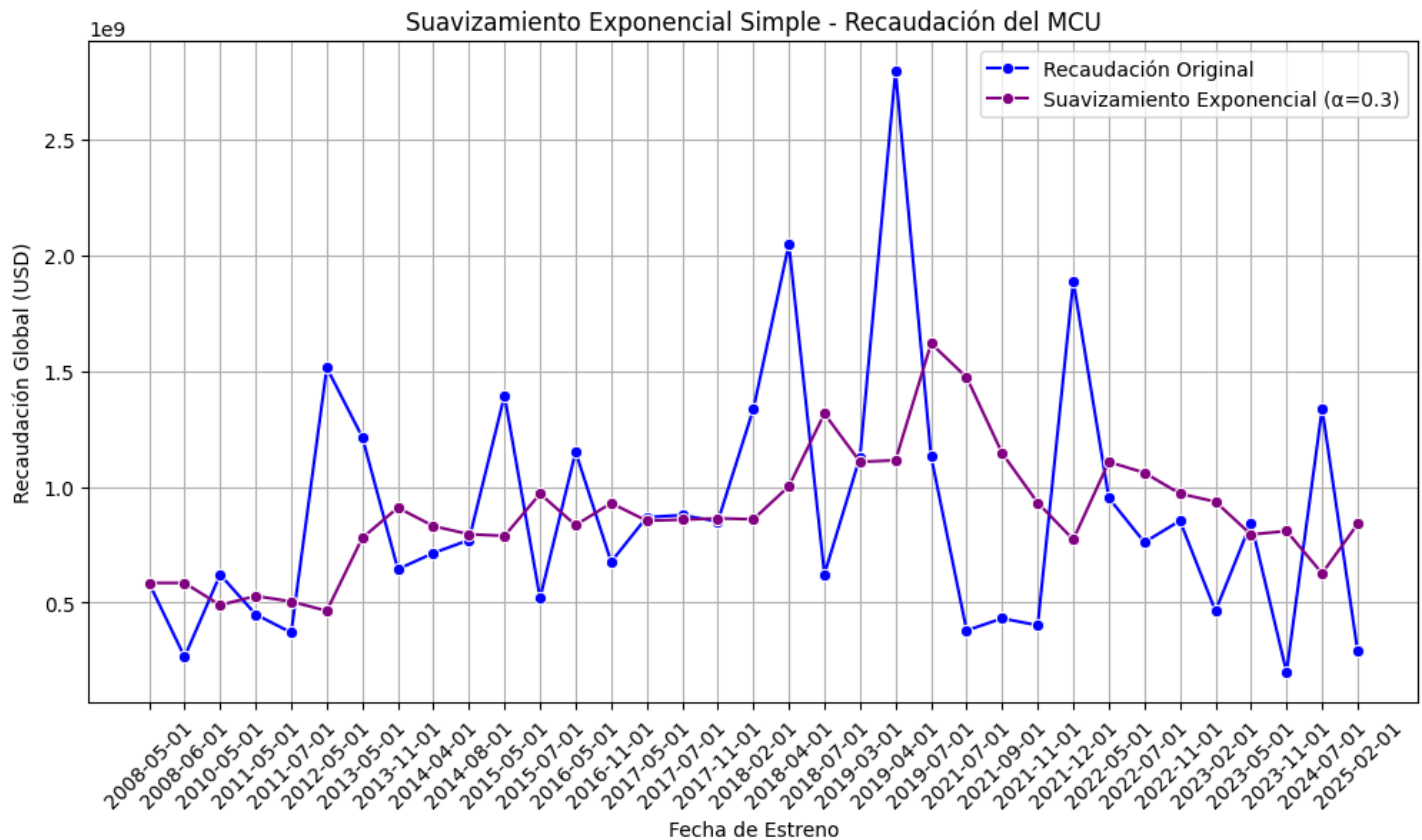
En esta gráfica, la línea verde ilustra la tendencia suavizada con un mayor énfasis en las películas más recientes dentro de cada ventana de cálculo.

Al comparar este método con el promedio móvil simple (SMA), podemos notar que el WMA se adapta más rápido a cambios recientes en la recaudación, lo que lo hace útil en un contexto como el del MCU, donde el éxito de una película puede influir directamente en el rendimiento de las siguientes entregas. En los puntos de máximo rendimiento, como los estrenos de *Avengers: Infinity War* y *Avengers: Endgame*, el WMA refleja mejor la importancia de estos eventos sin retrasar demasiado la tendencia, a diferencia del SMA que distribuía el impacto de manera uniforme en toda la ventana de suavizamiento.

Este método nos proporciona una visión más ágil de la evolución de la taquilla y es particularmente útil para detectar cambios de tendencia en la industria cinematográfica. Sin embargo, el hecho de que los datos más recientes tengan mayor peso implica que la serie puede reaccionar más abruptamente a fluctuaciones inesperadas, lo que en algunos casos podría generar interpretaciones sesgadas si no se analiza junto con otros métodos.

## 6.4 Suavizamiento exponencial simple.

El Suavizamiento Exponencial Simple (SES) aplicado a la recaudación global del MCU nos ofrece una forma más dinámica de observar la tendencia de la serie de tiempo.



En la gráfica, la línea azul representa la recaudación original, mientras que la línea morada muestra la serie suavizada utilizando un factor de suavizamiento ( $\alpha=0.3$ ).

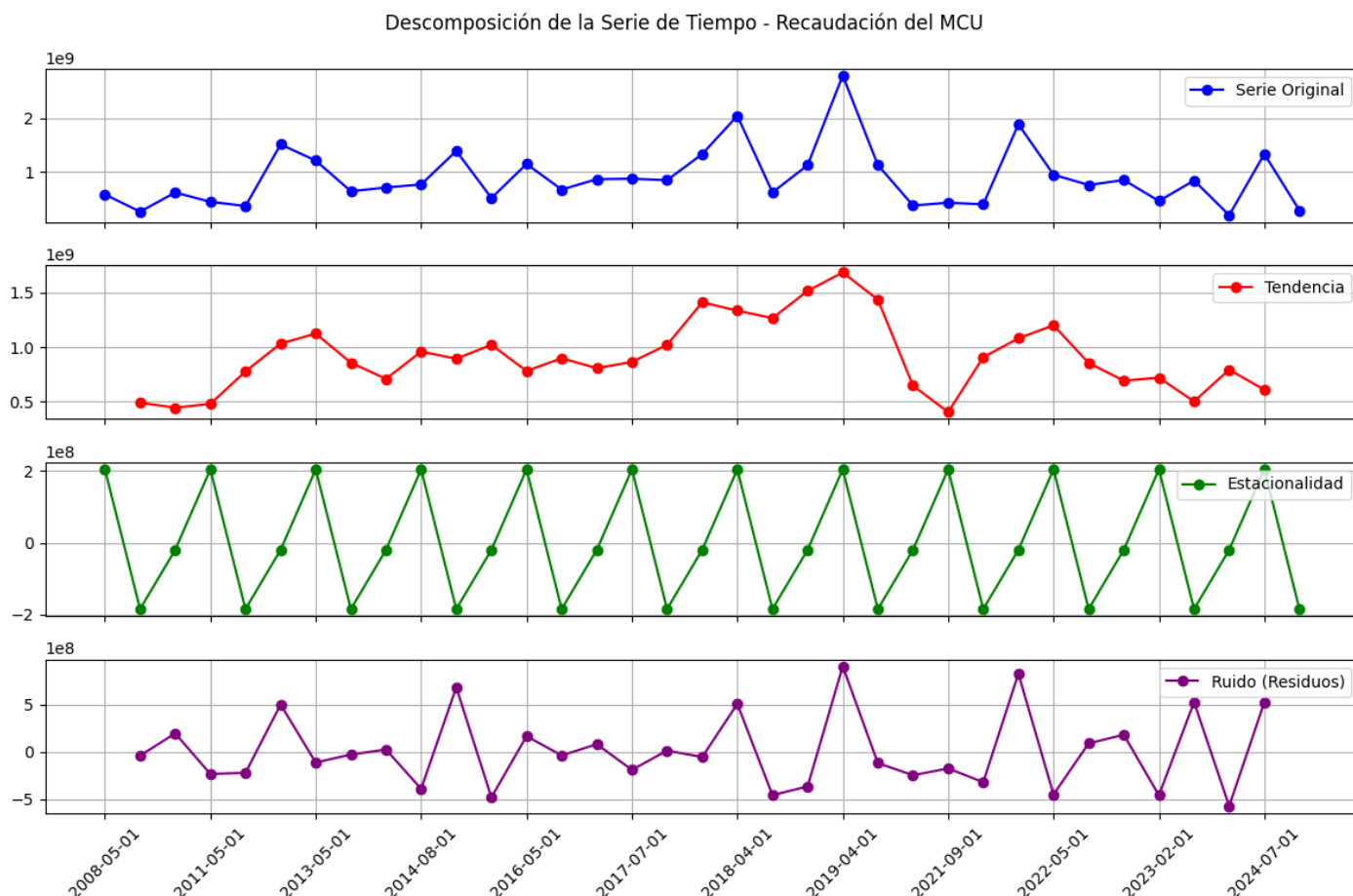
A diferencia del promedio móvil simple (SMA) y el promedio móvil ponderado (WMA), que dependen de una ventana de datos fija, el SES asigna mayor peso a los valores más recientes de manera progresiva y no limitada a una cantidad específica de películas. Esto permite que la serie suavizada responda de forma más eficiente a cambios en la recaudación sin generar retrasos significativos.

En el contexto del MCU, esta técnica resulta útil para detectar patrones recientes en la taquilla y modelar su evolución sin depender de cortes artificiales en los datos. Sin embargo, la elección del valor de  $\alpha$  es crucial: un valor más alto haría que la serie se ajuste demasiado a los cambios recientes, mientras que un valor más bajo la haría reaccionar demasiado lentamente.

Gracias a la representación de la tendencia con este método de suavizamiento, se puede interpretar que desde que comenzó el Universo Cinematográfico de Marvel, las recaudaciones de sus películas iban creciendo en general, sin embargo, después del pico más alto que ha tenido el estudio, la tendencia fue en decaimiento. Esto lo podemos relacionar fácilmente con que el pico más alto se debió a *Avengers Endgame*, la película que marcó el cierre de la denominada “Saga del Infinito”, la cual comprendía desde la primera cinta que se estrenó. Una explicación a priori del por qué de la caída en la taquilla de las películas posteriores fue que se comenzaron a introducir nuevos personajes a este universo y el público al no empatizar con estos, fue dejando de lado las películas de la nueva saga.

## 6.5 Suavizamiento por descomposición

La Descomposición de la Serie de Tiempo aplicada a la recaudación global del MCU nos permite observar los diferentes componentes que conforman la serie original.



En la primera gráfica, se presenta la serie de tiempo original con los valores de recaudación para cada película. A continuación, la segunda gráfica muestra la tendencia, que refleja la evolución a largo plazo de la recaudación y nos ayuda a

identificar si la franquicia ha experimentado un crecimiento sostenido o fluctuaciones significativas.

La tercera gráfica representa la estacionalidad, es decir, los patrones repetitivos en la recaudación. En el contexto del MCU, esto puede estar relacionado con la influencia de los calendarios de estreno, donde ciertas fechas han mostrado una mayor capacidad de atracción de audiencia. Finalmente, la última gráfica muestra el ruido o residuos, que representa las variaciones no explicadas por la tendencia o la estacionalidad.

Esta descomposición nos permite analizar de manera más detallada los factores que afectan la recaudación y diferenciar entre fluctuaciones naturales y cambios estructurales en la franquicia.

## 7. Conclusiones

### **Aguilar Ramírez Carlos Francisco**

El análisis de series de tiempo aplicado a la recaudación de taquilla del UCM ha sido una experiencia enriquecedora, permitiéndome visualizar la evolución de la franquicia a través de técnicas de suavizamiento. Cada método ofreció una perspectiva diferente: el Promedio Móvil Simple estabilizó los datos, el Ponderado reflejó de mejor forma los cambios recientes en la serie, el Suavizamiento Exponencial mostró tendencias dinámicas y la Descomposición permitió analizar componentes clave como estacionalidad y ruido. Estos enfoques facilitaron una interpretación más clara del impacto financiero de la saga a lo largo del tiempo.

Además del aprendizaje técnico que obtuve mediante esta práctica, puedo asegurar que tuvo cierto grado de significancia adicional para mí, ya que el UCM ha formado parte de mi infancia y adolescencia. Este ejercicio me permitió combinar mi interés por los superhéroes y el cine con la ciencia de datos, mostrándome cómo la estadística y la analítica avanzada pueden aplicarse a realmente cualquier tema. Además, reforzó la importancia de utilizar técnicas adecuadas para la interpretación de datos en series de tiempo, lo que sin duda será valioso en futuros proyectos de análisis y modelado.

En conclusión, esta práctica me dejó no solo un aprendizaje sólido sobre técnicas de suavizamiento y análisis de tendencias, sino también una mayor apreciación por cómo los datos pueden contar historias, incluso aquellas que han formado parte de mi crecimiento personal.

### **Arista Romero Juan Ismael**

La práctica de suavizamiento de series de tiempo aplicada a la recaudación del Universo Cinematográfico de Marvel (MCU) me permitió comprender cómo diversas técnicas estadísticas pueden ayudarnos a identificar patrones, tendencias y

posibles puntos de inflexión en un conjunto de datos que, a simple vista, puede parecer errático o ruidoso.

Cada método implementado desde el promedio móvil simple hasta la descomposición de la serie ofreció una perspectiva distinta del comportamiento financiero del MCU. Mientras que el SMA facilitó una visión general más estable, el WMA y el suavizamiento exponencial brindaron una mayor sensibilidad a los cambios recientes. Por su parte, la descomposición permitió separar los efectos estacionales y el ruido, otorgando un entendimiento más profundo de los factores que influyen en la recaudación.

Este ejercicio reforzó la importancia del preprocesamiento y transformación de datos en el análisis temporal, así como la utilidad de las herramientas estadísticas para el estudio de fenómenos económicos y culturales. Asimismo, evidenció cómo las decisiones de modelado pueden impactar directamente en la claridad y precisión de las inferencias extraídas.

### **Jiménez Flores Luis Arturo**

El suavizamiento móvil en esta práctica sirvió para "limpiar" los datos de recaudación, con el objetivo de hacerlos más interpretables, identificar tendencias a largo plazo y detectar posibles cambios en el éxito de la franquicia a lo largo del tiempo. Fue una herramienta fundamental para entender la evolución de la recaudación, más allá de los altibajos de películas individuales.

El Universo Cinematográfico de Marvel ha sido un fenómeno cinematográfico de gran éxito, pero su recaudación ha mostrado variaciones a lo largo del tiempo. Las técnicas de suavizamiento de series de tiempo revelan una tendencia general ascendente hasta "Avengers: Endgame", seguida de una posible tendencia descendente pudiendo afirmar que Endgame fue el pico de este universo. Por medio de esta práctica, puedo sugerir que, si bien la franquicia sigue siendo relevante, enfrenta desafíos para mantener el nivel de éxito previo, probablemente debido a la introducción de nuevos personajes y posibles cambios en las preferencias del público. La información obtenida es valiosa para la planificación estratégica y la predicción del rendimiento financiero futuro, aunque siempre con la consideración de que factores externos e imprevistos que pueden influir en los resultados.

### **Vázquez Martin Marlene Gabriela**

A través del análisis de series de tiempo aplicado a la recaudación del Universo Cinematográfico de Marvel (UCM), adquirí un mayor entendimiento sobre cómo técnicas estadísticas como el promedio móvil, el suavizamiento exponencial y la descomposición pueden transformar una serie de datos en una herramienta clara

para detectar tendencias, ciclos y fluctuaciones relevantes. Cada técnica aportó una visión distinta: mientras unas ayudaron a estabilizar los datos, otras ofrecieron mayor sensibilidad ante los cambios recientes, permitiendo así una lectura más precisa del comportamiento financiero del UCM.

Más allá del conocimiento técnico, esta práctica tuvo un valor personal importante, ya que el UCM ha sido una parte significativa de mi crecimiento. Poder analizar con métodos científicos algo que ha formado parte de mi vida cotidiana fue una experiencia significativa y motivadora. Me permitió ver cómo la estadística no solo se aplica a campos económicos o técnicos, sino también a fenómenos culturales que impactan a millones de personas.