

Visual Analytics de Datos Epidemiológicos: Propagación y Olas Pandémicas del COVID-19

- La pandemia de COVID-19 generó una crisis sanitaria global sin precedentes, afectando a todos los niveles de la sociedad.
- La creciente disponibilidad de datos abiertos (como casos diarios, muertes y localización geográfica) permitió nuevas formas de análisis epidemiológico.
- Se hizo evidente la necesidad de herramientas avanzadas que integren visualización interactiva y análisis de datos para interpretar estos fenómenos complejos.
- En este escenario, la propagación del virus se entiende no solo como una transmisión lineal, sino como un proceso dinámico, espacial, multivariable y cooperativo.
- Según Hernández-Vargas y Velasco-Hernández (2020), esta propagación ocurre cuando múltiples exposiciones virales se acumulan hasta superar un umbral crítico, lo que genera aumentos súbitos en la velocidad de contagio en condiciones favorables.

Problema: Limitaciones actuales en el análisis de propagación epidémica

- Muchos sistemas de visualización son estáticos, poco interactivos o univariados.
- Dificultan el análisis multiescalar (local, nacional, global) y multitemporal.
- No permiten identificar patrones complejos como olas sucesivas o zonas críticas de transmisión.
- Se requiere una forma más efectiva de explorar la propagación del virus y su evolución.

Objetivos

Objetivo general:

Analizar datos epidemiológicos del COVID-19 mediante un framework de visual analytics para identificar patrones de propagación y olas pandémicas.

Objetivos específicos:

- Recolectar y normalizar datos espacio-temporales del COVID-19.
- Desarrollar visualizaciones interactivas (mapas, líneas de tiempo, filtros).
- Explorar la propagación del virus a distintas escalas geográficas y temporales.
- Evaluar el enfoque en un caso de estudio real.

DATA SET: owid-covid-data

El conjunto de datos utilizado en este trabajo fue obtenido del repositorio abierto de Our World in Data (OWID) sobre COVID-19, disponible en [OWID COVID-19 Dataset API](#). Este dataset contiene información epidemiológica y socioeconómica de diversos países desde el inicio de la pandemia.

Durante el proceso de limpieza, se eliminaron columnas que no eran relevantes para los objetivos específicos de este estudio, tales como métricas de hospitalización detallada, tasas de vacunación diarias, indicadores ambientales y demográficos menos influyentes para el análisis espacio-temporal propuesto. La selección final priorizó variables clave que permiten analizar la evolución del COVID-19 de manera espacio-temporal y comparativa entre países.

Variable	Descripción
iso_code	Código ISO del país o región. Es el identificador único para localizar cada territorio en el mapa.
continent	Continente al que pertenece cada país o región. Te permite agrupar o filtrar por continentes.
location	Nombre del país o región. Es el identificador visual que aparecerá en tus gráficos y mapas.
date	Fecha de cada registro. Es la base para las series temporales y animaciones por tiempo.
total_cases	Número acumulado de casos confirmados de COVID-19 hasta la fecha. Es la principal medida de propagación.
new_cases	Nuevos casos confirmados reportados en la fecha correspondiente. Útil para detectar olas o picos diarios.
new_cases_smoothed	Nuevos casos diarios promediados (media móvil de 7 días). Suaviza los datos para ver tendencias claras.
total_deaths	Número acumulado de muertes por COVID-19 hasta la fecha. Es la principal medida de impacto sanitario.
new_deaths	Nuevas muertes reportadas en la fecha correspondiente. Útil para detectar picos de mortalidad.
new_deaths_smoothed	Nuevas muertes diarias promediadas (media móvil de 7 días). Suaviza los datos para detectar tendencias de forma clara.
total_vaccinations	Total de dosis de vacunas administradas hasta la fecha. Mide el avance de la campaña de vacunación.
people_vaccinated	Número de personas que recibieron al menos una dosis de la vacuna. Indica el nivel de cobertura parcial.
people_fully_vaccinated	Número de personas con el esquema de vacunación completo. Mide la cobertura total de vacunación.
stringency_index	Índice que mide la severidad de las restricciones y políticas gubernamentales (cuarentenas, cierres, etc.). Permite observar si las medidas afectan la propagación.
population	Población total del país o región. Es necesaria para calcular tasas por millón y normalizar comparaciones.
total_cases_per_million	Total de casos acumulados por cada millón de habitantes. Normaliza la propagación para poder comparar países de distinto tamaño.
total_deaths_per_million	Total de muertes acumuladas por cada millón de habitantes. Normaliza la mortalidad entre países con poblaciones diferentes.

Visual Analytics for the Coronavirus COVID-19 Pandemic Christopher G. Healey et al., 2022

Problema: Las herramientas existentes no ofrecían suficiente interactividad ni análisis dinámico, lo que dificultaba entender cómo se propagaba el COVID-19 en tiempo real y limitaba decisiones oportunas.

Objetivo: Diseñar un sistema de visualización interactiva que integre datos temporales, espaciales y demográficos para facilitar el monitoreo en tiempo real y la predicción de escenarios futuros relacionados con la pandemia de COVID-19.

Propuesta: El trabajo propone un sistema de Visual Analytics que combina gráficos interactivos, mapas coropléticos, dashboards integrados y modelado predictivo para permitir la exploración dinámica y multiescalar de los datos del COVID-19, tanto para expertos como para el público general.

Conclusión: El sistema desarrollado mejora la capacidad de visualizar la evolución del COVID-19 y apoya la toma de decisiones sanitarias al ofrecer visualizaciones accesibles y predictivas que permiten un análisis detallado y en tiempo real.

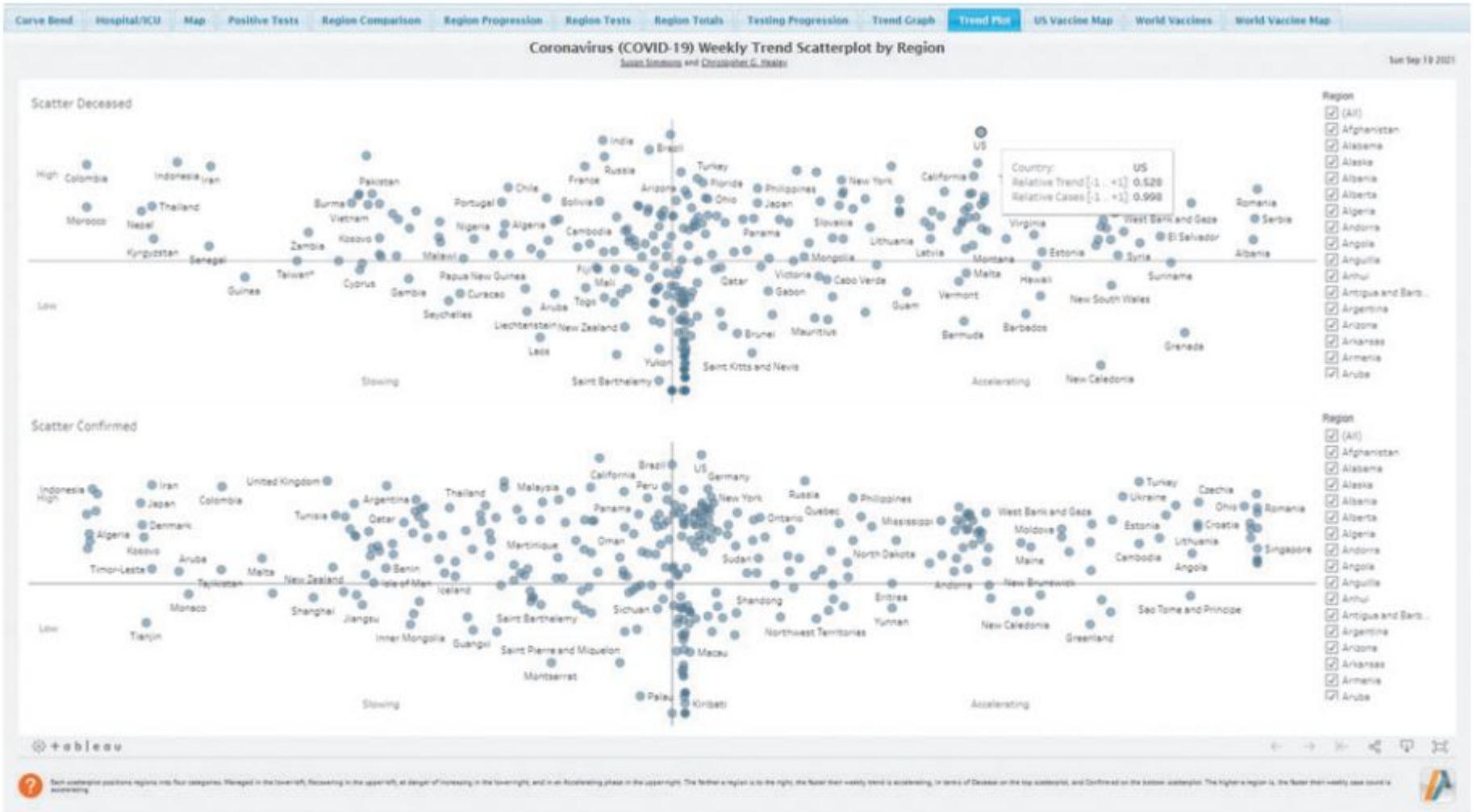
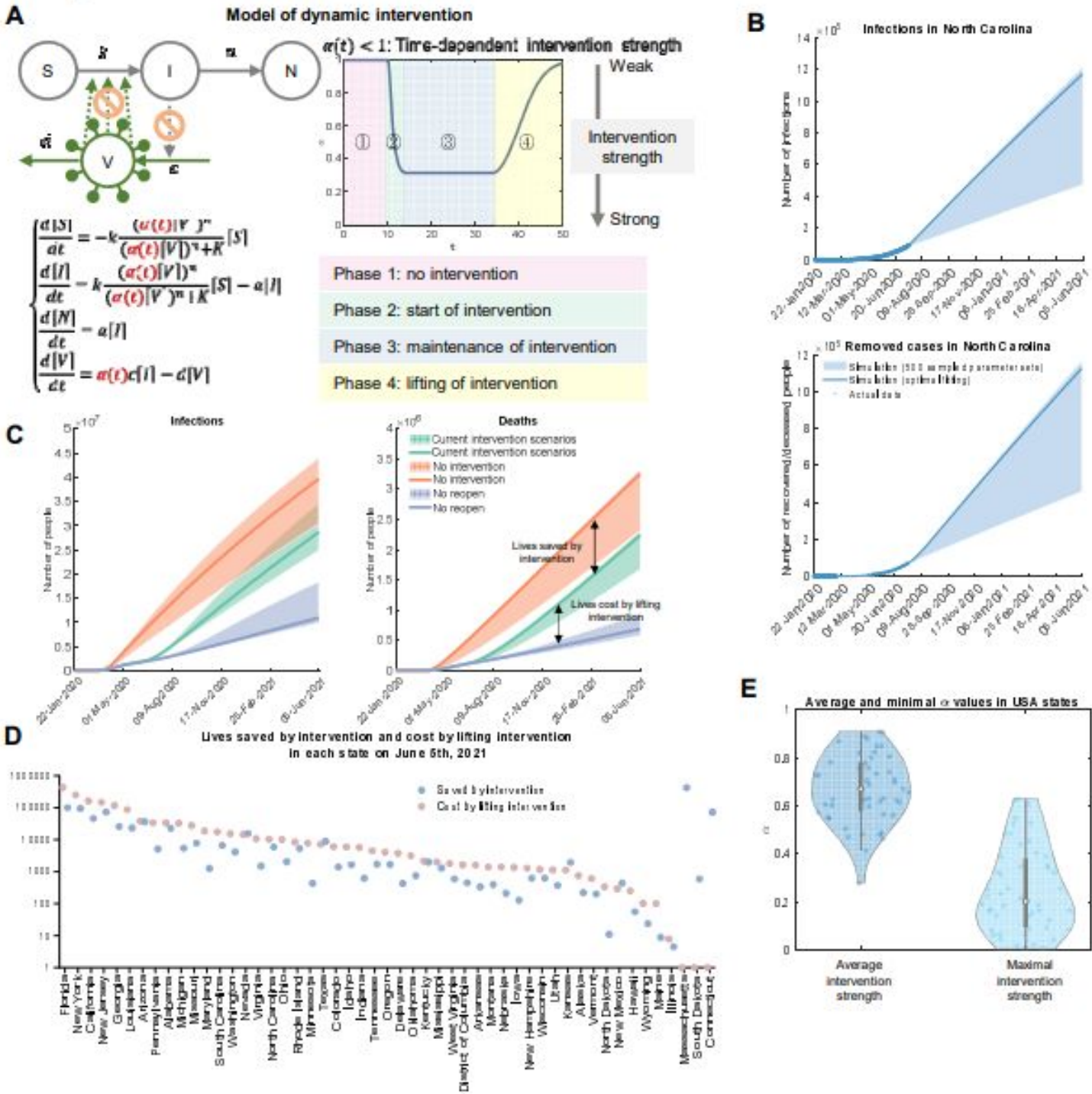


FIG. 5. A distribution of regions across the four trend areas: managed (lower-left), danger of increase (lower-right), accelerating (upper-right), and recovering (upper-left), allowing viewers to identify a region’s current pandemic state.

Cooperative virus propagation in COVID-19 transmission – Z. Dai & J. W. Locasale, 2020

Problema	Objetivo	Propuesta	Conclusión
Los modelos tradicionales de propagación del COVID-19, como el SIRD, no consideran adecuadamente cómo la acumulación de carga viral y múltiples exposiciones afectan la infección. Esto limita la comprensión realista de cómo se propaga el virus en diferentes contextos.	Proponer un modelo matemático que incluya el efecto de cooperación viral, es decir, cómo la probabilidad de infección aumenta no linealmente con la carga viral. El objetivo es evaluar mejor el impacto de diversas intervenciones sanitarias.	Se introduce una función de tipo Hill en el modelo epidemiológico, que simula cómo pequeñas variaciones en la exposición pueden generar brotes abruptos. Este enfoque permite reflejar la dinámica cooperativa en la transmisión del COVID-19.	El modelo muestra que las intervenciones moderadas no bastan para frenar la propagación. Solo medidas estrictas logran reducir eficazmente la carga viral comunitaria. De no aplicarse, se estima que en EE. UU. podrían haberse producido hasta 1.5 millones de muertes adicionales.

Figure 5. Transmission characteristics of COVID-19 in the United States of America



Comparativa de Trabajos y Propuesta

Título	Visual Analytics for the Coronavirus COVID-19 Pandemic	Cooperative virus propagation in COVID-19 transmission	Visual Analytics de Datos Epidemiológicos: Exploración Espacio-Temporal del COVID-19
Problema	Falta de herramientas interactivas que integren visualización y predicción para la toma de decisiones en tiempo real sobre el COVID-19.	Los modelos tradicionales no capturan el efecto acumulativo de la carga viral en la infección.	Las herramientas actuales no permiten una exploración espacio-temporal interactiva, multiescalar y flexible sin modelos predictivos.
Objetivo	Crear un sistema interactivo con visualización y modelado predictivo para monitorear la evolución del COVID-19.	Proponer un modelo que incorpore la propagación cooperativa del virus.	Analizar datos epidemiológicos del COVID-19 mediante visualizaciones interactivas y multiescalares, enfocándose en la exploración, no en la predicción.
Propuesta	Dashboard predictivo y exploratorio con mapas y gráficos interactivos que integra diversas fuentes de datos COVID-19.	Uso de una función no lineal (tipo Hill) en un modelo SIRD extendido.	Framework interactivo para explorar datos espacio-temporales del COVID-19 a través de mapas, líneas de tiempo y filtros multiescalares.
Diferencia Principal	Incluye modelado predictivo.	Plantea que la infección depende de la acumulación de carga viral, no solo del contacto, lo que exige medidas más estrictas para controlar la propagación.	Enfocado exclusivamente en la exploración espacio-temporal y multiescalar, sin predicción, y con herramientas centradas en mapas geográficos y visualizaciones temporales.