|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  DE MÉXICO | |
|  | FACULTAD DE CIENCIAS | |
|  |  | |
| **Identificación de factores de riesgo en los servicios públicos básicos en zonas de mayor mortalidad durante la pandemia de COVID-19 en la Ciudad de México.** | |
|  | **T E S I S** | |  |
|  | QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE | |  |
|  | **ACTUARIO** | |  |
|  | **P R E S E N T A :** | |  |
|  | **CARLOS RUBÉN ALTAMIRANO NAVA** | |  |
|  |  | **TUTORA:**  **ACT. KAREN LANZAGUERRERO OBEID**  **2024** | |

Índice General

[Índice General I](#_Toc177405693)

[Introducción 1](#_Toc177405694)

[Capítulo I. Descripción de la enfermedad y panorama socioeconómico y situación del Sector Salud durante la pandemia de Covid-19 en la Ciudad de México 3](#_Toc177405695)

[1.1 Descripción de la enfermedad. 3](#_Toc177405696)

[1.1.1 Desarrollo de la enfermedad. 3](#_Toc177405697)

[1.1.2 Diagnóstico de la enfermedad. 4](#_Toc177405698)

[1.1.3 Tratamiento de la enfermedad. 6](#_Toc177405699)

[1.1.4 Análisis de grupos y zonas vulnerables a la enfermedad. 7](#_Toc177405700)

[1.2 Inicio y evolución de la pandemia en México 9](#_Toc177405701)

[1.3 Evaluación del sector socioeconómico antes y durante la pandemia. 10](#_Toc177405702)

[1.4 Evaluación del sector salud antes y durante la pandemia 10](#_Toc177405703)

[1.5 Comparación de la respuesta sanitaria en diferentes zonas de la ciudad 11](#_Toc177405704)

[Capítulo II. Técnicas y modelos estadísticos para la predicción y agrupación de zonas de riesgo 11](#_Toc177405705)

[2.1 Introducción a las técnicas estadísticas utilizadas 11](#_Toc177405706)

[2.2 Modelos de predicción de riesgo 11](#_Toc177405707)

[2.3 Métodos de agrupación de datos 11](#_Toc177405708)

[2.4 Validación y evaluación de modelos 11](#_Toc177405709)

[Capítulo III. Limpieza, exploración de datos e implementación de modelos para la detección de zonas de alta mortalidad 11](#_Toc177405710)

[3.1 Proceso de limpieza de datos 11](#_Toc177405711)

[3.1.1 Identificación y tratamiento de valores atípicos 11](#_Toc177405712)

[3.1.2 Manejo de datos faltantes 12](#_Toc177405713)

[3.2 Exploración de datos 12](#_Toc177405714)

[3.2.1 Análisis descriptivo 12](#_Toc177405715)

[3.2.2 Visualización de datos 12](#_Toc177405716)

[3.3 Implementación de modelos predictivos 12](#_Toc177405717)

[3.3.1 Selección de variables 12](#_Toc177405718)

[3.3.2 Entrenamiento y prueba de modelos 12](#_Toc177405719)

[3.4 Resultados y análisis de zonas de alta mortalidad 12](#_Toc177405720)

[Capítulo IV. Propuestas de mejora a las carencias identificadas de las principales zonas afectadas 12](#_Toc177405721)

[4.1 Identificación de carencias en infraestructura y recursos 12](#_Toc177405722)

[4.2 Propuestas de políticas públicas 12](#_Toc177405723)

[4.3 Estrategias de intervención comunitaria 12](#_Toc177405724)

[4.4 Evaluación de impacto de las propuestas 12](#_Toc177405725)

[Fuentes 14](#_Toc177405726)

[Gráfica 1.1 Mortalidad del COVID-19 por edad (a 11 de febrero de 2020) 7](#_Toc177405734)

[Gráfica 1.2 Casos diarios por regiones de la OMS (a 12 de enero de 2022) 8](#_Toc177405735)

[Gráfica 1.2 Casos diarios por regiones de la OMS (a 12 de enero de 2022) 9](#_Toc177405736)

Introducción

La pandemia de Covid-19 en México comenzó el 28 de febrero de 2020, cuando se confirmó el primer caso en la Ciudad de México. A lo largo de los siguientes meses, el país enfrentó múltiples olas de contagios que llevaron a la implementación de diversas medidas sanitarias, incluyendo confinamientos, uso obligatorio de mascarillas y campañas masivas de vacunación. La emergencia sanitaria fue declarada el 31 de marzo de 2020 y se mantuvo hasta julio de 2024, cuando se consideró que los niveles de inmunidad y la disminución de casos permitían su levantamiento. Durante este periodo, México, como muchos otros países, tuvo que adaptarse a una nueva normalidad, enfrentando desafíos en el sistema de salud y en la economía.

La Ciudad de México no fue la excepción ya que la pandemia de Covid-19, tuvo un impacto devastador, afectando a miles de personas y saturando el sistema de salud. Hasta el 01 de diciembre de 2021, la ciudad registró un total de 985,173 casos confirmados acumulados y 52,551 defunciones. La tasa de positividad alcanzó el 38%, una tasa considerablemente por encima de la media global. Durante los picos de la pandemia, los hospitales se vieron desbordados, y la alta demanda de servicios hospitalarios llevó a un aumento significativo en las defunciones, especialmente entre las personas con menos recursos. Este periodo crítico subrayó la necesidad urgente de mejorar el sistema de salud y abordar los factores socioeconómicos que exacerbaron la crisis.

Según la medición de pobreza del 2018 del CONEVAL, basándose en el índice de Gini, el cual es usado para medir la desigualdad en un grupo de personas que viven en una zona, colocó a la Ciudad de México como la entidad más desigual entre las 32 entidades federativas. Esta desigualdad va de la mano con la diferencia en la calidad y capacidad de los servicios públicos que se ofrecen en distintas zonas de la ciudad.

Con este dato como preámbulo, aunado a que la pandemia presento un aumento notable en las defunciones, se busca identificar el impacto que tuvo está desigualdad de servicios, en la mortalidad en diferentes zonas de la Ciudad de México. Por lo que, el propósito de esta tesis es identificar zonas de alta mortalidad durante la pandemia de Covid-19, con el fin de detectar vulnerabilidades y áreas de oportunidad en los servicios públicos básicos ofrecidos en esas zonas.

Este análisis se realizará utilizando datos proporcionados por la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, que incluyen información inherente (edad, género, ocupación, etc.) de las personas que se realizaron pruebas durante el periodo de estudio, así como de aquellas que fallecieron por Covid-19. Además, se utilizará el Índice de Desarrollo Social a nivel colonia calculado por el Consejo de Evaluación de la Ciudad de México como variable socioeconómica para medir el desarrollo de la zona en la que habitan las personas.

La tesis se desarrolló en cuatro capítulos:

* En el Capítulo I, se da una descripción de la enfermedad, incluyendo factores de riesgo, formas de contagio, etc. Se presenta un panorama socioeconómico detallado, explorando el contexto previo y durante a la pandemia y el impacto en diferentes sectores económicos. Además, se evalúa el sistema de salud y su respuesta sanitaria en distintas zonas de la ciudad.
* El Capítulo II se enfoca en las técnicas y modelos estadísticos utilizados para la predicción y agrupación de zonas de riesgo. Aquí se introducen las metodologías empleadas, los modelos de predicción de riesgo y los métodos de agrupación de datos, así como la validación y evaluación de estos modelos.
* En el Capítulo III, se aborda el proceso de limpieza y exploración de datos, así como la implementación de modelos predictivos para la detección de zonas de alta mortalidad. Este capítulo incluye la identificación y tratamiento de valores atípicos, el manejo de datos faltantes, y la visualización y análisis descriptivo de los datos.
* Finalmente, el Capítulo IV presenta propuestas de mejora para las carencias identificadas en las principales zonas afectadas. Se discuten las carencias en infraestructura y recursos, se proponen políticas públicas y estrategias de intervención comunitaria, y se evalúa el impacto de estas propuestas.

Capítulo I. Descripción de la enfermedad y panorama socioeconómico y situación del Sector Salud durante la pandemia de Covid-19 en la Ciudad de México

* 1. Descripción de la enfermedad.

El SARS-CoV-2 es un coronavirus de ARN monocatenario positivo, este virus pertenece a la familia de los coronavirus, que incluye otros virus responsables de enfermedades respiratorias como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS). Se transmite principalmente a través de gotas respiratorias que se generan cuando una persona infectada tose, estornuda, habla o respira. Estas gotas pueden ser inhaladas por personas cercanas o depositarse en superficies, donde el virus puede sobrevivir durante un tiempo y ser transferido al tocarse la cara, especialmente los ojos, la nariz o la boca. Además, el virus puede propagarse a través de aerosoles, partículas más pequeñas que pueden permanecer en el aire durante más tiempo, especialmente en espacios cerrados y mal ventilados. El SARS-CoV-2 se une a los receptores de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) en las células del huésped, principalmente en las células epiteliales del tracto respiratorio, una vez dentro de la célula, el virus utiliza la maquinaria celular para replicar su ARN y producir nuevas partículas virales.

* + 1. Desarrollo de la enfermedad.

El desarrollo del Covid-19 en el cuerpo humano sigue un proceso complejo que puede variar en severidad según la persona. Su desarrollo se compone de las siguientes etapas:

1. **Infección Inicial:** El virus SARS-CoV-2, causante del Covid-19, ingresa al cuerpo principalmente a través de la nariz, la boca o los ojos. Una vez dentro, el virus se adhiere a las células mediante sus proteínas de superficie, que se unen a los receptores ACE2 presentes en las células de las vías respiratorias. Este proceso permite que el virus libere su material genético en el interior de las células humanas.
2. **Replicación Viral:** Una vez dentro de las células, el virus utiliza la maquinaria celular para replicarse. Las células infectadas se convierten en fábricas de virus, produciendo grandes cantidades de nuevas partículas virales que luego infectan más células. Durante esta fase, la persona puede no presentar síntomas, pero ya es capaz de transmitir el virus a otros.
3. **Respuesta Inmune:** El sistema inmune reconoce la presencia del virus y responde liberando sustancias químicas llamadas citocinas. Estas sustancias ayudan a coordinar la respuesta inmune, pero también pueden causar inflamación y daño tisular. Los síntomas iniciales suelen incluir fiebre, tos seca y fatiga. En algunos casos, también pueden presentarse dolores musculares, dolor de garganta y pérdida del gusto o el olfato.
4. **Progresión de la Enfermedad:** En la mayoría de las personas, el Covid-19 se presenta como una enfermedad leve a moderada y los síntomas mejoran en aproximadamente una semana. Sin embargo, en algunos casos, la enfermedad puede progresar a una forma más grave. Esto ocurre cuando el sistema inmune responde de manera exagerada, causando una inflamación severa en los pulmones y otros órganos. Esta inflamación puede llevar a dificultades respiratorias y, en casos graves, a la necesidad de soporte ventilatorio.
5. **Complicaciones Graves:** En los casos más severos, el Covid-19 puede causar neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), fallo multiorgánico y, en algunos casos, la muerte.
6. **Recuperación:** La mayoría de las personas se recuperan del Covid-19 con reposo, hidratación y tratamiento sintomático. Sin embargo, algunas personas pueden experimentar síntomas persistentes o complicaciones a largo plazo, conocidas como “Covid prolongado”. Estos síntomas pueden incluir fatiga, dificultad para respirar, dolor en el pecho y problemas cognitivos. La infección inicial desencadena una respuesta inmune innata, incluyendo la producción de interferones y la activación de células inmunitarias como los macrófagos y las células dendríticas, mientras que la respuesta adaptativa involucra la activación de linfocitos T y B, que producen anticuerpos específicos contra el virus.
   * 1. Diagnóstico de la enfermedad.

El diagnóstico del Covid-19 es crucial para controlar la propagación del virus y proporcionar el tratamiento adecuado a los pacientes. Existen varios métodos para diagnosticar la infección por SARS-CoV-2, los cuales se pueden clasificar en dos categorías principales: pruebas virales y pruebas serológicas.

1. **Pruebas Virales:** Estas pruebas detectan la presencia del virus en el cuerpo y se utilizan para diagnosticar infecciones activas. Las principales pruebas virales son:

* Prueba de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR): Es el método más común y confiable para detectar el SARS-CoV-2. La prueba PCR amplifica el material genético del virus presente en una muestra, generalmente tomada de la nariz o la garganta mediante un hisopo. Los resultados suelen estar disponibles en unas pocas horas a varios días
* Pruebas de Antígenos: Estas pruebas detectan proteínas específicas del virus. Son menos sensibles que las pruebas PCR, pero ofrecen resultados más rápidos, generalmente en 15-30 minutos. Se utilizan comúnmente en entornos donde se necesita un diagnóstico rápido.

1. **Pruebas Serológicas:** Estas pruebas detectan anticuerpos en la sangre que el cuerpo produce en respuesta a la infección por SARS-CoV-2. No se utilizan para diagnosticar infecciones activas, sino para determinar si una persona ha estado expuesta al virus en el pasado. Las pruebas serológicas pueden ayudar a entender la propagación del virus en la población y la respuesta inmune de las personas.

El procedimiento para realizar una prueba de diagnóstico de Covid-19 generalmente sigue estos pasos:

1. **Recolección de Muestras:**

* Para las pruebas PCR y de antígenos, se recolectan muestras respiratorias utilizando un hisopo nasofaríngeo o de garganta. En algunos casos, se pueden utilizar muestras de saliva.
* Para las pruebas serológicas, se recolecta una muestra de sangre.

1. **Procesamiento de Muestras:**

* Las muestras recolectadas se envían a un laboratorio donde se procesan para detectar la presencia del virus o de anticuerpos.
* En el caso de las pruebas PCR, el material genético del virus se amplifica y se analiza para confirmar la infección.
* Las pruebas de antígenos y serológicas se procesan utilizando reactivos específicos que reaccionan con las proteínas virales o los anticuerpos.

1. **Interpretación de Resultados:**

* Los resultados de las pruebas PCR y de antígenos indican si una persona tiene una infección activa.
* Los resultados de las pruebas serológicas indican si una persona ha estado expuesta al virus en el pasado y ha desarrollado anticuerpos.

El diagnóstico temprano y preciso del Covid-19 es esencial para controlar la propagación del virus y proporcionar el tratamiento adecuado a los pacientes. Las pruebas de diagnóstico han sido una herramienta crucial en la respuesta global a la pandemia.

* + 1. Tratamiento de la enfermedad.

El tratamiento del Covid-19 varía según la gravedad de la enfermedad y las características individuales del paciente. A continuación, se describen los enfoques principales para tratar esta enfermedad:

1. **Tratamiento en Casa:** Para los casos leves de Covid-19, el tratamiento puede realizarse en casa. Las recomendaciones incluyen:

* Reposo e Hidratación: Es fundamental descansar y mantenerse bien hidratado a la persona infectada.
* Medicamentos para Aliviar Síntomas: Se pueden utilizar medicamentos de venta libre, como paracetamol o ibuprofeno, para reducir la fiebre y aliviar el dolor.
* Aislamiento: Es importante aislarse de otras personas para evitar la propagación del virus. Esto incluye quedarse en una habitación separada y usar un baño diferente si es posible.

1. **Tratamiento Hospitalario:** Los casos moderados a graves de Covid-19 pueden requerir hospitalización. Las intervenciones incluyen:

* Oxigenoterapia: Para los pacientes con dificultad respiratoria, se puede administrar oxígeno suplementario.
* Ventilación Mecánica: En casos severos, puede ser necesario el uso de ventiladores mecánicos para ayudar a los pacientes a respirar.
* Medicamentos Antivirales: Fármacos como el remdesivir pueden ser utilizados para reducir la replicación del virus en el cuerpo.
* Corticosteroides: La dexametasona, un corticosteroide, ha demostrado reducir la mortalidad en pacientes con Covid-19 grave que requieren oxígeno suplementario.

1. **Tratamientos Específicos Recomendados por la OMS:** La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado el uso de ciertos tratamientos para pacientes con riesgo elevado de complicaciones:

* Nirmatrelvir y Ritonavir (Paxlovid): Este tratamiento es altamente eficaz para pacientes con formas leves y moderadas de Covid-19 que tienen un alto riesgo de hospitalización.
* Tocilizumab y Baricitinib: Estos medicamentos se utilizan para tratar la inflamación severa en pacientes hospitalizados con Covid-19 grave.

1. **Cuidados de Apoyo:** Además de los tratamientos específicos, los cuidados de apoyo son esenciales para manejar los síntomas y mejorar la recuperación. Esto incluye:

* Monitoreo de Signos Vitales: Controlar regularmente la temperatura, la frecuencia respiratoria y los niveles de oxígeno en sangre.
* Nutrición Adecuada: Mantener una dieta equilibrada para apoyar el sistema inmunitario.
* Rehabilitación Pulmonar: En algunos casos, puede ser necesaria la rehabilitación pulmonar para recuperar la función respiratoria después de una infección grave.
  + 1. Análisis de grupos y zonas vulnerables a la enfermedad.

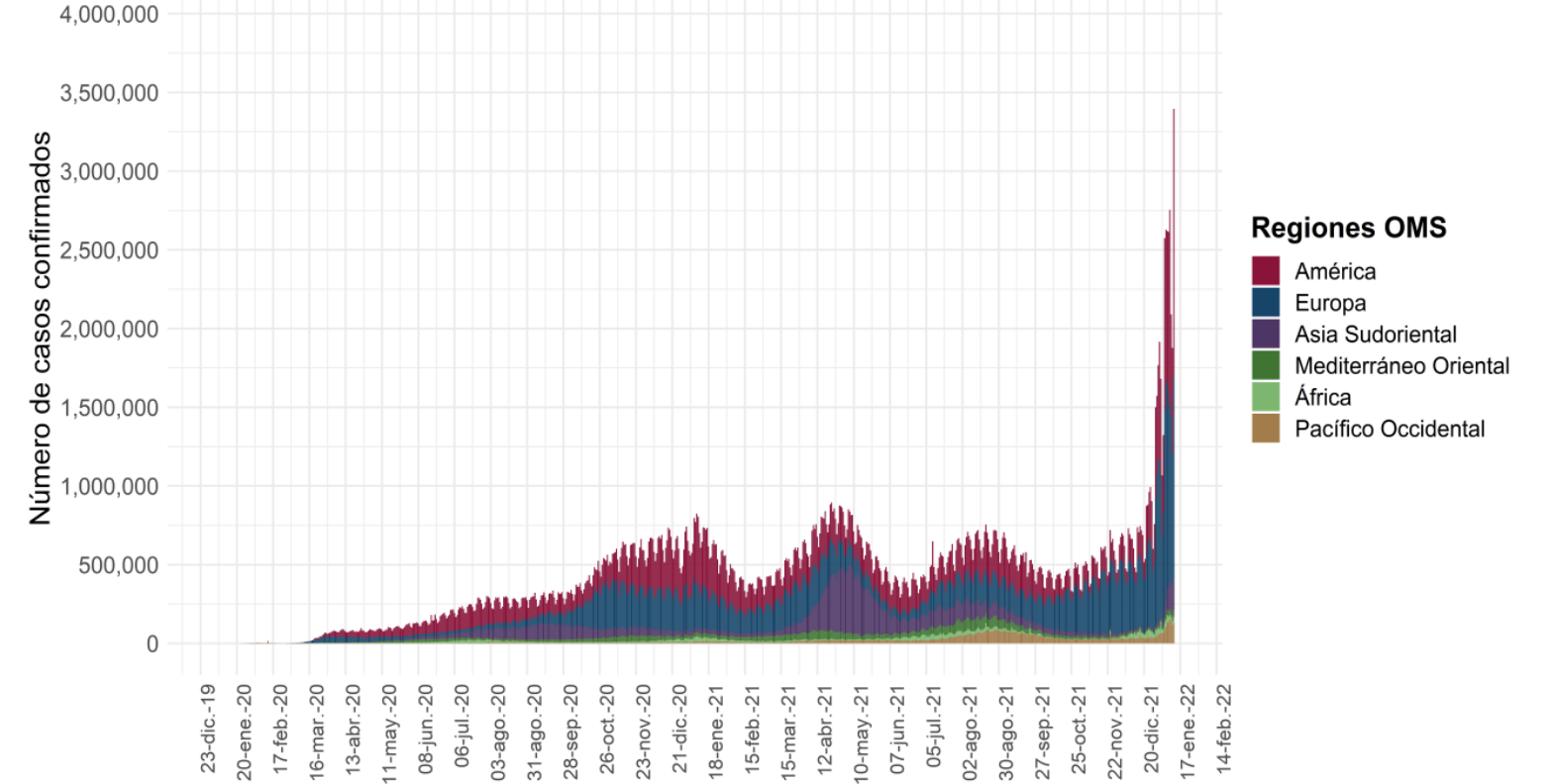
Gráfica 1.1 Mortalidad del COVID-19 por edad (a 11 de febrero de 2020)

Fuente: Centro Chino para el Control y Prevención de Enfermedades

Desde los orígenes de la pandemia en China, se logró identificar los pacientes de edad avanzada tenían una elevada tasa de mortalidad, ya que a medida que las personas envejecen, su sistema inmunológico se debilita, este proceso es conocido como inmunosenescencia, esto significa que el cuerpo tiene una capacidad reducida para combatir infecciones, incluyendo el SARS-CoV-2.

De igual forma el envejecimiento está asociado con una respuesta inflamatoria exagerada, conocida como “inflammaging”. Esta respuesta puede llevar a una inflamación sistémica más severa cuando se infectan con COVID-19, lo que puede resultar en daño tisular y complicaciones como el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA).

Gráfica 1.2 Casos diarios por regiones de la OMS (a 12 de enero de 2022)



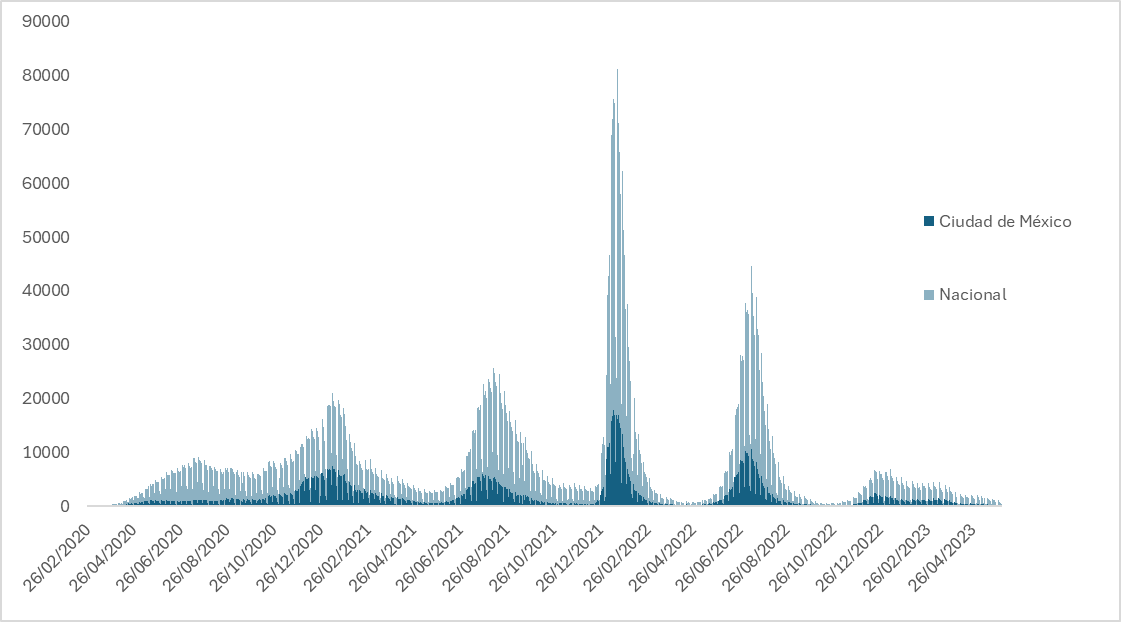
Fuente: Organización Mundial de la Salud

En América, países como Estados Unidos, Brasil y México se convirtieron en epicentros de la pandemia en diferentes momentos. La alta movilidad de la población, la tardanza en la implementación de medidas restrictivas y la desigualdad en el acceso a servicios de salud y pruebas diagnósticas contribuyeron a la rápida propagación del virus. Además, la aparición de variantes más contagiosas del SARS-CoV-2 exacerbó la situación, llevando a picos de contagios y saturación de los sistemas hospitalarios.

La respuesta a la pandemia también varió significativamente entre los países del continente. Mientras algunos implementaron estrictas medidas de confinamiento y campañas de vacunación masiva, otros enfrentaron desafíos logísticos y políticos que dificultaron una respuesta efectiva. Esta disparidad en las estrategias y recursos disponibles tuvo un impacto directo en la cantidad de casos diarios registrados.

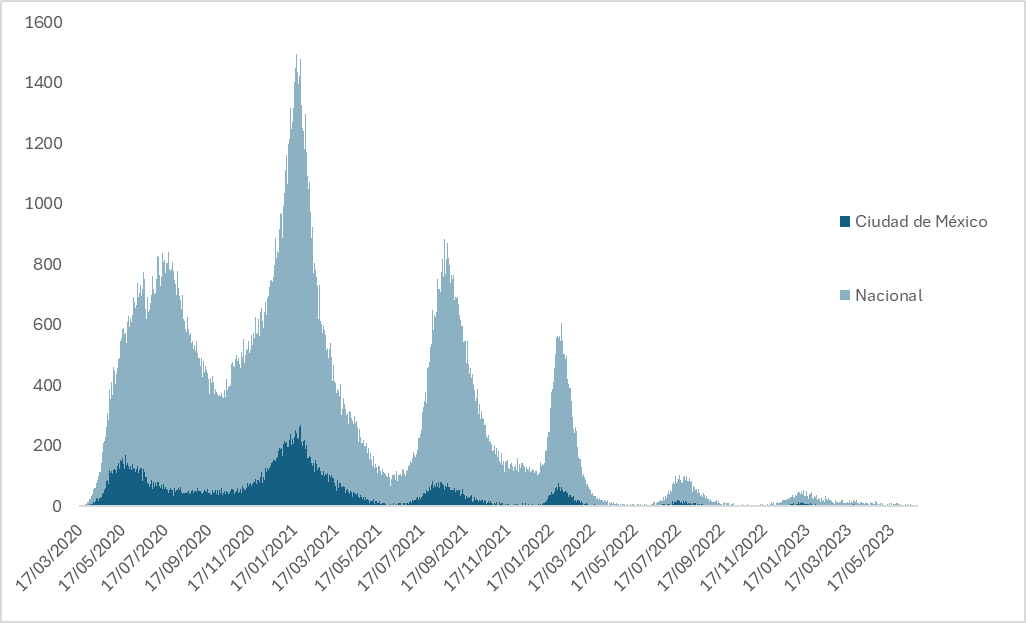
En resumen, aunque el continente americano fue el último en ser afectado por la pandemia, diversos factores estructurales y contextuales contribuyeron a que se convirtiera en la región con el mayor número de casos diarios de COVID-19.

* 1. Inicio y evolución de la pandemia en México

Gráfica 1.3 Casos diarios de Covid-19 en CDMX

Fuente: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías

**Gráfica 1.4 Defunciones diarias por Covid-19 en CDMX**



Fuente: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías

El primer caso confirmado de COVID-19 en México se reportó el 28 de febrero de 2020. Se trató de un hombre de 35 años que había viajado a Italia1. Este caso marcó el inicio de una serie de eventos que transformarían la vida en el país.

1.3 Evaluación del sector socioeconómico antes y durante la pandemia.

Antes de la pandemia de Covid-19, la Ciudad de México ya enfrentaba desafíos socioeconómicos significativos. La economía de la ciudad, aunque robusta en comparación con otras regiones del país, mostraba signos de desigualdad y vulnerabilidad. La pobreza multidimensional afectaba a una parte considerable de la población, y las disparidades en el acceso a servicios básicos, como salud y educación, eran evidentes.

#MENCIONAR TODO EL ESTUDIO DE DESIGUALDAD DE CONEVAL Y DAR UNA DESCRIPCION AMPLIA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÍMICAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO#

El mercado laboral también reflejaba estas desigualdades. Una gran parte de la población trabajaba en el sector informal, lo que implicaba una falta de acceso a beneficios laborales y seguridad social. Esta situación se agravaba por la rigidez del mercado laboral y la falta de políticas integrales de cuidado, que afectaban especialmente a las mujeres y a los grupos más vulnerables2.

En términos de salud, el sistema ya mostraba signos de debilidad. Aunque una proporción significativa de la población tenía acceso a servicios de salud a través de instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la calidad y disponibilidad de estos servicios variaban considerablemente3. Las deficiencias en infraestructura y recursos humanos eran evidentes, y la capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias era limitada.

Estas condiciones preexistentes establecieron un contexto complicado para enfrentar la pandemia de Covid-19. La combinación de desigualdades económicas, un mercado laboral precario y un sistema de salud frágil creó un escenario en el que la ciudad estaba particularmente vulnerable a los efectos devastadores de la pandemia

* 1. Evaluación del sector salud antes y durante la pandemia

En términos de salud, el sistema ya mostraba signos de debilidad. Aunque una proporción significativa de la población tenía acceso a servicios de salud a través de instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la calidad y disponibilidad de estos servicios variaban considerablemente3. Las deficiencias en infraestructura y recursos humanos eran evidentes, y la capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias era limitada.

Estas condiciones preexistentes establecieron un contexto complicado para enfrentar la pandemia de Covid-19. La combinación de desigualdades económicas, un mercado laboral precario y un sistema de salud frágil creó un escenario en el que la ciudad estaba particularmente vulnerable a los efectos devastadores de la pandemia

1.5 Comparación de la respuesta sanitaria en diferentes zonas de la ciudad

Capítulo II. Técnicas y modelos estadísticos para la predicción y agrupación de zonas de riesgo

2.1 Introducción a las técnicas estadísticas utilizadas

2.2 Modelos de predicción de riesgo

2.3 Métodos de agrupación de datos

2.4 Validación y evaluación de modelos

Capítulo III. Limpieza, exploración de datos e implementación de modelos para la detección de zonas de alta mortalidad

3.1 Proceso de limpieza de datos

3.1.1 Identificación y tratamiento de valores atípicos

3.1.2 Manejo de datos faltantes

3.2 Exploración de datos

3.2.1 Análisis descriptivo

3.2.2 Visualización de datos

3.3 Implementación de modelos predictivos

3.3.1 Selección de variables

3.3.2 Entrenamiento y prueba de modelos

3.4 Resultados y análisis de zonas de alta mortalidad

Capítulo IV. Propuestas de mejora a las carencias identificadas de las principales zonas afectadas

4.1 Identificación de carencias en infraestructura y recursos

4.2 Propuestas de políticas públicas

4.3 Estrategias de intervención comunitaria

4.4 Evaluación de impacto de las propuestas

Fuentes

* Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social (CONEVAL), Medición de la pobreza, <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx>,11-11-2019.
* Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, Informe Técnico Diario COVID-19, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685154/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2021.12.01.pdf>, 01-12-2021.
* BBC News. (n.d.). How the novel coronavirus infects a cell. Retrieved from https://www.bbc.co.uk/news/health-51214864
* WebMD. (n.d.). How COVID-19 affects the body. Retrieved from https://www.webmd.com/covid/coronavirus-covid-19-affects-body
* Scripps Research. (n.d.). How the novel coronavirus infects a cell. Retrieved from https://www.scripps.edu/covid-19/science-simplified/how-the-novel-coronavirus-infects-a-cell/index.html
* Caltech. (n.d.). Virus infection. Retrieved from https://scienceexchange.caltech.edu/topics/covid-19-coronavirus-sars-cov-2/virus-infection
* World Health Organization. (n.d.). Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?. Retrieved from https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted
* PortalClínic. (n.d.). COVID-19. Retrieved from <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/covid-19>
* World Health Organization. (n.d.). Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?. Retrieved from https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted
* PortalClínic. (n.d.). COVID-19. Retrieved from https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/covid-19
* Britannica. (n.d.). COVID-19. Retrieved from https://www.britannica.com/science/COVID-19
* World Health Organization. (n.d.). Coronavirus disease (COVID-19): Dexamethasone. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/coronavirus-disease-%28covid-19%29