



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

DOCTORADO EN POLÍTICAS PÚBLICAS

TESIS DOCTORAL

**El deterioro del Crecimiento Económico en México a  
partir de un problema de Salud Pública SARS-CoV-2:  
una propuesta de Política Pública**

**Para obtener el grado de**

**Doctora en Políticas Públicas**

**PRESENTA**

Zitlaly Marcela López Sánchez

**Director**

Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla

**Comité tutorial**

Dr. Sócrates López Pérez

Dra. Sonia Bass Zavala

Pachuca de Soto, Hgo. México, marzo de 2025.

**Asunto:** Autorización de impresión

**Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado**  
**Directora de Administración Escolar**  
**Presente.**

El Comité Tutorial de la tesis: **“El deterioro del Crecimiento Económico en México a partir de un problema de Salud Pública SARS-CoV-2: una propuesta de Política Pública”**, realizado por la sustentante **López Sánchez Zitlaly Marcela**, con número de cuenta **163763**, perteneciente al programa de Doctorado en Políticas Públicas, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Por lo que la sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

**Atentamente**  
**“Amor, Orden y Progreso”**  
**Pachuca de Soto, Hidalgo a 06 de marzo de 2025**

El Comité Tutorial



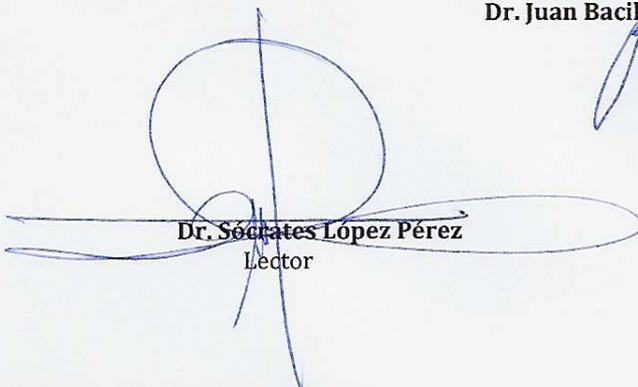
**Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla**  
 Director



**Dra. Sonia Bass Zavala**  
 Lectora



**Dr. Sócrates López Pérez**  
 Lector



Carretera Pachuca-Actopan Km. 4 s/n, Colonia San Cayetano, Pachuca de Soto, Hidalgo, México; C.P. 42084  
 Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 41046  
 jaacpap\_icshu@uaeh.edu.mx



## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a mi alma máter, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y al Posgrado de Políticas Públicas por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para desarrollarme profesionalmente. Asimismo, expreso mi gratitud al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por el apoyo financiero y la confianza depositada en esta investigación.

Mi más sincero reconocimiento a mi director de tesis, el Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla, por su invaluable guía, paciencia y enseñanzas a lo largo de este proceso. También agradezco a mi comité tutorial, el Dr. Sócrates López Pérez y la Dra. Sonia Bass Zavala, cuya orientación, comentarios y exigencia académica fueron determinantes para la construcción de este trabajo.

A mi madre Rosa Linda Sánchez González por su apoyo incondicional y su amor infinito; a mi padre Patricio López Cortes, por ser un símbolo de fortaleza en los momentos más difíciles; y a mis hermanos Patrick López Sánchez y Linda Patricia López Sánchez, quienes han estado conmigo en cada paso de este proceso. Su apoyo y confianza en mí han sido un motor fundamental para seguir adelante.

Finalmente, al Dr. Jorge Armando Acuña Nicolás, por impulsarme a continuar con mi formación académica, por su constante motivación y sus valiosos consejos en la elaboración de este proyecto.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I LA PROBLEMÁTICA DEL SARS-COV-2 EN LA ECONOMÍA MEXICANA.....</b>	<b>14</b>
1.1 CONTEXTO ECONÓMICO DE MÉXICO PREVIO A LA PANDEMIA DEL SARS-CoV-2... 16	
1.2 LOS ORÍGENES DEL SARS-CoV-2 .....	25
1.3 CRONOLOGÍA DEL SARS-CoV-2 EN MÉXICO.....	27
1.4 EL COMPORTAMIENTO DE LOS CASOS POSITIVOS EN MÉXICO .....	37
1.5 EL COMPORTAMIENTO DE LAS DEFUNCIONES EN MÉXICO.....	48
1.6 EL SARS-CoV-2 EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS .....	51
1.7 LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DURANTE EL PERIODO DEL SARS-CoV-2.....	58
1.8 EL IMPACTO DE LA ECONOMÍA MEXICANA DURANTE EL PERIODO DEL SARS-CoV-2 .....	64
<b>CAPÍTULO II LA SALUD Y LA ECONOMÍA PÚBLICA .....</b>	<b>74</b>
2.1 LA SALUD COMO FENÓMENO SOCIAL .....	75
2.2 LA SALUD ¿ELEMENTO DE CAPITAL HUMANO?.....	79
2.3 LA CONVERGENCIA ENTRE LA ECONOMÍA Y LA SALUD.....	85
2.4 LA ECONOMÍA PÚBLICA .....	96
2.5 EL ESTADO Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS .....	103
2.6 CÍRCULO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS .....	108
2.7 ACTORES POLÍTICOS .....	112
2.8 MARCO NORMATIVO.....	114
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL SARS-COV-2 EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO .....</b>	<b>121</b>
3.1 LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.....	122
3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	125
3.3 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO .....	127
3.4 SOLUCIÓN DE MODELO.....	130
3.5 VALIDACIÓN DEL MODELO.....	132

<b>CAPÍTULO IV REDUCCIÓN DE LA DIMENSIÓN DE LOS CASOS POSITIVOS DE SARS- COV-2.....</b>	<b>135</b>
4.1 MUESTREO SIMPLE.....	135
4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	136
4.3 MARCO MUESTRAL .....	137
4.4 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE MUESTREO .....	137
4.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	139
4.6 VIABILIDAD DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	141
<b>CAPÍTULO V ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL SARS-COV-2 EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS .....</b>	<b>143</b>
5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	144
5.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO .....	147
5.3 SOLUCIÓN DE MODELO.....	150
5.4 VALIDACIÓN DEL MODELO.....	151
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE POLÍTICA PÚBLICA PARA MITIGAR EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA EMERGENCIA SANITARIA .....</b>	<b>155</b>
6.1 PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA (PESSS) .....	156
6.2 ACTORES CLAVE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA .....	159
6.3 FASES DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA .....	161
6.4 FASE I RESPUESTA INMEDIATA .....	164
6.5 FASE II RECUPERACIÓN ECONÓMICA.....	165
6.6 FASE III PREPARACIÓN PARA EL FUTURO .....	166
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>168</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>174</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>181</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA I</b> VARIACIÓN ANUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO – SERIE DESESTACIONALIZADA .....	17
<b>FIGURA II</b> VARIACIÓN ANUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO – SERIE DESESTACIONALIZADA .....	20
<b>FIGURA III</b> VARIACIÓN ANUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO – SERIE DESESTACIONALIZADA .....	22
<b>FIGURA IV</b> CURVA EPIDEMIOLÓGICA DE SARS-COV-2 EN MÉXICO .....	39
<b>FIGURA V</b> COMPORTAMIENTO DE SARS-COV-2 EN MÉXICO .....	40
<b>FIGURA VI</b> DISTRIBUCIÓN DE CASOS POSITIVOS POR EDAD Y SEXO .....	44
<b>FIGURA VII</b> ATENCIÓN DE HOSPITALIZADOS POR PRINCIPALES SECTORES .....	46
<b>FIGURA VIII</b> COMPORTAMIENTO DE LAS DEFUNCIONES POR EDAD Y SEXO .....	48
<b>FIGURA IX</b> COMORBILIDADES PERSISTENTES EN LAS DEFUNCIONES POR SARS-COV-2 .....	50
<b>FIGURA X</b> CASOS CONFIRMADOS DE SARS-COV-2 EN MÉXICO POR ENTIDAD FEDERATIVA .....	52
<b>FIGURA XI</b> EL SARS-COV-2 EN MÉXICO POR ENTIDAD FEDERATIVA .....	54
<b>FIGURA XII</b> DEFUNCIONES DE SARS-COV-2 EN MÉXICO POR ENTIDAD FEDERATIVA .....	55
<b>FIGURA XIII</b> LA MORTALIDAD POR SARS-COV-2 EN MÉXICO POR ENTIDAD FEDERATIVA .....	57
<b>FIGURA XIV</b> COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y SARS-COV-2 EN MÉXICO .....	67
<b>FIGURA XV</b> MATRIZ DE CORRELACIÓN SARS-COV-2 .....	68
<b>FIGURA XVI</b> RESULTADOS MATRIZ CORRELACIÓN .....	69
<b>FIGURA XVII</b> VARIACIÓN DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO 70	
<b>FIGURA XVIII</b> TENDENCIA DEL PIB DE MÉXICO DURANTE LA PANDEMIA .....	71
<b>FIGURA XIX</b> PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO -SERIE DESESTACIONALIZADA .....	71

<b>FIGURA XX</b> COMPORTAMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO DE MÉXICO POR ACTIVIDAD ECONÓMICA .....	72
<b>FIGURA XXI</b> DIMENSIONES DE LOS PROBLEMAS DE SALUD .....	77
<b>FIGURA XXII</b> ELEMENTOS DEL CAPITAL HUMANO .....	80
<b>FIGURA XXIII</b> OPORTUNIDADES DE LA SALUD PARA INFERIR EN EL CAPITAL HUMANO .....	83
<b>FIGURA XXIV</b> ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	90
<b>FIGURA XXV</b> LA SALUD Y SU RELACIÓN CON LA ECONOMÍA .....	93
<b>FIGURA XXVI</b> PRINCIPIOS MOTRICES DE LA ECONOMÍA PÚBLICA.....	98
<b>FIGURA XXVII</b> FUNCIONES DE INTERVENCIÓN GUBERNAMENTAL .....	100
<b>FIGURA XXVIII</b> LEGITIMACIÓN DEL ESTADO .....	104
<b>FIGURA XXIX</b> CIRCULO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS.....	109
<b>FIGURA XXX</b> PENTÁGONO DE LA ACCIÓN PÚBLICA .....	113
<b>FIGURA XXXI</b> SISTEMA DE ACTORES POLÍTICOS .....	114
<b>FIGURA XXXII</b> ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.....	123
<b>FIGURA XXXIII</b> COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN MÉXICO .....	131
<b>FIGURA XXXIV</b> PRINCIPIOS RECTORES DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA .....	158
<b>FIGURA XXXV</b> ACTORES DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA .....	160

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA I</b> COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA ECONOMÍA MEXICANA DE 1990 A 2019 .....	23
<b>TABLA II</b> VACUNAS UTILIZADAS EN MÉXICO CONTRA EL SARS-COV-2....	34
<b>TABLA III</b> COMPORTAMIENTO DE LA LETALIDAD EN MÉXICO POR OLA DE CONTAGIO .....	43
<b>TABLA IV</b> ATENCIÓN DE LOS CASOS POSITIVOS POR SARS-COV-2 POR SECTOR.....	45
<b>TABLA V</b> ENFERMEDADES EN PACIENTES POSITIVOS A SARS-COV-2 .....	47
<b>TABLA VI</b> LETALIDAD POR SARS-COV-2 Y GRUPOS DE EDAD .....	49
<b>TABLA VII</b> TASA DE CRECIMIENTO MUNDIAL .....	63
<b>TABLA VIII</b> MARCO NORMATIVO DE LA SALUD Y LA ECONOMÍA .....	115
<b>TABLA IX</b> RESULTADOS MODELO ESTADÍSTICO ACTIVIDAD ECONÓMICA DE MÉXICO .....	128
<b>TABLA X</b> CUMPLIMIENTO DE LOS SUPUESTOS DEL MODELO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	132
<b>TABLA XI</b> MARCO MUESTRAL DE LOS PACIENTES POSITIVOS A SARS-COV-2 .....	137
<b>TABLA XII</b> DISTRIBUCIÓN MUESTRAL DE LOS PACIENTES POSITIVOS A SARS-COV-2 .....	140
<b>TABLA XIII</b> VARIABLES DE LOS DATOS ABIERTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA.....	146
<b>TABLA XIV</b> RESULTADOS DEL MODELO ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA ESTATAL .....	149
<b>TABLA XV</b> CUMPLIMIENTO DE LOS SUPUESTOS DEL MODELO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA ESTATAL.....	152
<b>TABLA XVI</b> FASES DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA. ....	163

## **Resumen**

Las afectaciones derivadas de la crisis sanitaria causada por el virus del SARS-CoV-2, han tenido diversos resultados alrededor del mundo, muchos de estos efectos han permeado más allá de los sistemas de salud, ocasionando complicaciones en la vida social y económica de los países. A partir de la declaratoria de emergencia sanitaria por parte de la Organización Mundial de la Salud en marzo de 2020, la enfermedad originada en Wuhan, China fue considerada un problema de salud pública. En consecuencia, la intervención del Estado para el control de la pandemia se volvió indispensable.

Las estrategias de políticas públicas implementadas deben converger en la protección de la vida humana, respetando los derechos y las libertades fundamentales, de modo que esta convergencia tiene como fin contribuir al bienestar global de la población.

En México, la presencia del virus del SARS-CoV-2 ocasionó una caída en el Producto Interno Bruto del 20.5 por ciento anual, con cifras desestacionalizadas. A través de un modelo basado en la investigación de operaciones, se establece que la actividad económica está en función de las defunciones y la vacunación. Este análisis comprueba la relación que existe entre la crisis sanitaria y la económica.

Asimismo, un estudio de los efectos del SARS-CoV-2 en las entidades federativas de México permite comprender cómo el sexo, la entidad de residencia, el tipo de paciente y las comorbilidades son factores determinantes para modelar la influencia de la pandemia en la actividad económica estatal.

No obstante, las repercusiones económicas tienen un mayor efecto cuando la intervención del gobierno no es oportuna. Por ello, esta investigación busca proponer estrategias de política pública por medio del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura (PESSS), con el objetivo de incentivar el crecimiento económico de México en un periodo de emergencia sanitaria.

## **Abstract**

The effects derived from the health crisis caused by the SARS-CoV-2 virus have had various outcomes around the world. Many of these effects have permeated beyond health systems, causing complications in the social and economic life of countries. After the declaration of a health emergency by the World Health Organization in March 2020, the disease originating in Wuhan, China, was considered a public health issue. Consequently, state intervention to control the pandemic became indispensable.

Public policy strategies implemented must converge on the protection of human life, respecting rights and fundamental freedoms, so that this convergence aims to contribute to the global well-being of the population.

In Mexico, the presence of the SARS-CoV-2 virus caused a 20.5 percent annual drop in the Gross Domestic Product. Through a model based on operations research, it is established that economic activity is dependent on deaths and vaccination. This analysis proves the relationship between the health crisis and the economic crisis.

Furthermore, a study of the effects of SARS-CoV-2 in the federal entities of Mexico allows for an understanding of how sex, residency, patient type, and comorbidities are determining factors in modeling the influence of the pandemic on state economic activity.

However, economic repercussions are greater when government intervention is not timely. Therefore, this research seeks to propose public policy strategies through the Pact for a Healthy Economy and Safe Health (PESSS), with the goal of encouraging economic growth in Mexico during a health emergency.

## **Introducción**

La salud y la economía son temas fundamentales dentro de la agenda política de cualquier nación, pues son pilares del desarrollo sostenible y el bienestar de la población, es por ello, que el Estado por medio de acciones, programas y políticas interviene de manera directa en la salud y la economía, pues una población saludable es esencial para una economía sana, mientras que un entorno económico estable puede mejorar significativamente los niveles de salud pública.

En términos de política, la inversión en salud es a menudo vista como una estrategia económica clave, ya que mejorar los servicios de salud y garantizar el acceso universal a estos puede reducir los costos a largo plazo asociados con la atención de enfermedades crónicas y emergentes, al mismo tiempo que aumenta la productividad de la fuerza laboral. Por otro lado, un clima económico estable permite una mayor inversión en infraestructura sanitaria y en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, patentes o medicamentos, lo que a su vez puede conducir a mejoras en la atención médica.

No obstante, la pandemia ocasionada por el virus del SARS-CoV-2 ha demostrado que la salud y la economía son susceptibles a transformaciones o cambios radicales que se afectan entre sí, es por ello que las políticas o acciones públicas que se implementan en uno de estos campos pueden tener efectos profundos en el otro.

En este sentido, los responsables de la formulación de acciones y/o políticas públicas deben considerar cuidadosamente cómo las decisiones en el ámbito de la salud afectarán la economía y, a su vez, cómo las políticas económicas influirán en la salud pública. Esto requiere un enfoque integrado y coordinado que abarque diversos sectores y disciplinas, enfocándose no solo en reacciones a corto plazo ante crisis, sino también en estrategias a largo plazo que promuevan la resiliencia y el desarrollo sostenible.

En México la evolución de la pandemia presentó cinco principales olas de contagio y una lenta recuperación económica, pues a medida que evolucionó la enfermedad las estrategias implementadas generaron distintos efectos en la economía. Estas acciones han incluido desde el cierre parcial de la actividad económica, la implementación de un semáforo epidemiológico, campañas de vacunación masivas, la promoción de la sana distancia, entre otras, reflejando así, la complejidad de la crisis por la que estábamos pasando.

A pesar de los esfuerzos, seguimos sin estar preparados para enfrentar una nueva crisis sanitaria, por ello es necesario implementar medidas de políticas públicas que refuercen los sistemas de salud y la actividad económica. La responsabilidad del estado es intervenir en la atención de los problemas públicos y fomentar el bien común, por ello, la participación del estado en la economía es necesaria durante los problemas de crisis, no obstante, dichas intervenciones deben de contar con un respaldo científico adecuado.

### **Justificación**

Hablar de ciencia es hablar de libertad, de la libertad que surge del conocimiento. El poder formular preguntas y analizar información nos hace libres y nos otorga una libertad que comienza en el momento en que comenzamos a cuestionar. Investigar no solo se trata de generar datos, implica aportar conocimiento que pueda ser de gran utilidad. Sin embargo, no existe una fórmula ni reglas establecidas que garanticen la aproximación a la verdad. Podemos generar una gran cantidad de conocimiento por medio del desarrollo de la investigación científica, siendo el sentido innovador de la ciencia la perspectiva de cómo se plantea un problema y cómo se formulan las hipótesis. La ciencia es una herramienta que nos brinda la oportunidad de explorar nuevas ideas, enfoques y técnicas, con el fin de expandir el entendimiento del mundo que nos rodea.

La implementación del uso de la investigación científica en la solución de problemas públicos es fundamental para garantizar que las políticas públicas se fundamenten en un enfoque riguroso y basado en evidencias, con el objetivo de mejorar la eficacia de las políticas y acciones gubernamentales implementadas, además de reforzar la transparencia y la responsabilidad de la toma de decisiones de los agentes políticos.

En este sentido, y tomando en cuenta el problema de salud ocasionado por el virus del SARS-CoV-2, la necesidad de acciones y políticas informadas se ha hecho más evidente que nunca, debido a que los tomadores de decisiones pueden identificar las estrategias más efectivas para combatir la pandemia y mitigar sus efectos en la economía. Además, al ser un problema que aqueja a todos los actores políticos, las medidas para combatir el virus son responsabilidad tanto del gobierno, como de la sociedad.

En México, la pandemia ha representado un desafío sanitario y económico, pues ocasionó una gran cantidad de pérdidas, tanto humanas como económicas. Desde los primeros casos de SARS-CoV-2 detectados a inicios del año 2020, se observó una relación negativa

entre las acciones para contener el virus y la actividad económica, lo que ocasionó severas complicaciones en la economía mexicana, dejando claro la interdependencia entre la salud pública y el crecimiento económico.

Estudiar los efectos del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico permite analizar si las medidas implementadas por el gobierno mexicano para salvaguardar la salud y la vida de todos los ciudadanos han creado desequilibrios dentro de la dinámica de cada estado. Por lo tanto, esta investigación subraya la importancia de integrar la ciencia en el ciclo de políticas públicas, destacando cómo un enfoque sistemático y basado en evidencias puede conducir a soluciones más efectivas, eficientes y equitativas para los problemas públicos. Al hacerlo, no solo se contribuye a un cuerpo de conocimiento académico más amplio, sino que también se fortalecen las capacidades del estado para gestionar crisis y promover el desarrollo sostenible.

### **Marco Teórico**

El marco teórico de esta tesis comienza con una revisión de estudios anteriores que exploran el impacto económico de las crisis sanitarias globales. Este análisis se centra en entender cómo eventos como pandemias han afectado indicadores económicos clave como el Producto Interno Bruto (PIB), el empleo y sectores críticos en diversas economías. Estudios previos revelan que las crisis sanitarias no solo causan una contracción inmediata en la actividad, sino que también alteran las proyecciones de crecimiento económico a largo plazo.

En el contexto de las pandemias, es fundamental discutir cómo estos eventos externos alteran las trayectorias de crecimiento económico. El marco teórico incorpora teorías establecidas como la de Solow-Swan y modelos de crecimiento endógeno para explicar cómo las perturbaciones externas, como las pandemias, pueden desviar a las economías de sus caminos de crecimiento proyectados. Estos modelos ayudan a ilustrar la importancia de los factores tecnológicos y de inversión en la recuperación y el crecimiento posterior a una crisis.

Siguiendo la teoría del capital humano de Gary Becker, se explora cómo la salud de la población impacta directamente la productividad laboral y, por tanto, el crecimiento económico. La salud pública se muestra como un componente esencial del capital

humano; por lo tanto, la inversión en salud no solo mejora el bienestar individual, sino que también optimiza la productividad laboral y contribuye al desarrollo económico.

Asimismo, se destaca la importancia de la colaboración entre economía, salud pública y ciencias políticas para una gestión efectiva de crisis. Este enfoque interdisciplinario es crucial para diseñar estrategias integrales que aborden tanto los aspectos sanitarios como económicos de una crisis.

### **Preguntas de investigación**

En relación a lo anterior, las preguntas de investigación de este proyecto son:

- ¿Cuáles son las estrategias de políticas públicas que contrarresten los efectos negativos del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico de México?
- ¿Qué impacto tiene el SARS-CoV-2 en el crecimiento económico de México?
- ¿Cuál es la trayectoria temporal del PIB con respecto al SARS-CoV-2?
- ¿Cuáles son los efectos del SARS-CoV-2 en los sectores económicos?
- ¿Existe un impacto diferenciado en la dinámica del crecimiento por estados?

### **Objetivo General**

Con base en lo anterior, el objetivo general de la presente investigación es:

- Proponer estrategias de política pública que incentive el crecimiento económico, a partir de los efectos del SARS-CoV-2, mediante la construcción de un modelo probabilístico en México para el periodo del 19 de febrero del 2020 al 30 de junio de 2023.

### **Objetivos específicos**

Por lo tanto, los objetivos específicos se enlistan a continuación:

- Estimar el impacto del SARS-CoV-2 en la dinámica del crecimiento económico de México durante el periodo 2020-2022.
- Analizar la trayectoria temporal del PIB, a partir del comportamiento del SARS-CoV-2 en México.
- Evaluar los efectos del SARS-CoV-2 en los sectores económicos de México

- Comparar el desempeño de las tasas de crecimiento económico a nivel estatal, a partir de los efectos del SARS-CoV-2

### **Hipótesis**

El comportamiento del SARS-CoV-2 afectó de forma negativa en el crecimiento económico de México de manera estratificada cómo territorial, por lo tanto, es necesario diseñar políticas públicas diferenciadas que contrarresten la caída del Producto Interno Bruto.

### **Metodología**

El estudio se basa en un enfoque cuantitativo, este método puede plantear la hipótesis como proposiciones matemáticas que denotan relaciones funcionales entre variables, es decir, utiliza técnicas estadísticas e instrumentos estructurados para la recolección de información y medición de las variables (Sáenz y Tamez, 2014). Por lo tanto, se operacionaliza el concepto de crecimiento económico, para poder realizar recomendaciones de políticas públicas que ayuden a reactivar la economía. La información y el análisis obtenido en los datos es sustancial para lograr los objetivos de la investigación, pues establece patrones de comportamiento los cuales nos facilitan el razonamiento sobre los efectos del SARS-CoV-2 en la economía mexicana.

### **Plan exposición**

La presente investigación busca explorar la interacción entre la salud y la economía, con un enfoque particular en cómo la respuesta inicial a la pandemia, marcada por las acciones públicas, pudo haber condicionado la trayectoria económica del país. Al examinar este fenómeno, la investigación contribuirá con algunos de los principales puntos a tratar en la formulación de acciones y políticas públicas resilientes y adaptativas ante futuras crisis de salud pública.

El primer capítulo, titulado “La problemática del SARS-CoV-2 en la economía mexicana”, aborda el contexto económico de México previo a la pandemia del SARS-CoV-2, proporcionando una base esencial para entender cómo el virus ha influido en la economía nacional. Se analizan los orígenes del virus, su cronología en México, y el comportamiento inicial de los casos, estableciendo la relación entre los desarrollos de la pandemia y sus efectos económicos directos e indirectos.

En el segundo capítulo, “La salud y la economía pública”, se centra en la interacción entre la salud pública y la economía, destacando cómo las políticas de salud influyen en la estabilidad y crecimiento económicos. Se discute la salud como fenómeno social y su consideración dentro del capital humano, explorando cómo las inversiones en salud pueden traducirse en beneficios económicos sostenibles. Además, se evalúa el rol del estado y las políticas públicas en la conformación de respuestas económicas a crisis de salud pública como la del SARS-CoV-2.

El tercer capítulo, “Análisis del impacto del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico de México”, se profundiza en el impacto directo del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico mexicano mediante modelos analíticos que permiten medir y prever las consecuencias a corto y largo plazo de la pandemia. Se utilizan herramientas de investigación operativa para construir y validar modelos que simulen diversos escenarios económicos, ofreciendo así una comprensión detallada de las repercusiones económicas de la pandemia.

En el capítulo cuatro, “Reducción de la dimensión de los casos positivos de SARS-CoV-2”, se examinan técnicas de muestreo y se discuten los desafíos asociados con la representatividad y precisión de los datos en el contexto de una pandemia.

El capítulo cinco, “Análisis de los efectos del SARS-CoV-2 en las entidades federativas”, se dedica a analizar cómo el SARS-CoV-2 ha afectado las diversas entidades federativas de México, considerando factores locales como la estructura económica, la capacidad de respuesta del sistema de salud y las intervenciones políticas. Mediante el uso de modelos estadísticos, se evalúan los efectos diferenciados del virus.

Finalmente, en el último capítulo, se presenta la propuesta de política pública denominada “Pacto por una Economía Sana y Salud Segura (PESSS)”, una estrategia comprensiva que propone medidas a corto, mediano y largo plazo, diseñadas para fortalecer la resiliencia del sistema económico y de salud de México.

## **CAPÍTULO I La problemática del SARS-CoV-2 en la economía mexicana**

El surgimiento de una enfermedad de causas desconocidas sorprendió al mundo en el año 2019, paralizando la vida social y económica de la población. El impacto de la enfermedad permeó fuera del ámbito de la salud afectando las tasas de crecimiento a nivel mundial. En México los primeros casos positivos de SARS-CoV-2 se presentaron en el mes de febrero de 2020, con cuatro picos de contagios. En materia económica el desplome de las tasas de crecimiento se da durante el segundo trimestre del 2020, teniendo una relación positiva con la mortalidad y las políticas implementadas por el gobierno federal para salvaguardar la vida y el colapso de los sistemas de salud del país.

En este capítulo se describe el surgimiento del SARS-CoV-2 y las afectaciones que trajo en la economía mundial, además del comportamiento de los casos positivos en México. Se demuestra estadísticamente la relación de la crisis económica y la crisis sanitaria a partir de un análisis descriptivo, y se abordan los aspectos metodológicos a implementar para generar estrategias de política pública que fortalezcan el crecimiento económico del país, partiendo del círculo las políticas públicas y el uso de la investigación de operaciones en los problemas públicos.

### **1.1 Contexto económico de México previo a la pandemia del SARS-CoV-2**

Durante el periodo que precedió a la pandemia del SARS-CoV-2 en México, específicamente antes de diciembre de 2019, el crecimiento económico del país estuvo marcado por una serie de factores históricos y económicos que configuran el panorama actual. En los últimos treinta años, desde 1990 hasta 2019, México experimentó una tasa promedio de crecimiento económico anual del 2.1 por ciento. Sin embargo, durante este tiempo, la economía mexicana también enfrentó cuatro significativas recesiones que impactaron profundamente su estructura económica, afectando de manera considerable la calidad de vida de sus habitantes.

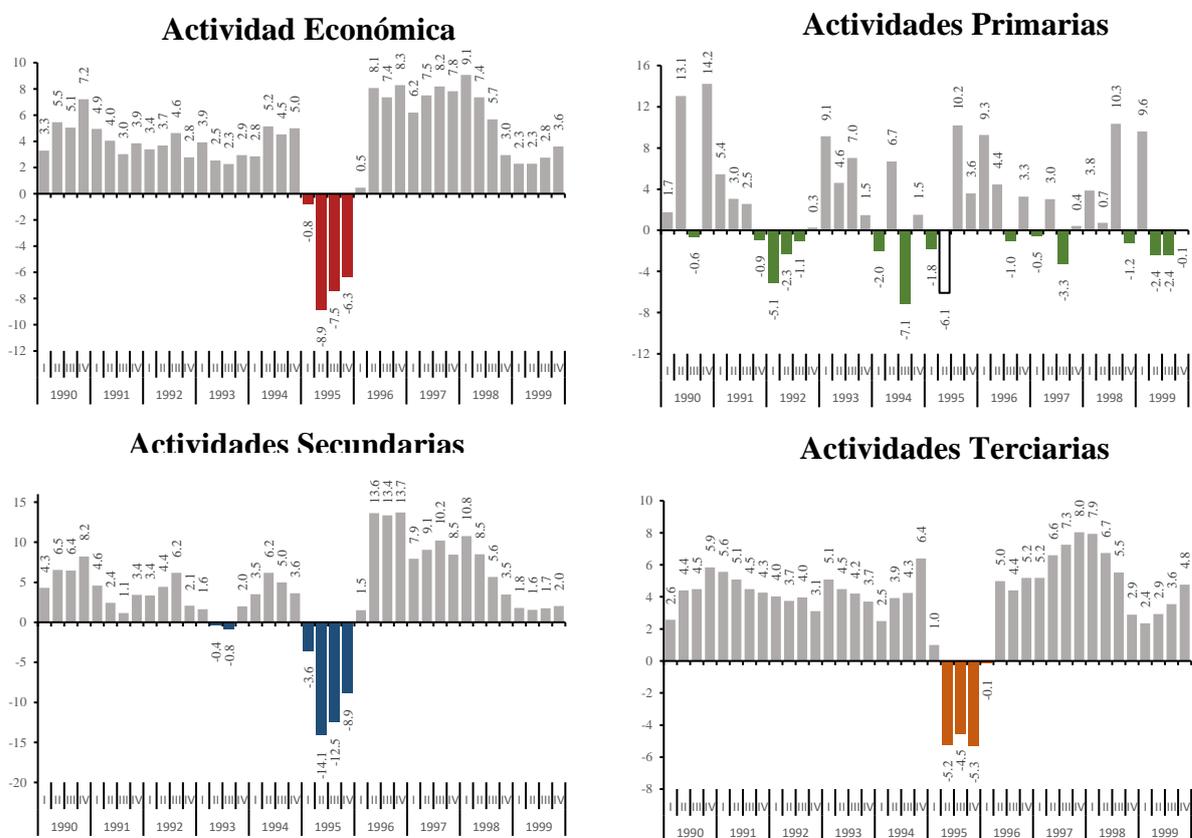
La comprensión de cómo estas recesiones han modelado el entorno económico es crucial para evaluar la respuesta de México ante la pandemia del SARS-CoV-2 y para diseñar políticas públicas más efectivas en el futuro, como resultado de analizar la interacción entre la salud y la economía durante la crisis.

Durante la primera mitad de la década de 1990, la economía mexicana mostró un gran dinamismo, entre 1990 a 1994 se registraron tasas de crecimiento promedio del PIB

que superaron el cuatro por ciento, qué de acuerdo con Griffith-Jones (1996), México fue reconocido a nivel internacional por su “éxito” en el proceso de reformas económicas y estabilización macroeconómica, al reducir la participación del sector público en la economía, mediante estrategias como la privatización y la libertad comercial, además, de sentar las bases de un crecimiento encabezado por el sector privado.

Este enfoque hacia la economía de mercado y la integración con el comercio global ayudaron a posicionar a México como un ejemplo de reforma económica en América Latina, no obstante, la dependencia del sector privado y la apertura internacional también expuso al país a vulnerabilidades externas, un tema que sería evidente en futuros años.

**Figura I** Variación Anual del Producto Interno Bruto de México – Serie desestacionalizada  
(Tasa porcentual; 1er trimestre de 1990 al 4to trimestre de 1999)



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2023.

Durante esta época, la administración del presidente Carlos Salinas de Gortari aplicó una política de tipo de cambio fijo con el dólar estadounidense, dicha estrategia

buscaba estabilizar la economía, eventualmente contribuyó a la crisis debido a una alta dependencia de los flujos de capital extranjero y el aumento de la deuda externa, ocasionando reservas insuficientes para respaldar sus compromisos financieros. Asimismo, el país se veía afectado por problemas estructurales como la falta de transparencia en las finanzas públicas, la corrupción y los conflictos políticos. Estos elementos combinados no solo agravaron la crisis financiera, sino que también erosionaron la confianza tanto a nivel nacional como internacional.

A principios de 1994, México enfrentó una serie de acontecimientos que resultaron difíciles para la situación económica del país, como el levantamiento armado en Chiapas del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) y el asesinato del candidato presidencial Luis Donaldo Colosio (Banda y Chacón, 2005), con este escenario político el denominado “Error de Diciembre” impactó las finanzas internas deteriorando la confianza de los inversionistas internacionales y elevó significativamente el costo de la deuda externa. Las repercusiones de esta crisis fueron extensas, afectando la estabilidad macroeconómica y las condiciones de vida de los mexicanos, exacerbando la pobreza y la desigualdad.

Para el año de 1995 la actividad económica se contrae, siendo un punto de inflexión que alcanzó una caída del 8.9 por ciento anual en el segundo trimestre del año. Esta caída puede atribuirse principalmente a la devaluación del peso mexicano a finales de 1994. De acuerdo con los datos del Banco de México, en diciembre de 1994 el tipo de cambio se encontraba en 3.9 pesos por dólar, y para enero de 1995 el peso se cotizó en 5.5 pesos por dólar, es decir, existió una depreciación del 40 por ciento del valor de la moneda mexicana, dando paso a una gran crisis financiera, la cual afectó a todos los sectores de la economía.

En el “Error de Diciembre”, el sector industrial fue el más afectado, con tasas de crecimiento promedio anual de -9.7 por ciento, por su parte las actividades terciarias no quedaron inmunes y experimentaron una caída promedio del 3.5 por ciento anual. Contrariamente, las actividades primarias mostraron un crecimiento modesto de 1.4 por ciento en el mismo periodo, exponiendo cierta resiliencia frente a la turbulencia económica generalizada.

Estos problemas generaron desconfianza entre los inversionistas internacionales, que retiraron rápidamente su capital del país tras la devaluación. La devaluación del peso afectó severamente al sistema financiero mexicano, debido a que muchos bancos y empresas se encontraron con problemas de liquidez y solvencia, lo que llevó a la necesidad por parte del Gobierno de México, el cual estaba ahora a cargo de Ernesto Zedillo, de tomar medidas de emergencia para estabilizar la situación, como el rescate de las instituciones financieras y la implementación de nuevas reformas económicas. En otras palabras, la recuperación y las recomendaciones estaban en el sentido de elevar la productividad regional, el mercado interno y la economía local.

Con la llegada del nuevo milenio y una estabilidad económica tras la recuperación de la crisis de 1994, la economía mexicana parecía dejar atrás los tropiezos económicos, de igual manera, el país se encontraba en un proceso de reconstrucción política, para Ruiz (2011) de 1988 a 1994 las decisiones de política exterior fueron exclusivamente la imposición del presidente y su grupo más cercano, pero con el inicio de una nueva etapa de alternancia bajo el mandato de Vicente Fox Quesada, la política exterior del país fue testigo de pugnas y negociaciones entre diversos actores sociales, dando un sentido de apertura y transparencia. Este cambio político contribuyó a un nuevo comienzo de la democracia en el país, pues Fox fue el primer presidente de México que no pertenecía al Partido Revolucionario Institucional (PRI), terminando así con setenta y un años de gobierno priista.

Posteriormente en la década de 2000 a 2009, México enfrentó dos recesiones económicas significativas, ambas estrechamente vinculadas a perturbaciones económicas en los Estados Unidos de América (EUA). La primera contracción se produjo en 2001, como resultado directo de la recesión en Estados Unidos, afectando de manera notable las exportaciones mexicanas y la inversión extranjera directa, elementos clave para la economía mexicana.

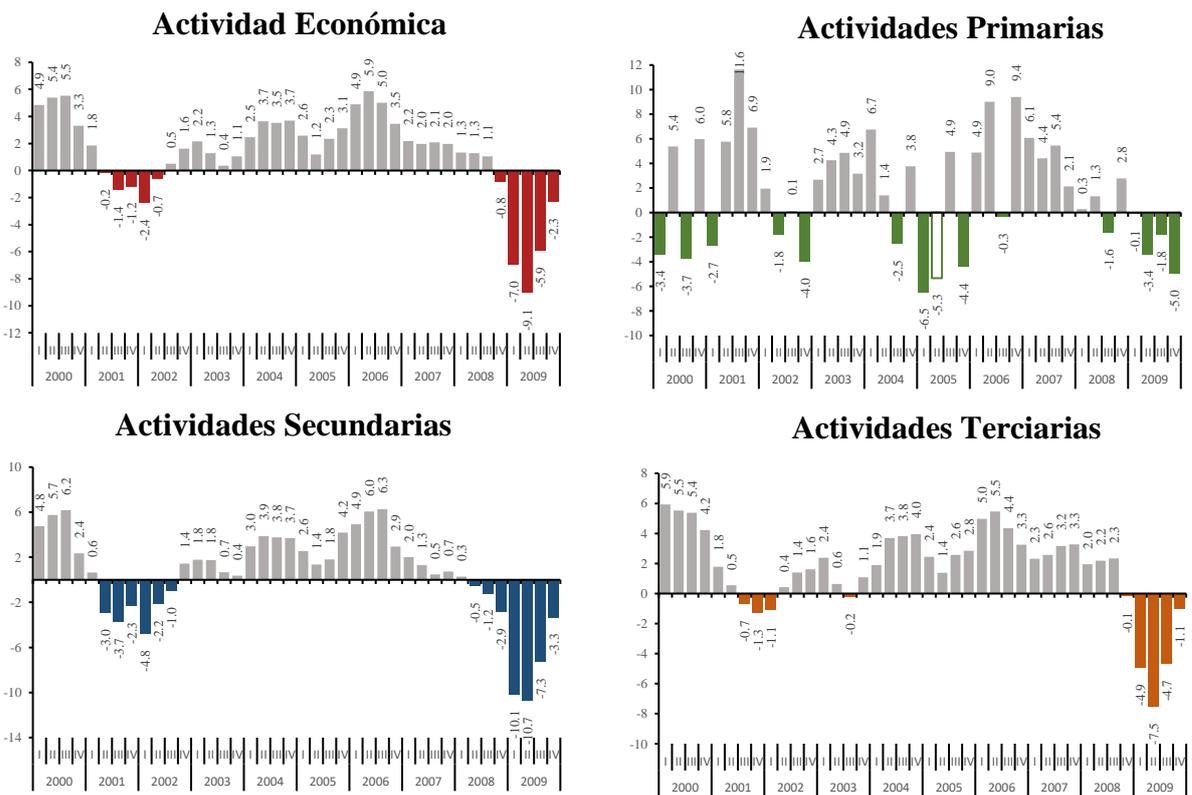
Ante un escaso crecimiento de la economía de Estados Unidos y los ataques terroristas del 11 de septiembre, la economía americana implementó políticas anticíclicas agresivas para combatir la recesión. La desaceleración económica de este país tuvo un impacto directo en las exportaciones mexicanas, debido a que es una potencia económica importante y uno de los principales socios comerciales de México. No obstante, de acuerdo con Calva (2021), no todo era culpa de nuestro vecino, pues el gobierno mexicano

opto por una actitud pasiva frente a la recesión, las autoridades monetarias del país optaron por medidas procíclicas, efectuando de manera tardía las medidas necesarias para evitar una caída pronunciada del PIB.

En el segundo trimestre de 2001, la economía mexicana registró una contracción del 0.2 por ciento a tasa anual, marcando el inicio de una tendencia negativa que se prolongó en los trimestres siguientes. Durante el tercero y cuarto trimestre del mismo año, la actividad económica profundizó su caída con tasas de crecimiento negativas de -1.4 y -1.2 por ciento, respectivamente.

La situación agravó en el primer trimestre del 2002, cuando la economía sufrió su contracción más severa, con un retroceso de -2.4 por ciento anual. No obstante, para el segundo trimestre de 2002, la caída económica fue relativamente menor, con una disminución de solo 0.7 por ciento, lo que sugiere la presencia de ciertos signos de recuperación.

**Figura II** Variación Anual del Producto Interno Bruto de México – Serie desestacionalizada  
(Tasa porcentual; 1er trimestre del 2000 al 4to trimestre del 2009)



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2023.

La segunda contracción en esta década para la economía mexicana ocurrió en 2008, desencadenada por la burbuja especulativa del mercado hipotecario de EUA, la repercusión global de esta crisis afectó profundamente a México, principalmente por su interacción con la economía estadounidense a través del comercio y las finanzas. En el segundo trimestre de 2009, el PIB de México registró una caída dramática de -9.1 por ciento anual. Estos eventos subrayan la vulnerabilidad de la economía mexicana a los choques externos y resaltan la importancia de desarrollar estrategias económicas que fortalezcan la resiliencia interna y diversifiquen las fuentes de crecimiento económico.

El surgimiento de la crisis financiera global, desencadenada por la quiebra de las instituciones financieras en Estados Unidos de América, tuvo un impacto devastador en los mercados financieros internacionales, afectando a muchos países alrededor del mundo. Nuevamente la contracción de EUA afectó significativamente la demanda de productos y servicios mexicanos, la caída de los precios del petróleo perturbó los ingresos del país, ocasionando presión sobre las finanzas públicas y la balanza comercial. Asimismo, la reducción de las remesas enviadas por los trabajadores mexicanos provenientes de EUA, la disminución de la Inversión Extranjera Directa (IED) y el impacto en la industria manufacturera mexicana, contribuyeron a la contracción económica del país.

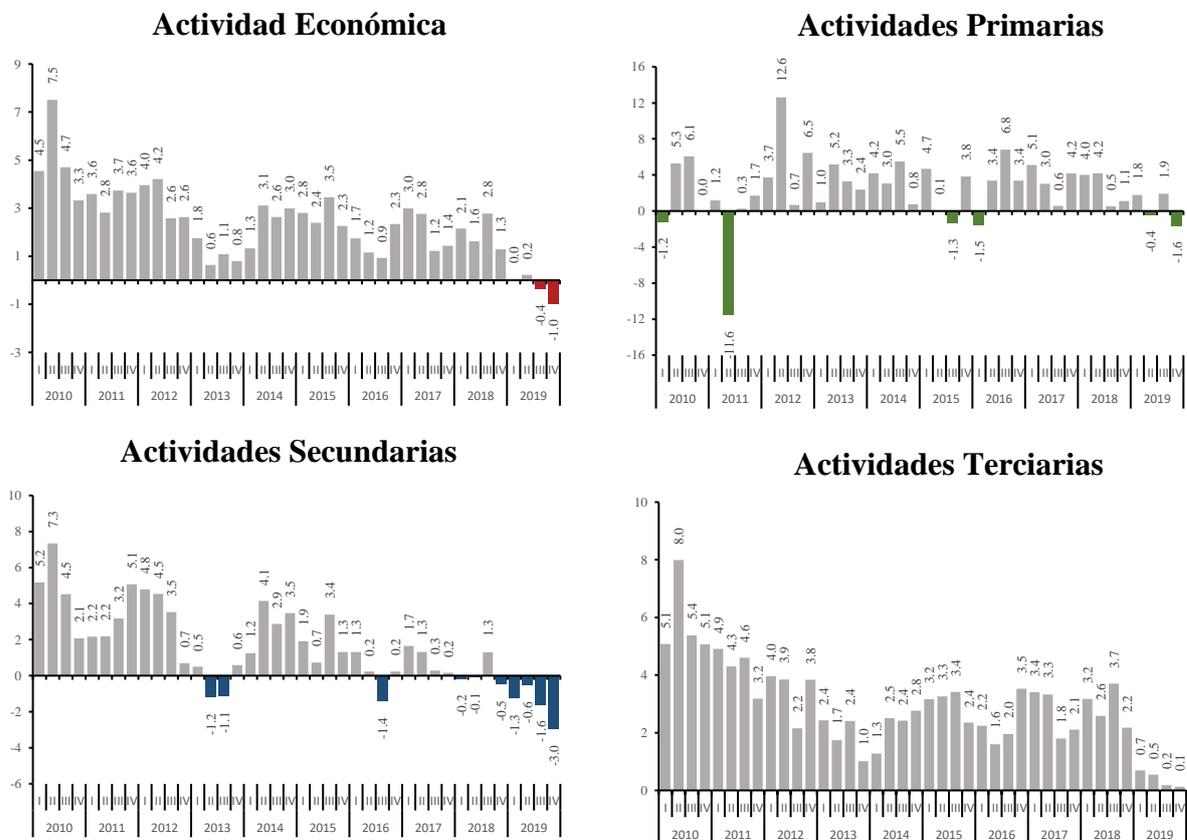
Según Ros (2016), en su análisis sobre la trayectoria macroeconómica de México entre 2008 y 2015, a pesar de la severidad de la crisis de 2008 y la recesión subsiguiente en 2009, la recuperación económica de México fue notablemente vigorosa. El periodo de 2010 a 2015 se caracterizó por una tendencia ascendente en el crecimiento económico, con un incremento promedio anual superior al tres por ciento. Este dinamismo se atribuye a una combinación de factores internos y externos, incluyendo la estabilidad macroeconómica, el incremento en la inversión extranjera directa y una fuerte demanda de exportaciones mexicanas, particularmente en sectores como la manufactura y la automotriz.

Por tipo de actividad económica, entre 2010 y 2018, el sector terciario fue el principal motor de crecimiento en el país, con un incremento promedio anual del 3.1 por ciento, impulsado principalmente por el comercio, los servicios financieros y el turismo. En segundo lugar, la actividad agropecuaria registró un avance promedio del 2.5 por

ciento en el mismo periodo, reflejando las mejoras en productividad. Por su parte el sector secundario, compuesto por la industria manufacturera, la construcción y la minería, tuvo un crecimiento más moderado, con una expansión promedio del 1.8 por ciento.

Sin embargo, a partir de 2016, la economía comenzó a mostrar signos de desaceleración, reflejando una reducción gradual del ritmo de crecimiento. Para el tercer trimestre de 2019, la actividad económica experimentó una contracción del -0.4 por ciento, marcando el fin de un periodo de casi diez años de crecimiento continuo, ya que desde el cuarto trimestre de 2009 no se presentaba una reducción (-2.3 por ciento). Este retroceso evidenció el agotamiento del ciclo expansivo y la presencia de desafíos estructurales que afectaban la capacidad de la economía para mantener su dinamismo.

**Figura III** Variación Anual del Producto Interno Bruto de México – Serie desestacionalizada  
(Tasa porcentual; 1er trimestre del 2010 al 4to trimestre del 2019)



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2023.

Para el cuarto trimestre de 2019, el PIB registró una contracción del 1.0 por ciento, reflejando el debilitamiento generalizado de la economía. Al interior de las actividades económicas, se observa que esta caída estuvo impulsada principalmente por el desempeño negativo de la industria y la agricultura. Las actividades secundarias fueron las más afectadas, con una reducción del 3.0 por ciento, debido a la desaceleración en la manufactura y la construcción, sectores clave para la actividad productiva del país. Por su parte el sector primario presentó un retroceso de -1.6 por ciento. Esta recesión económica se profundizó aún más con la crisis sanitaria derivada de la propagación del virus del SARS-CoV-2 a principios de 2020. El cierre de actividades económicas, las restricciones de la movilidad y la disrupción de las cadenas de suministro agravaron la situación, llevando al país a una de las caídas más pronunciadas en su actividad económica en la última década.

**Tabla I** Comportamiento Histórico de la Economía Mexicana de 1990 a 2019

<b>Periodo</b>	<b>Etapa histórica</b>	<b>Características generales</b>
<b>1990-1999</b>	Modelo de economía abierta Crisis económica de 1994	Implementación de políticas económicas liberales, privatización y reforma de la participación del Estado en la economía. Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Devaluación de la moneda mexicana, fuga de capitales extranjeros, crisis política
<b>2000-2009</b>	Recesión económica de 2001 Crisis financiera global de 2008	Inicio de una alternancia política, reacción tardía ante los efectos de la recesión económica de Estados Unidos de América. Caída de las exportaciones, reducción de las remesas. Control del tipo de cambio y aumentó de la inflación. Quiebra de instituciones financieras estadounidenses debido a la burbuja del mercado de hipotecas, disminución de la demanda de productos y servicios mexicanos, reducción de la IED, impacto global.
<b>2010-2019</b>	Recuperación económica estable Recesión de 2009	Tasas de crecimiento promedio superiores al 3 por ciento anual. Fortalecimiento de los sectores económicos. Transición política y un nuevo proceso de transformación. Caída de la actividad industrial, incremento en los precios de los energéticos, inicio del SARS-CoV-2 a nivel mundial.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla I se refleja como la economía mexicana ha experimentado diversos desafíos y transformaciones en las últimas décadas, impulsadas por cambios en el entorno global y la implementación de diferentes estrategias económicas. Durante el periodo de 1990 a 1999, México adoptó un modelo de economía abierta que incluyó la implementación de políticas económicas liberales, la privatización de empresas estatales y reformas estructurales significativas. En este proceso tuvo como punto clave la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y la crisis de 1994, que derivó con la devaluación de la moneda. A 20 años de la puesta en marcha del TLCAN, los resultados en la economía mexicana se han visto envueltos en contradicciones que no solo dependen del tratado, sino también de decisiones de la política macroeconómica, dejando en duda los beneficios del mismo (Esquivel, 2014).

El decenio de 2000 a 2010 estuvo dominado por el impacto de los eventos económicos globales, particularmente de la crisis financiera mundial de 2008. De acuerdo con Weisbrot, Lefebvre y Sammut (2014), el TLCAN ha incrementado la dependencia de México hacia la economía de Estados Unidos, lo que ha hecho que el país sea más vulnerable a las fluctuaciones económicas internacionales.

En este contexto, la crisis financiera mundial de 2008 tuvo un impacto profundo en la economía mexicana, provocando una disminución en la demanda de los productos y servicios nacionales, una reducción en la inversión extranjera directa y una caída generalizada de las exportaciones y las remesas. La alta integración con la economía estadounidense ocasionó que los efectos negativos fueran aún más pronunciados en México que incluso la crisis de 1994, evidenciando la importancia de reforzar las políticas económicas internas para reducir la vulnerabilidad ante choques externos.

Finalmente, el periodo 2010 a 2019 mostró una recuperación económica estable, con tasas de crecimiento promedio superiores al 3.0 por ciento anual. Durante esta década, México impulsó el desarrollo de diversos sectores económicos, destacando la industria manufacturera, el sector automotriz y los servicios financieros. Sin embargo, a pesar de la estabilidad alcanzada, en 2019 la economía comenzó a enfrentar nuevos desafíos, como la caída de la actividad industrial y el incremento en los costos de los energéticos.

## 1.2 Los orígenes del SARS-CoV-2

En diciembre del año 2019, la ciudad de Wuhan en la provincia de Hubei en China, fue conocida mundialmente por ser el centro epidemiológico de una neumonía de causas desconocidas. Los primeros casos detectados provienen del Huanan Seafood Wholesales Market, un mercado popular donde se comercializan todo tipo de productos regionales para el consumo humano. La sintomatología más común al inicio de la enfermedad fue fiebre, tos, disnea, mialgias o fatiga, dolor de cabeza, dolor de garganta, hemoptisis y diarrea. Sin embargo, debido al análisis de secuenciación profunda del tracto respiratorio, las características clínicas, imágenes de tórax y los patógenos bacterianos y virales, se determinó que se trataba de un nuevo coronavirus de causas desconocidas (Huang, et al., 2020).

A medida que los casos fueron incrementando y la ocupación hospitalaria aumentó progresivamente, fue como se tuvo registro del cuadro clínico característico, las comorbilidades asociadas, los factores de riesgo, así como los grupos etarios más comunes. A este agente causante de neumonía identificada como coronavirus agudo severo, se le nombró Síndrome Respiratorio Agudo Severo tipo 2 por sus siglas en inglés SARS-CoV-2 (Suarez, et al., 2020).

El SARS-CoV-2 es clasificada como una enfermedad altamente contagiosa, con un periodo de incubación variable, pero se estima que el tiempo propicio es de dos a siete días, por lo que se sugiere un periodo de cuarentena ideal de 14 días (Díaz y Toro-Montoya, 2020). Este virus en sus inicios afectó principalmente a adultos mayores y pacientes con comorbilidades crónicas como la hipertensión, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer, de tal modo que a partir de las complicaciones los pacientes pueden desarrollar edema pulmonar, insuficiencia orgánica, neumonía grave, choque séptico y síndrome de dificultad respiratoria aguda e incluso la muerte.

Los principales avances en el comportamiento de la enfermedad fue la creación de registros donde se observó que entre el siete y el diez por ciento de los casos sufren dificultades, las cuales se presentan comúnmente en un promedio de 14 días después de contraer la infección, además, se identificó que el promedio desde el inicio de la enfermedad hasta la disnea es de ocho días, la aparición de los síntomas hasta la hospitalización es de siete días, y de la dificultad de respirar a la ventilación mecánica son diez días (Huang, et al., 2020).

La rápida evolución en la enfermedad, el desconocimiento en el tratamiento clínico adecuado, la carga viral de la misma y los altos niveles de contagio ocasionaron que gran parte de los países presentaran serios problemas en cuanto al colapso del sistema de salud, pues el incremento de casos, las personas hospitalizadas y la suficiencia hospitalaria no avanzaron en un mismo sentido.

Con base en la cronología de prensa de la Organización Mundial de la Salud OMS (2021), el brote ocasionado por el SARS-CoV-2 alcanzó rápidamente niveles de contagio en diferentes regiones de China, durante el mes de enero, el primer caso fuera del país se registró en Tailandia y posteriormente en Japón. En el Continente Americano el primer caso se confirmó el 21 de enero del 2020 en los Estados Unidos de América, y en Europa la cepa se hizo presente con tres casos en Francia.

Para el 31 de enero del mismo año, en menos de dos meses de los primeros registros en China, se habían confirmado 98 casos en 18 países distintos, donde notablemente el ocho por ciento de los casos no estaban relacionados con contagios en el país de origen. Afortunadamente, hasta ese momento no existía ninguna víctima mortal, lo que sugería que el tratamiento estaba siendo adecuado, pero la rápida dispersión del virus destacó la importancia de una respuesta internacional coordinada y la necesidad de la vigilancia continua para prevenir un desastre mundial.

Durante el mes de febrero de 2020 se difundió la posibilidad de la existencia de propagadores del virus con características asintomáticas, debido a que era cada vez más fuerte el surgimiento de casos positivos sin un historial de viaje o con personas relacionadas con visitas directas a la ciudad de Wuhan, con este nuevo comportamiento y el esparcimiento continuo del virus las recomendaciones de salud pública fueron medidas no farmacológicas, encaminadas a la restricción de la movilidad como: el aislamiento de la población, rastreo y cuarentena de viajeros, prohibición de eventos masivos, cierres parciales de lugares públicos, toques de queda, entre otros.

Mientras tanto, el virus continuó extendiéndose a nivel mundial, y el 25 de febrero se registró el primer caso en África, este acontecimiento marco la expansión geográfica del virus en regiones más remotas, evidenciando su potencial para convertirse en una pandemia global. Este alcance impulsó a las autoridades de salud a intensificar las

medidas de control y vigilancia, en un esfuerzo para contener la propagación del SARS-CoV-2.

Para el mes de marzo de 2020, se superan los cien mil casos confirmados a nivel mundial, con ello, el día siete del mismo mes la OMS emite una declaración mundial, reafirmando el uso de medidas de contención y control, así como la colaboración de la sociedad. Sin embargo, cuatro días después el 11 de marzo del 2020, en el comunicado de prensa de la organización, las cifras son 118 mil casos activos en 114 países y un total de 4,291 defunciones (OMS, 2020).

Es por ello, que con una propagación en casi el 60 por ciento de los países del mundo, la OMS nombró al brote de la enfermedad a causa del SARS-CoV-2 como una pandemia a nivel mundial. Aclarando que dicha emergencia de salud pública afectaría a todos los sectores de una manera desigual, pues no todos los países cuentan con las mismas condiciones, algunos están faltos de capacidad hospitalaria, otros de recursos y unos más de determinación.

Con este comunicado, la OMS hace un llamado a los gobiernos a tomar las medidas de control urgentes y agresivas para aminorar los efectos y así lograr cambiar el curso de la pandemia, no obstante, reconoce que las medidas agresivas tienen impactos severos en la sociedad y principalmente en la economía, pero se debe de llegar al equilibrio de la protección de la salud, el respeto a los derechos humanos, la economía y la sociedad.

Se ha documentado formalmente que el primer caso conocido de SARS-CoV-2 a nivel mundial se identificó el primero de noviembre de 2019, siendo el paciente un hombre de 55 años de edad, residente de la provincia de Hubei, China, lugar donde se da el inicio reconocido de la crisis sanitaria (OMS, 2021). Posteriormente, la primera defunción atribuida a esta enfermedad se registró el 10 de enero de 2020. Estos eventos marcan el avance del virus desde su aparición hasta causar la primera víctima mortal, resaltando la severidad y el potencial de propagación del virus.

### **1.3 Cronología del SARS-CoV-2 en México**

En México el primer caso positivo a SARS-CoV-2 se reportó el 27 de febrero del 2020, en la Ciudad de México, un ciudadano de 35 años de edad con historial de viaje a Italia,

los síntomas que presentó corresponden a una especie de catarro y se encontraba en términos de salud estable y con un bajo riesgo de complicaciones (SSA, 2020). Sin embargo, la situación escaló rápidamente, y tan solo 20 días después del caso cero, el 18 de marzo se reporta la primera vida cobrada por el virus en el país. El fallecido un mexicano de 44 años de edad con una enfermedad crónica como la diabetes quien se encontraba hospitalizado desde el 9 de marzo.

Para ese día, oficialmente el número de casos confirmados había ascendido a 118 personas, afectando al 75 por ciento de las entidades federativas de la República Mexicana. Esta cifra muestra la rápida y amplia dispersión del virus, que en menos de un mes había llegado a la mayoría de los estados del país. La situación puso en evidencia la necesidad urgente de medidas de contención más estrictas para limitar la propagación del virus y proteger a la población más vulnerable, es así que las autoridades sanitarias incrementaron los esfuerzos de vigilancia, realizando pruebas y seguimiento de contactos, en un intento por mapear y controlar la expansión del virus en diversas regiones del país.

Las recomendaciones emitidas inicialmente por el gobierno para disminuir la diseminación del virus y evitar un mayor número de casos y defunciones eran esenciales en la estrategia de contención. Estas incluían el lavado frecuente de manos con agua y jabón, el uso de gel antibacterial con un 70 por ciento de alcohol, limpieza y desinfección de superficies y objetos de uso común, evitar tocarse la cara, nariz y ojos con las manos sucias, y cubrir nariz y boca al estornudar.

Asimismo, se recomendaba acudir al médico si se presentaban síntomas como fiebre mayor a 38 grados, dolor de cabeza, dolor de gargantas o escurrimiento nasal. Estas medidas buscaban limitar la transmisión del virus y educar al público sobre prácticas de higiene efectivas que podrían reducir la propagación de la enfermedad. La rápida implementación de estas acciones era crucial para intentar controlar la expansión del virus antes de que se pudieran sobrecargar los sistemas de salud locales.

A medida que el número de casos positivos aumentaban en el país, las medidas de control se intensificaron significativamente. Tras la declaración de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del SARS-CoV-2 como pandemia mundial, el gobierno mexicano implementó estrategias adicionales más rigurosas para contener la propagación del virus. Entre las principales medidas adoptadas se estableció el uso obligatorio de

mascarillas o cubrebocas, así como el mantenimiento de una distancia mínima de dos metros entre personas en espacios públicos y cerrados.

Estas disposiciones respondían al reconocimiento científico de que la principal vía de transmisión del virus es el contacto directo de persona a persona, particularmente a través de las partículas de saliva expulsadas al toser, estornudar o hablar. La adopción de estas medidas buscaba reducir la propagación del virus y mitigar la saturación de los sistemas de salud, evitando un colapso en la atención médica.

El 26 de marzo, como medida preventiva y de control ante la creciente amenaza del virus, el gobierno mexicano suspendió todas las actividades económicas no esenciales. Adicionalmente, se impusieron restricciones sobre las aglomeraciones masivas y se emitió un fuerte llamado a la población para que permaneciera en sus domicilios. Estas acciones buscaban minimizar el contacto físico entre las personas y, por consiguiente, reducir la transmisión del virus. El impacto de estas restricciones fue significativo alterando profundamente la vida cotidiana y la dinámica económica del país, al tiempo que se intentaba salvaguardar la salud pública frente a la expansión del SARS-CoV-2 (Suarez, et. al, 2020).

El 30 de marzo de 2020, con más de mil casos confirmados, 2 mil 752 sospechosos y 28 defunciones, en México se declaró oficialmente la emergencia sanitaria de SARS-CoV-2 como una pandemia. Como respuesta, el gobierno implementó medidas extraordinarias a nivel nacional, incluyendo la suspensión inmediata de todas las actividades no esenciales en los sectores público, privado y social. Se puso especial énfasis en la protección y cuidado de los grupos más vulnerables, tales como adultos mayores de 60 años, mujeres embarazadas y personas con condiciones preexistentes como diabetes, hipertensión, obesidad mórbida, insuficiencia renal, lupus, cáncer, enfermedades cardíacas y respiratorias, o aquellas que hubieran recibido trasplantes.

Estos segmentos de la población fueron identificados como las de mayor riesgo a desarrollar complicaciones graves en caso de contagio, por lo que se promovieron medidas específicas para su resguardo, incluyendo permisos laborales, acceso prioritario a servicios médicos y campañas de concientización sobre la importancia del aislamiento preventivo.

Posteriormente, el 31 de marzo en el Diario Oficial de la Federación se publica el acuerdo de acciones extraordinarias para atender la emergencia sanitaria, donde se determinan como actividades esenciales:

1. Las actividades para atender la emergencia sanitaria, es decir, toda aquella que esté relacionada con el apoyo al Sistema Nacional de Salud, abasto de medicamentos, manufactura e insumos de equipo médico, residuos peligrosos, limpieza y sanitización.
2. Las involucradas con la defensa de la integridad y la soberanía de la nación, entendiéndose como las actividades relacionadas con la seguridad y protección, con la finalidad de salvaguardar las garantías individuales de los mexicanos.
3. Las actividades económicas fundamentales como, servicios financieros, recaudación de impuestos, transporte, telecomunicaciones, industria química, la agroindustria, los servicios de limpieza, servicios funerarios, logísticos, energéticos, agua potable, alimentos y bebidas no alcohólicas.
4. Las que permitan el cumplimiento de programas sociales
5. Las de conservación de infraestructura que permitan la distribución, conservación y mantenimiento de los servicios básicos.

La implementación de estas directrices tenía como objetivo principal reducir drásticamente la transmisión comunitaria, en un esfuerzo por proteger la salud pública y prevenir el colapso de los servicios sanitarios. Ante la escalada de contagios, la necesidad de adoptar medidas de confinamiento en todo el país se volvió fundamental. Esto resultó en cierres temporales de diversas actividades económicas y sociales, lo que tuvo un impacto significativo en el comportamiento habitual del país. Los confinamientos, si bien necesarios para la contención del virus, provocaron interrupciones en la vida cotidiana y desafíos económicos considerables, afectando tanto a empresas como individuos.

Además de la restricción de actividades, se incluyeron medidas obligatorias como: evitar las conglomeraciones mayores de 50 personas, lavado frecuente de manos, cubrir nariz y boca al toser y no saludar de beso ni de mano. Esto contrajo una modificación en centros de trabajo, espacios públicos y privados. Sin embargo, una de las acciones más importantes fue el semáforo de riesgo epidémico.

Este sistema categorizaba a las diferentes entidades federativas del país según su nivel de riesgo de contagio, variando desde el rojo, que indicaba una alta tasa de infecciones activas y restricciones severas, hasta el verde, que señalaba un bajo riesgo y permitía una mayor apertura de actividades (SSA, 2020). Cada color del semáforo estaba asociado con específicas restricciones y permisos para actividades comerciales, escolares, y sociales, adaptándose dinámicamente a los cambios en las tasas de infección local. El semáforo de riesgo epidémico permitió a las autoridades implementar respuestas más focalizadas y eficientes, evitando un enfoque de ‘talla única’ que podría no ser adecuado para todas las áreas.

El Semáforo de Riesgo Epidémico fue diseñado por el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Salud, como una herramienta para evaluar y gestionar el nivel de riesgo en cada entidad federativa ante la pandemia del SARS-CoV-2. Su implementación formal comenzó el 14 de junio del 2020, estableciendo un sistema de monitoreo y respuesta basado en distintos niveles de alerta epidemiológica.

La estimación de riesgo es el proceso fundamental para analizar las probabilidades y consecuencias, derivadas de la exposición al virus, en este sentido, el semáforo de riesgo epidémico de México es de observancia general, con aplicación a nivel estatal y actualización periódica. Su seguimiento se realiza de manera semanal, con publicaciones quincenales, permitiendo ajustar las estrategias sanitarias en función de la evolución de la pandemia en cada región.

El semáforo tiene como objetivo medir el nivel de contagio en cada entidad a partir de la información disponible proveniente de fuentes oficiales, como las unidades hospitalarias que integran la Red de Infecciones Respiratorias agudas Graves (Red IRAG) y el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Respiratoria (SISVER) (SSA, 2021). Con esta información, se determinan las restricciones y medidas de mitigación correspondientes en sectores económicos, sociales y educativos, asegurando una respuesta proporcional a la situación epidemiológica de cada estado.

Con el semáforo, se logró un esquema gradual de apertura de actividades socioeconómicas, el cual se encuentra a cargo de las entidades federativas. Los gobiernos estatales analizan periódicamente el riesgo epidemiológico y realizan la apertura de las actividades sociales, educativas y económicas de forma ordenada. El semáforo utiliza la

misma metodología para diferenciar el nivel de riesgo en cada uno de los estados y consiste en representar tres acontecimientos epidémicos: transmisión entre personas y propagación territorial, capacidad de respuesta y finalmente consecuencias de la epidemia sobre la salud y la vida (SSA, 2021).

El semáforo no representa integralmente la epidemia, pero utiliza indicadores que orientan sobre su intensidad, la capacidad de respuesta y el riesgo de reducir o aumentar el proceso de apertura económica. Con la implementación de este instrumento, se puede dar paso a la disminución de las medidas de restricción, o aplicarlas de manera regionalizada, por lo que estas acciones son responsabilidad de los gobiernos locales. Los niveles de alto riesgo en el semáforo afectan la recuperación económica, el empleo y los ingresos de las familias mexicanas.

Uno de los problemas que enfrentó el país derivado del SARS-CoV-2, es equilibrar las medidas de aislamiento preventivo con la dinámica tanto económica como social, por una parte, el aislamiento obligatorio y el cierre de comercios, afectó los sectores productivos, pero la disminución de la movilidad ayudó a mitigar los casos positivos en todo el país, evitando un severo colapso del sistema de salud.

Un aspecto fundamental en la lucha contra la pandemia fue el inicio de las campañas de vacunación. A medida que el virus continuaba propagándose a nivel mundial, la comunidad científica intensificó sus esfuerzos para desarrollar una vacuna segura y eficaz que ofreciera protección contra la enfermedad. Para abril de 2020, ya se habían iniciado 115 proyectos de vacunas en desarrollo (OMS, 2020), de los cuales seis avanzaron a etapas de prueba en humanos. Este rápido progreso en la investigación biomédica fue resultado de una colaboración sin precedentes entre gobiernos, instituciones académicas, la industria farmacéutica y organismos institucionales.

Sin embargo, se presentaron algunos desafíos, los ensayos clínicos debían demostrar no solo la eficiencia de las vacunas en la respuesta inmune adecuada, sino también su seguridad para su aplicación masiva. Además, las pruebas en voluntarios sanos suscitaron un debate intenso sobre varios temas críticos: la incertidumbre sobre la efectividad y seguridad de las vacunas emergentes, los dilemas éticos sobre quién debería recibir la vacuna primero y las implicaciones de realizar ensayos en humanos. Además,

surgieron preocupaciones sobre el costo de las vacunas, la logística de una vacunación obligatoria y la equidad en el acceso a las mismas.

Estos debates reflejaban las tensiones entre la urgencia de una solución médica y la necesidad de respetar los principios éticos fundamentales, destacando la complejidad de responder a una crisis sanitaria de escala global. La rápida elaboración de una vacuna implicaba equilibrar la velocidad en los procesos de investigación con los estrictos estándares de seguridad, eficiencia y equidad en la distribución. El desarrollo de una vacuna depende de múltiples factores como la cantidad de antígenos necesarios, la capacidad del sistema inmunológico y posibles complicaciones derivadas de factores genéticos, edad y condiciones ambientales (Picazo, 2021).

De acuerdo con Hernández et. al (2021) el propósito principal de una vacuna es fortalecer el sistema inmunológico para el combate de enfermedades infecciosas y pueden desarrollarse de diferentes tipos de vacunas, entre las que se incluyen:

- a) Vacunas de ADN y ARN, son plásmidos con secuencias que codifican antígenos virales. Introducen instrucciones genéticas para que las células puedan generar proteínas que desencadenan inmunidad ante la aplicación.
- b) Vacunas con cargas virales atenuadas, es decir, utilizan versiones debilitadas o inactivas del virus para estimular la respuesta inmune, no provocan la enfermedad, pero sí generan una respuesta inmune al ser aplicada.
- c) Vacunas con vectores virales, este tipo de vacunas utilizan un virus genéticamente modificado que no pueden producir proteínas para la generación de una respuesta inmunitaria. Su debilidad es el tiempo necesario para realizar un cultivo.
- d) Vacunas en base a proteínas, contienen fragmentos específicos del virus, como estructuras proteicas que imitan el virus y generan inmunidad.

Para el proceso de vacunación contra el SARS-CoV-2 se estructuraron etapas claramente definidas, con el objetivo de priorizar a los grupos más vulnerables y a aquellos en posiciones críticas ante la exposición del virus. La estrategia buscó maximizar la protección de la población y reducir la presión sobre el sistema de salud, siguiendo un esquema progresivo basado en el nivel de riesgo y exposición al virus.

En México, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) autoriza el uso de vacunas que cumplen con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos para su uso en emergencias sanitarias. Como parte de la estrategia nacional de inmunización, las vacunas que fueron administradas gratuitamente por el Gobierno Federal para su aplicación en la población fueron: Pfizer-BioNTech, Moderna, Sinovac, AstraZeneca, CanSino, Sputnik V y Janssen. Estas vacunas fueron administradas en una primera etapa, sin estar disponibles para la venta al público, con el propósito de garantizar una distribución equitativa y eficiente (COFEPRIS, 2021).

**Tabla II** Vacunas utilizadas en México contra el SARS-CoV-2

VACUNA	TIPO	DOSIS	ESQUEMA DÍAS	FARMACÉUTICA
<b>PFIZER- BIONTECH</b>	<b>ARN</b>	<b>2</b>	<b>0 y 21</b>	BioNTech Fosun Pharma Pfizer
<b>MODERNA</b>	<b>ARB</b>	<b>2</b>	<b>1 y 29</b>	Moderna NIAID National Institute of Allergy and Infectious Diseases
<b>SINOVAC</b>	<b>Cargas Virales Atenuadas</b>	<b>2</b>	<b>0 y 14</b>	Sinovac
<b>ASTRAZENECA</b>	<b>Vector Viral</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	University of Oxford AstraZeneca
<b>CANSINO</b>	<b>Vector Viral</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	CanSino Biologics Inc. NPO Petrovax CanSino Biologics Inc. Beijing Institute of Biotechnology
<b>SPUTNIK V</b>	<b>Vector Viral</b>	<b>2</b>	<b>0 y 21</b>	Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Health Ministry of the Russian Federation
<b>JANSSEN</b>	<b>Vector Viral</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	Janssen Pharmaceutical Companies

Fuente: Elaboración propia

Inicialmente, la vacunación comenzó con el personal de salud, debido a su exposición directa y constante con el virus en hospitales y clínicas. Posteriormente, se dio la prioridad a los adultos mayores de 60 años, quienes presentaban un mayor riesgo de complicaciones graves y mortalidad por SARS-CoV-2. El esquema continuó la inmunización de la población en función de los grupos de edad, avanzando de manera escalonada: personas de 50 a 59 años, personas de 40 a 49 años, personas de 30 a 39 años y personas de 18 a 29 años. A medida que la disponibilidad de vacunas aumentó, el plan de vacunación se amplió para incluir a adolescentes de 15 a 18 años y, finalmente, los niños menores de 15 años, garantizando así la cobertura en toda la población elegible.

La primera jornada de vacunación en México se realizó el 24 de diciembre de 2020, arrancando un momento triunfante ante la lucha contra la pandemia. En este día, casi tres mil trabajadores del sistema de salud en puntos cruciales como la Ciudad de México, Querétaro y Estado de México recibieron la primera dosis de la vacuna (SSA, 2020). Este grupo prioritario incluyó a médicos, enfermeras, y otro personal esencial que había estado en la primera línea de batalla contra el SARS-CoV-2, enfrentándose directamente al virus desde el inicio de la pandemia. La elección de comenzar con el personal de salud no solo buscaba proteger a los más expuestos al virus, sino también asegurar la continuidad de los servicios médicos esenciales.

La implementación de la vacunación continuó expandiéndose rápidamente, siguiendo un plan nacional que abarcaba diversos sectores de la población en etapas sucesivas, reflejando la urgencia y el esfuerzo nacional por mitigar los efectos del virus. Este esfuerzo coordinado, que incluyó la logística de distribución de las vacunas y la administración de las mismas, fue esencial para avanzar hacia la inmunidad comunitaria y finalmente controlar la propagación del virus en todo el territorio mexicano.

Con la progresiva vacunación de la población, México comenzó un retorno gradual a la normalidad, a medida que más personas recibían la vacuna, la tasa de mortalidad por el virus del SARS-CoV-2 empezó a disminuir, una tendencia que se reflejaba claramente en las cifras oficiales. Este cambio mejoró la salud pública y revitalizó los sectores económicos y sociales que habían sido severamente afectados por las restricciones impuestas durante la pandemia. La disminución en la mortalidad y la incidencia del virus resaltaron la importancia de las vacunas, demostrando que la inmunización masiva es fundamental para controlar una crisis de tal magnitud.

Finalmente, tras tres años de enfrentar la pandemia causada por el SARS-CoV-2, la Organización Mundial de la Salud (2023) declaró el fin de la emergencia de salud pública internacional el 5 de mayo de 2023. Esta decisión marcó un punto crucial en la lucha global contra el virus, señalando que, aunque el SARS-CoV-2 sigue siendo una amenaza, ahora es considerado como una enfermedad establecida que puede ser gestionada dentro de los sistemas de salud regulares de cada país sin constituir una emergencia internacional. Esto implicó un cambio significativo en la respuesta global, pasando de medidas extraordinarias a estrategias de manejo a largo plazo, adaptadas a la realidad de convivir con un virus que ahora es parte del panorama de salud mundial. Este cambio refleja los progresos alcanzados en la vacunación y en la comprensión del virus, permitiendo a los países ajustar sus políticas de salud para enfocarse en la resiliencia y la prevención, en lugar de la crisis inmediata.

El 9 de mayo de 2023, el presidente Andrés Manuel López Obrador anunció oficialmente el fin de la emergencia sanitaria por SARS-CoV-2 en México (DOF, 2023). Esta decisión se basó en dos factores clave, el primero, más del 90 por ciento de la población había completado los esquemas de vacunación y segundo, se había observado una disminución sostenida en el número de casos positivos, con menos de 500 contagios por día.

El levantamiento de la emergencia sanitaria marcó una nueva etapa en la gestión de la pandemia, en el que las medidas restrictivas fueron eliminadas y se reforzó la vigilancia epidemiológica para prevenir futuros brotes. A pesar de ello, las autoridades sanitarias hicieron un llamado a mantener la prevención, especialmente de grupos vulnerables, y a continuar con las campañas de vacunación de refuerzo para garantizar una protección duradera contra el virus, marcando el retorno a una nueva normalidad donde el virus ya no paraliza las interacciones diarias ni la dinámica económica del país.

Con el fin de la emergencia sanitaria, México logró mitigar los efectos más devastadores de la pandemia, adaptándose a una convivencia prolongada con el virus. Este logro refleja un esfuerzo colectivo y la efectividad de las acciones de salud implementadas a nivel nacional. Mientras el mundo avanza hacia una fase de gestión endémica del SARS-CoV-2, la experiencia de la pandemia deja lecciones valiosas sobre la importancia de la preparación, la respuesta rápida y la cooperación internacional en la

salud pública. Así, aunque el virus sigue presente, su impacto se ha minimizado, permitiendo que la sociedad avance con mayor seguridad y confianza hacia el futuro.

#### **1.4 El comportamiento de los casos positivos en México**

En México, la Dirección General de Epidemiología (DGE) de la Secretaría de Salud, desempeña un papel crucial en el monitoreo y análisis epidemiológico de las enfermedades, incluyendo el seguimiento de los casos positivos y las defunciones causadas por el virus del SARS-CoV-2. La DGE tiene disponible esta información para que las dependencias puedan ajustar las políticas de salud pública, buscando optimizar la respuesta del país ante el continuo desafío que representa una enfermedad epidemiológica. La transparencia y actualización constante de esta información son esenciales para mantener informada a la población y para que los expertos puedan desarrollar estrategias efectivas basadas en evidencia científica.

De acuerdo con la información recopilada y publicada en la base de datos abiertos, hasta el 30 de junio de 2023, se reportaron un total de 7 millones 637 mil 107 casos positivos en el país. Durante el mismo período, el número de defunciones atribuidas a la enfermedad fue de 334 mil 374, lo que resulta en una tasa de letalidad del 4.3 por ciento.

Este indicador no solo refleja la gravedad de la pandemia en México, sino que también la importancia de las estrategias de salud pública implementadas para mitigar el impacto del virus y reducir la mortalidad. La evolución de estos números ha sido influenciada por varios factores, incluidas las campañas de vacunación, las medidas de confinamiento y la capacidad del sistema de salud para manejar los casos críticos.

La tasa de letalidad oficial, indica la proporción de personas fallecidas en relación con el total de los casos diagnosticados, es una medida de gran referencia para evaluar la severidad de la pandemia, pero es primordial reconocer que esta cifra puede no reflejar la totalidad del impacto del virus. Existe un considerable número de subregistros a nivel mundial, incluido México, atribuible a varias limitaciones en la capacidad de diagnóstico. No todas las personas tienen acceso a pruebas de SARS-CoV-2, y muchos casos pueden pasar desapercibidos o no ser oficialmente diagnosticados debido a la falta de recursos o infraestructura.

Asimismo, no todos los casos sospechosos que presentan síntomas y requieren atención médica son contabilizados en las estadísticas oficiales, ya que no se cuenta con la capacidad de aplicar pruebas a toda la población, en muchos casos, las pruebas son realizadas después del tratamiento, considerándose en los registros como un caso negativo.

Simón et. al. (2020) afirma que, a pesar de contar con un gran número de casos positivos identificados por diversos métodos, los casos positivos a SARS-CoV-2 son mayores a los casos registrados, muchos de los casos y defunciones no son identificadas por falta de atención médica, otros más por el desconocimiento de los algoritmos de atención y, finalmente muchos casos que reciben atención médica realizan la prueba al final del tratamiento, cuando el resultado es negativo, dejando fuera de la base de datos a gran parte de la población con presentaciones atípicas, portadores asintomáticos y sin atención médica, lo que nos lleva a la dificultad de conocer la cantidad real de contagios y el número de defunciones.

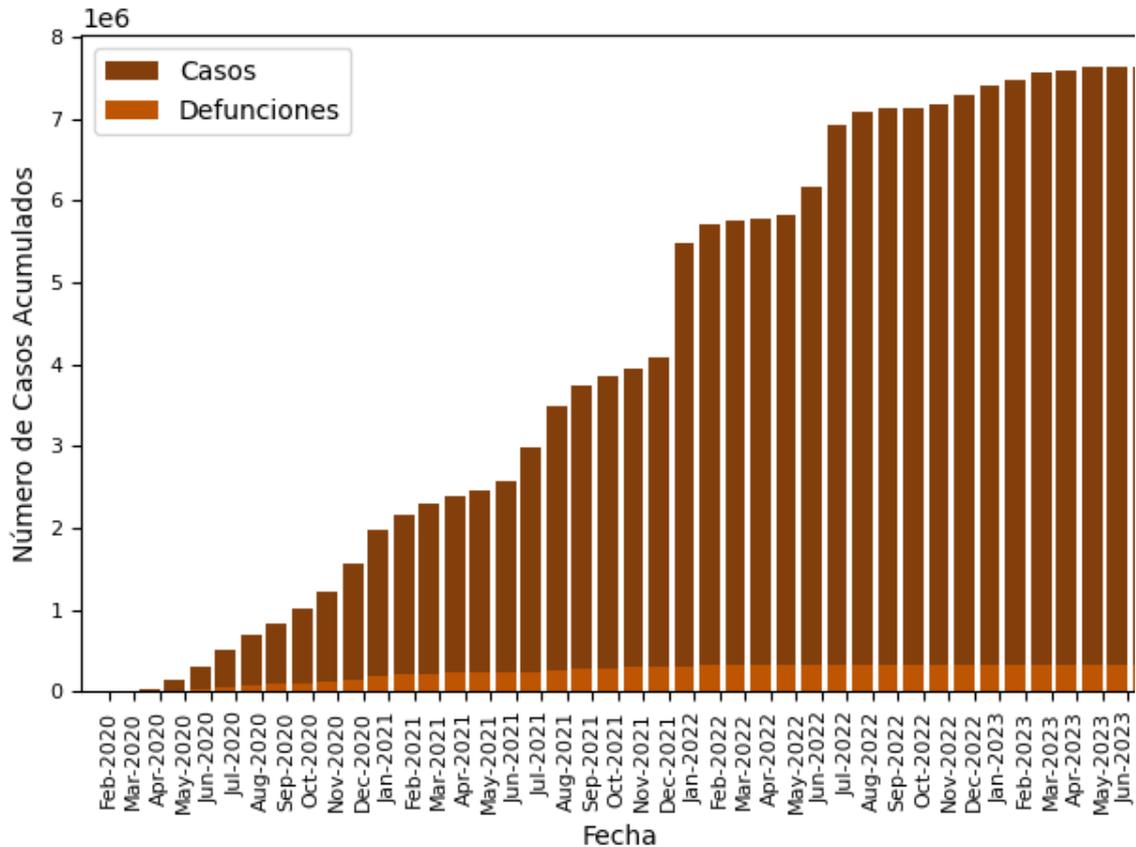
Este subregistro puede llevar a una subestimación de los casos y, por consiguiente, a una sobreestimación de la tasa de letalidad. Reconocer esta limitación es crucial para la interpretación correcta de los datos y para la implementación de acciones de salud más efectivas. Las autoridades de salud, así como los investigadores, continúan esforzándose por mejorar los sistemas de vigilancia y la capacidad de pruebas para obtener una imagen más precisa de la evolución de cualquier pandemia y asegurar que todas las incidencias y defunciones sean adecuadamente registradas y analizadas.

Teniendo en cuenta esta aclaración, el comportamiento de la curva epidemiológica en México refleja que, durante los primeros meses de la crisis sanitaria, el número de casos creció de manera exponencial, lo que evidenció la rápida propagación del virus en una población altamente susceptible. Para marzo de 2020, el promedio de casos reportados por día era de 100 casos positivos. Sin embargo, en abril, esta cifra se elevó rápidamente a mil casos diarios, y para mayo, el promedio alcanzó casi 3 mil casos por día.

El crecimiento acelerado de la curva se hizo más evidente a partir del mes de mayo de 2020, cuando el país experimentó un incremento sostenido en el número de contagios.

Esta tendencia respondió a la expansión natural del virus en una población susceptible como México, lo que generó una propagación rápida y generalizada.

**Figura IV** Curva epidemiológica de SARS-CoV-2 en México (febrero 2020 – junio 2023)



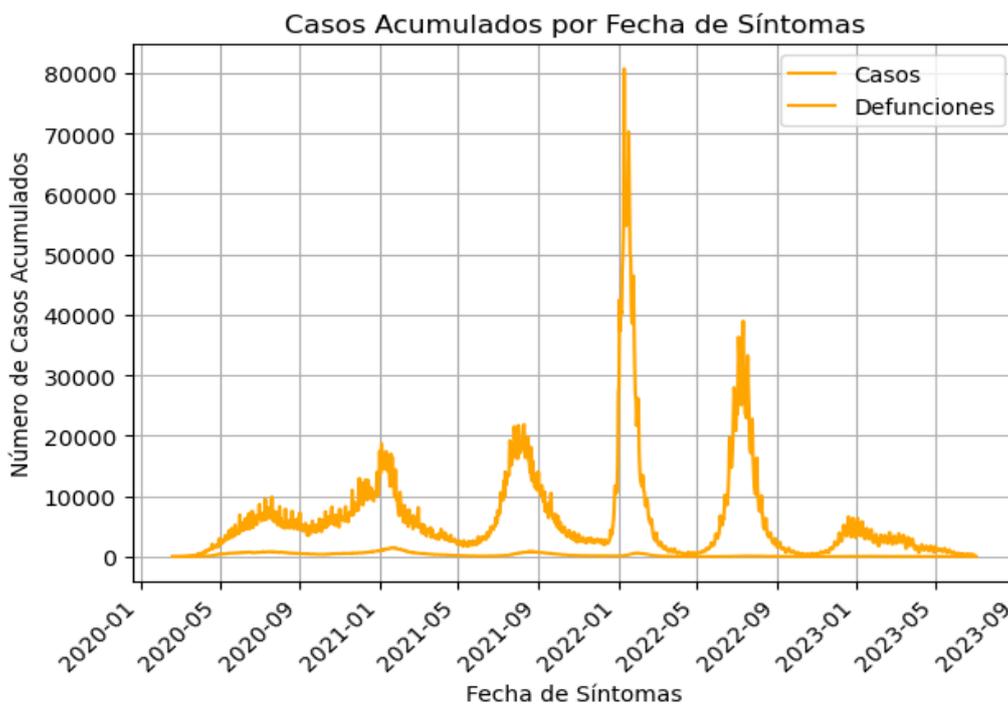
Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

A medida que el virus se diseminaba, la respuesta de las autoridades en materia de salud se adaptaba, tratando de mitigar la propagación mediante la introducción de medidas como el distanciamiento social, la limitación de grandes reuniones y la promoción intensiva de la higiene personal. Sin embargo, estos esfuerzos enfrentaron desafíos, incluida la heterogeneidad en la aplicación de las políticas a nivel estatal y local, lo que podría haber contribuido a la persistencia de la tendencia ascendente de la curva.

Al contemplar la curva epidemiológica de los casos acumulados de SARS-CoV-2, se observa un aumento rápido y sostenido en el número de casos durante los primeros meses, reflejando la fase inicial de rápida expansión. A partir de 2021, la curva de casos muestra plataformas o periodos donde el crecimiento parece estabilizarse, lo que podría indicar momentos en los que las medidas de contención tuvieron un impacto significativo

y la mayoría de los casos activos se mantenían en control. Sin embargo, para 2022 nuevamente se incrementan estos casos, pero con una tasa de mortalidad estable. Es probable que la relación de los casos positivos y las defunciones cambiara en los periodos posteriores al inicio de la vacunación, lo que sugiere un efecto positivo de la campaña de inmunización en la reducción de la severidad y mortalidad de la enfermedad.

**Figura V** Comportamiento de SARS-CoV-2 en México (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

Dentro del comportamiento de la curva epidemiológica a nivel mundial, se presentaron diversas mutaciones del virus SARS-CoV-2, lo que agravó los desafíos en la gestión de la pandemia. De acuerdo con Lui et. al (2024), la primera evolución genética del SARS-CoV-2 se hizo evidente con la aparición de la variante B.1 (surgió en Europa), que contenía una mutación en la proteína Spike (S). A partir de esta, emergieron múltiples variantes de preocupación como: entre ellas Alfa (Inglaterra), Beta (Sudáfrica), Gamma (Brasil), Delta (India) y Ómicron (África). Estas variantes están asociadas con un aumento de la transmisión o mortalidad del SARS- CoV- 2 y podrían escapar a la inmunidad generada por la vacunación.

La aparición de estas variantes representó un desafío constante para los sistemas de salud, en México la variante Ómicron, facilitó la rápida propagación del virus, pero se asoció con una menor severidad.

En la dinámica de la pandemia por SARS-CoV-2 en México, se identifican cinco picos significativos de contagio, correspondientes a cinco olas epidémicas. Cada una de estas fases presentó características distintas en cuanto a la intensidad de los contagios, el contexto epidemiológico y las respuestas de salud pública.

1. Primera ola de contagio: El primer pico de la pandemia se registró en julio de 2020, con un promedio máximo de 7 mil 215 casos semanales. Este aumento está relacionado con la fase inicial de la pandemia, cuando el virus aún se propagaba de manera descontrolada y la población comenzaba a adaptarse a las medidas de salud pública, como el confinamiento y el uso de cubrebocas.
2. Segunda ola de contagio: El segundo pico ocurrió en enero de 2021, con un promedio máximo de 15 mil 985 casos por semana, duplicando el número de contagios del primer pico. Este incremento coincidió con las festividades decembrinas, periodo en el que las reuniones familiares y sociales contribuyeron a un relajamiento de las medidas de prevención, favoreciendo la rápida transmisión del virus.
3. Tercera ola de contagio: Para agosto de 2021, la tercera ola alcanzó un nuevo récord con 18 mil 784 casos promedio por semana. Este repunte estuvo vinculado al relajamiento de las restricciones, la reanudación de actividades económicas y sociales, así como a la fatiga pandémica, fenómeno en el que la población mostró menor adherencia a las medidas de prevención.
4. Cuarta ola de contagio: Con la llegada de la variante ómicron, caracterizada por su alta transmisibilidad, pero menor letalidad, México experimentó su mayor pico de contagios. En enero de 2022, el país reportó un promedio de 61 mil 155 casos semanales, triplicando el récord de la tercera ola. A pesar del elevado número de contagios, la reducción en la severidad de los casos y la disminución de la mortalidad evidenciaron el impacto positivo de la vacunación masiva.

5. Quinta ola de contagio: El último pico significativo de contagios se presentó en julio de 2022, con un promedio de 30 mil 058 casos semanales. Aunque esta cifra seguía siendo elevada, representó una disminución respecto a la ola anterior, lo que puede indicar que la respuesta sanitaria mejoro significativamente. La ampliación de la cobertura de vacunación, la inmunidad adquirida en la población y una mejor preparación de respuesta del sistema de salud contribuyeron a la propagación del virus.

Cada una de estas olas de contagio reflejan la evolución del virus y su capacidad para mutar, además de la respuesta de la sociedad y el gobierno a la pandemia. Las variaciones en el número de casos durante cada oleada subrayan la importancia de las medidas de control y prevención. A lo largo de este período, la vacunación y la vigilancia epidemiológica fueron determinantes en la reducción de la gravedad de los casos y la mortalidad.

Esta idea se refleja claramente en el comportamiento de la letalidad en cada una de las olas de contagio, por ejemplo, en la primera ola, la tasa de letalidad fue notablemente alta, superando los dos dígitos, con un valor de 11.06 por ciento. Esta tasa corresponde a factores como la limitada disponibilidad de los tratamientos y la capacidad de los sistemas de salud para efectuar cuadros de atención oportunos.

Durante el periodo de la primera y segunda oleada las medidas de restricción fueron más agresivas para evitar la propagación del virus, el incremento de la ocupación hospitalaria y el aumento del número de defunciones, estas medidas consisten en la suspensión temporal de las actividades escolares y de los sectores públicos, sociales y privados que involucren la aglomeración y desplazamiento de los ciudadanos, la Jornada Nacional de la Sana Distancia, y la campaña “Quédate en casa, el reto es no contagiar y no contagiarse” (Padilla et al., 2020).

En la tercera y cuarta oleada con el avance de la vacunación y la disminución de la letalidad del virus, las medidas restrictivas comenzaron a tener flexibilidad a pesar de existir una mayor cantidad de casos registrados. Es de destacar que la vacunación alteró el perfil demográfico y la dinámica de contagios, hospitalización y defunción de la pandemia, disminuyendo la letalidad. En la quinta oleada, con la apertura total de las

actividades económicas y la aplicación de esquemas de vacunación completos en la población, los casos comenzaron a disminuir.

**Tabla III** Comportamiento de la letalidad en México por ola de contagio

Periodo	Inicio	Contagios promedio semanal	Defunciones promedio semanal	Letalidad
<b>1era Oleada</b>	jul-20	7,215	798	11.06
<b>2da Oleada</b>	ene-21	15,975	1,428	8.94
<b>3era Oleada</b>	ago-21	18,995	660	3.51
<b>4ta Oleada</b>	ene-22	62,207	555	0.91
<b>5ta Oleada</b>	jul-22	30,058	85	0.28

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

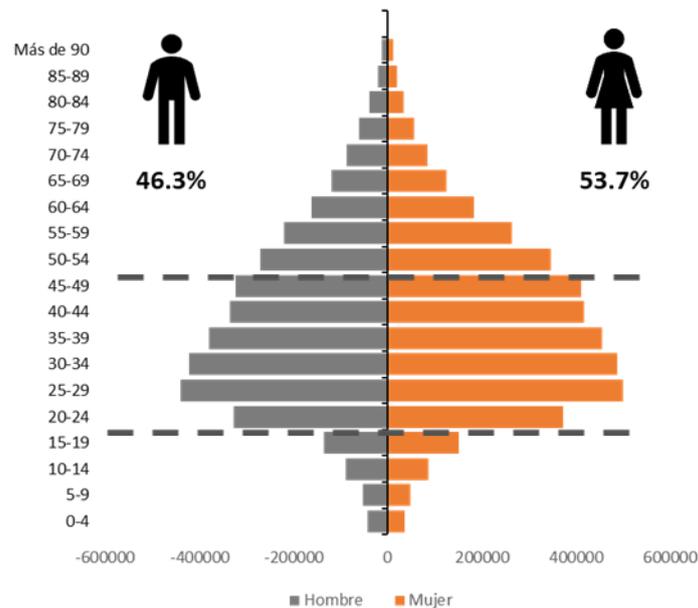
A medida que avanzaba la pandemia, la tasa de letalidad comenzó a reducirse paulatinamente en las oleadas subsecuentes, esto gracias a una mejor comprensión del virus, la mejora en los tratamientos y protocolos médicos, y especialmente, el efecto protector de las vacunas. Para la quinta ola, la letalidad había disminuido significativamente a solo el 0.28 por ciento, indicando que de cada 100 infectados, menos de uno fallecía debido al virus. Este cambio dramático también refleja la alta cobertura de vacunación y posiblemente la circulación de variantes menos letales como la ómicron.

En relación a la distribución por género de los casos positivos de SARS-CoV-2 en México, los datos revelan que el 53.7 por ciento de los casos corresponden a mujeres, mientras que el 46.3 por ciento a hombres. Esta diferencia se refleja claramente en la gráfica por edad y sexo de los casos positivos, donde se muestra que casi en todos los grupos etarios, las mujeres presentan una mayor incidencia del virus en comparación con los hombres, especialmente en los grupos de mediana edad, es decir, por cada 10 casos confirmados, aproximadamente cinco son mujeres y cuatro hombres.

Respecto a la distribución de casos positivos por grupos etarios, se observa una concentración predominante en el grupo de edad de 20 a 49 años, este grupo generalmente

representa la población económicamente activa. A pesar de que existió un cierre de actividades, las personas en este rango de edad fueron las de mayor exposición a actividades laborales, sociales y públicas, donde el distanciamiento era difícil de mantener.

**Figura VI** Distribución de casos positivos por edad y sexo (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

El siguiente grupo con mayor número de contagios fue el de adultos mayores de 50 años, si bien es un sector con un menor número de casos, es el grupo de mayor vulnerabilidad, lo que hace este segmento el más crítico, por ello, las políticas de vacunación y protección fueron especialmente dirigidas a reducir la mortalidad y las complicaciones severas de los adultos mayores.

Finalmente, con una proporción menor en el número de casos corresponde al grupo de edad de menores de 20 años, a pesar de que el riesgo de enfermedad grave es menor en este grupo, la posibilidad de transmisión a grupos de mayor riesgo sigue siendo una preocupación significativa, es así que se tomó en cuenta las medidas preventivas como el cierre de escuelas y la reducción de actividades grupales.

Por institución de atención El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) fue el principal actor en la respuesta a la pandemia, atendiendo al 48.2 por ciento de los casos, los Servicios de Salud Estatales (SSA) desempeñaron un papel crucial al abordar el 40.8

por ciento, mientras que el Sector Privado, aunque en menor medida, brindó atención al 5.0 por ciento de los pacientes.

Es importante destacar que, a pesar de las complicaciones que más de 7 millones de casos positivos generaron al sistema de salud, únicamente el 9.6 por ciento de los casos (730,968 personas) se hospitalizaron y el 90.4 por ciento de los casos positivos correspondieron a pacientes ambulatorios (6,906,139), es decir, enfermos que fueron atendidos en casa.

**Tabla IV** Atención de los casos positivos por SARS-CoV-2 por sector

Sector	Casos Atendidos	Porcentajes	Sector	Casos Atendidos	Porcentajes
IMSS	3,679,788	48.2	SEDENA	26,075	0.3
SSA	3,117,676	40.8	SEMAR	14,834	0.2
PRIVADA	384,166	5.0	MUNICIPAL	7,475	0.1
ISSSTE	226,476	3.0	UNIVERSITARIO	5,151	0.1
ESTATAL	87,478	1.1	CRUZ ROJA	1,461	0.02
PEMEX	42,867	0.6	DIF	1,339	0.02
IMSS-BIENESTAR	41,495	0.5	NO ESPECIFICADO	826	0.01

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

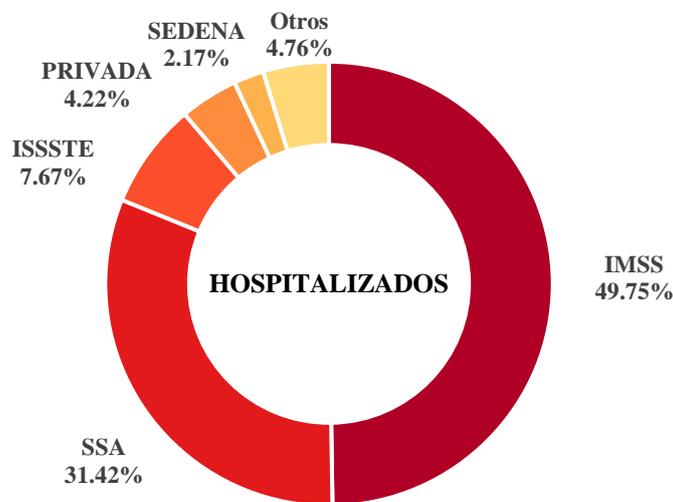
Esto se debe a diversas razones, como la ausencia de necesidad de atención médica, la elección propia de atenderse en casa, derivado del miedo y la psicosis colectiva sobre los mitos en hospitales, desinformación y desconocimiento de la enfermedad, la falta de los medios necesarios, el acceso a un hospital y/o los recursos suficientes por parte de los servicios de salud para brindar la atención. En resumen, únicamente 1 de cada 10 pacientes diagnosticados con SARS-CoV-2 fueron hospitalizados.

La capacidad de los servicios de salud se convirtió en una de las principales preocupaciones para el gobierno mexicano, especialmente por el rápido incremento del número de contagios, a pesar de que únicamente el 9.6 por ciento de los casos confirmados se hospitalizó, esto corresponde a una carga significativa para el sistema de salud del país, traducándose en más de 700 mil personas que necesitaron atención

médica, poniendo a prueba la resiliencia de los servicios de salud, que ya enfrentan desafíos como la escasez de recursos médicos y la saturación de instalaciones.

Las instituciones con mayor carga de hospitalizados fueron el IMSS con 49.7 por ciento, los SSA con 31.4 por ciento y el ISSSTE con 7.76 por ciento, estas 3 instituciones concentraron más del 80 por ciento de los casos hospitalizados. La pandemia puso de manifiesto la necesidad crítica de fortalecer los sistemas de salud pública en México, tanto en términos de capacidad como de eficiencia operativa. La experiencia ha demostrado la importancia de invertir en infraestructura de salud, en formación y protección del personal médico, y en la capacidad para manejar aumentos súbitos en la demanda de servicios de salud.

**Figura VII** Atención de hospitalizados por principales sectores (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

Respecto a las comorbilidades existentes en los pacientes infectados por SARS-CoV-2 se muestra un problema preocupante sobre la salud y las enfermedades asociadas con el virus, debido a que más de dos millones del total de casos positivos presentaban una comorbilidad, equivalente al 31.0 por ciento de los casos. Este hecho destaca la importancia de las condiciones preexistentes en la progresión y pronóstico de la enfermedad.

Entre las enfermedades más comunes, la hipertensión fue la más prevalente, afectando al 11.9 por ciento de los casos positivos, la obesidad, afectó al 9.6 por ciento y la diabetes estuvo presente en 8.7 por ciento de los casos. Estas tres condiciones revelan un panorama de peligro sobre la salud y las complicaciones de los pacientes, ya que incrementa el riesgo de complicaciones severas, incluyendo la muerte, debido a la alteración del sistema inmunitario que esta enfermedad conlleva.

Asimismo, la neumonía y el tabaquismo, presentes en el 6.9 por ciento y 5.4 por ciento de los casos, respectivamente. Los pacientes con neumonía preexistente tienen un riesgo más alto de desarrollar formas severas de SARS-CoV-2 debido a la ya comprometida salud pulmonar, mientras que el tabaquismo de acuerdo con Plasencia et. al (2020) afirma que el hábito de fumar es un factor de riesgo potencial en pacientes graves, puede deteriorar aún más la función pulmonar y exacerbar los síntomas respiratorios.

**Tabla V** Enfermedades en pacientes positivos a SARS-CoV-2

<b>Enfermedad</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Personas</b>	<b>Porcentajes</b>
<b>HIPERTENSION</b>	Positivo	909,073	11.9
<b>OBESIDAD</b>	Positivo	732,295	9.6
<b>DIABETES</b>	Positivo	667,448	8.7
<b>NEUMONIA</b>	Positivo	528,687	6.9
<b>TABAQUISMO</b>	Positivo	413,517	5.4
<b>ASMA</b>	Positivo	144,424	1.9
<b>CARDIOVASCULAR</b>	Positivo	76,433	1.0

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología.

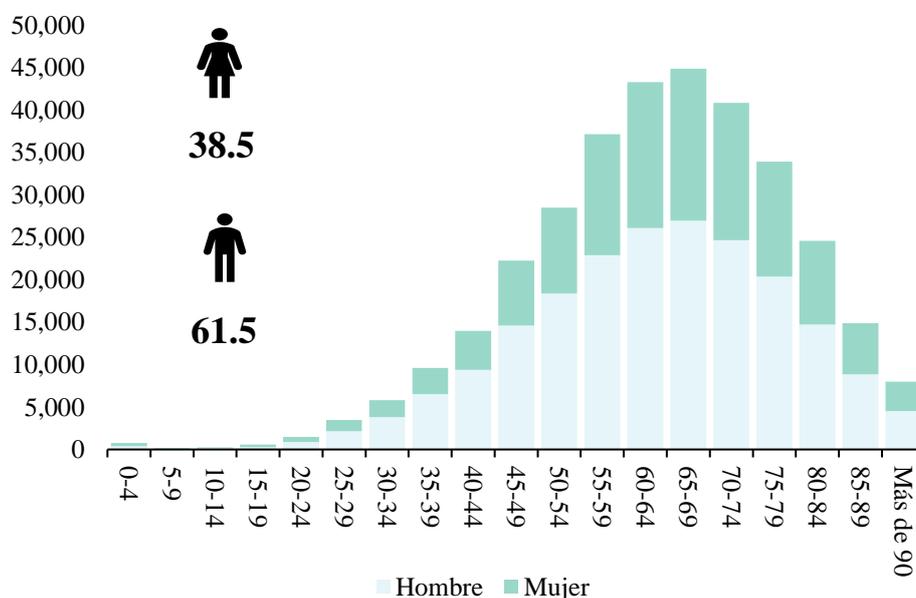
Esta información resalta la importancia de tener en consideración la presencia de condiciones médicas preexistentes al abordar la salud de los pacientes afectados por el SARS-CoV-2, es decir, reforzar la necesidad de estrategias de salud pública que no solo se enfoquen en la prevención y el tratamiento de la pandemia, sino también en el manejo y la mitigación de riesgos para las poblaciones con condiciones de salud subyacentes.

La identificación temprana de individuos con comorbilidades y la implementación de medidas preventivas específicas para estos grupos resultan fundamentales para reducir la carga del virus y mejorar los resultados de salud en la población general. Las personas con enfermedades preexistentes presentan un riesgo mayor de complicaciones graves y de mortalidad, por ello garantizar un acceso oportuno a la atención médica, reforzar las estrategias de prevención y priorizar la protección de sectores vulnerables no solo contribuye a minimizar el impacto de la enfermedad, sino que también optimiza la capacidad de respuesta del sistema de salud ante la pandemia.

### 1.5 El comportamiento de las defunciones en México

Uno de los aspectos más preocupantes en la crisis sanitaria causada por el SARS-CoV-2 ha sido la mortalidad asociada a esta enfermedad. En México durante el periodo de emergencia sanitaria se registraron 334 mil 374 defunciones por SARS-CoV-2, lo que representa una tasa de letalidad del 4.3 por ciento. Sin embargo, esta tasa varió significativamente a lo largo de las distintas olas de contagio, disminuyendo de un alarmante 11.6 por ciento durante la primera ola de contagio a 0.28 en la última. Este resultado es evidencia del trabajo realizado a nivel nacional e internacional por contener el virus del SARS-CoV-2, además del impacto positivo de las campañas de vacunación y las medidas de salud pública implementadas.

**Figura VIII** Comportamiento de las defunciones por edad y sexo (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

Dentro del análisis de las defunciones por SARS-CoV-2, es notable que, aunque se registraron más casos positivos en mujeres, la tasa de letalidad fue considerablemente más alta en hombres, la tasa de letalidad para el género masculino fue del 5.8 por ciento, en comparación con el 3.1 por ciento en mujeres. Esto significa que la letalidad del SARS-CoV-2 en hombres fue 1.8 veces mayor que en mujeres.

Con respecto a la distribución de las defunciones por edad, resulta evidente que la pandemia ha impactado de manera desproporcionada a ciertos grupos etarios. Observamos que el 80 por ciento de las defunciones se concentra en personas de entre 50 y 89 años, lo que resalta la vulnerabilidad de los adultos mayores frente al virus. El punto más alto de las defunciones se encuentra en los grupos de edad 60-64 años y de 65-69 años, este patrón coincide con la importancia de estrategias de salud dirigidas específicamente a proteger a este segmento de la población, especialmente en términos de prevención, atención médica, vacunación y acceso a tratamientos eficaces.

**Tabla VI** Letalidad por SARS-CoV-2 y grupos de edad

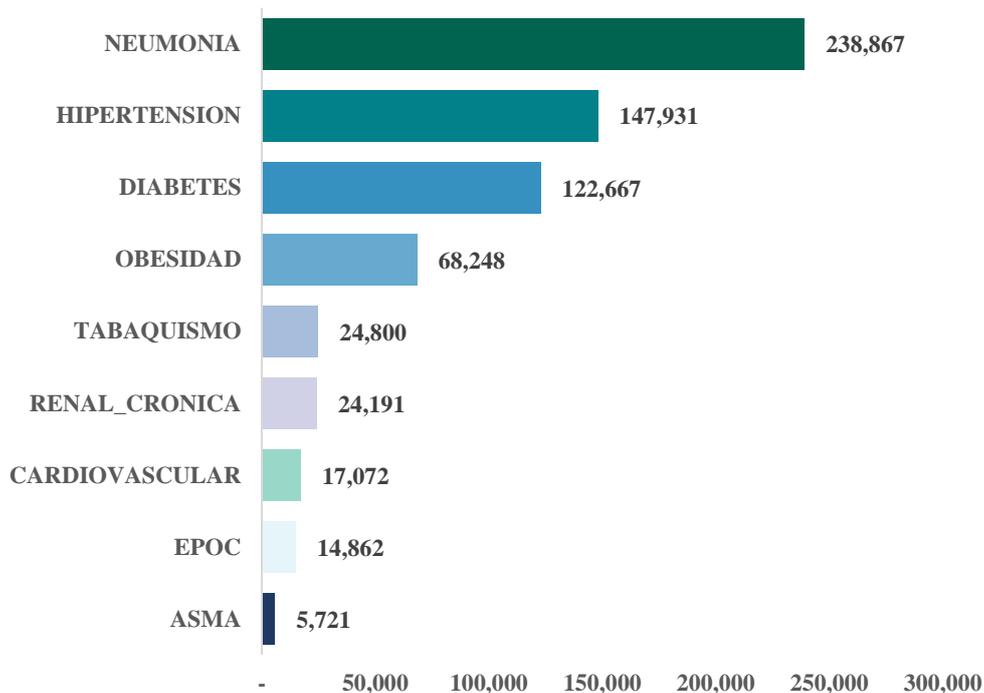
<b>Edad</b>	<b>Defunciones</b>	<b>Letalidad</b>	<b>Edad</b>	<b>Defunciones</b>	<b>Letalidad</b>
0-4	771	1.0	50-54	28,511	4.6
5-9	161	0.2	55-59	37,154	7.7
10-14	250	0.1	60-64	43,291	12.6
15-19	584	0.2	65-69	44,877	18.3
20-24	1,488	0.2	70-74	40,847	23.8
25-29	3,466	0.4	75-79	33,904	28.8
30-34	5,802	0.6	80-84	24,582	33.4
35-39	9,608	1.2	85-89	14,859	36.3
40-44	13,959	1.8	Más de 90	7,990	35.0
45-49	22,270	3.0			

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

Al analizar la tasa de letalidad por SARS-CoV-2 en los grupos de edad, se observan diferencias significativas que priorizan la vulnerabilidad del virus, por ejemplo, en los adultos mayores de 60 años la tasa de letalidad promedio superó los dos dígitos con 26.8 por ciento, siendo especialmente alta en el grupo de edad de 85 a 89 años, donde alcanzó el 36.3 por ciento. Respecto a la tasa de letalidad en la población adulta de entre 30 y 59 años fue considerablemente más baja, con un promedio de 3.15 por ciento, aunque la tasa es significativamente menor sigue siendo relevante, pues es el grupo de mayor número de contagios. Para los jóvenes de 15 a 29 años la tasa de letalidad fue aún más baja con un promedio de 0.27 por ciento y finalmente, la tasa de letalidad en niños de 0 a 14 años fue de 0.43 por ciento.

Este dato refleja la alta vulnerabilidad de los adultos mayores, quienes frecuentemente presentan múltiples condiciones de salud preexistentes que pueden complicar la infección, de acuerdo con los datos publicados por la Dirección General de Epidemiología, del total de defunciones por SARS-CoV-2, el 90 por ciento presentó una comorbilidad, complicando severamente la respuesta inmunológica del paciente.

**Figura IX** Comorbilidades persistentes en las defunciones por SARS-CoV-2 (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

En este sentido, la presencia de ciertas enfermedades crónicas ha demostrado ser un factor significativo en los casos fatales de SARS-CoV-2. La neumonía, presente en el 71.4 por ciento de los fallecidos, fue la comorbilidad más común, seguida de la hipertensión, que afectó al 44.2 por ciento, y la diabetes, con un 36.7 por ciento. Estas estadísticas no solo destacan la gravedad del virus cuando coincide con condiciones de salud preexistentes, sino también la necesidad de estrategias de gestión y tratamiento médico dirigidas específicamente a pacientes con estas enfermedades, con el fin de mitigar el riesgo de desenlaces fatales.

Algunos de los pacientes de SARS-CoV-2 desarrollan una forma grave de insuficiencia respiratoria, que se caracteriza por la disminución significativa en los niveles de oxígeno en la sangre, lo que complicaba aún más su recuperación, la neumonía ocasionada puede evolucionar con rapidez y necesitar una ventilación mecánica invasiva. La intubación y ventilación mecánica de los pacientes se realiza cuando existe insuficiencia respiratoria, en casos graves, los músculos se fatigan debido al esfuerzo sostenido para respirar, por ello, la intubación ayuda al paciente al asumir parte o todo el trabajo respiratorio a través de un ventilador mecánico (Bolívar, et. al, 2021). En el periodo de la crisis sanitaria en México, se registró un total de 85 mil 682 pacientes que necesitaron intubación.

De estos, aproximadamente el 84 por ciento fallecieron, lo que indica que 8 de cada 10 pacientes intubados perdieron la vida. Este alto índice de mortalidad entre los pacientes intubados subraya la severidad de las complicaciones respiratorias asociadas con SARS-CoV-2 y la importancia crítica de las intervenciones tempranas y efectivas para prevenir la progresión a estados graves de la enfermedad. Notablemente, el 26 por ciento del total de las defunciones requirieron este procedimiento.

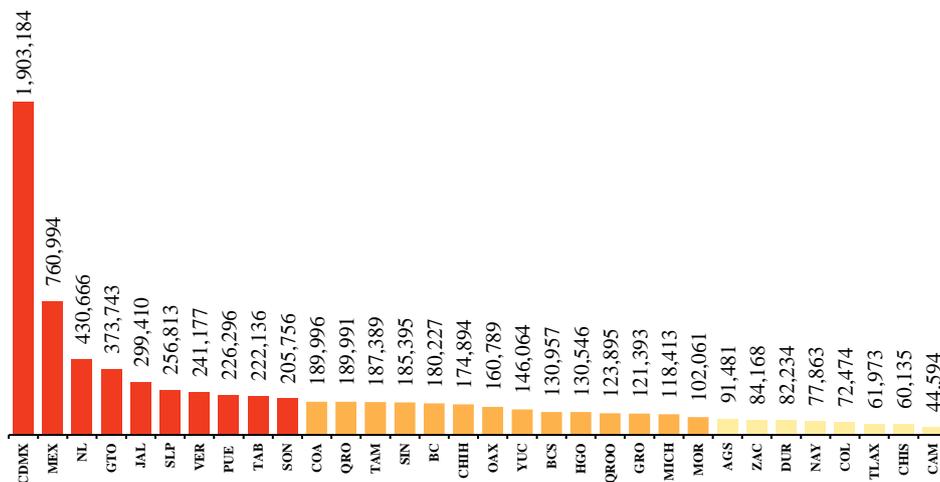
## **1.6 El SARS-CoV-2 en las Entidades Federativas**

La pandemia por el SARS-CoV-2 ha impactado de manera desigual a las diversas regiones de México, con algunas entidades federativas se experimentaron un mayor número de casos positivos y defunciones que otras, esto en gran medida por el tamaño de su población y por la capacidad de respuesta de las autoridades estatales, además las condiciones internas de los sistemas de salud locales han jugado un papel crucial en la gestión de la crisis sanitaria. Estos factores combinados han determinado la severidad del

impacto de la pandemia en cada región, influenciando tanto la propagación del virus como la efectividad de las intervenciones implementadas.

Por ello, al interior de las 32 entidades federativas que conforman el territorio mexicano, se revela una notable concentración de los casos confirmados de SARS-CoV-2 en algunas entidades. La Ciudad de México encabeza la lista con un total de un millón 903 mil 184 casos, le siguieron el Estado de México con 760 mil 944 casos, Nuevo León con 430 mil 666 casos y Guanajuato con 373 mil 743 casos, mientras que Jalisco y San Luis Potosí con 299 mil 410 y 256 mil 813 casos positivos respectivamente. Estas seis entidades acumulan más del 50.0 por ciento del total de casos en el país, esto destaca la variabilidad en la incidencia del virus y las diferencias en la capacidad de respuesta a la pandemia a nivel local.

**Figura X** Casos Confirmados de SARS-CoV-2 en México por Entidad Federativa (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

Además de los estados previamente mencionados, Veracruz, Puebla, Tabasco y Sonora también se destacan entre las 10 entidades con mayor número de casos confirmados de SARS-CoV-2 en México. Cada una de ellas ha reportado cifras significativas que superan los 200 mil casos: Veracruz con 241 mil 177 casos; Puebla con 226 mil 296 casos; Tabasco con 222 mil 136 casos; y Sonora con 205 mil 756 casos. Esta distribución señala no solo la amplitud de la pandemia a nivel nacional, sino también las complicaciones al interior de las dinámicas regionales que pueden influir en la

propagación del virus y la efectividad de las medidas de salud pública implementadas en diferentes partes del país.

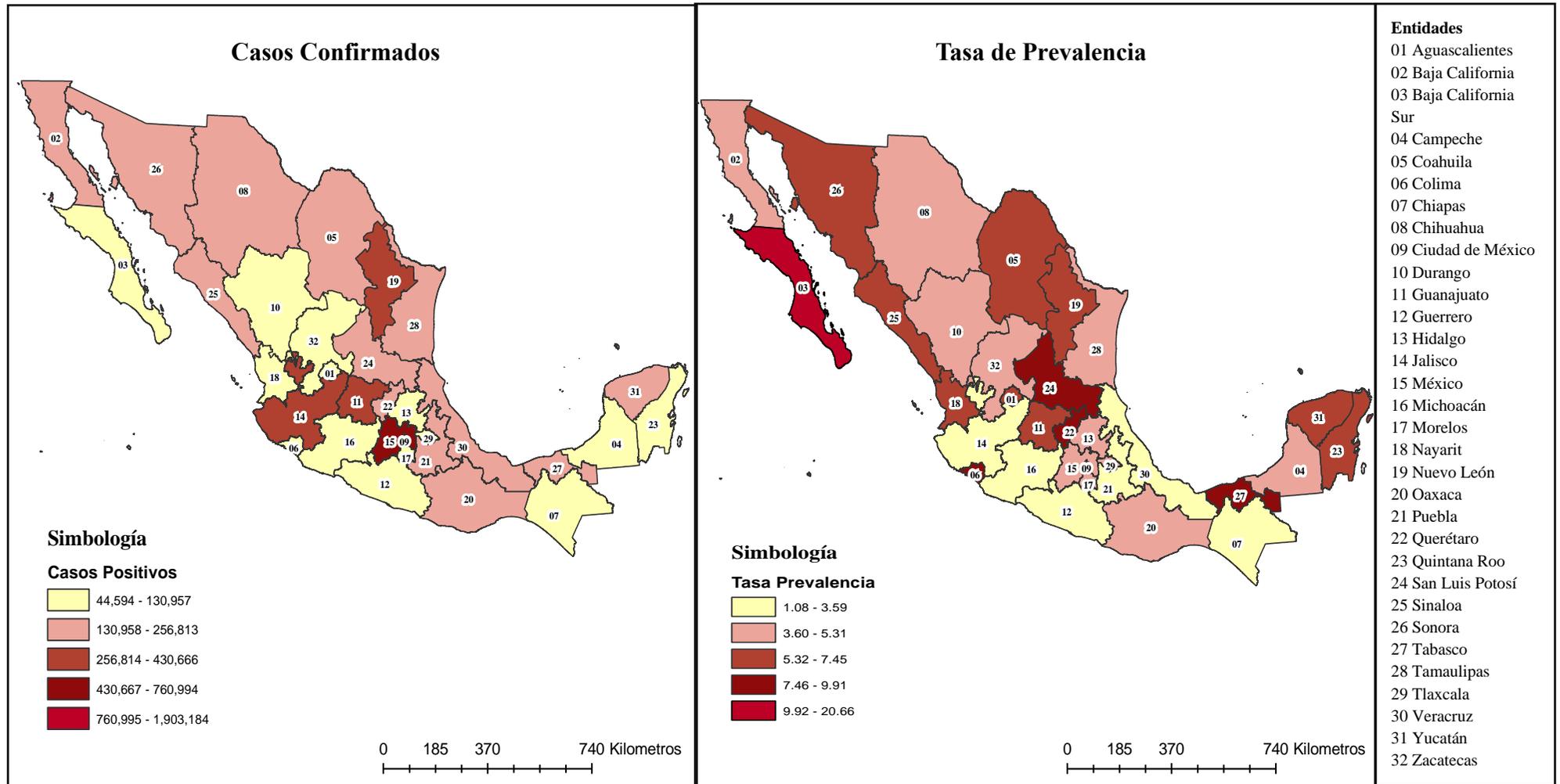
En contraparte, los estados que presentan cifras más moderadas de casos positivos de SARS-CoV-2, es decir por debajo de los 100 mil casos, incluyen a Aguascalientes con 91 mil 481 casos, Zacatecas con 84 mil 168 casos, Durango con 82 mil 243 casos, Nayarit con 77 mil 863 casos, Colima con 72 mil 474 casos, Tlaxcala con 61 mil 973 casos, Chiapas con 60 mil 135 casos y finalmente Campeche que registró el menor número de casos en el país, con un total de 44 mil 594 casos confirmados. Aunque estas cifras son relativamente bajas en comparación con otras entidades, son fundamentales para entender el comportamiento variado de la enfermedad en diferentes regiones del país.

El recuento de casos confirmados, aunque útil, ofrece una visión incompleta de la situación epidemiológica al no considerar variables críticas como el tamaño de la población, la disponibilidad de servicios de salud y la implementación de medidas de salud pública, factores que influyeron significativamente en la propagación del virus. En este contexto, analizar la tasa de prevalencia de SARS-CoV-2 por entidad federativa se convierte en un indicador crucial.

La tasa de prevalencia es un indicador estadístico epidemiológico que se utiliza para describir la proporción de individuos en una población que han sido diagnosticados con una enfermedad o condición, permitiendo una evaluación más precisa y comparativa de la carga de la enfermedad por estado.

Las entidades que registran una tasa de prevalencia superior a los dos dígitos, son la Ciudad de México con una prevalencia del 20.6 por ciento, lo que indica una alta densidad de casos en relación con su población total, seguida por Baja California Sur con un 16.4 por ciento. Colima, Tabasco y San Luis Potosí registraron una tasa del 9.9, 9.4 y 9.0 por ciento respectivamente. Estas cifras resaltan cómo la proporción de la población afectada causaron presiones dentro de cada entidad federativa, perturbando la percepción general de la severidad y el manejo de la crisis sanitaria.

**Figura XI** El SARS-CoV-2 en México por Entidad Federativa (febrero 2020-junio 2023)

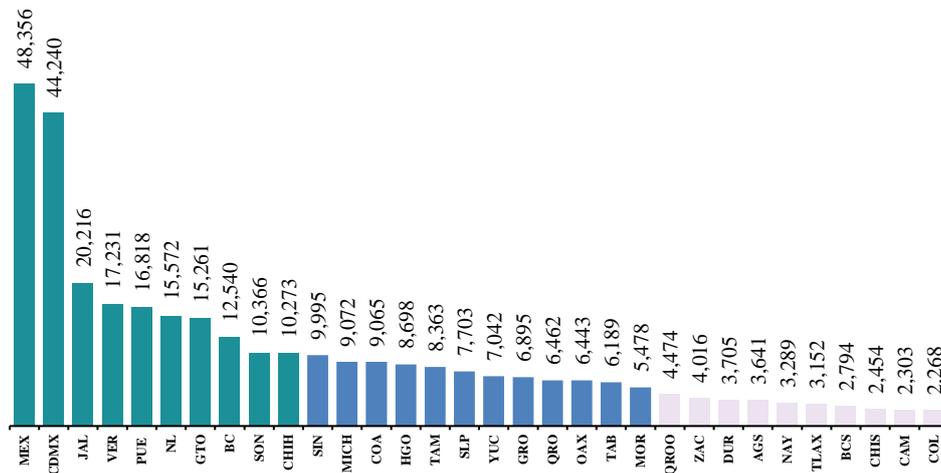


Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

La Ciudad de México destaca por su comportamiento singular, el cual es particularmente muy preocupante, no solo registró el mayor número absoluto de casos, sino que también soportó una carga significativa de la enfermedad debido a su alta prevalencia, con aproximadamente 200 casos por cada 1,000 habitantes. Por otro lado, la dinámica de Colima, con un menor número de casos confirmados revela un contraste notable, pues a pesar de ser la cuarta entidad con menor número de casos y con una población alrededor de los 700 mil habitantes, revela una carga preocupante, con una tasa de prevalencia al SARS-CoV-2 del 9.9 por ciento.

Esto coloca a Colima como la tercera entidad con mayor carga de enfermedad en términos de prevalencia, destacando la importancia de considerar las tasas de prevalencia para evaluar el impacto real de la pandemia. Este enfoque no solo ofrece una perspectiva más completa y ajustada a la realidad de cada región, sino que también enfatiza la necesidad de analizar múltiples factores.

**Figura XII** Defunciones de SARS-CoV-2 en México por Entidad Federativa (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

Con respecto al número de muertes causadas por SARS-CoV-2, el Estado de México lidera la mayor cantidad de defunciones con un total de 48 mil 356 defunciones, le sigue la Ciudad de México con 44 mil 240 muertes. Entidades como Jalisco, Veracruz y Puebla también reportan cifras altas con 20 mil 075, 17 mil 231 y 16 mil 818 defunciones respectivamente.

Nuevo León ocupa el sexto lugar con 15 mil 572 defunciones, seguido por Guanajuato con 15 mil 261, Baja California con 12 mil 540, mientras que Sonora y

Chihuahua con 10 mil 366 y 10 mil 273 muertes cada uno. Estas diez entidades superan las 10 mil defunciones y concentran el 63.0 por ciento de todas las muertes causadas por SARS-CoV-2 en el país.

En contraste, los estados como Chiapas, Campeche y Colima reportan cifras considerablemente menores, registrando 2 mil 454, 2 mil 303 y 2 mil 268 muertes respectivamente. Aunque estas cifras son menores, reflejan la desigualdad en el impacto de la pandemia entre las entidades federativas.

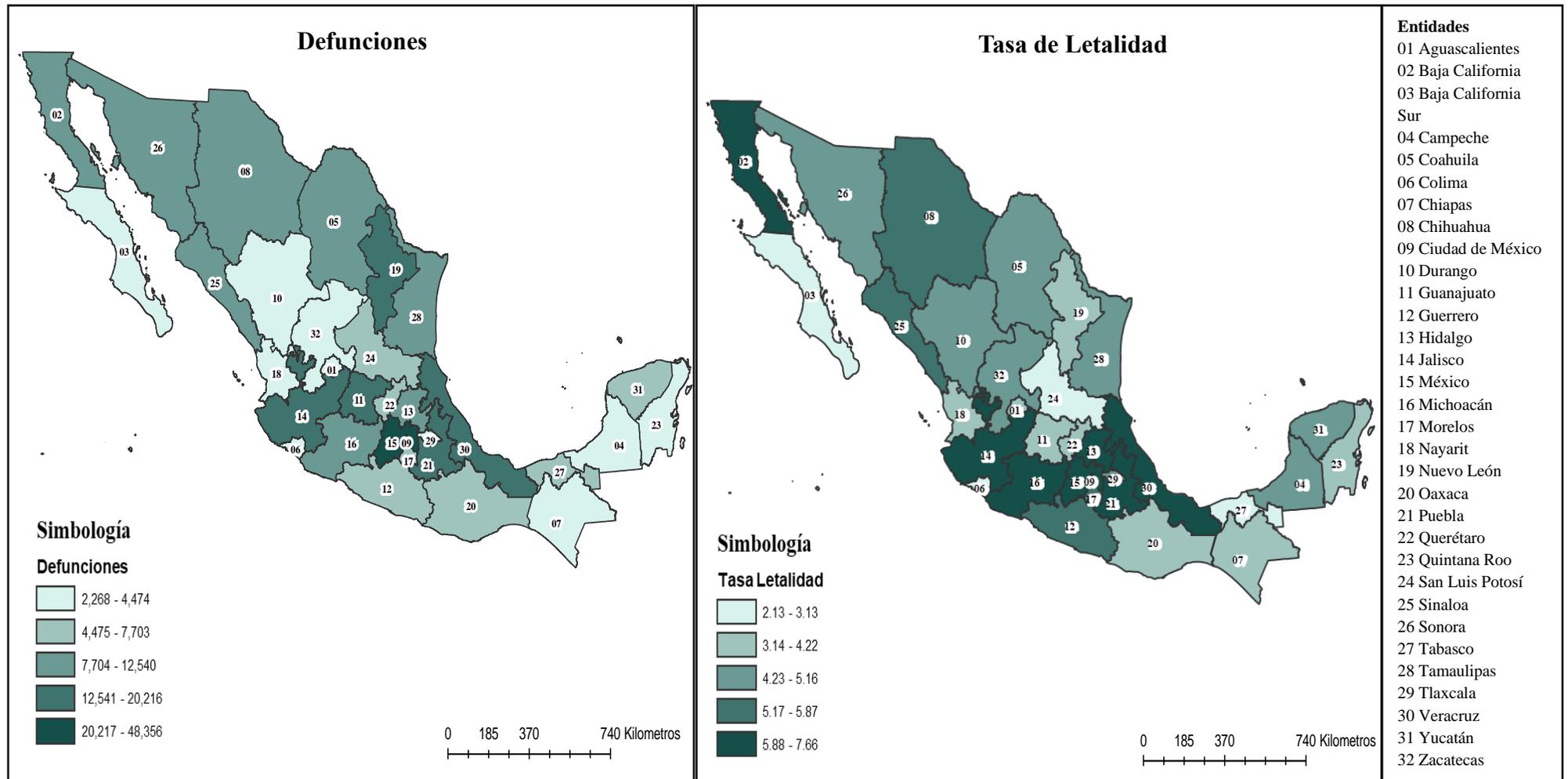
Estas diferencias pueden estar influenciadas por varios factores, incluyendo la respuesta local de las autoridades, los sistemas de salud y los casos confirmados. La variabilidad en estas cifras impulsa la necesidad de adaptar las estrategias de salud pública a las condiciones específicas de cada región, con el objetivo de mitigar el impacto del virus de manera más efectiva.

El análisis de la tasa de letalidad por entidad federativa revela disparidades significativas, arrojando información sobre la complejidad de la situación a lo largo del país, por ejemplo, Michoacán se destaca como la entidad con la mayor letalidad por SARS-CoV-2 en México, registrando una tasa de 7.6 por ciento, lo que equivale a 76 defunciones por cada mil casos. Este indicador hace hincapié en la gravedad de la situación de Michoacán, donde la proporción de las defunciones respecto al número de casos es notablemente alta.

A nivel nacional, la tasa de letalidad fue del 4.3 por ciento, sin embargo, aproximadamente el 60.0 por ciento de las entidades reportaron tasas de letalidad por encima de la media nacional. En entidades como Michoacán, Puebla y Veracruz, las tasas de letalidad superaron el siete por ciento, ubicándose entre los estados con mayores índices de mortalidad en relación con el número de contagios, evidenciando las complicaciones que enfrentaron durante la pandemia.

En contraparte, Baja California, Jalisco, Hidalgo y Estado de México registraron tasas de letalidad ente el 6.0 y 6.9 por ciento, reflejando una gravedad significativamente menor comparada con las entidades mencionadas anteriormente. Por otro lado, Chihuahua, Guerrero, Sinaloa, Morelos, Campeche, Tlaxcala, y Sonora, presentaron tasas entre 5.0 y 5.9 puntos porcentuales, indicando una situación alta en cuanto a letalidad.

**Figura XIII** La Mortalidad por SARS-CoV-2 en México por Entidad Federativa (febrero 2020 – junio 2023)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección General de Epidemiología

Entidades como Yucatán, Zacatecas, Coahuila, Durango, Tamaulipas, Nayarit, Guanajuato, Chiapas y Oaxaca registraron una tasa de letalidad que osciló entre el 4.0 y el 4.9 por ciento. Por su parte, Aguascalientes, Nuevo León, Quintana Roo, Querétaro y Colima presentaron tasas ligeramente menores, en un rango del 3.0 al 3.9 por ciento. Finalmente, San Luis Potosí, Tabasco, Ciudad de México y Baja California Sur reportaron las tasas de letalidad más bajas del país, con valores que variaron entre el 2.0 y 2.9 por ciento.

El análisis de la tasa de letalidad por entidad no solo revela las variaciones en la gravedad de la pandemia, sino que también ofrece información sobre las capacidades de los sistemas de salud locales y su eficacia en la respuesta al desafío sanitario.

### **1.7 La actividad económica durante el periodo del SARS-CoV-2**

Los estragos causados por el SARS-CoV-2 en la actividad económica mundial son profundos y complejos, dificultando un análisis global detallado debido a la diversidad de respuestas económicas, cada economía ha reaccionado con estrategias, acciones y políticas que reflejan sus propias condiciones y contextos.

Aunque la pandemia, originada en Wuhan y caracterizada por su alta infecciosidad y letalidad, ha unificado globalmente a las naciones bajo la misma amenaza sanitaria, sus impactos económicos varían significativamente, con ello la crisis no solo es un desafío de salud pública sino también una crisis económica mundial, marcada por un hundimiento generalizado de la actividad económica. Cada región ha enfrentado este desafío de manera única, adaptando sus políticas económicas para mitigar los efectos devastadores y buscar caminos hacia la recuperación.

En los primeros meses de 2020, las recomendaciones por parte de los epidemiológicos y expertos para contener la propagación del virus se centraron en la restricción de la movilidad, lo que llevó al aislamiento en los hogares y la suspensión de actividades no esenciales. Estas medidas, aunque necesarias desde el punto de vista sanitario, ocasionaron una drástica contracción en la economía mundial.

El cierre de negocios y la limitación de movimientos provocaron fuertes distorsiones tanto en la oferta como en la demanda de productos, desestabilizando los equilibrios de los distintos mercados y exacerbando la incertidumbre económica. El

impacto fue inmediato y severo, afectando a innumerables sectores y obligando a los gobiernos y organizaciones a buscar estrategias para mitigar estas perturbaciones económicas.

Según el informe de Perspectivas Económicas Mundiales publicado por el Banco Mundial (BM) en junio de 2020, se estimó que la economía mundial experimentaría una caída de 5.2 por ciento durante el año, mientras que las economías avanzadas se reducirían en un 7.0 por ciento, en las economías emergentes y en desarrollo la contracción sería relativamente menor de solo 2.5 por ciento. Además, el informe preveía un aumento de la pobreza extrema a nivel mundial de 3.6 por ciento, un incremento atribuido a la disminución de los ingresos y las presiones exacerbadas en el sector salud debido al SARS-CoV-2 (BM, 2020).

Estas estimaciones reflejan las profundas repercusiones económicas y sociales de la pandemia, subrayando la urgencia de implementar políticas efectivas para mitigar los impactos negativos en la salud y apoyar la recuperación económica. Las estimaciones del Banco Mundial se deben a que los estragos de la pandemia en la economía tocaron fondo durante el primer semestre de 2020, perdiendo intensidad a mediados del año.

Sin embargo, los riesgos no controlados y la incertidumbre que contrajo el SARS-CoV-2, llevaron a la economía mundial a un panorama un poco más hostil, pues la aparición de nuevas cepas del virus, los problemas persistentes en las cadenas de suministros, las desigualdades en el acceso a las vacunas y las mutaciones frecuentes del virus exacerbaron la situación. Además, el desgaste acumulado en los sistemas de salud, el aumento de la deuda pública y la limitación de los recursos financieros contribuyeron a la prolongación inminente de la pandemia.

Estos factores combinados resultaron en una pérdida creciente del poder adquisitivo a nivel mundial, reflejando la extensa huella económica y social dejada por la crisis sanitaria. A finales del 2020 las cifras oficiales del Banco Mundial reportaron una caída generalizada de la economía mundial de -3.3 por ciento, es decir, 1.9 puntos porcentuales por debajo de lo previsto en junio de 2020, en las economías avanzadas la contracción fue de -4.6 por ciento y para las economías emergentes y en desarrollo de -1.6 por ciento, 2.4 y 0.9 puntos menor a lo estimado, situación favorable para el mundo (BM, 2022).

Las perturbaciones causadas por las medidas de control y los recurrentes brotes de SARS-CoV-2 durante el primer año de la pandemia presentaron desafíos para los encargados de formular políticas públicas, pues fueron necesarias medidas sanitarias y económicas con la finalidad de salvaguardar la calidad de vida de la población. Principalmente fortaleciendo los sistemas públicos de salud, la cooperación internacional, reduciendo la informalidad y las carencias de seguridad social.

Asimismo, la desigualdad desempeñó un papel importante en la recuperación económica, un claro ejemplo de esta recuperación se observa en países de Asia Oriental y el Pacífico, donde, a pesar de que la economía creció un 1.2 por ciento en 2020 debido a la intensificación de la inversión pública para controlar la crisis sanitaria, este incremento representó la tasa de crecimiento más baja en la última década para dicha región (BM, 2022).

Las estrategias implementadas para fomentar la recuperación se centraron en el fortalecimiento del sector privado, estimulando la inversión, fomentando la innovación y expandiendo el mercado digital. Estas medidas, aunque efectivas en ciertos aspectos, reflejan cómo la respuesta a la pandemia puede variar significativamente según las capacidades económicas y estructurales de cada país o región, destacando la importancia de adaptar las políticas económicas a las realidades locales y sectoriales para lograr una recuperación más equitativa y sostenible.

A pesar de que la emergencia sanitaria tuvo su epicentro inicial en Asia, la rápida reacción, colaboración y resiliencia de los países involucrados permitieron implementar medidas económicas significativas. Entre estas, destacan la reducción de las tasas de interés y la flexibilización en los términos de pago de hipotecas y otros préstamos. Estas acciones tuvieron como principal objetivo mitigar el impacto de las medidas de cuarentena sobre los ingresos de las familias, procurando a su vez proteger la estabilidad de las instituciones financieras. Al permitir el aplazamiento de pagos, se buscó proporcionar una mayor solvencia tanto a hogares como a empresas, facilitando de esta manera un marco más resistente para enfrentar los desafíos económicos impuestos por la pandemia.

La protección del empleo y los negocios durante la pandemia de SARS-CoV-2 se efectuó a través de la implementación de significativos paquetes de estímulo económico

y financiero por parte de los gobiernos, llegando hasta un 40 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) en países como Japón. Estas políticas gubernamentales no solo se dirigieron a salvaguardar la economía y prevenir despidos masivos, sino también a preparar el terreno para enfrentar una posible segunda ola de contagios. Además, se implementaron medidas como la reducción en los pagos de contribuciones a la seguridad social y la provisión de un sistema de salud gratuito o a bajo costo para las poblaciones de bajos recursos, garantizando así el acceso a servicios esenciales durante un periodo crítico.

Durante la pandemia, varios países asiáticos lograron transformar desafíos en oportunidades mediante la reconversión industrial. Estas naciones se convirtieron en los principales productores de mascarillas y equipo médico esencial, además de liderar esfuerzos significativos en la investigación y desarrollo de vacunas contra el SARS-CoV-2. Este impulso en la industria no solo fue propiciado por estímulos fiscales diseñados para apoyar la producción local, sino que también contribuyó a reducir la dependencia de importaciones. Al fomentar la autosuficiencia en sectores críticos, estos países no solo fortalecieron sus capacidades de respuesta a la pandemia, sino que también posicionaron sus economías en una mejor situación para enfrentar futuras crisis sanitarias.

En Europa y Asia Central la economía sufrió un retroceso de -2.0 por ciento, Las medidas implementadas en estas regiones reflejan desigualdades significativas en las estrategias de respuesta, que variaron desde severas restricciones a la movilidad hasta inversiones insuficientes en los sistemas de salud.

Economías como Suecia y Alemania enfrentaron la crisis sanitaria con un número de contagios controlados, gracias a un sistema de salud robusto y políticas de respuesta flexibles, estos países mantuvieron un nivel de contagio controlado, lo que resultó en una menor contracción económica. No obstante, la dependencia de estas economías con el mercado global exacerbó los impactos negativos, ya que la disminución de la actividad económica internacional mermó su estabilidad económica.

En 2021, uno de los desafíos más significativos en el panorama económico global fue el acceso a las vacunas contra el SARS-CoV-2, considerado esencial para restaurar la movilidad y, por ende, la actividad económica. Aunque se anticipaba superar los 12,400 millones de dosis distribuidas en el año, este número aún resultaba insuficiente

(OMS,2021), además La necesidad de administrar dosis de refuerzo en respuesta a la disminución de la inmunidad ha exacerbado la demanda de vacunas.

Además, la recuperación se ha visto marcada por desigualdades significativas en términos de acceso sanitario, especialmente en regiones donde la distribución de vacunas ha sido desigual o donde existe resistencia significativa a la vacunación por parte de la población, esta situación ha marcado la conexión intrínseca entre la salud global y la estabilidad económica, destacando la importancia de una estrategia coordinada y equitativa para la distribución de vacunas.

En este mismo año el BM registró una recuperación en la economía mundial, con un crecimiento del 6.2 por ciento, las economías avanzadas incrementaron un 5.5 por ciento, mientras que las economías emergentes y en desarrollo reportaron un mayor aumento del 7.0 por ciento (BM, 2024). A pesar de que estas tasas de crecimiento superaron las proyecciones iniciales, aún se encuentran por debajo de los niveles previos a la pandemia, revelando las prolongadas afectaciones que han sufrido los países más dependientes del comercio internacional, el turismo y las exportaciones de productos básicos, ilustrando que, aunque hay signos de recuperación, muchos sectores y regiones todavía enfrentan desafíos significativos para regresar a su estado económico previo a la crisis sanitaria.

La desigualdad entre regiones ha hecho que estas perturbaciones sean especialmente severas en algunas áreas. Además, las repercusiones de la pandemia en el acceso a servicios básicos como la salud, medios de comunicación, educación e infraestructura aún no se han podido medir completamente, lo que sugiere que los efectos a largo plazo podrían alterar significativamente el panorama de desarrollo global.

Durante el segundo año de la crisis las políticas y acciones gubernamentales se encaminaron a la promoción del crecimiento sostenido y en fortalecer el mercado interno como estrategias clave para minimizar los efectos prolongados de la pandemia. Este enfoque incluyó medidas para estimular la demanda doméstica y apoyar a las pequeñas y medianas empresas. Además, se implementaron programas para incentivar la inversión en sectores que podrían liderar la recuperación económica, como la tecnología, la energía sostenible y la infraestructura sanitaria. Estas políticas no solo buscaron mitigar los impactos inmediatos de la crisis, sino que también sentar las bases para una resiliencia

económica a largo plazo, asegurando que los sistemas económicos puedan resistir y adaptarse a futuros shocks globales.

En 2022, la recuperación económica enfrentó desafíos significativos, exacerbados por factores como el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, el aumento de la deuda pública necesaria para gestionar la crisis sanitaria y las altas tasas de inflación que afectaron a muchas partes del mundo. Estos elementos contribuyeron a un entorno económico global tenso y volátil. A pesar de estos retos, la economía mundial logró mantener una trayectoria de crecimiento, experimentando un aumento del 3.0 por ciento, las economías avanzadas registraron un crecimiento del 2.5 por ciento, mientras que las economías emergentes y en desarrollo mostraron un desempeño ligeramente mejor, con un incremento del 3.7 por ciento (BM,20204). Este crecimiento, aunque modesto, refleja la resiliencia y adaptabilidad de los mercados globales frente a continuos desafíos geopolíticos y económicos.

**Tabla VII** Tasa de crecimiento Mundial  
(2020 a 2023)

Tasa de crecimiento del PIB real (%)	2020	2021	2022	2023e
<b>Economía Mundial</b>	-3.3	6.2	3.0	2.6
<b>Economías Avanzadas</b>	-4.6	5.5	2.5	1.5
<b>Economías Emergentes y en Desarrollo</b>	-1.6	7.0	3.7	4.0

e: valor estimado.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

A medida que nos adentramos en 2023, se anticipa una nueva desaceleración del crecimiento económico mundial, a pesar de los avances significativos logrados desde el inicio de la crisis sanitaria hace tres años. La economía global continúa enfrentando retos sustanciales que incluyen conflictos geopolíticos en Medio Oriente, persistentemente altas tasas de inflación, el impacto creciente del cambio climático, presiones financieras y desigualdades en el acceso a alimentos, estos factores nos revelan la situación precaria que aun padece la economía.

Las estimaciones esperadas para 2023 indican que el crecimiento económico mundial sea de apenas un 2.6 por ciento, en las economías avanzadas probablemente se verán un crecimiento aún más modesto, de solo el 1.5 por ciento, mientras que las economías emergentes y en desarrollo podrían experimentar un crecimiento algo más robusto, del 4.0 por ciento (BM, 2024). Estas cifras reflejan una desaceleración pronunciada en comparación con los años anteriores, lo que subraya la necesidad de políticas continuas y adaptativas que puedan abordar tanto los desafíos emergentes como los estructurales.

Después de tres años de turbulencias y esfuerzos significativos por recuperarse de los impactos devastadores de la pandemia de SARS-CoV-2, la economía mundial se enfrenta a una fase de desaceleración en 2023. Aunque se han logrado avances importantes en la recuperación económica, los desafíos significativos que se agravaron y/o surgieron después de la crisis sanitaria como los conflictos geopolíticos, la alta inflación, el cambio climático, y las desigualdades sociales y económicas demuestran que, a pesar del progreso, la situación global sigue siendo precaria y la recuperación es desigual.

Por ello, los formuladores de políticas a nivel global deben continuar adaptando y fortaleciendo las estrategias económicas y sociales para no solo enfrentar estos desafíos, sino también para construir sistemas más resilientes y equitativos. El enfoque debe de ser coordinado, asegurando que las políticas o acciones no solo fomenten el crecimiento económico, sino que también promuevan la sostenibilidad y la equidad para todos.

### **1.8 El impacto de la economía mexicana durante el periodo del SARS-CoV-2**

Los riesgos de salud se transforman en riesgos económicos cuando la actividad económica no puede operar debido a problemas de salud pública. Esta falta de operación genera estancamiento, desempleo y bajas tasas de crecimiento. El Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República (2020), hace hincapié en que la duración e intensidad de la crisis sanitaria a causa del SARS-CoV-2, depende del cumplimiento de las medidas sanitarias de prevención y de las políticas públicas implementadas por los gobiernos para mitigar los efectos de la pandemia. En México el rezago del sistema de salud, las condiciones de salud de la población, la pobreza, la marginación y las tasas insuficientes de crecimiento configuran un entorno de mayor vulnerabilidad.

Con respecto a las afectaciones en la economía, las cifras del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE), se muestra que existe una relación entre los períodos de contracción del PIB, los casos positivos y las defunciones causadas por el SARS-CoV-2. Estas variaciones se explican a partir de la aparición de los primeros casos positivos en el país. Después de la implementación de las medidas restrictivas del mes de marzo la actividad económica se contrajo drásticamente, recuperándose debido a la implementación del semáforo epidémico y la apertura gradual de algunas actividades económicas, durante la primera ola de contagio, el comportamiento de los casos positivos y las defunciones tenían una tasa de letalidad promedio de 11 por ciento.

Durante el periodo correspondiente a la segunda oleada de SARS-CoV-2, la actividad económica experimentó una desaceleración notable tras alcanzar su punto más alto de contagios. El incremento de casos se concentró en enero de 2021, mientras que el impacto en la economía se reflejó con mayor claridad en febrero del mismo año, evidenciando el rezago con el que los efectos sanitarios repercutieron en la dinámica económica.

En esta fase crítica, la tasa de letalidad promedio fue de 7.4 por ciento, consolidándose como uno de los momentos más adversos de la pandemia. No obstante, en diciembre de 2021, con el inicio de las campañas de vacunación en el país, se generó una expectativa de reducción tanto en la letalidad como en la incidencia de contagios, marcando el comienzo de una estrategia orientada a mitigar el impacto sanitario y económico del país.

En el mes de agosto de 2021, la tercera oleada de contagios alcanzó una intensidad superior a las dos anteriores, evidenciando una propagación acelerada del virus en el país. En este contexto, el crecimiento económico comenzó a desacelerarse en comparación con los meses previos, reflejando los efectos de la persistente crisis sanitaria sobre la actividad productiva.

A pesar del aumento en los casos positivos de SARS-CoV-2, la proporción de defunciones en relación con los contagios mostró una disminución significativa, registrando una tasa de letalidad de 3.5 por ciento. Esta reducción en la letalidad se explica por las campañas de vacunación que tuvieron una dinámica favorable en el primer

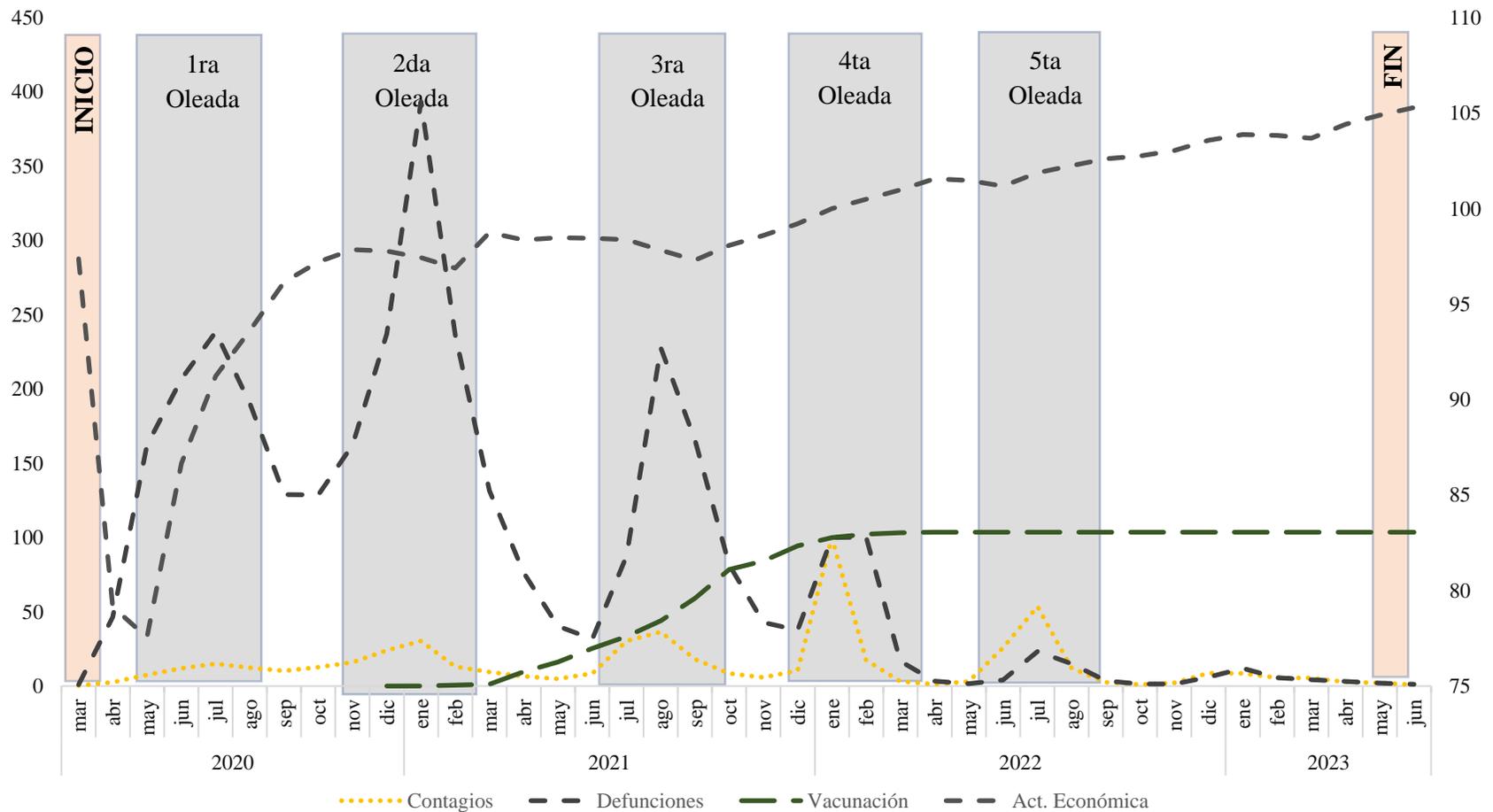
semestre del año, permitiendo que la desaceleración económica fuera menor en comparación con las oleadas anteriores.

La cuarta ola de contagios de SARS-CoV-2 se caracterizó por la aparición de la variable ómicron, la cual tiene altos niveles de contagios y solo cinco días de alta peligrosidad, generando un menor riesgo de mortalidad. Esta cualidad es confirmada por los datos, pues en este periodo los casos positivos alcanzaron niveles récord en el país, siendo el mayor registro de 61,155 casos positivos en una semana, sin embargo, la tasa de letalidad fue únicamente del 0.4 por ciento. Durante este periodo la actividad económica del país continuó con los niveles de crecimiento previos, es decir, durante la cuarta oleada de contagios de SARS-CoV-2, no se reflejó un retroceso en la economía del país, debido a que se comenzó con la reapertura de las actividades económicas gracias al control de las tasas de mortalidad por SARS-CoV-2.

En la siguiente gráfica del Comportamiento de la Actividad Económica y SARS-CoV-2 en México se observa cómo se ha comportado la economía mexicana en relación con la evolución de la pandemia, abarcando el periodo de estudio de febrero de 2020 a junio de 2023. En la interacción entre las variables se muestra cómo durante las primeras oleadas, se aprecia una caída significativa en la actividad económica, derivadas de las medidas de confinamiento y la incertidumbre de la pandemia. Posteriormente, con la intensificación de las campañas de vacunación y la adopción a la nueva normalidad, el índice de la actividad económica muestra tendencias de recuperación de forma sostenida en las oleadas posteriores. La gráfica muestra que la economía mexicana ha sido altamente sensible a las fluctuaciones de la pandemia.

Para comprobar la existencia de la relación de la crisis sanitaria y la crisis económica, se llevó a cabo el cálculo de la matriz de correlación, considerando como variables clave a los casos positivos y defunciones por SARS-CoV-2, el porcentaje de población con esquemas completos de vacunación y el IGAE.

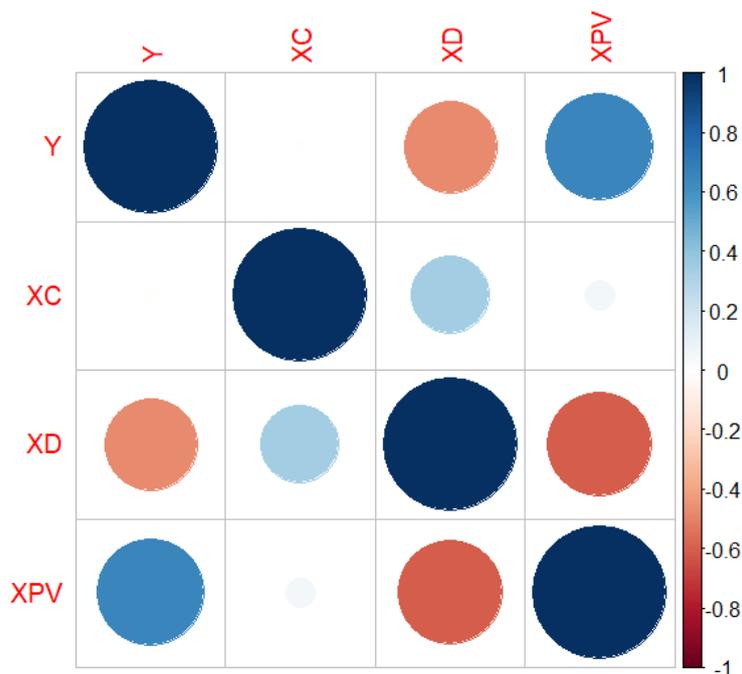
**Figura XIV** Comportamiento de la Actividad Económica y SARS-CoV-2 en México  
 Índice (marzo 2022=100) / (febrero 2020 – junio 2023)



El uso del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE) permite comprender la conexión entre la crisis sanitaria y la crisis económica, ya que proporciona la medición mensual del sector real de la economía. Este indicador integra las actividades primarias, secundarias y terciarias del país, excluyendo sectores como la pesca, el aprovechamiento forestal, los corporativos y otras actividades de servicio. Además, su metodología de cálculo permite la implementación de técnicas como la Denton, para la conciliación de datos mensuales con las estimaciones anuales y trimestrales del PIB (INEGI, 2020).

El análisis gráfico revela una relación significativa entre la actividad económica (Y), las defunciones (XD) y la población vacunada (XPV). En particular, se observa que el número de defunciones tuvo un impacto negativo en el desempeño económico, mientras que el avance de la vacunación contribuyó a la recuperación de la actividad productiva. De esta forma, los resultados obtenidos confirman que estadísticamente los efectos del SARS-CoV-2 tiene repercusiones en la actividad económica del país.

**Figura XV** Matriz de Correlación SARS-CoV-2  
(febrero 2020 – junio 2023)



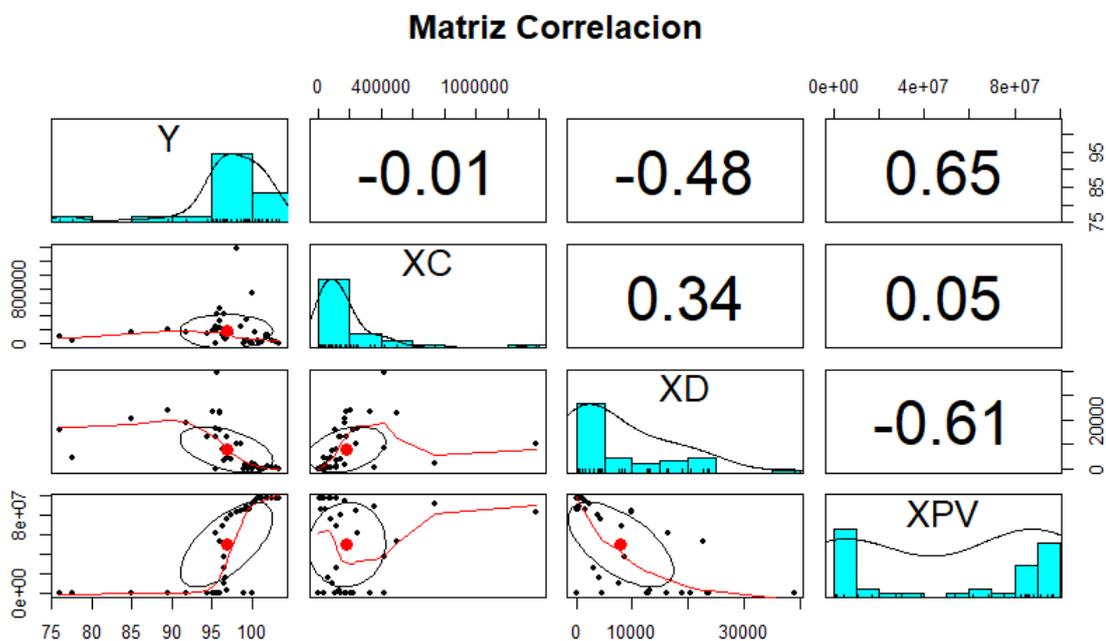
Fuente: Elaboración propia

En la matriz correlación observamos los patrones clave sobre la relación entre la crisis sanitaria y la crisis económica en México. La correlación entre la actividad

económica y las defunciones por SARS-CoV-2 es  $-0.48$ , lo que indica una relación negativa; es decir, a medida que aumentan las defunciones, la economía tiende a disminuir. Este efecto puede atribuirse al impacto directo de la mortalidad en el consumo y la inversión, así como a la reducción de la fuerza laboral disponible y al clima de incertidumbre que desincentivó la actividad productiva.

Por otro lado, la relación entre la población vacunada y la actividad económica es positiva, con un coeficiente de correlación de  $0.65$ . Esto sugiere que conforme más personas completen sus esquemas de vacunación, la economía se fortalecería, ya que la reducción de los riesgos de mortalidad y hospitalización permitirá la reactivación de sectores productivos y una mayor movilidad de la población.

**Figura XVI** Resultados Matriz Correlación  
(febrero 2020 – junio 2023)

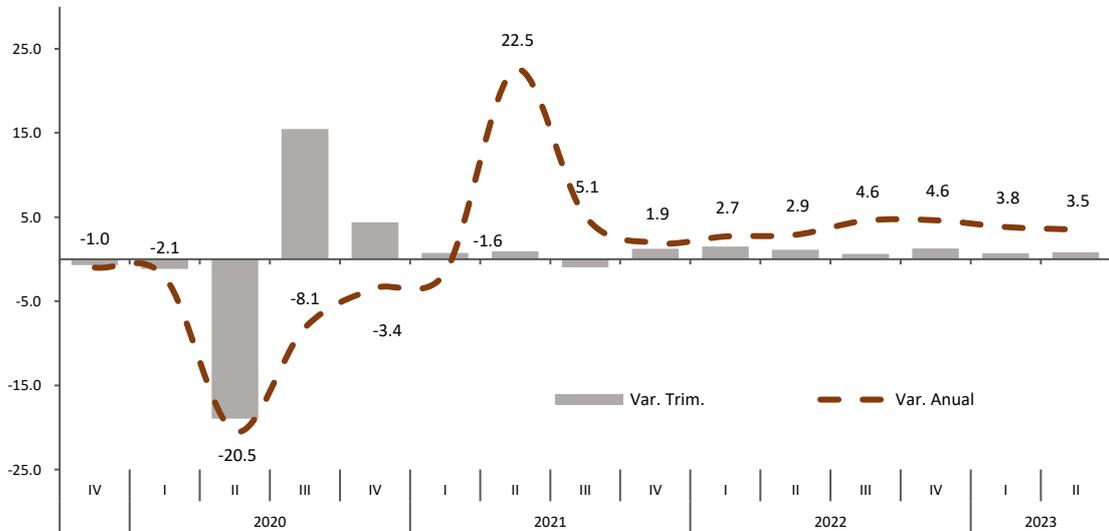


Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la relación de los casos positivos (XC) y defunciones, la correlación de  $0.34$  indica una asociación positiva, lo que significa un aumento en los casos confirmados, se traduce en un incremento en la mortalidad. Si bien la correlación entre los casos positivos y la actividad económica no fue significativa, el control de la

propagación del virus es de suma importancia para evitar un incremento en las tasas de mortalidad y con ello, reducir los efectos adversos en la economía.

**Figura XVII** Variación del Producto Interno Bruto de México  
(Tasa porcentual; I Trim. 2019 - II Trim. 2023)

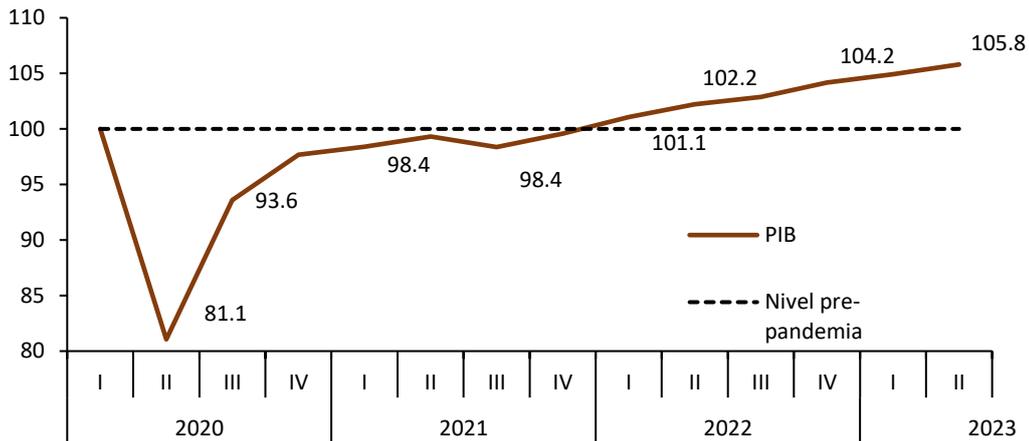


Fuente: Elaboración propia

El impacto de la pandemia en la actividad económica se reflejó de manera drástica en el segundo trimestre de 2020, cuando el PIB registró una caída del 20.5 por ciento anual, con cifras ajustadas por estacionalidad. Este desplome coincide con el surgimiento de los primeros casos positivos de SARS-CoV-2 en el país y las medidas de restricción de las actividades no esenciales. Sin embargo, para el segundo trimestre del 2021, se observa una recuperación del 22.5 por ciento anual, conservando una tendencia positiva.

En la gráfica de la Variación del Producto Interno Bruto de México, se observa que, a partir del segundo trimestre de 2020, la actividad económica experimenta una tendencia de caída prolongada, hilando cuatro trimestres a la baja. Este periodo de contracción económica refleja el impacto severo de la pandemia por SARS-CoV-2 en el desempeño productivo del país, en donde las nuevas olas de contagio prolongaron la debilidad económica durante cuatro trimestres. Con las medidas implementadas para mitigar los efectos de la crisis, se observa la recuperación gradual de las actividades a partir del segundo trimestre de 2021.

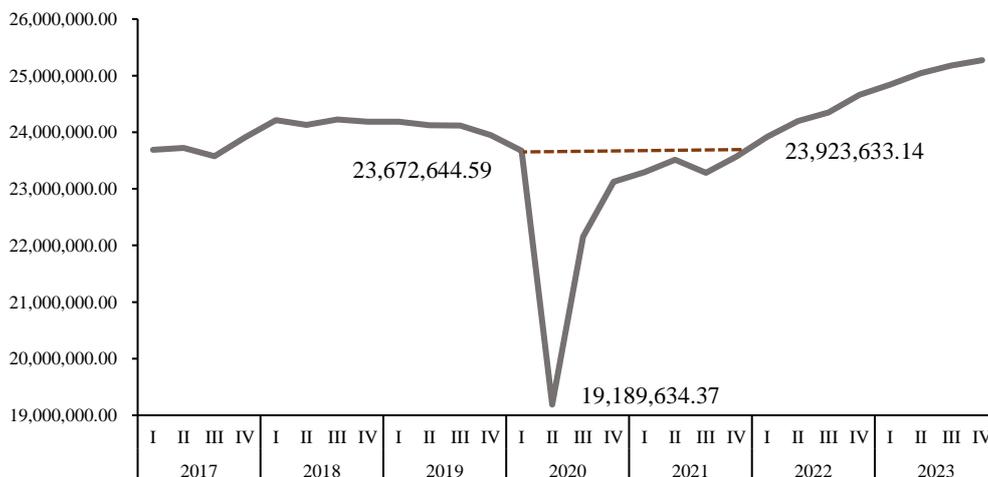
**Figura XVIII** Tendencia del PIB de México durante la pandemia  
Índice (I Trim. 2020 =100) (I Trim. 2020 - II Trim. 2023)



Fuente: Elaboración propia

Hacia principios de 2022 la variación anual continúa siendo positiva, reflejando la adaptación de la economía mexicana ante la pandemia. De acuerdo con la gráfica de la Tendencia del PIB de México durante la pandemia, la economía del país logró recuperarse por completo a principios del 2022, superando en 1.1 puntos su nivel pre pandemia.

**Figura XIX** Producto Interno Bruto de México -Serie Desestacionalizada  
(billones de pesos del 2018; I Trim. 2010 - II Trim. 2023)



Fuente: Elaboración propia

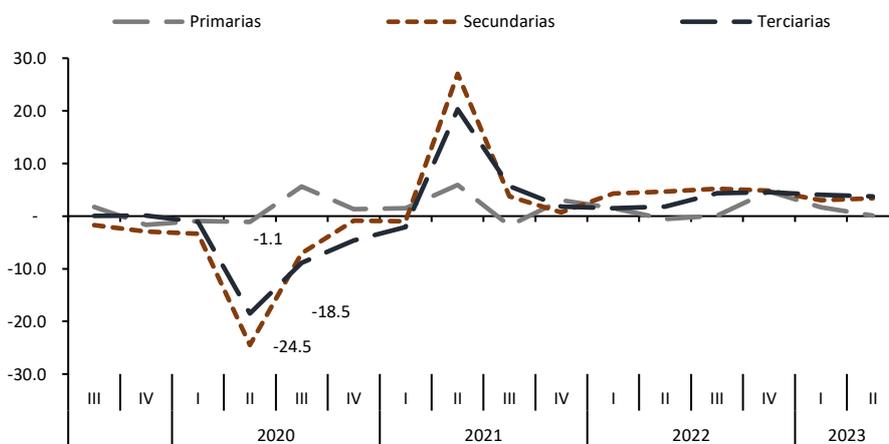
El valor del PIB en México en el segundo trimestre de 2020 fue de 19,189,634.37 millones de pesos a precios del 2018, cifra similar a los precios constantes registrados en 2006, retrocediendo así casi 14 años el valor del PIB. En el primer trimestre de 2022 el

valor del PIB ascendería a 23,923,633.14 millones de pesos (precios constantes del 2018), recuperando el monto observado en primer trimestre de 2020 (23,293,617.44), valor previo a la pandemia.

El impacto de la pandemia fue de manera diferenciada en los sectores productivos. Durante el segundo trimestre de 2020, la industria fue la más golpeada, con una caída de -24.5 por ciento a tasa anual, reflejando la interrupción de la producción y la demanda de bienes manufacturados. Las actividades terciarias que incluyen comercio y servicios, sufrieron una caída del -18.5 por ciento, debido a las restricciones sanitarias que afectaron sectores como el turismo, el entretenimiento y la educación. En contraste, las actividades primarias que consisten en aprovechar los recursos materiales para la elaboración de materias primas, tuvieron una menor caída del -1.1 por ciento.

La recuperación de las actividades secundarias se dio en el segundo trimestre de 2021 con un crecimiento de 27.0 por ciento a tasa anual. Para el comercio y los servicios, la recuperación inició en el mismo periodo con una tasa anual del 18.5 por ciento, mientras la agricultura se recuperó en el tercer trimestre de 2020, con un aumento de 5.6 por ciento, contrayéndose nuevamente con -1.8 por ciento en el primer trimestre de 2021.

**Figura XX** Comportamiento del Producto Interno Bruto de México por Actividad Económica  
Serie desestacionalizada (I Trim. 2019 – II Trim. 2023) – Variación anual



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, la economía nacional tiene una frágil recuperación, que fue marcada por los brotes del virus e interrupción de las cadenas productivas, así como por

un contexto de alta inflación. Por lo tanto, el diseño de políticas públicas para reactivar la economía, debe de tomar en cuenta las fluctuaciones por actividades económicas y por sector, para que la inyección de recursos y programas sean destinados a una pronta recuperación económica. Es importante resaltar que la primera oleada, fue la que presentó un número menor de casos promedio y su evolución permaneció en cifras controlables, en cambio para el PIB la recuperación tardó poco más de dos trimestres. Lo que nos lleva a pensar que los efectos de la crisis sanitaria en el crecimiento económico, fueron derivados del SARS-CoV-2 o de las políticas restrictivas del gobierno mexicano.

Diseñar estrategias para reactivar la economía y controlar la curva epidemiológica, debe de realizarse de manera diferenciada por estado e incluso por sector, la gestión pública del país debe considerar al elaborar las políticas públicas en respuesta del SARS-CoV-2, a la política económica del país, para ello necesitamos analizar el impacto real de la pandemia en el crecimiento económico. Valorar sí las estrategias implementadas han causado efectos contraproducentes en el control de la pandemia, porque muchas medidas son desobedecidas por las presiones económicas. La pandemia es dinámica, y las estrategias para combatirla también, la recuperación ante la crisis, requiere que la intervención del gobierno sea oportuna, de ellos depende que las afectaciones sean mayores, siendo un reto para los responsables de la política pública.

## **CAPÍTULO II La Salud y la Economía Pública**

Conceptualizar un fenómeno social es un paso importante dentro de la investigación científica, este proceso implica definir y delimitar un aspecto particular de la sociedad para convertirlo en un objeto de estudio específico. Cuando se trabaja con un fenómeno social es necesario un marco teórico adecuado para comprender de manera detallada el objeto de estudio, pues la conceptualización permite que la investigación se realice con un enfoque claro, facilitando la identificación de variables y la interpretación del objeto de estudio, es decir, la conceptualización del fenómeno ayuda a interpretar los cambios y comportamiento del mismo.

Para comprender los efectos causados por el virus del SARS-CoV-2 es necesario revisar el análisis teórico del fenómeno social y desarrollar un entendimiento profundo de las dinámicas sociales. Por ello, en el siguiente capítulo, denominado la Salud y la Economía Pública, se profundiza en el concepto de la salud como un fenómeno social, siguiendo la definición establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se enfatiza en la salud como un fenómeno multifacético, influenciado por una variedad de factores económicos, sociales y políticos.

En este sentido, con la finalidad de generar una convergencia entre la salud y la economía, se realiza una revisión teórica de esta relación, subrayando a la salud como un elemento del capital humano. Además, se vincula la importancia de la inversión en salud como un medio para mejorar la calidad y la eficiencia de la fuerza laboral, resaltando el papel de las políticas públicas en la promoción de la salud y el bienestar general.

Asimismo, en este apartado se exploran los principios teóricos de la economía pública y se destaca la importancia de la intervención gubernamental en la economía. Dado que la salud y la economía son temas esenciales dentro de la agenda pública, es responsabilidad del Estado crear las condiciones necesarias para que las políticas públicas puedan influir de manera positiva en el bienestar social, el desarrollo humano y el crecimiento económico.

A su vez, se plantea cómo estas intervenciones pueden contribuir a una recuperación económica sostenible, destacando el papel crucial del Estado en la formulación de políticas públicas que promuevan el bienestar social y el crecimiento económico, tomando como referencia teórica al círculo de las políticas públicas.

Con un enfoque en el marco normativo, se discute el papel del Estado y las obligaciones legales que fundamentan el derecho a la salud y su vinculación con el desarrollo económico, basándose en principios establecidos en acuerdos internacionales, así como en la legislación nacional. Este marco sirve como punto de partida para el desarrollo de políticas públicas efectivas que busquen armonizar los objetivos de salud pública con los del crecimiento económico sostenible.

En un contexto de crisis sanitarias, como la pandemia de SARS-CoV-2, este capítulo se torna necesario, al presentar un sustento teórico, y así las recomendaciones de política pública pueden ser diseñadas e implementadas para mitigar los efectos adversos de las crisis sanitarias en la economía, ofreciendo un marco para la acción gubernamental.

## **2.1 La salud como fenómeno social**

La salud desde el punto de vista de un fenómeno social, es una entidad compleja que abarca múltiples dimensiones. Al interpretar el concepto de salud se hace referencia a su importancia en diversas perspectivas disciplinarias, como la medicina o la filosofía, es por ello que se describe como un fenómeno complejo, multidimensional y multicausal. La afirmación de Alcántara (2008) destaca que su competencia trasciende más allá de una competencia médica, relacionándose fuertemente con ciencias como la política y la economía. Esta interconexión subraya cómo las decisiones políticas y las condiciones económicas pueden influir significativamente en los determinantes sociales de la salud, afectando el bienestar de los individuos y de las comunidades.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro de los principios básicos de la felicidad plasmados en su constitución define como salud al “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (OMS, 2014, p.1.), marcando un punto de partida de la salud más allá de la atención médica. Es decir, el término salud es mucho más amplio que un malestar, pues se refiere a la interacción de factores económicos, sociales, culturales y de calidad de vida, que trasciende en el estado físico del individuo. Constituyendo un concepto social que implica entender los derechos humanos y las condiciones históricas, biológicas, sociales y económicas.

Briceño-León (2003) enfatiza que entender a la salud, es más que la explicación de la enfermedad, no es únicamente comprender la enfermedad desde lo médico, es más

bien encontrar la etiología social del malestar. Esta afirmación sugiere que las condiciones económicas, sociales, culturales y de calidad de vida desempeñan roles importantes en la salud de los individuos y las comunidades. Por ejemplo, los determinantes sociales de la salud, como el acceso a la educación, el empleo, la vivienda y la seguridad alimentaria pueden tener impactos significativos en la salud física y mental de las personas.

En este sentido, la salud como un fenómeno social implica entender que depende profundamente de los hechos humanos, la condición histórica, biológica, social y económica, pues el entendimiento de la salud es una construcción social la cual es cuantificable y susceptible de la observación. Es decir, el concepto de salud trasciende de la esfera médica, convirtiéndose en un asunto de relevancia para todos los sectores de la sociedad. Por ello, medir la salud requiere de diversos indicadores que reflejen su naturaleza multifacética. Estos indicadores incluyen a la esperanza de vida, la natalidad, la mortalidad, la incidencia de enfermedades infecciosas, la atención médica, entre otras. Al incorporar este tipo de indicadores, la salud deja de ser un concepto médico y se convierte en un problema que atañe a todos los entes sociales.

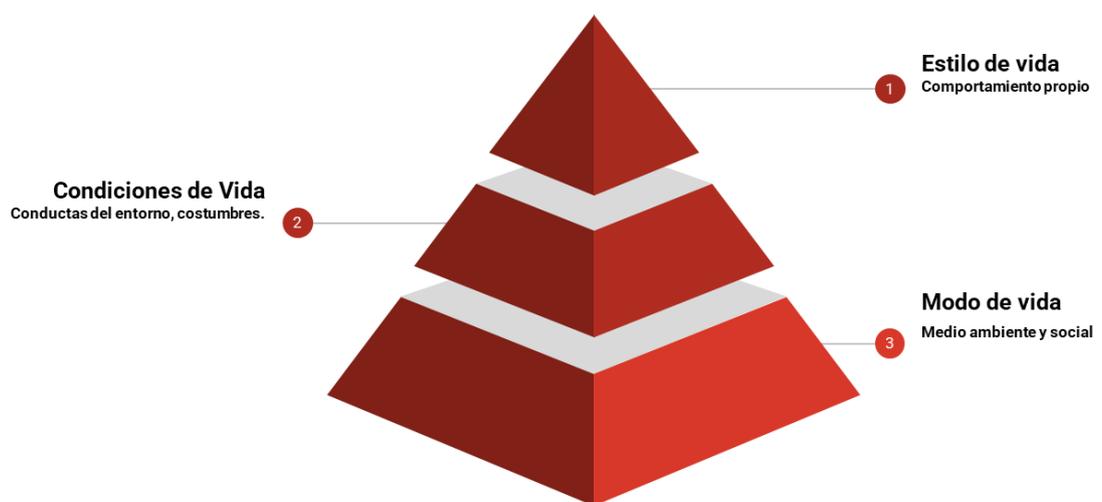
Esta comprensión ampliada de la salud, enfatiza la importancia de las políticas públicas y las estrategias de política que promuevan un bienestar, como un llamado a la acción por parte de los actores políticos. Las ciencias sociales por medio de diversas disciplinas han sido parte del sistema de salud, generando estudios con una perspectiva distinta a la médica, incorporando como elemento principal a las condiciones del entorno que dan lugar a la enfermedad. A través de diversas disciplinas, las ciencias sociales profundizan en el entorno económico, político e incluso cultural de la salud y la enfermedad. Alcántara (2008) señala que la situación de salud de la población se refiere a los problemas identificados, explicados y jerarquizados como consecuencias de las condiciones económicas, sociales, políticas y culturales. Esto significa que los problemas de salud no pueden ser abordados sin considerar tres dimensiones de los problemas de salud: estilo de vida, condiciones de vida y modo de vida.

- 1) El estilo de vida: son condiciones que dependen de las decisiones propias del individuo, son tomadas bajo conciencia y responsabilidad de cada persona además de los aspectos biológicos propios. Es decir, son decisiones y comportamientos individuales que tienen impacto directo en la salud. Esto incluye las elecciones relacionadas con la alimentación, el ejercicio, consumo de sustancias nocivas para

la salud, como el alcohol y el tabaco, entre otras prácticas de riesgo. A pesar de ser decisiones tomadas por los individuos, promover un estilo de vida saludable requiere de una condición de vida saludable.

- 2) Las condiciones de vida: son las conductas adoptadas del entorno, los hábitos y las costumbres, desarrolladas por un proceso de socialización, es decir, a las prácticas con los amigos, compañeros de trabajo entre otras. Son factores externos que influyen en las decisiones individuales. Estas condiciones incluyen el entorno social y físico, como la infraestructura y seguridad para realizar un deporte, las prácticas culturales de higiene, la socialización con amigos y familia que generan hábitos y comportamientos que mejoren las condiciones de vida.
- 3) El modo de vida: en esta dimensión se conjuntan los factores naturales y sociales que configuran la vida de las personas, pues es el resultado de la confluencia del medio natural y social en el cual se desarrolla el individuo. Es decir, el modo de vida puede verse afectado por cambios en la economía global, el cambio climático, los desastres naturales, las políticas nacionales e internaciones, las tensiones políticas entre países, así como la cultura y las tradiciones. Estas condiciones están ligadas a la economía, las políticas públicas y los sistemas de salud.

**Figura XXI** Dimensiones de los problemas de salud



Elaboración propia adaptado de la propuesta de Alcántara (2008)

Estas dimensiones consideran al individuo y su relación con el entorno social y económico para abordar los temas de salud de manera integral, reafirmando la definición de la OMS. Es por ello que referirse a la salud como un fenómeno social, es convertir a la salud en un fenómeno complejo y multidisciplinario. Esta distinción no trata de separar a la salud de la medicina, pues la salud está asociada a la enfermedad, lo que intenta es integrar un marco más amplio de la misma, al considerar los aspectos biológicos y socioculturales. Considerando esta postura se pueden crear políticas públicas encaminadas a acciones efectivas contra los problemas de salud, desarrollar estrategias de salud pública que no solo se centren en cambiar comportamientos individuales, sino también en modificar las condiciones sociales, económicas y ambientales que influyen en estos comportamientos. Esto subraya la necesidad de un enfoque que considere la interacción entre el individuo y su entorno, promoviendo no solo la prevención de enfermedades sino también el bienestar y la calidad de vida. Mejorar las condiciones de vida requiere políticas y programas que aborden las desigualdades sociales y económicas y que promuevan entornos saludables para todos.

Asimismo, la salud cuenta con un tratamiento individual y colectivo, debido a que se consideran los aspectos personales de la salud, como el estilo de vida, la genética y las elecciones personales, así como los determinantes sociales y comunitarios, como son la calidad del agua, la sanidad, los servicios de salud entre otros (Alcántara, 2008). Desde este enfoque, la intervención del Estado es necesaria mediante el desarrollo de políticas públicas en promoción a la salud y prevención de enfermedades.

Integrar la política y la economía en el análisis de la salud permite comprender cómo las políticas públicas, la distribución de recursos, las inequidades socioeconómicas y la gestión de los sistemas de salud impactan en la salud de las poblaciones. Por ejemplo, las decisiones políticas que determinan la asignación del presupuesto para la salud, el acceso a servicios de salud, y las políticas de educación y empleo, pueden tener efectos profundos en los niveles de salud de la población. De manera similar, las condiciones económicas afectan el acceso a alimentos nutritivos, viviendas seguras, y oportunidades de ejercicio, lo que a su vez influye en los perfiles de salud de individuos y comunidades.

El incremento de los problemas de salud actualmente tiene mayor fuerza con la relación de la estructura social y la forma de ganarse la vida, desde el surgimiento de los determinantes sociales de la salud, la necesidad de los gobiernos de explicar el deterioro

de las condiciones de vida de la población y el surgimiento de enfermedades modernas, han causado un incremento en la investigación, el análisis de la salud y las políticas públicas, como muestra de ello, el comportamiento patológico del virus del SARS-CoV-2 mostró afectaciones diferenciadas e incluso distintos tipos de riesgos de acuerdo a las condiciones sociales y la capacidad de atención de la enfermedad. Por ello, hablar de cobertura, calidad, justicia y el derecho natural a la salud, es tomar en cuenta las condiciones y oportunidades que diferencian socialmente a los individuos ya sea dentro de una misma comunidad, región o nación.

## **2.2 La salud ¿elemento de capital humano?**

Una población saludable no es solo una meta social deseable, sino también es una prioridad macroeconómica. Sin embargo, por que la economía está a favor de una sociedad sana, pues esto se debe a la condición de capital humano, es decir, a la calidad y eficiencia de la fuerza laboral. Para Gary Becker (1964), en su libro *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, describe al capital humano como un conjunto de conocimientos, habilidades, competencias y atributos personales que poseen los individuos para generar valor económico ya sea en una organización o una sociedad, bajo esta idea, mejorar las habilidades del capital humano, generan un potencial en la fuerza de trabajo que se traduce en una mayor productividad, producción y acumulación de riqueza.

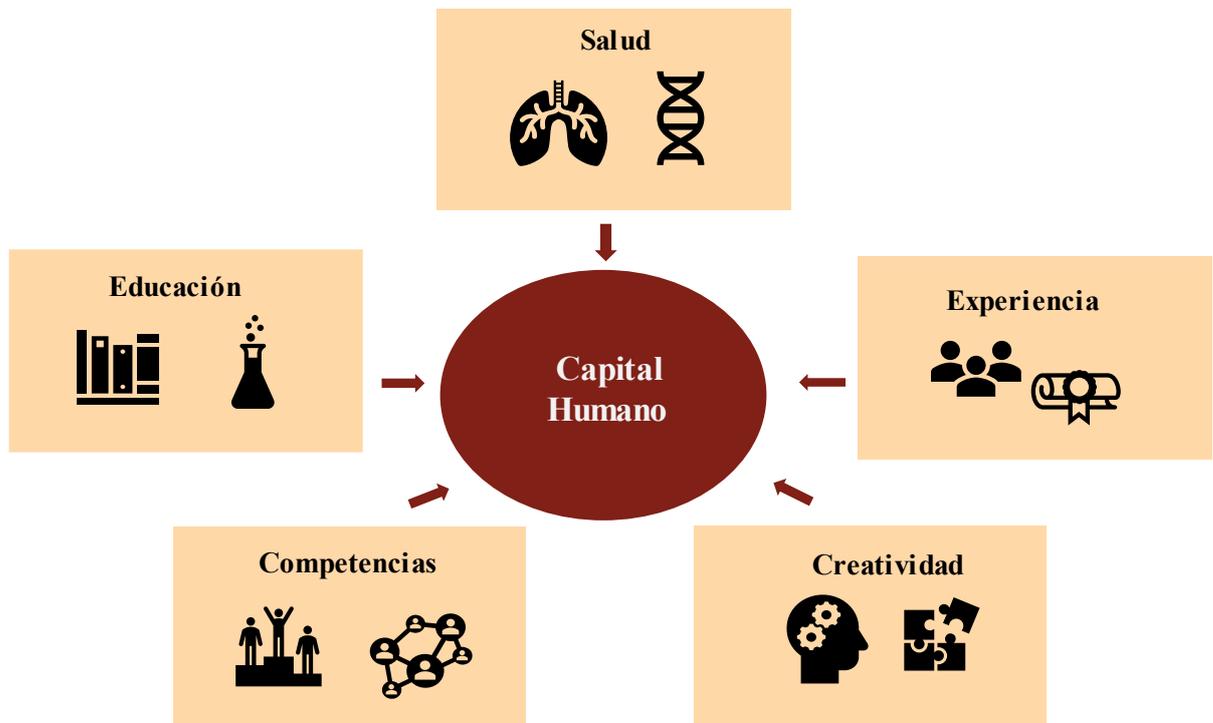
Folland, Goodman y Stano (2021) reconocen cinco elementos principales del capital humano que juegan un papel fundamental en la formación y el desarrollo del mismo. Estos elementos son: la educación, la salud, la experiencia laboral, las competencias y a la creatividad e influyen directamente en la capacidad de trabajo, la generación de habilidades y conocimientos, la adaptabilidad y la calidad de vida de la fuerza de trabajo:

- 1) La educación: se refiere al nivel educativo de una persona, este proporciona conocimientos y capacidades fundamentales para la productividad y la empleabilidad. Los conocimientos adquiridos dentro del periodo educativo pueden llegar a una especialización.
- 2) La salud: es el estado de físico y mental de un individuo, un buen desarrollo contribuye a la mejora en la productividad laboral, además de mejorar la

capacidad de aprendizaje y adaptabilidad del ser humano.

- 3) La experiencia laboral: son las habilidades y conocimientos adquiridos al desempeñar un puesto de trabajo, es tan importante como la formación educativa, pero con un valor más apreciado en el mercado laboral.
- 4) Las competencias: son habilidades tanto técnicas como suaves que adquiere el ser humano, es decir, técnicas relacionadas con la profesión y la industria, además las *soft skills* o competencias suaves, que son características propias del individuo y desarrollo en un entorno, es decir, su facilidad de colaboración, liderazgo, resiliencia entre otras.
- 5) La creatividad: finalmente, este elemento se conoce como la capacidad de generar nuevas ideas y soluciones innovadoras. Este elemento es indispensable para la adaptación de entornos.

**Figura XXII** Elementos del Capital Humano



Elaboración propia adaptado de la propuesta de Folland, Goodman y Stano (2021)

Debido a que la salud es más que un estado físico y un elemento esencial del capital humano, actúa como un efecto multiplicador en el crecimiento económico, pues

el capital humano es un determinante primario dentro del producto interno bruto y la salud es el puente esencial de esta vinculación, ya que, a lo largo de la historia, el principal motor del desarrollo ha sido la energía humana. Una fuerza de trabajo que goza de buena salud, que se encuentra bien alimentada y debidamente instruida genera beneficios para la economía y la sociedad.

El Banco Mundial a través de un ensayo realizado en Jamaica comprobó que enseñar aspectos básicos del cuidado de la salud y mejorar la nutrición durante los primeros años de vida tiene un impacto considerable en el incremento de los ingresos de la población a largo plazo (Roder-Dewan et al, 2019), la idea central consiste en que los efectos positivos de la salud se reflejan en un largo plazo y son mucho mayores dentro del crecimiento económico, incluso que los beneficios en la inversión de infraestructura. Esto se debe a que los impactos de la infraestructura son inmediatos pero decrecientes, mientras que la inversión en salud es creciente y generacional. Esto subraya la necesidad de priorizar la inversión en la salud como un tema central dentro de la Agenda Pública.

Las perspectivas de Roder-Dewan et al (2019) sobre como disminuir las brechas de salud en los países de menores recursos y así lograr potenciar el capital humano, se materializan en seis recomendaciones de intervención de la salud en el capital humano, las cuales son: infraestructura, calidad del servicio, incremento de la inversión de salud, innovación, estimulación de la demanda de salud y la integración de la educación en la salud.

1. Fortalecimiento de la infraestructura en salud: para incrementar la inversión es ideal optimizar los recursos, para ello se necesita incrementar el gasto en salud además de la creación de alianzas con el sector privado para incorporar eficiencia operativa y financiera. Esta inversión consiste desde la construcción de instalaciones hasta la implementación de sistemas de información para mejorar la gestión de la salud.
2. La calidad en el servicio: consiste en un aumento en la disponibilidad de los servicios de salud y su calidad. Esto implica fortalecer la formación y capacitación continua del capital humano, hasta la implementación de normas y estándares que aseguren la calidad y seguridad del paciente. El éxito de esta inversión depende

de la calidad, y la calidad es un factor determinante de la salud, por lo tanto, es un impacto directo en el capital humano.

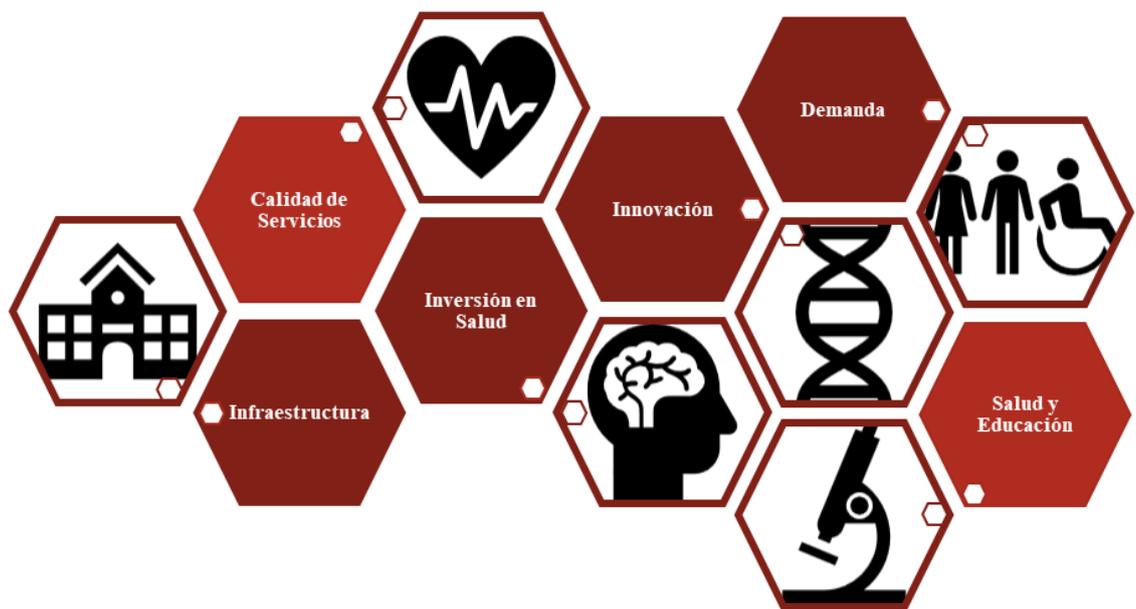
3. Ampliar los horizontes de la inversión en salud: el incrementar los recursos en salud debe de enfocarse en los programas que generen mayor impacto largo plazo, la inversión debe de enfocarse en la atención de mujeres embarazadas, la infancia y la adolescencia. Esto asegura una base sólida para el desarrollo de una sociedad, contribuyendo a un capital humano más saludable y productivo.
4. La innovación en salud: la adopción de nuevas tecnologías y modelos de organización puede transformar al sector salud, haciendo los servicios accesibles y eficientes. La inversión en innovación abarca desde la implementación de inteligencia artificial, sistemas de salud digital y nuevas modalidades de tratamiento y prevención.
5. El impulso de la demanda: la población debe de estar informada y motivada para buscar y valorar la calidad de los servicios en salud. Esto puede lograrse a través de la inversión en evaluar la calidad, además de políticas que fomenten la elección informada y de contar con la posibilidad de elección.
6. La salud y la educación: la relación entre la salud y la educación es importante para el desarrollo del capital humano, estos dos sectores producen resultados exponenciales en la fuerza de trabajo y su vinculación permite que uno pueda desarrollarse a la par del otro. La política pública es parte de la inversión en este tipo de programas.

Estas intervenciones abordan las necesidades de mejorar la infraestructura y calidad de los servicios de salud, además de considerar la innovación, la promoción y la integración del sector educativo. Al incluir estas estrategias los países pueden asegurar un desarrollo más equitativo y sostenible, donde la mejora de la salud pública contribuye directamente al fortalecimiento del capital humano y con ello al crecimiento económico a largo plazo.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es una organización internacional que define al capital humano como la “mezcla de aptitudes y habilidades innatas de las personas, así como la calificación y el aprendizaje que adquieren en la educación y la capacitación” (OCDE, 2007, p.2). Esta definición sugiere

que las habilidades innatas y adquiridas juegan un papel crucial en la formación de las capacidades individuales de las personas, y el desarrollo de estas capacidades se ve influido por una variedad de factores. El capital humano tiene que ver con los recursos humanos que se poseen dentro de un proceso de producción. Parece que esta definición deja fuera el término salud, sin embargo, la fuerza del capital humano depende directamente de la calidad de la salud, pues los niveles adecuados de salud constituyen un elemento esencial en la reducción de los problemas sociales.

**Figura XXIII** Oportunidades de la salud para inferir en el capital humano



Fuente: Adaptado de la propuesta del Roder-Dewan et al (2019)

Las habilidades y capacidades que contribuyen a elevar y conservar la productividad, la innovación y la empleabilidad de una persona o comunidad es intangible, pero pueden aumentar o disminuir de acuerdo con las actividades de aprendizaje por medio de la educación, la experiencia, el entorno social y las condiciones de sanidad en las que se desenvuelve el trabajador. La salud emerge, como un elemento crítico que impacta la capacidad de los trabajadores para desempeñarse de manera eficiente y configurar las oportunidades del progreso económico, así la salud actúa como un cimiento de la productividad laboral, impulsando la capacidad física y emocional de los individuos.

En este sentido, la salud permite a los individuos alcanzar el progreso económico en el presente y la seguridad económica en el futuro, siendo una base importante de la productividad laboral. Por ello, invertir en salud es vital para mejorar la calidad de vida de las personas y para asegurar el desarrollo sostenido de las capacidades y habilidades cruciales para la dinámica tanto económica, como social.

El conocimiento y la destreza se perfeccionan con la educación, mientras que la vida se prolonga con los avances tecnológicos que se aplican en la medicina y la sanidad. La visión de Ramírez (2005) explica que para el desarrollo de la teoría del capital humano como factor de crecimiento económico es necesario incluir al capital, al trabajo y a las habilidades y capacidades de los trabajadores. Esta perspectiva enfatiza que el conocimiento y las habilidades se potencian a través de la educación, mientras que los avances tecnológicos en medicina y sanidad contribuyen a prolongar la vida, mejorando así la calidad y disponibilidad del capital humano.

Para el desarrollo óptimo del capital humano como un motor de crecimiento económico, es esencial considerar la integración del capital físico, la fuerza laboral y las competencias individuales. Las habilidades y las capacidades de los trabajadores, enriquecida por una salud privilegiada y un entorno social favorable, se traducen en una mayor competitividad. Esto se debe a que una personal saludable y bien capacitado dispone de las herramientas necesarias para un rendimiento laboral superior, lo que, a su vez, incrementa la productividad y la competitividad de un país. Sin embargo, para que la mejora en la fuerza laboral se traduzca en beneficios económicos tangibles, es crucial que la economía posea niveles adecuados de empleabilidad.

Esto significa que deben de existir oportunidades de trabajo que absorban una población más saludable y mejor preparada. La falta de empleabilidad adecuada conduce a la subutilización de estas capacidades mejoradas, corriendo el riesgo de la fuga de talentos o el desaprovechamiento del capital humano. Por lo tanto, para capitalizar completamente en una fuerza laboral altamente capacitada y saludable, las políticas económicas y laborales deben diseñarse de manera que fomenten la creación de empleo, la innovación y el emprendimiento, evitando así la fuga del capital humano y asegurando que los beneficios de estas inversiones en la salud repercutan en el crecimiento sostenible y la prosperidad.

La salud como una inversión para el desarrollo sostenible resalta la necesidad de abordar de manera integral, enfocándose en tanto en el tratamiento de las enfermedades, la prevención y la promoción de los hábitos saludables, esta visión amplia la creación de un sistema de salud resiliente, capaz de adaptarse y responder eficientemente a las necesidades cambiantes de la población. Este enfoque reconoce que las políticas públicas y las inversiones en el sector salud son fundamentales para fortalecer el bienestar de la comunidad, abordando los determinantes sociales de la salud y los elementos del capital humano.

La evolución de la ciencia médica y la consolidación de la salud pública como disciplina, evidencian una comprensión más amplia de la salud, que trasciende de la ausencia de la enfermedad para incluir el bienestar integral del individuo y su entorno. La salud pública se enfoca en el estudio de los factores y estilos de vida que impactan la salud de las poblaciones, interviniendo preventivamente mediante acciones que van desde el saneamiento ambiental hasta la promoción de la salud y el bienestar social. La salud pública es conocida como el estudio de las condiciones y el modo de vida, se caracteriza por intervenir en la prevención de las enfermedades, a través de un trabajo colaborativo con la esfera social para el saneamiento del medio ambiente (Ramos, 2000).

El papel de la salud pública es fundamental en la construcción de sociedades sanas, el acceso universal a servicios de salud de calidad y la educación en hábitos de vida saludables, es posible lograr avances significativos en la prevención de enfermedades y en la promoción de la salud a nivel poblacional. Esto permite que el capital humano tenga una mejor calidad de vida, incrementar la productividad y aumentar la competitividad económica. La integración de las políticas de salud pública dentro del desarrollo sostenible subraya la interconexión entre la salud, el bienestar social y el progreso económico, y refuerza la importancia de la salud como el pilar central para alcanzar una sociedad más próspera.

### **2.3 La convergencia entre la economía y la salud**

La historia de la teoría económica está repleta de intentos por comprender y explicar el crecimiento económico de un país, de tal forma que este se ajuste a la realidad observable. Muchos economistas han propuesto modelos que intentan explicar el comportamiento económico de manera lineal, buscando patrones que puedan predecir el cómo y el por qué

crecen las economías. Sin embargo, enfrentan el desafío significativo de que la realidad económica es cambiante y compleja, por lo tanto, es difícil contar con patrones predecibles. Esta complejidad se debe a que la economía se ve afectada por una gran multitud de variables, las cuales se interconectan con una gama de factores.

Las interacciones sociales, políticas, culturales e incluso tecnológicas juegan un papel crucial en el comportamiento del crecimiento económico. La realidad social que se intenta explicar en un modelo económico es compleja, debido a que las variables que determinan el comportamiento dependen de una infinidad de causas, no obstante, los modelos económicos buscan simplificar esta realidad para poder explicarla y crear escenarios futuros de la misma, utilizando supuestos aceptables y la validación matemática necesaria para tratar de capturar los aspectos más importantes del conocimiento económico.

El crecimiento económico, entendido como el aumento en la capacidad de una economía para producir bienes y servicios, refleja una expansión en el nivel de actividad económica de un país o región a lo largo del tiempo. Este incremento se mide a través de las tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), lo que permite evaluar el aumento de la producción, para así obtener una imagen clara y precisa del crecimiento real. El crecimiento económico es un fenómeno dinámico que parte de las políticas macroeconómicas, debido al impacto directo que tiene con la población.

Un crecimiento económico sostenido se asocia con mejoras significativas en el nivel de vida, manifestándose en un incremento del ingreso disponible, lo que a su vez estimula el consumo, el ahorro y la inversión. Sala-i-Martin (2016) afirma que la teoría de crecimiento económico es la rama de la economía de mayor importancia, debido a que sus variaciones pueden reflejarse en problemas dentro de la renta per cápita, ocasionando desigualdad. Sin embargo, para comprender como el crecimiento económico y la salud se relacionan, es primordial conocer la historia de los modelos de crecimiento endógeno.

El estudio del crecimiento económico ha evolucionado significativamente desde sus inicios con las teorías de Adam Smith y Thomas Malthus, quienes sentaron las bases de la economía política clásica. Smith planteaba que la riqueza de las naciones se fundamenta en la capacidad de producir bienes y servicios de manera eficiente, donde la división del trabajo y la especialización juegan un papel principal como factores de

crecimiento. Por otro lado, Malthus destacó los límites del crecimiento económico dada la capacidad productiva de la tierra, frente a la expansión de la población, sugiriendo que la producción de alimentos podría no tener el mismo ritmo del crecimiento poblacional, llevando a un colapso de la sociedad hacia un estado de pobreza y hambre (Ramírez y Morelos, 2002).

Las contribuciones de Robert Solow, años más tarde, evolucionaron en la teoría del crecimiento económico. Su modelo introdujo conceptos como los rendimientos decrecientes de capital y la tecnología como un factor exógeno que impulsa el crecimiento. Solow argumentaba que, aunque el capital físico es importante, los rendimientos decrecientes asegurarían que el crecimiento no puede sostenerse indefinidamente solo por la acumulación de capital (Antunez, 2011). En cambio, el progreso tecnológico, considerado exógeno en su modelo, sería el verdadero motor del crecimiento a largo plazo. Además, el modelo de Solow sugería la convergencia en los niveles de ingreso per cápita entre países, asumiendo que todos adoptarían tecnologías similares y enfrentarían rendimientos decrecientes de manera similar.

El modelo de crecimiento económico del economista Robert Lucas destaca la importancia de la acumulación de capital humano en el crecimiento económico. En este modelo Robert Lucas (2005), defiende al capital humano con un factor clave para determinar la productividad del trabajo y la tasa de progreso tecnológico. De acuerdo con la visión de Lucas el capital humano se acumula a través de la inversión en educación y en la capacitación del empleo.

Con ello, el modelo asume que hay externalidades positivas asociadas con la acumulación de capital humano, lo que significa que la inversión de un individuo en su propio capital humano también beneficia a otros en la economía. Asimismo, este modelo destaca la importancia del stock de capital humano para determinar las tasas de crecimiento económico. La tasa de crecimiento está determinada por la diferencia entre el retorno del capital humano y la tasa de depreciación del mismo. El modelo predice que los países con niveles más altos de capital humano experimentarán una tasa más rápida de crecimiento.

El modelo de Lucas es un modelo de crecimiento endógeno, lo que significa que explica el crecimiento económico como resultado de los factores internos dentro de la

economía, Esto lo convierte en una herramienta útil para comprender los motores del crecimiento largo plazo, además de destacar la importancia de la acumulación del capital humano en el crecimiento económico y enfatizar en el papel de las externalidades positivas en la tasa de crecimiento del PIB.

En la transición hacia los modelos de crecimiento endógeno en la década de 1980 y 1990 marcó un referente significativo en la teoría del crecimiento económico, debido a que estos modelos destacan el papel central de los factores internos como el capital humano, la innovación y el conocimiento como motores del crecimiento, ocasionando un cambio paradigmático respecto a los modelos previos. Recordemos que en los modelos anteriores estos factores son considerados externos, es decir, que están fuera del control de la economía y sin una explicación detallada de su origen.

Por lo tanto, al considerarse estos elementos como resultado de las decisiones de inversión interna, enfatizando que estas áreas pueden ser directamente influenciadas por acciones o políticas específicas. La perspectiva endógena en la economía resultó en una nueva evaluación de la importancia de las variables internas, como el capital humano, reconociendo a la educación, la investigación, las instituciones, así como el papel del Estado como necesarias para fomentar un entono de crecimiento sostenible.

Un modelo de crecimiento endógeno tiene como principal premisa explicar los cambios en la tasa del PIB por medio de factores internos, dependiendo de rendimientos crecientes a escala en los factores acumulables, sin considerar las fuerzas externas. Estos factores de desarrollo son principalmente: el capital humano, la inversión en el conocimiento y el ahorro, además de retomar como principios fundamentales a la teoría económica clásica. Dorbunsh (2004) enfatiza que desde el punto de vista de la teoría clásica los elementos que determinan el crecimiento de la producción son: el capital (K), la mano de obra o capital humano (L) y los avances tecnológicos (T).

Cada uno de estos elementos juegan un papel importante en el amento de la productividad y la capacidad de producción de la economía, y su interacción define en gran medida el ritmo de la sostenibilidad del crecimiento.

- a) Capital: este componente incluye la maquinaria, las herramientas, la infraestructura y otros equipos físicos que se utilizan en la producción de bienes y servicios. El capital es fundamental para cualquier proceso productivo, ya que

proporciona los medios necesarios para producir de manera eficiente. La inversión en capital aumenta la capacidad productiva de la economía permitiendo la producción de más bienes y servicios. Sin embargo, el concepto de rendimientos decrecientes sugiere que, manteniendo constantes los demás factores, el impacto de la inversión adicional en el capital disminuirá con el tiempo.

- b) Avances tecnológicos o tecnología: representa un cambio en los procesos productivos, las herramientas y tecnologías que permiten producir más con los mismos recursos o mantener la misma producción utilizando menos recursos. Los avances tecnológicos son fundamentales para el crecimiento económico sostenido, ya que puede aumentar la productividad de todos los factores de producción. La innovación tecnológica puede surgir de la investigación y el desarrollo y se considera un motor clave en los modelos de crecimiento endógeno, ya que las economías que invierten en ella tienen a experimentar tasas de crecimiento más rápidas gracias a la implementación de nuevas tecnologías y procesos.
- c) Capital humano: se refiere a las habilidades, conocimientos y experiencia de los trabajadores, los cuales tienen un impacto significativo en la productividad. A diferencia del capital físico, el capital humano se puede mejorar sin necesidad de incrementar la cantidad de capital y/o tecnología, simplemente por medio de la educación, la capacitación y las mejoras de las condiciones de salud. El capital humano es esencial para el proceso de innovación y adaptación, ya que una fuerza laboral más educada y saludable está mejor equipada para desarrollar nuevas ideas, utilizar tecnologías complejas y aumentar la eficiencia general de la producción.

Bajo esta misma visión, el capital humano es un factor de la mano de obra, por ello la inversión física incrementa el capital físico y genera una ventaja competitiva en los países más desarrollados. La visión articulada por Mankiw et al. (1992) respecto al capital humano subraya su papel crítico dentro de la función de producción, y, por ende, en el crecimiento económico de las naciones. Según esta perspectiva, el capital humano no es solo un complemento del trabajo, si no un factor determinante que amplifica la capacidad productiva de la mano de obra, la inversión en el capital humano mejora las

habilidades y la eficiencia de los trabajadores, lo que se traduce en un aumento de la productividad, en última instancia, del PIB de un país.

**Figura XXIV** Elementos que determinan el crecimiento económico



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Dornbusch (2004)

En este sentido la investigación de Mankiw sugiere que las diferencias de capital humano entre países se pueden explicar aproximadamente en un 80 por ciento debido a las variaciones del PIB per cápita. Este hallazgo resalta la importancia de considerar el capital humano como estrategia angular en el desarrollo económico. Los países que invierten en mejorar la calidad de vida de su fuerza laboral a través de las políticas públicas se posicionan en una situación ventajosa para lograr un crecimiento económico sostenido. Además, esta inversión en capital humano crea una ventaja competitiva significativa, especialmente en los países más desarrollados, el capital humano elevado facilita la adopción y creación de nuevas tecnologías, mejora la capacidad de innovación y aumenta la competitividad internacional de las naciones.

La implicación de esta visión conlleva a una profunda intervención del Gobierno por medio de la formulación de las políticas públicas, ya que los modelos de crecimiento endógeno sugieren que el estado tiene un papel crucial en la promoción del crecimiento mediante acciones que mejoran la capacidad productiva. Con ello, estos modelos han ampliado considerablemente el alcance y la justificación de las políticas públicas en materia económica. La inversión de capital humano se convierte en una estrategia clave para mejorar el bienestar individual y asegurar un crecimiento a largo plazo.

El surgimiento de los modelos de crecimiento endógeno permite explorar cómo la intervención del Estado, por medio de las políticas públicas en educación, investigación

y desarrollo, así como la infraestructura y las instituciones pueden tener un impacto en el crecimiento económico. A través de estos modelos, se reconoce que el capital humano, la innovación y el conocimiento son factores que pueden fomentarse de manera interna para impulsar el crecimiento. Esto contribuye a ampliar el enfoque de la intervención del Estado y las políticas públicas en la economía. Este enfoque integral asegura un crecimiento económico en el corto plazo y la sostenibilidad de la economía en el largo plazo, preparando a la sociedad para enfrentar desafíos y aprovechar las oportunidades del futuro.

La relación entre la salud y el crecimiento económico ha sido objeto de estudio desde diversas perspectivas, y en todas se ha observado que va más allá de simplemente gastar dinero en atención médica. Se reconoce como una correspondencia que tiene efectos a largo plazo y está estrechamente ligada con el capital humano. La salud de las personas puede afectar significativamente su capacidad para trabajar, lo cual influye en la fuerza laboral y, en última instancia, en el crecimiento económico. Es importante resaltar que la salud no solo determina la cantidad de trabajadores disponibles, sino también su calidad y eficacia.

Las personas con buena salud tienden a ser más productivas y creativas, además de presentar menores índices de ausentismo laboral por enfermedades. Una población saludable conlleva menores costos asociados a la atención médica, lo que contribuye a una mayor estabilidad económica a largo plazo. Por ende, el acceso a los servicios de salud de calidad, la prevención de enfermedades y la promoción de estilos de vida saludables son elementos clave para fortalecer la relación positiva entre la salud y el crecimiento económico. Estas medidas no solo benefician a nivel individual, al mejorar la calidad de vida de las personas, sino que también generan impactos positivos a nivel económico al fomentar la innovación, la inversión y el desarrollo humano sostenible.

A menudo se considera que la salud y la calidad de vida de una población son el resultado directo del entorno económico en el que se encuentran. Esto se debe a que las personas con mayores ingresos suelen tener un acceso privilegiado a bienes y servicios, disfrutan de mejores condiciones de vida y tienen una mejor salud. No obstante, la salud no es únicamente un efecto de la situación económica, sino también una causa importante del crecimiento económico en sí mismos. Esto se debe a que una población que goza de

buena salud, nutrición adecuada y acceso a la educación es más productiva y especializada en su trabajo.

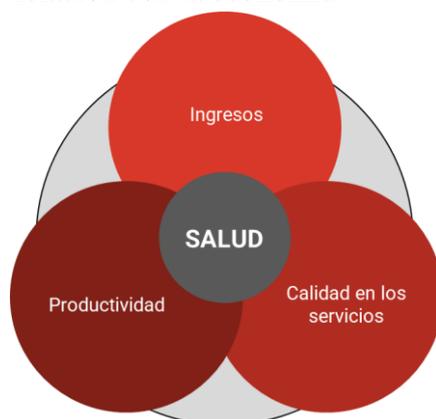
Por consiguiente, se reconoce que la salud es tanto un objetivo fundamental del desarrollo como un resultado del mismo, y desempeña un papel crucial en la promoción del crecimiento económico y la reducción de la pobreza. Esta perspectiva destaca la importancia de intervenir en el ámbito de la salud como parte integral de las estrategias de desarrollo económico. Por ello, como lo marca a Organización Mundial de la Salud (2001) se entiende que la salud es un objetivo fundamental del desarrollo, así como un resultado, con una gran importancia en intervenir para fomentar el desarrollo económico y reducir la pobreza.

Desde una perspectiva económica, la salud puede considerarse un insumo como un producto, con implicaciones desde la oferta y la demanda. Por el lado de la demanda, a medida que la población tiene un mayor ingreso, existe una mayor exigencia de servicios de calidad, lo cual están dispuestos a pagar un precio más alto, expandiendo así la curva de demanda. En cuanto a la oferta, una mejor salud entre los trabajadores aumenta su capacidad de innovar y crear, resultando en la producción de bienes y servicios de mayor calidad.

Esto mejora la eficiencia y genera un desplazamiento de la curva de oferta, generando un nuevo nivel de equilibrio de mercado (Arrow, 1963). La idea de Arrow presenta una premisa importante en la relación entre economía y salud, utilizando como un marco de referencia el comportamiento del mercado, pues parte del marco conceptual del equilibrio de mercado, en donde a cada demanda, le corresponde una oferta. Al ser la salud considerada un producto, que la sociedad está dispuesto a consumir, propicia una necesidad de oferta y regularse por las fuerzas del mercado.

Si bien, la salud es un aspecto importante del bienestar individual, también tiene implicaciones considerables dentro de la economía, no obstante, la interacción entre la salud y la economía es más compleja que una relación de producto o de mercado, muchas veces esta relación depende de los factores sociales que componen el concepto de salud.

**Figura XXV** La salud y su relación con la economía



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de (Arrow, 1963).

Dentro del proceso de crecimiento económico, la salud se percibe como un insumo, es decir, como una ventaja competitiva al tener una población sana, pues el incrementar los servicios de salud en la población de escasos recursos se traduce en salvar millones de vidas, reducir la pobreza, estimular el desarrollo económico y la seguridad mundial. Desde el punto de vista de la salud como un producto, es un resultado de una expansión de la riqueza, la disminución de la mortalidad y el aumento de la esperanza de vida. Desde esta perspectiva, la salud se considera un producto, un resultado directo de la prosperidad económica, la disminución de la mortalidad y el aumento de la esperanza de vida.

Cuando la salud de la población mejorar, independientemente de la edad, esto repercute positivamente en la situación económica de un país. Se observan incrementos en la producción reflejados en las tasas del PIB y en una reducción de la dependencia de la población no económicamente activa. Es decir, mejor salud contribuye de manera integral al progreso económico de una nación, fortaleciendo su capacidad productiva y promoviendo un equilibrio demográfico más sostenible.

Según Gretchen (2006), los primeros indicios de la conexión entre economía y salud tiene sus hallazgos en el siglo XIX, cuando los sistemas de salud pública comenzaron a implementar medidas para controlar las epidemias infecciosas que se propagaban a lo largo de las rutas comerciales. Sin embargo, esta integración va más allá de las simples afectaciones en la salud ocasionadas por las actividades productivas. Esto incluye los resultados del desempleo y la eficiencia de la población económicamente activa, en ese sentido, es esencial comprender que la salud de una población no solo se

ve influenciada por factores económicos, como la disponibilidad de atención médica o los niveles de ingresos, sino también como un impacto significativo en la economía en su conjunto.

La inversión en salud tiene beneficios a corto plazo en términos de reducción de costos sanitarios y aumento de productividad, en el largo plazo los beneficios se dan al mejorar el capital humano de una nación. Un sistema de salud robusto y accesible, protege a los individuos de enfermedades y propicia un entorno más seguro y favorable para el crecimiento económico. Por lo tanto, la relación entre la economía y la salud es compleja y multifacética y entenderla en su totalidad es parte de diseñar políticas públicas efectivas que promuevan el bienestar de la población y el crecimiento económico.

La relación de causalidad entre la salud y el crecimiento económico puede ser de carácter acumulativo, ya que al tener mejores condiciones en la salud conduce a un mayor crecimiento, lo que, a su vez, permite mejoras adicionales en la salud, generando así un círculo virtuoso que puede persistir a lo largo del tiempo. Sin embargo, esta relación también puede ser afectada por condiciones sociales y recursos limitados, que pueden tener un impacto negativo en la cobertura y el costo de los servicios de salud, incrementando problemas como la desigualdad, la pobreza y la malnutrición. Las condiciones sociales y los recursos escasos, afectan de manera negativa en la cobertura y el costo de los servicios de salud.

Lambo (1993) en un estudio realizado sobre las afectaciones del crecimiento económico en la salud para la región de África, señala que las políticas de desarrollo diseñadas para mejorar las condiciones económicas y el nivel de vida de las personas a menudo tienen efectos no deseados en la salud. Muchas de estas estrategias pueden generar riesgos adicionales y agravar enfermedades, especialmente en el contexto del crecimiento urbano acelerado. Esto sugiere la importancia de adoptar un enfoque integral en el diseño de políticas públicas que consideren los aspectos económicos, el impacto en la salud y el bienestar de la población.

En muchos países en desarrollo, la industrialización y la urbanización han traído consigo una serie de consecuencias para la salud. El aumento de enfermedades relacionadas con estilos de vida poco saludables y el deterioro del medio ambiente son resultados directos de estos procesos. Esto afecta toda la población y plantea desafíos

significativos para los sistemas de salud. Ante esta situación, es crucial que el Estado intervenga mediante la implementación de políticas públicas diseñadas para abordar estos problemas de manera integral.

Estas políticas deben tener como objetivo principal mejorar la salud de la población y deben estar diseñadas de manera que su impacto se refleje a un nivel macroeconómico. Se necesita de un enfoque holístico que aborde tanto los factores socioeconómicos, como los ambientales que influyen en la salud de las personas. Por ello, es importante reconocer que una población sana es necesaria para el desarrollo sostenible de cualquier país, y que invertir en la salud de las personas beneficia al progreso. Es decir, el diseño e implementación de políticas públicas efectivas en materia de salud son necesarias para un desarrollo integral y sostenible.

De tal manera, que la convergencia entre salud y economía presenta dos facetas distintas: una donde la salud influye en la economía como causa y otra donde la economía influye en la salud como efecto. Sin embargo, esta dualidad puede generar efectos negativos entre ambas áreas, ya que el aprovechamiento de los beneficios de una mejor salud en el crecimiento económico puede verse limitado debido a la relación de causalidad entre ambas. Por un lado, cuando la salud mejora, se espera que esto conduzca a un mayor crecimiento económico, ya que una población más saludable tiende a ser más productiva y a incurrir en menores costos de atención médica.

Este es el efecto positivo que se espera de la relación entre salud y economía. Sin embargo, este efecto puede ser contrarrestado por la causalidad inversa: una economía más fuerte puede permitir mayores inversiones de salud, lo que a su vez mejora aún más la salud de la población. Esto crea un ciclo virtuoso en el que la salud y la economía se refuerza mutuamente.

Por otro lado, la relación de causalidad puede tener efectos negativos, por ejemplo, si los recursos económicos se desvían hacia la atención médica en lugar de otros sectores productivos, esto podría afectar negativamente el crecimiento económico a largo plazo. Del mismo modo, un crecimiento económico desigual o no inclusivo puede dar lugar a disparidades en el acceso a la atención médica, y, por lo tanto, a problemas de salud pública, es decir, mientras la relación entre salud y economía puede tener efectos positivos en términos de crecimiento y bienestar general, también es importante reconocer los

posibles efectos negativos y trabajar para mitigarlos mediante políticas públicas adecuadas y un enfoque integral que aborde tanto los aspectos económicos como de salud. Por esta razón, una atención sanitaria adecuada debe considerarse como uno de los puntos de partida importantes del proceso de desarrollo.

Las personas con buena salud son un componente esencial de una economía próspera. La mala salud, por otro lado, puede desencadenar desempleo y baja productividad, lo que a su vez resulta en falta de ingresos y estancamiento en el progreso social. La importancia de la atención sanitaria va más allá de simplemente tratar enfermedades; se trata de mantener a la población en condiciones óptimas para contribuir plenamente al desarrollo económico y social.

Una población sana tiene más probabilidades de participar en la fuerza laboral de manera productiva y de generar ingresos suficientes para satisfacer necesidades básicas y contribuir al crecimiento de las naciones. Invertir en sistemas de atención sanitaria accesibles y de calidad no solo beneficia a nivel individual al mejorar la calidad de vida y reducir la carga de enfermedades, sino que también tiene importantes repercusiones a nivel macroeconómico y social. Es una inversión en el futuro sostenible de una nación, que promueve el bienestar general y el desarrollo equitativo para todos sus ciudadanos.

## **2.4 La economía pública**

La economía pública es una rama de la economía que se dedica al análisis de los fundamentos teóricos y conceptuales relacionados con la intervención del gobierno en la economía. Es decir, esta disciplina trata de examinar cómo las políticas públicas pueden influir en el funcionamiento de los mercados y la distribución de los recursos en la sociedad. Este campo tiene un gran abanico de temas, desde la provisión de bienes públicos, la regulación económica, la imposición de impuestos o política fiscal y la redistribución del ingreso. Su principal interés es comprender como el gobierno puede intervenir de manera efectiva para mejorar el bienestar social y promover el crecimiento económico.

Los economistas en este campo utilizan herramientas analíticas y modelos económicos para evaluar el impacto de las políticas gubernamentales, además de diseñar intervenciones que maximicen los beneficios para la sociedad en su conjunto. También

estudian cuestiones relacionadas con la eficiencia y la equidad de las políticas públicas, así como la viabilidad de la política fiscal.

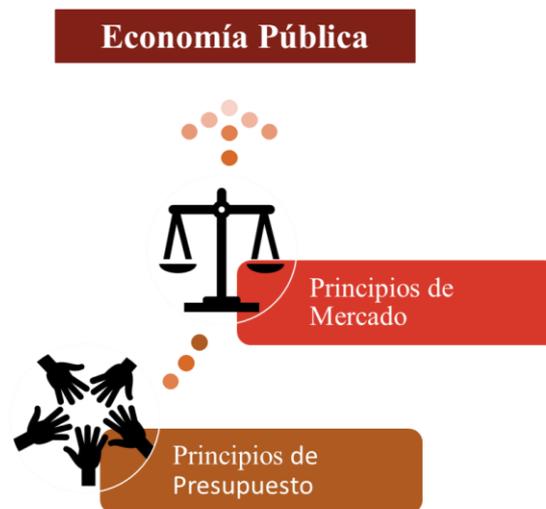
La economía pública utiliza los principios de la teoría microeconómica, con la finalidad de evaluar si es probable que proporcione resultados eficientes con la intervención gubernamental en beneficio del bienestar social. Por lo tanto, dado que el objetivo de este trabajo de investigación es analizar cómo las afectaciones del SARS-CoV-2 impactaron en la actividad económica de México, y dar recomendaciones de política pública dirigida a mitigar los efectos de la pandemia o problemas de salud en la economía del país, se sustenta en el marco teórico de la investigación a los fundamentos de la economía pública. De esta manera, la economía pública es un campo de estudio crucial que proporciona el marco teórico necesario para entender el papel del gobierno en la economía, este campo, explica cómo las políticas públicas se entrelazan con la economía y cómo su influencia puede ser determinante para que un país alcance sus objetivos económicos.

Retchkiman (1977) en su libro *Introducción al Estudio de la Economía Pública* establece dos principios motrices fundamentales que sirven para delimitar y justificar la existencia de la economía pública como disciplina científica, siendo estos, el principio de mercado y el principio de presupuesto. Estos principios abordan cómo el gobierno interactúa con la economía, además delinean su influencia en la asignación de recursos y su impacto en el bienestar de la sociedad.

1. Principio de mercado: es el mecanismo de regulación de la oferta y la demanda. En este principio es el mecanismo de operatividad del sector privado donde existe una demanda, una oferta y un beneficio o ganancia. Es aquí donde la economía pública participa como un ente regulador. Es decir, aborda la manera en que el gobierno interviene en el funcionamiento del mercado, para corregir fallas o promover objetivos sociales. Esta intervención se manifiesta a través de regulaciones, impuestos, subsidios y otras medidas que buscan corregir externalidades, monopolios, asimetrías de información, entre otros.
2. Principio de Presupuesto: consiste principalmente en una redistribución del ingreso, la riqueza y la estabilidad económica, esto se logra a través de la formulación de políticas públicas. Es decir, se refiere al papel del gobierno en la

gestión de sus ingresos y gastos. Esto implica analizar la recolección de fondos por parte del gobierno a través de los impuestos, la deuda u otra fuente de financiamiento, y cómo después se utilizan esos recursos para proveer bienes y servicios públicos, tanto para financiar programas de redistribución del ingreso y políticas sociales.

**Figura XXVI** Principios Motrices de la Economía Pública



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Retchkiman (1977).

Estos principios son dos maneras distintas de asignar recursos, es decir, son formas de organización que determinan el uso y el desarrollo de recursos, con el fin de mejorar el bienestar social, corregir las fallas de mercado y promover la equidad. Mediante el principio de mercado, la economía pública analiza cómo estas intervenciones gubernamentales afectan la eficiencia y la equidad de la asignación de recursos.

El análisis se centra en evaluar el impacto de las regulaciones, impuestos, subsidios y otras medidas en la distribución óptima de los recursos económicos. Por otro lado, con el principio de presupuesto, la economía pública se encarga de las decisiones de gasto público y sus afectaciones en la distribución del ingreso, la estabilidad macroeconómica y el bienestar general de la sociedad.

El bienestar es una situación de eficiencia que se maximiza siguiendo el principio de Pareto, en donde, existe un equilibrio perfecto. Este equilibrio, también conocido como eficiencia de Pareto, describe una condición en la que ningún individuo puede

mejorar su situación sin afectar negativamente a otro, en otras palabras, cualquier cambio que beneficie a una persona solo puede ocurrir a expensas de otra. Aplicando el equilibrio de Pareto al contexto de los recursos públicos, esto implica que la asignación de estos recursos debe realizarse de manera que se maximice el beneficio para todos los individuos (Urrunaga et. al, 2014) y es óptima cuando cualquier otra reasignación de recursos resulta en al menos una persona en una situación desfavorable. Por ejemplo, al invertir en salud, no se debería perjudicar o limitar la inversión en educación.

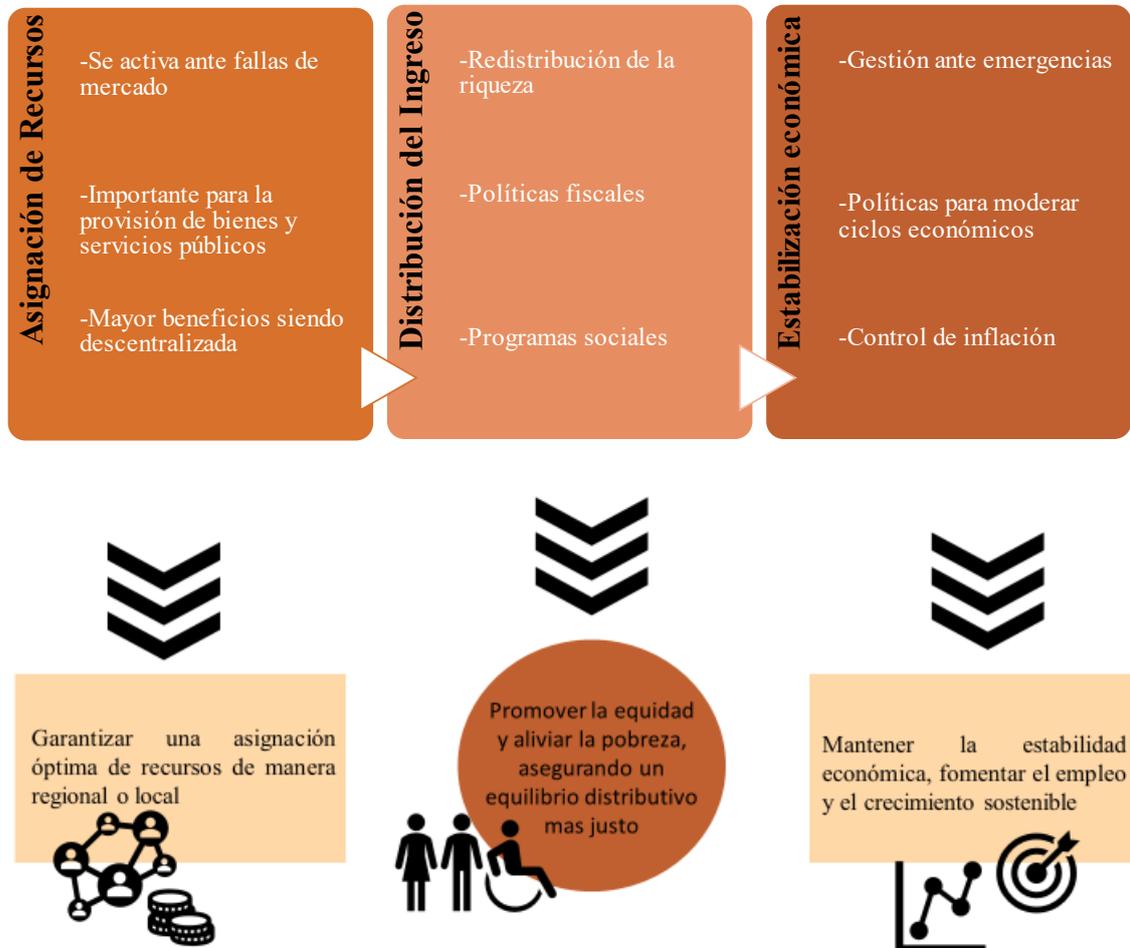
En la distribución de los recursos públicos, la eficiencia de Pareto implica que la asignación de estos recursos no puede modificarse en beneficio de alguien, perjudicando a otros. Por ello, se busca optimizar los recursos de la manera más óptima, es decir que sirvan al mayor número de personas. Por ejemplo, en la construcción de una calle o vialidad, se invierten recursos públicos que benefician a las personas que viven en un perímetro cercano a la construcción, además de las personas que llegan a transitar de manera esporádica por la misma vialidad, en este tipo de servicios como la planificación urbana, la distribución de espacios verdes, infraestructuras y demás servicios, se considera el mayor beneficio común, sin afectar a otros grupos de población.

Sin embargo, la eficiencia de Pareto parte del objetivo de maximizar los beneficios de la población, pero no necesariamente da como resultado una distribución de recursos socialmente deseable, pues no tiene en cuenta cuestiones de igualdad, es por ello, que el equilibrio de Pareto es un concepto mínimo de eficiencia y no implica que una situación sea óptima en un sentido más social. Además, lograr la eficiencia puede ser un desafío que en la práctica difícilmente se realizaría, ya que cualquier cambio que beneficie a una persona puede encontrar resistencia por parte de otras que sienten que están en peor situación, un ejemplo de ello son los impuestos gravables como el Impuesto Sobre la Renta (ISR) en México, en donde las personas pagan tarifas progresivas conforme a sus ingresos, a pesar de que este ingreso es importante en el sector público y justo, existe un malestar entre la población al perjudicar el ingreso de manera desigual.

Dado que el mercado no opera en armonía o de manera eficiente y no cumple plenamente con las funciones económicas, el Estado asume un papel activo en la economía, con la finalidad de llevar a cabo ciertas tareas e incluso dirigir la política económica de un país. La naturaleza y el grado de intervención varían dependiendo del tipo de economía y pueden adquirir mayor relevancia en algunos países que en otros.

Según Urrunaga, Hiraokama y Risso (2014) la intervención gubernamental depende de tres funciones principales: la asignación, la distribución y la estabilización.

**Figura XXVII** Funciones de intervención gubernamental



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Urrunaga, Hiraokama y Risso (2014).

1. **Asignación de Recursos:** se presenta cuando el mercado emite fallas que obstaculizan una distribución eficiente de los recursos. Muchas ocasiones los bienes públicos e incluso las externalidades impiden que el equilibrio del mercado realice una asignación óptima desde un punto de vista social, es por ello que el gobierno requiere facilitar la adecuada provisión de algunos bienes y servicios. Esta función es la principal y la más importante por parte del Estado, además que se puede ejecutar de manera descentralizada, es decir, los gobiernos estatales y municipales participan en esta asignación, pues resulta primordial o incluso vital para la asignación proveer de manera regional o local los recursos.

2. **Distribución del Ingreso:** se refiere a la labor del Estado en la redistribución de la riqueza y los ingresos dentro de la sociedad. En esta función implica aplicar políticas redistributivas, esto nace porque la eficiencia en el sentido de Pareto no resuelve el aspecto distributivo. El principal objetivo es fomentar la equidad y el alivio de la pobreza por medio de políticas fiscales, programas de bienestar social entre otras.
  
3. **Estabilización de la Economía:** se centra en la gestión de la estabilidad macroeconómica del país. El gobierno interviene para suavizar los ciclos económicos, controlar la inflación, mantener el empleo y asegurar el crecimiento económico sostenible. La estabilización económica es una función esencial del gobierno que busca garantizar un entorno económico estable y propicio para el crecimiento y el bienestar de la sociedad, mediante la implementación de políticas adecuadas, el gobierno puede contribuir significativamente a la estabilidad macroeconómica y al desarrollo sostenible del país.

La asignación de recursos por parte del gobierno no siempre implica la producción directa de bienes y servicios, en muchos casos, el gobierno simplemente regula a través de licitaciones, así como también estos se pueden regular de forma descentralizada o en conjunto con los tres niveles de gobierno, un ejemplo de este tipo de asignación de recursos en México es la distribución del agua potable, este servicio que se maneja de manera federal, estatal y municipal.

En gran medida la eficiencia o ineficiencia de un gobierno para la producción, distribución o proveeduría de un bien o servicio está en relación con la naturaleza del bien y la política, es por ello, que la economía y las ciencias políticas convergen ante la administración gubernamental. En lo que respecta a la distribución del ingreso, la intervención del Estado busca garantizar un proceso justo y equitativo, evitando grandes disparidades entre los ingresos de la población. Para ello, pueden aplicarse diferentes criterios o una combinación de ellos, pues hablar de redistribución no significa poner un techo a la riqueza, más bien es orientar los recursos hacia la erradicación de la pobreza y la reducción de las desigualdades sociales. Por último, la función del gobierno como estabilizador implica intervenir en las etapas de coyuntura o crisis que enfrenta un país.

En la economía el Estado puede intervenir de manera directa por medio de la política monetaria, sin embargo, también lo hace de manera indirecta a través de las políticas públicas sectoriales que coadyuvan al incremento de los factores del crecimiento. Estas políticas no modifican al mercado, ya que la racionalidad desde un punto de vista de políticas públicas no parte de un teorema de maximización, más bien, parte de una racionalidad cooperativa y calculable que depende de la interacción social, protegiendo a la población de las consecuencias que podrían afectar el entorno económico y son entendidas como soluciones para mantener el orden público y satisfacer necesidades esenciales.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la idea sobre el manejo de lo público debe de estar a cargo del Estado, retomó mayor fuerza, sin embargo, resultaron críticas a su eficiencia dando paso a la intervención del mercado, trayendo consigo grandes reformas estructurales encaminadas a la “privatización”, pero la poca capacidad del mercado para converger los intereses públicos y privados fue ineficiente para la solución de problemas públicos. La lucha entre la participación del gobierno en la economía sigue en disputa y se renueva constantemente de acuerdo a las fallas económicas que se han presentado (crisis y recesión), debido a que el mercado no tiene la capacidad para satisfacer las necesidades públicas y privadas, pues no es un ente regulador de justicia.

Economistas como Smith defienden la idea del libre mercado y la existencia de fuerzas de regulación propias, a lo que nombra “la mano invisible”. La idea del *laissez faire* penetraba constantemente para delimitar la intervención del Estado a lo mínimo posible, ideas que siguieron a lo largo del tiempo, sin embargo, después de la gran depresión otro grupo de economistas comandados por Keynes y basados en los sucesos previos a la crisis, argumentan que el Estado debe de tener una participación activa dentro de las decisiones económicas para hacer frente a las injusticias del mercado. Las estrategias del gobierno están sustentadas en un análisis integral, técnico y político de los problemas públicos, es por eso que la intervención en temas económicos es parte de sus funciones.

Por esta razón, y como justificación de este trabajo de investigación, es crucial reconocer que el Estado debe de intervenir ante las afectaciones económicas del SARS-CoV-2. La pandemia ha provocado un impacto significativo en las economías a nivel mundial, generando desafíos en términos de crecimiento económico, empleo y bienestar

social. Analizar y comprender el papel del estado en la gestión de la crisis sanitaria resulta crucial para diseñar políticas públicas efectivas de recuperación y reconstrucción que puedan promover un desarrollo sostenible.

Ante la intervención del Estado en la economía, las políticas públicas se convierten en herramientas bondadosas para abordar las fallas de mercado en la producción de bienes y servicios. La efectividad de estas herramientas está directamente relacionada con el nivel de gasto público, el proceso político y, especialmente, el comportamiento del gobierno. Su objetivo, es garantizar un acceso equitativo de los recursos, promoviendo así un desarrollo económico más inclusivo y sostenible para toda la sociedad. En este sentido las políticas públicas no solo contribuyen a mejorar el bienestar de los sectores más vulnerables de la sociedad, sino que también pueden generar efectos positivos en términos de crecimiento económico y estabilidad social a largo plazo.

## **2.5 El Estado y las políticas públicas**

La política en términos prácticos es un instrumento utilizado para la obtención del poder. El Estado está fundado en la violencia, y la violencia es un medio específico del cual se vale el Estado, es aquí donde surge la íntima relación entre violencia y Estado siendo uno parte del otro.

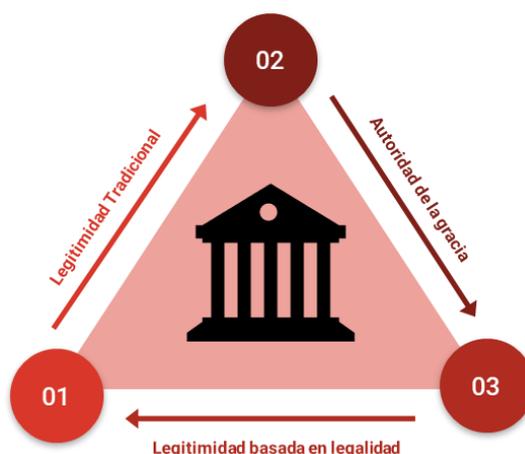
En el pasado las más diversas asociaciones, comenzando por la asociación familiar (Sippe), han utilizado la violencia como un medio eternamente normal. Hoy, por el contrario, tendremos que decir que Estado es aquella comunidad humana que, dentro de un determinado territorio (el <<territorio>> es elemento distintivo), reclama (con éxito) para sí el monopolio de la violencia física legítima (Weber, 1979, p. 83).

Entonces entendemos como Estado a una comunidad humana que se adjudica el monopolio de la violencia física legítima, en un determinado territorio, siendo de esta forma el Estado, la única fuente del "derecho a la violencia". Al ser el único poseedor de violencia las demás asociaciones buscan obtener un poco de la violencia legítima, a través de la lucha de poder, en este sentido la política es la aspiración de participar en el poder o influir en la distribución del poder entre los distintos Estados o grupos, con la finalidad de obtener el derecho de la violencia que el Estado les permita. Por lo tanto, hablar de política, es hablar de los intereses en torno a la distribución de la violencia y el poder. De

este modo quien hace política, aspira al poder, al poder como un medio para otros fines o al simple poder por poder.

El estado es una historia de dominación entre hombres sobre hombres, sostenido por la violencia legítima, una violencia necesaria para la subordinación, para que exista poder, deben de existir una dependencia entre personas, un sometimiento por el cual debe de regirse un ser humano con respecto de otro. Sin duda esta idea de subordinación a lo largo de la historia se ha justificado mediante tres formas de legitimación, de acuerdo con Weber (1979), son por medio de la forma tradicional, el carisma y la legalidad.

**Figura XXVIII** Legitimación del Estado



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Max Weber (1979).

1. “Eterno ayer” o legitimidad tradicional, es ejercida desde antiguas épocas y su principal razón proviene de una costumbre de veneración y esclavitud.
2. La autoridad de la gracia o el carisma, es la versión romántica de la subordinación, pues la entrega depende la confianza y la empatía, en muchas ocasiones es de manera voluntaria y personal.
3. Legitimidad basada en la legalidad, este tipo de subordinación tiene que ver con la validez de preceptos legales y las normas creadas, es obediencia de las obligaciones legalmente establecidas.

La obediencia está condicionada por el temor y la esperanza y estos tres tipos de obediencia son primordiales para la estructura de dominación. No obstante, nuestro interés se encuentra en la obediencia por carisma, para Weber (1979) esta dominación es donde se arraiga en su expresión más alta la idea de vocación, es decir, es donde surge la

vocación de un político. El político por lo tanto es un actor que intenta influir en la distribución del poder con el fin de obtenerlo, donde una parte fundamental es el carisma y la vocación, sin embargo, la dominación se realiza a través de todas sus formas y para lograr la orientación de la actividad humana hacia la obediencia, el político hace política.

El Estado moderno es visto como una asociación de dominación institucional que ha monopolizado la violencia legítima como medio de dominación en un territorio, a la cual le pertenecen los medios materiales, los cuales distribuye entre su dirigente y funcionarios a través de jerarquías supremas, lo que es parte de la composición del Estado como una empresa política con poder económico, administrativo y patrimonial.

La intervención del Estado como un ente regulador, ordenado y coercitivo no solo se limita a las participaciones regulatorias y legislativas, pues su papel dentro de los problemas públicos implica incidir de manera positiva a través de las políticas públicas efectivas. El gobierno, en su rol administrador y ejecutor de poder debe de converger con un mismo fin, es decir, unificar sus esfuerzos hacia la solución de los problemas públicos. Esta convergencia puede lograrse por medio de la acción política y el ejercicio de la función pública, además de tomar en cuenta al ciudadano dentro de las decisiones de política pública.

La intervención del estado implica la implementación de políticas públicas que aborden problemas públicos de manera integral, donde al involucrar a la sociedad civil, se fortalezca la democracia y de promueva una gestión pública más eficientes y orientada hacia el interés general. Esta labor requiere una coordinación efectiva entre el gobierno, los actores políticos y la sociedad civil, con el objetivo común de promover el bienestar y el desarrollo sostenible para todos.

Para entender las políticas públicas más allá de una ciencia es necesario revisar la distinción entre polity, politics y policy. El Estado es una figura jurídica y política, relacionada con procesos administrativos y legales que ejercen la forma de gobierno dentro de un territorio, esta interpretación tiene alusión al término polity. La palabra politics hace referencia como tal a la política, al proceso de negociación y ejercicio del poder, es una doctrina de debate y confrontación, en cuanto a policy es la acción que se realiza para abordar un problema, de manera formal podemos decir que una política es un instrumento con el que las sociedades se regulan a sí mismas, pero no es lo mismo hablar

de policy output y policy outcomes, de una manera burda podemos traducir el significado como resultados de política y resultados de la política, una de ellas se refiere a las acciones de gobierno (políticas gubernamentales) y la otra a los efectos en la sociedad (políticas públicas).

En la formulación y diseño de una política pública para resolver un problema público, se plantea la exigencia de una rigurosa metodología sustentada en la comprensión del entorno. El objetivo es lograr una comprensión real de la complejidad del problema, pues las suposiciones erróneas y la falta de conocimiento dentro de la formulación de las políticas afectan significativamente los resultados de la misma, por lo tanto, el proceso de formulación debe de ser holístico y multidisciplinario, involucrado tanto a expertos técnicos como actores políticos sociales y relevantes.

La generación del conocimiento desempeña un papel central en la toma de decisiones y se considera como la primera etapa en el ciclo de vida de la política pública. Sin embargo, es importante destacar que la metodología, el enfoque y la definición de lo público, no dependen únicamente de la revisión contextual de la información o de la descripción técnica del fenómeno, pues a su vez depende de la política y el gobierno. En este sentido, la formulación de las políticas públicas implica la consideración de enfoques científicos, técnicos, políticos, ideológicos y contextuales, pues la definición de lo que se considera problema público y la determinación de cómo abordarlo están influenciadas por el contexto políticos y las preferencias gubernamentales. Solo así se puede garantizar que el diseño de las políticas públicas sea efectivo, viables y aceptable socialmente.

A pesar de la existir un eje articulado entre polity (política), politics (procesos políticos) y policy (políticas), la falta de homologación de los problemas públicos y la separación predominante entre la dimensión técnica y la dimensión política han dado lugar a una discusión y distanciamiento entre los posicionamientos ortodoxos y heterodoxos, es decir, “la solución no estaba exclusivamente en la pertinencia de construir un proceso científico-técnico como lo establece la perspectiva del ciclo de las políticas públicas” (Del Castillo, 2020, p.41), pues la solución también se encuentra en los procesos de confrontación y negociación de los actores políticos. Esta afirmación subraya la complejidad inherente a la formulación de las políticas públicas, donde las decisiones no pueden ser reducidas únicamente a criterios técnicos o científicos.

La política, entendida como un proceso de toma de decisiones, negociación y confrontación entre los diferentes actores políticos, desempeña un papel fundamental en la determinación y adopción de las políticas adoptadas. Por ello, los enfoques ortodoxos tienden a favorecer un proceso de formulación de políticas centrado en la aplicación de métodos científicos y técnicos, sin embargo, los enfoques heterodoxos resaltan la importancia de considerar la dimensión política y los conflictos de interés que subyacen en la toma de decisiones políticas.

Las políticas públicas y su enfoque multidisciplinario se dan a la tarea del análisis de los problemas públicos, los cuales son propios de la autoridad, sin embargo, ¿cómo se decide qué problemas abordar?, es claro que colocar un problema público dentro de una agenda depende de la decisión del gobernante, pero las presiones tanto políticas como sociales y los diversos actores pueden influir en las decisiones del mismo, convirtiendo en acciones públicas todo lo que el gobierno decide o no hacer. Se puede llamar acción pública (sin afán de ser redundante) a todas las acciones realizadas por la autoridad pública, acciones que se dirigen al tratamiento de un problema público.

Las políticas públicas en su caso no son simplemente acciones, pues buscan algo más que dar un tratamiento a un problema público. Estas se caracterizan por elementos clásicos como la observación de programas y burocracias, el análisis de actores y de sistemas de acción, enfoques en términos de secuencia y finalmente un análisis de marcos cognitivos y normativos.

Las observaciones de programas y burocracias implican el análisis de las estructuras burocráticas involucradas en la implementación de políticas públicas. Se examina cómo operan estos programas y cómo interactúan con las instituciones gubernamentales para lograr sus objetivos. En el análisis de actores y sistemas de acción, las políticas públicas consideran los diversos actores involucrados en el proceso de formulación, implementación y evaluación de políticas, esto incluye a grupos de interés, organizaciones de la sociedad civil, sector privado y ciudadanos en general.

En cuanto al enfoque en términos de secuencia, se refiere a la comprensión de que las políticas públicas siguen un proceso secuencial que incluye la identificación de problemas, la formulación de políticas, la implementación y la evaluación, es decir, cada etapa en este proceso es crucial y tiene sus propias características y desafíos. Finalmente,

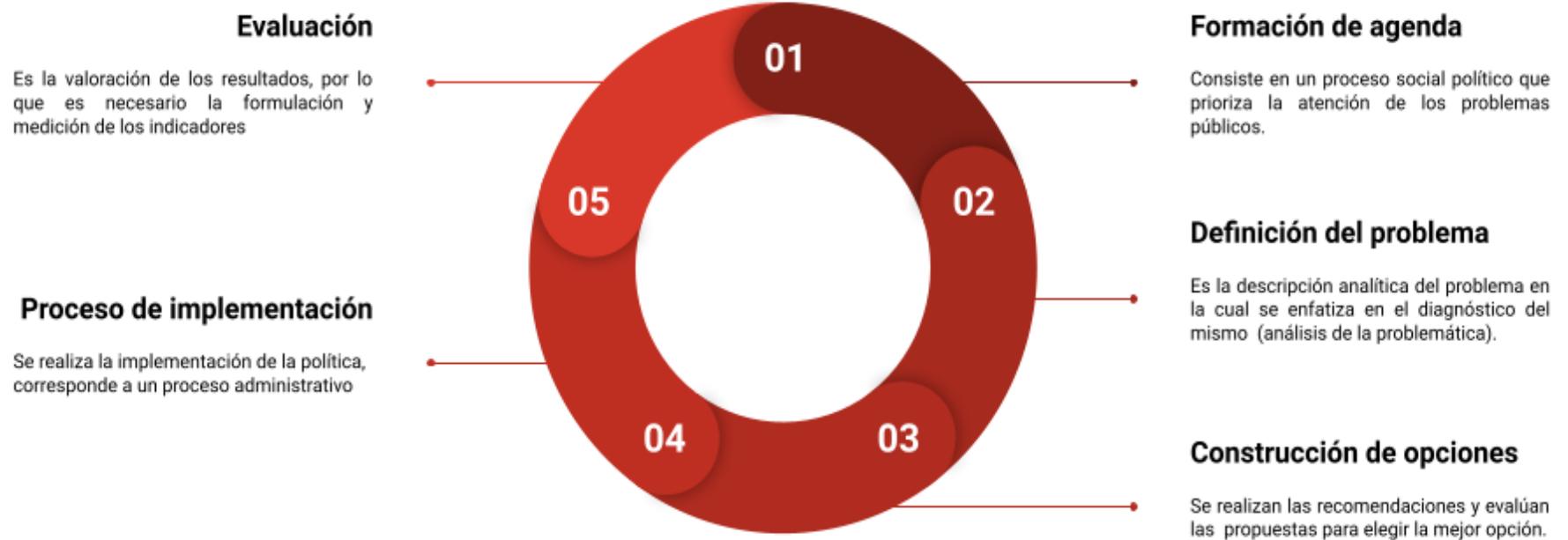
el análisis de marcos cognitivos y normativos, es donde se examinan los marcos conceptuales y los valores subyacentes que guían la formulación y aplicación de políticas públicas. Esto incluye las creencias, percepciones y normas que influyen en las decisiones políticas y en la manera en que se perciben los problemas y soluciones.

En conjunto, estos elementos contribuyen a una comprensión completa de las políticas públicas como procesos dinámicos y multifacéticos. Al considerar estos aspectos, los responsables de formular políticas pueden diseñar intervenciones más efectivas y adaptadas a las necesidades y contextos específicos. Como ha sido mencionado en apartados anteriores, la salud se encuentra relacionada con la actividad económica, una población más saludable es más productiva, por ello es necesario que se intervenga en la salud mejorando el sistema sanitario y controlando enfermedades, así como es necesario intervenir en la actividad económica ante las injusticias del mercado y los problemas de crisis, en otras palabras, la salud y la economía son problemas públicos y merecen atención por parte del gobierno.

## **2.6 Circulo de las políticas públicas**

Por medio de la investigación social se ha logrado integrar nuevos enfoques teóricos y metodológicos en las ciencias sociales, lo que permite una diversificación en la construcción del conocimiento, logrando contextualizar de manera más clara los problemas públicos y así contribuir a la toma de decisiones. Las diferentes disciplinas que surgen de la investigación proponen la atención de los problemas a través de la elaboración de políticas públicas, las cuales parten de un enfoque multidisciplinario con la finalidad de formular y ejecutar acciones mediante el análisis, la contextualización, la interpretación y sobre todo la participación de los diferentes actores sociales, como lo menciona Wener y Wegrich el análisis de las políticas basado en la ciencia política debe sugerir arreglos institucionales que apoyen una formulación más activa ( Werner, J. y Wegrich,2017,p.49), es decir, la participación de los actores políticos impacta con mayor fluidez la resolución de los problemas públicos.

**Figura XXIX** Circulo de las Políticas Públicas



Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Aguilar Villanueva (1996)

Sin embargo, las políticas públicas no solo responden a la ciencia política, a su vez responden a consideraciones técnicas. La inclusión de las ciencias exactas en las políticas, tiene sus inicios con la idea de Lasswell (1956) de incorporar conocimiento científico a la acción gubernamental, lo que dio inicio a la apertura de los problemas públicos desde una visión ortodoxa, de este modo, las acciones que tienen efectos en la sociedad y son encaminadas a resolver los problemas sociales se refugian en la búsqueda del conocimiento desde el ámbito académico, por lo tanto, la búsqueda del conocimiento desde el ámbito académico, la generación de la información y el análisis de los datos, es parte del proceso de orientación de las mismas políticas públicas, donde emana la ciencia y la política para el beneficio social.

El proceso de formulación y diseño de las políticas públicas está constituido por actividades posteriores a la aprobación del problema público y en cada etapa es necesaria la convergencia de la política y la ciencia. A estas actividades en la teoría política se le conoce como el círculo de las políticas públicas y cada una de ellas son vitales para su creación. Aguilar Villanueva contempla cinco etapas: formación de agenda, definición del problema, construcción de opciones, proceso de implementación y evaluación.

La primera etapa se conoce como la formación de agenda y consiste en un proceso social y político en el que una situación de la vida social se transforma en un problema público, priorizando como una realidad que tiene que ser atendida por el gobierno en beneficio de la sociedad. Es aquí donde surge la necesidad de una política y se establecen los hechos sociales que dieron inicio al problema público, la población afectada, donde la información y evidencia del problema a través de los datos pueden persuadir a los actores sociales.

La segunda etapa es la definición del problema, en ella se comprenden las consideraciones técnicas de la política, además de la elaboración de un análisis racional, que consiste en evitar que se decidan acciones que no tengan relación con el problema. Para ello se realiza un diagnóstico, el cual es el conjunto de operaciones analíticas ejecutadas para el entendimiento de un problema y tiene como objetivo identificar las principales dificultades y el impacto de las mismas en la sociedad. Un diagnóstico bien ejecutado puede evitar problemas en las futuras etapas de la política pública, así como intervenciones contraproducentes dentro del problema que estropean las soluciones. Es una etapa de estructuración donde se define la naturaleza del problema, se establecen los

objetivos, se identifican las causas y se realiza una visualización de una posible alternativa.

La construcción de opciones es la tercera etapa y se enfoca a formular una estrategia, en ella se elaboran alternativas y se pronostican los efectos de cada solución. Se utilizan técnicas de evaluación como: análisis de costo beneficio, análisis de correlación, factibilidad política, diagramas de árbol, análisis éticos, entre otros, con la finalidad de elegir la opción apropiada. Esta etapa jerarquiza los criterios de selección desde la racionalidad económica, la viabilidad política, incluso la factibilidad administrativa, es importante que en esta etapa se utilice de manera correcta la información, pues muchas veces suele ser la parte más débil del proceso al tomar decisiones basadas únicamente en la pertinencia política o bajo un exceso de criterios de eficiencia económica. Un reto dentro de esta etapa es consolidar la comunicación política, es decir, realizar la divulgación en términos entendibles por los actores políticos para evitar problemas de interpretación.

El proceso de implementación es la parte administrativa, se convierte en un proceso organizacional, gerencial y operativo, para poner en marcha una política y debe de estar acompañada de los instrumentos como FODA, análisis de factibilidad y de riesgo pues permiten la validación de la estrategia tanto política como administrativa. Los factores en el éxito de la implementación son: la razonabilidad y legitimidad política, el diseño y disponibilidad de los recursos, el liderazgo del proceso y las capacidades estratégicas y organizacionales.

Finalmente, la etapa de evaluación en ella se valora la calidad de la política implementada, así como los resultados sociales, es capaz de generar una mejora continua, así como nuevamente abrir el ciclo de las políticas. Es un ejercicio que brinda información acerca del diseño, la implementación, los resultados y el impacto de una política, para ello se establecen términos de referencia, marcos normativos, técnicas y métodos de recolección de la información, así como el procesamiento de los datos.

En las cinco etapas descritas se determinan los componentes de formulación y diseño de una política pública y en ellos se observa la exigencia de una metodología sustentada en la comprensión tanto de la realidad del entorno, como del marco teórico establecido a través de la ciencia, de tal modo que dentro de la toma de decisiones se

requieren de representaciones matemáticas de situaciones reales para lograr un entendimiento de la complejidad de los problemas públicos actuales. La relación de las consideraciones técnicas y políticas se encuentran en un debate agotador que muchos analistas de políticas públicas consideran innecesario, pues las suposiciones y la falta de conocimiento dentro de la formulación de las políticas afecta los resultados de la misma.

Dada la existencia de una compleja realidad de las políticas públicas enmarcadas en múltiples teorías, modelos, explicaciones, valores e ideologías, el problema no se encuentra en el ciclo de las políticas públicas *per se* sino de la necesidad de incorporar o incluir modelos y enfoques que sean o puedan ser útiles de las políticas públicas. (Parsons, 2013, p.170)

Es decir, la creación y el diseño de las políticas, no depende únicamente de la política, la agenda pública o los acuerdos entre actores políticos, a su vez esto corresponde a la revisión contextual de la información, de los datos y la descripción técnica del fenómeno. El objetivo central de esta investigación es proponer estrategias de política que incentiven el crecimiento económico, tomando en cuenta el círculo de las políticas públicas necesitamos generar la información necesaria para incluir el tema en la agenda pública además de realizar un análisis lógico matemático para la definición del problema y así poder definir estrategias óptimas que puedan contribuir con la recuperación económica del país.

## **2.7 Actores políticos**

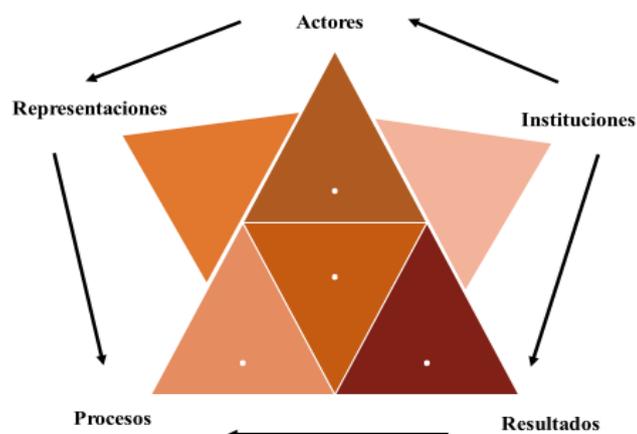
La acción pública es un flujo de acción cruzada entre el gobierno y la sociedad, la forma que se entrelazan las reformas gubernamentales y sociales pueden modificar la acción pública de manera trascendente, es decir, es la acción colectiva de los diversos actores que se encarga de la relación entre los actores gubernamentales y no gubernamentales, con el objetivo de lograr una construcción cooperativa de las opciones ante un problema público. Una herramienta de observación es el pentágono de la acción pública, el cual consiste en el análisis de la interacción de todos los elementos que influyen en la acción pública y se compone de:

1. Actores, individuos o colectivos dotados de interés y recursos hacia un problema público. Cuentan con autonomía para el desarrollo de estrategias.

2. Representaciones, son los marcos cognitivos y normativos que dan un sentido a sus acciones, es decir son los modelos de conducta de los actores, sus ideas, valores y simbolismo.
3. Instituciones, son las normas y marcos de acción.
4. Procesos, es decir, la combinación de actores, representaciones e instituciones (coaliciones y conflictos).
5. Resultados, que son consecuencia de la acción pública.

En los tres primeros componentes del pentágono se determinan los procesos y su dinámica de intercambio, dicho de otra manera, la interacción de los actores, sus representaciones y las instituciones, determinan a través de acuerdos (procesos) los resultados de la acción pública.

**Figura XXX** Pentágono de la acción pública

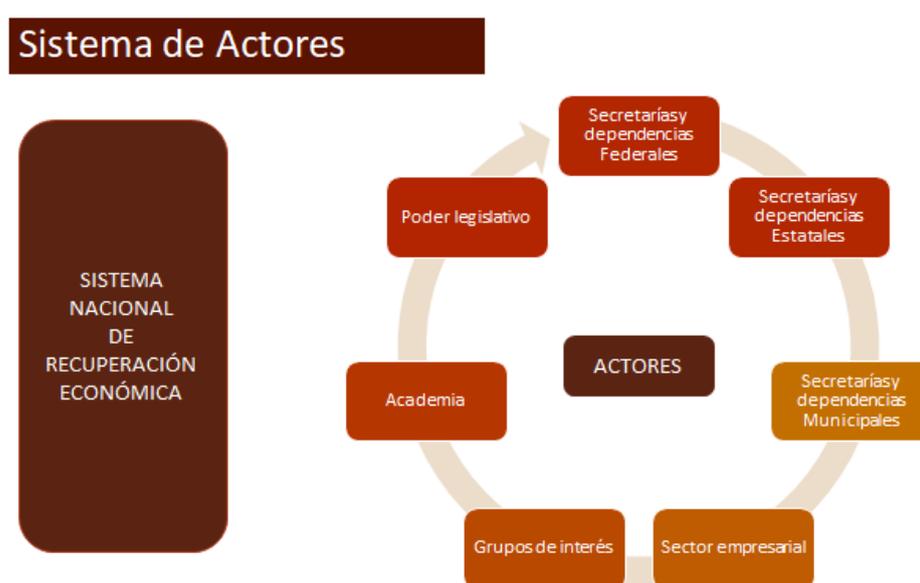


Fuente: Elaboración propia adaptado de la propuesta de Lascoumes, Pierre; Galès, Patrick (2012)

La construcción de una acción pública, no solo es hablar únicamente de la acción del gobierno, pues se entiende al Estado y la sociedad civil como un conjunto, no obstante, la institucionalización de la acción colectiva sigue siendo un papel del Estado, por medio de la sociología de la acción pública se hace posible identificar a los actores que participan y la lógica de articulación de los mismos. Los elementos de la acción pública son: el Estado, actúa con los demás interlocutores, la sociedad, recurre a múltiples formas de tratamiento de los problemas colectivos y finalmente lo político, debe de ser una cuestión central de las ciencias sociales, caracterizando a la acción pública como la forma en que la sociedad construye y califica los problemas colectivos y elabora respuestas.

Sí bien el gobierno es el tomador de decisiones no podemos olvidar que en una decisión intervienen los actores sociales, los cuales “van a influir sobre el proceso decisión a partir de sus intereses y recursos tanto materiales como ideológicos” (Roth, 2002, p.73). Los factores que provocan las reformas en la toma de decisiones se deben a las condiciones sociohistóricas, la personalidad reformadora o personalidad responsable de la decisión y al estilo de decisión, es decir, la decisión se toma mediante un estilo particular y hace referencia a los valores políticos y sociales.

**Figura XXXI** Sistema de actores políticos



Fuente: Elaboración propia

## 2.8 Marco normativo

Para sustentar las recomendaciones de política pública ante las afectaciones del SARS-CoV-2, es importante considerar un marco normativo que incluya tratados, acuerdos, leyes y reglamentos, de acuerdo con esta esta investigación se jerarquizó en dos niveles de normas aplicables: internacional y nacional.

A nivel internacional, de acuerdo con la Declaratoria de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas el marco normativo, la salud es un derecho fundamental de todos los seres humanos, así como todo ser humano tiene derecho a un nivel de vida adecuado, estos derechos son pilares dentro de organismos internacionales como la OMS y el Banco Mundial y son ejes centrales en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU, la cual es una herramienta de planificación de política pública.

En México, el marco normativo se rige por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), En este marco constitucional y legal, el artículo 4to garantiza el derecho a la protección de la salud y en el artículo 25 señala al Estado como responsable del desarrollo nacional. Estos principios también están respaldados por la Ley General de Salud, la Ley General de Desarrollo Social y la Ley para Impulsar el Crecimiento Sostenido de la Productividad y la Competitividad de la Economía Nacional, finalmente, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se alinea a través de sus cuatro principios rectores y tres ejes generales.

En la siguiente tabla se describe jerárquicamente el marco normativo aplicable a la salud y la economía, proporcionando el contexto legal necesario para la implementación de medidas efectivas en áreas como la salud y la economía.

**Tabla VIII** Marco normativo de la salud y la economía

Instrumento normativo	Nivel	Características generales
<b>Declaración Universal de Derechos Humanos</b>	Internacional	<p>Art. 22 se establece que todas las personas como miembros de una sociedad tiene el derecho a la seguridad social, así como la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales indispensables para su dignidad y libre desarrollo, ya sea por medio del esfuerzo nacional o la cooperación internacional.</p> <p>Art. 24, asimismo en este apartado se prioriza el derecho a un nivel de vida adecuado, así como a su familia, donde se asegure la salud y el bienestar de las personas, incluyendo el derecho a la alimentación, vivienda, vestido, servicios necesarios y la asistencia médica.</p>
<b>Objetivos del Desarrollo Sostenible</b>	Internacional	<p>Objetivo 3 salud y bienestar consiste en garantizar una vida sana y promover el bienestar de la población en general con el propósito de lograr la cobertura sanitaria universal y proporcionar acceso a medicamentos y vacunas asequibles para todos.</p> <p>Objetivo 8 trabajo decente y crecimiento económico, el fin es promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos,</p>

Instrumento normativo	Nivel	Características generales
		por lo que este objetivo exige una reforma financiera total para hacer frente a los problemas económicos.
<b>Constitución de la Organización Mundial de la Salud</b>	Internacional	Art. 2 se establecen las funciones de la OMS, en donde se incluye actuar como una autoridad directiva y coordinadora antes los asuntos de sanidad internacional, asistir a los gobiernos, proveer de ayuda técnica, fomentar la investigación entre otras, con el objetivo fundamental de alcanzar la salud óptima en toda la población.
<b>Carta de las Naciones Unidas</b>	Internacional	El Capítulo IX de la Carta de las Naciones Unidas se centra en la cooperación internacional económica y social. El objetivo de este capítulo es promover mejores estándares de vida a través del desarrollo económico y social, además de soluciones a problemas internacionales y el respeto universal a los derechos humanos.
<b>Convenio Constitutivo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial)</b>	Internacional	Art. 1 define el objetivo del Banco que es fomentar la reconstrucción y el desarrollo económico de los países miembros, facilitando la inversión de capital para fines productivos.
<b>Acuerdo sobre prevención, preparación y respuesta frente a pandemias</b>	Internacional	Los estados miembros de la OMS en respuesta al SARS- CoV-2 redactan este acuerdo para garantizar a todos los miembros una mejor preparación y protección ante futuras pandemias.
<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)</b>	Nacional	Art. 4 establece el derecho a la protección de la salud, aquí se define las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y la congruencia con las entidades federativas. Así como un sistema de salud para el bienestar para una atención integral y gratuita de las personas que no cuenten con seguridad social.  Art. 25 se enfoca en la materia económica, definiendo al Estado la rectoría del desarrollo nacional, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución

Instrumento normativo	Nivel	Características generales
		<p>del ingreso y la riqueza, es decir el Estado planeará y conducirá la actividad económica, así como la regulación y fomento de sus actividades.</p> <p>Art. 26 establece la organización por parte del Estado de un Sistema de Planeación Democrática para imprimir solides a al crecimiento de la economía.</p> <p>Art. 73 retoma la responsabilidad del Presidente de la Republica ante el Consejo de Salubridad General y establece que en caso de pandemias o invasión de enfermedades peligrosas, la Secretaría de Salud tendrá la obligación de conducir las medidas preventivas.</p> <p>Art.134 Administración con eficacia, eficiencia y economía de los recursos económicos.</p>
<b>Ley Orgánica de la Administración Pública Federal</b>	Nacional	<p>Art. 34 refiere a la Secretaría de Economía como la encargada de formular y conducir las políticas referentes a industria, comercio exterior, interior, abasto y precios del país, además de coordinar la política nacional para la creación de empresas de escasos recursos, así como la asistencia técnica a las dependencias, organismos sociales y privados en materia económica.</p> <p>Art. 39 corresponde a la Secretaría a Salud actuar como autoridad sanitaria, ejercer sus facultades en materia de salud y llevar a cabo el cumplimiento de la Ley General de Salud</p>
<b>Ley General de Salud</b>	Nacional	<p>Esta ley regula el derecho a la protección de la salud establecido en la CPEUM, su objetivo es el acceso a los servicios de salud y la distribución de competencias entre la federación, las entidades federativas y los municipios. Establece las bases para el Sistema Nacional de Salud, promueve la prevención de enfermedades y la promoción de la salud, además de regular el saneamiento básico y la salubridad general. La ley también abarca la investigación para la salud, el control sanitario de productos y servicios, y la educación para la salud.</p>

Instrumento normativo	Nivel	Características generales
<b>Ley General de Desarrollo Social</b>	Nacional	Se enfoca en establecer los criterios y la normativa para impulsar el desarrollo social, buscando disminuir las desigualdades y mejorando las condiciones de vida en el país, además es un pilar en la estrategia del país para enfrentar y reducir la pobreza, y para la promoción de un desarrollo equitativo y sostenible en todo el territorio mexicano. Especialmente art. 1 fomentar el sector social de la economía, art. 18 generación y conservación del empleo, art. 33 fomento a las actividades productivas
<b>Ley para Impulsar el Incremento Sostenido de la Productividad y la Competitividad de la Economía Nacional</b>	Nacional	Está diseñada para fortalecer el crecimiento económico del país. Su objetivo es establecer mecanismos para mejorar la productividad y la competitividad a través de una política económica coherente y de largo plazo. Esta política debe estar orientada a la modernización y diversificación económica, fomentando la inversión y la eficiencia productiva en sectores clave para el desarrollo sostenible del país.
<b>Reglamento Interior del Consejo de Salubridad General</b>	Nacional	El Consejo de Salubridad General es un órgano colegiado que depende directamente del Presidente de la República y tiene el carácter de autoridad sanitaria, con funciones normativas, consultivas y ejecutivas. En sus atribuciones resalta el aprobar las disposiciones necesarias en materia de salubridad y la elaboración de los insumos de atención médica para su difusión
<b>Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024</b>	Nacional	El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se compone de 4 principios rectores: economía para el bienestar, el mercado no sustituye al estado, por el bien de todos, primero los pobres y no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie afuera, en ellos se observa la visión del gobierno para dirigir la

Instrumento normativo	Nivel	Características generales
		<p>política del país, esto permea los tres ejes generales.</p> <p>I Política y gobierno, donde se establece que el objetivo del gobierno es que los mexicanos para 2024 vivan en un entorno de bienestar, esto a través de la creación del Instituto de la Salud para el Bienestar y la presencia activa del sector público en la economía.</p> <p>II Política social, un sistema de salud para toda la población, para garantizar que hacia 2024 todas y todos los habitantes de México puedan recibir atención médica y hospitalaria gratuita, incluidos el suministro de medicamentos y materiales de curación y los exámenes clínicos.</p> <p>III Economía, su objetivo es detonar el crecimiento sin ser una prioridad ante las necesidades de la población, la tarea del gobierno es impulsar la reactivación económica con el fortalecimiento del sector interno, el comercio justo y la economía social y solidaria.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Este marco normativo proporciona el fundamento legal necesario para la implementación de políticas públicas destinadas a abordar las afectaciones del SARS-CoV-2 en áreas clave como la salud y la economía. Al considerar estas normativas tanto a nivel internacional como nacional, se puede garantizar una respuesta coordinada y efectiva a la crisis sanitaria y económica derivada de la pandemia.

La integración de normativas internacionales y nacionales aseguran una perspectiva global en la gestión de la pandemia, al tiempo que reconoce las particularidades y necesidades específicas del país. Esto facilita la adopción de medidas coherentes y en armonía con el contexto nacional, al tiempo que promueve la colaboración y el intercambio de mejores prácticas entre las entidades federativas.

Al garantizar el cumplimiento y la aplicación efectiva de esta normativa, se fortalece la capacidad del gobierno para proteger la salud pública, mitigar los impactos económicos adversos y promover la recuperación sensible a corto plazo. En última instancia, la aplicación y el sustento de este marco normativo dentro de las recomendaciones de política pública contribuyen a salvaguardar el bienestar y la seguridad de la población, así como la solidez de un marco normativo coherente dentro de la política pública.

### **CAPÍTULO III Análisis del Impacto del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico de México**

Para abordar adecuadamente los problemas públicos, es crucial elaborar un diagnóstico detallado, evitando así la creación de políticas basadas en intuiciones, métodos poco sistemáticos o decisiones azarosas. Este enfoque analítico no solo es fundamental para entender de manera precisa las causas y consecuencias del problema en estudio, sino que también asegura que las políticas desarrolladas estén bien fundamentadas y alineadas con las necesidades identificadas. Al adherirse a las dos primeras fases del ciclo de las políticas públicas, este tipo de análisis garantiza una base sólida para la intervención efectiva y la toma de decisiones informadas, contribuyendo significativamente a la implementación de soluciones prácticas y sostenibles.

El incluir el análisis científico y lograr una combinación con la política es la fórmula adecuada para el diseño de una política pública, por ello el modelo utilizado en la presente investigación es prescriptivo y tiene como componentes una función objetivo, variables de decisión y finalmente restricciones, lo que ejemplifica la conexión de las afectaciones económicas y un problema de salud pública. Para el desarrollo del modelo se toma como base metodológica a la investigación de operaciones, la cual consiste en métodos y modelos de corte cuantitativos para la toma de decisiones (Izar, 1996).

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, ideal para formular y probar hipótesis a través de proposiciones matemáticas que establecen relaciones funcionales entre variables. Esta metodología utiliza técnicas estadísticas avanzadas y herramientas estructuradas para la recolección y medición de datos, permitiendo un análisis riguroso y sistemático de la información (Sáenz y Tamez, 2014).

El concepto de crecimiento económico se operacionaliza dentro de este marco para facilitar la evaluación de políticas públicas dirigidas a reactivar la economía. El análisis de datos cuantitativos permitirá identificar patrones de comportamiento y tendencias del impacto del SARS-CoV-2 en la economía mexicana, proporcionando una base sólida para el razonamiento y la interpretación de los efectos de la pandemia.

### **3.1 La investigación de operaciones**

La investigación de operaciones es un enfoque científico que busca la optimización de los recursos escasos para una mejor toma de decisiones o entender de mejor manera situaciones reales. Es conocida como la ciencia de la administración debido a la necesidad de asignar los recursos disponibles a diferentes actividades de manera eficaz, utiliza un sistema que combina los componentes principales de un fenómeno, con la finalidad de buscar la mejor solución, siendo los primeros intentos de emplear el método científico a la administración.

Sus inicios formalmente como investigación de operaciones se establecen durante la Segunda Guerra Mundial, cuando ante las presiones por los escasos recursos militares los científicos en conjunto con militares tenían que organizar y diseñar los despliegues de radares de una manera eficaz, ante el éxito obtenido tras la victoria aérea que libro Gran Bretaña, la utilización de la ciencia en maniobras militares se conoció como investigación de operaciones bélicas, sin embargo, la popularización del método generó gran interés en diversos entornos principalmente los industriales y de negocios, evolucionando a investigación de operaciones. Otros factores importantes en la diversificación de la metodología se generaron a partir del desarrollo de las computadoras y el lenguaje de programación que han simplificado el tiempo y el proceso de los modelos estadísticos para la búsqueda de soluciones.

Para la realización de la investigación de operaciones se plantea el uso de un modelo matemático y se administran alternativas factibles (máximas o mínimas) dentro del criterio objetivo el cual está sujeto a restricciones. Los componentes principales dentro de un modelo de investigación de operaciones son:

- a) las alternativas, las soluciones posibles
- b) las restricciones, las limitaciones o parámetros a cumplir
- c) el criterio objetivo o función objetivo, la alternativa deseada

Es decir, se establece una ecuación que contenga las variables explicativas del fenómeno de estudio y a su vez satisfaga todas las restricciones de la función objetivo. Para el planteamiento de la ecuación de acuerdo con Taha (2012) es necesario llevar un procedimiento lógico de cinco etapas.

**Figura XXXII** Etapas de la Investigación de Operaciones



Fuente: Adaptado de la propuesta de Taha (2012)

La primera etapa es la definición del problema, con base en los objetivos establecidos en la investigación, se deben identificar las variables implicadas en el estudio, a través de la observación y tomando en cuenta las posibles alternativas de fuentes de información, de igual manera, esta etapa comprende definir el alcance de la investigación e identificar las alternativas de decisión, el objetivo del estudio y las limitaciones del modelo. Es decir, se genera a partir de la recolección de los datos.

Una vez identificadas las variables del fenómeno, se inicia con la etapa de construcción del modelo, en ella se determina el tipo de modelo a desarrollar. Para que un modelo relacione las variables de decisión con los parámetros y restricciones del fenómeno en estudio, se genera una hipótesis, es en este momento es cuando se realiza la definición del problema en términos matemáticos.

Posteriormente en la etapa de solución del modelo, se experimenta con las posibles soluciones matemáticas, mediante la aplicación de diversas técnicas estadísticas para resolver las características realizadas durante la hipótesis, ya sea que pueda ser rechazada o aprobada, con ello el problema real encuentra una solución matemática óptima por medio de una ecuación. Es necesario recordar que el objetivo de la metodología no es únicamente encontrar las mejores soluciones, si no la mejor solución, pues no se conforma con mejorar el estado de las cosas, la meta principal de la investigación de operaciones es identificar la mejor acción posible con la menor cantidad de recursos disponibles.

En la etapa de validación del modelo, se determina si el modelo puede predecir con certeza el comportamiento del fenómeno. Es decir, si cumple con los supuestos necesarios de inferencia estadística, pues esto le dará mayor viabilidad en la representatividad del fenómeno en estudio. Es decir, en esta etapa se comprueba si el modelo es coherente, significativo estadísticamente y si los resultados tienen sentido.

El último paso consiste en interpretar los resultados y dar conclusiones sobre la dinámica del fenómeno en estudio, a esta etapa se le llama implementación de resultados y en ella se traducen los resultados de la ecuación matemática en términos coloquiales para su entendimiento. A pesar de que los modelos de investigación de operaciones están diseñados para obtener la mejor solución, su éxito depende de la exactitud con la que el

modelo representa el fenómeno de estudio y la habilidad de interpretar los resultados para la implementación de estrategias efectivas.

En el caso particular de los efectos de la pandemia en el crecimiento económico, partimos de la idea de generar evidencia empírica sobre los daños que este problema de salud pública ha trasladado a la económica, estudiar la correlación de los casos y homogeneidad de las afectaciones al interior de los sectores productivos, así como en las entidades federativas, con la finalidad de generar políticas públicas adecuadas fomentadas en la investigación. La investigación requiere de un modelo, que ejemplifica la realidad por medio de la abstracción de la misma, y con la metodología de la investigación de operaciones se requiere soluciones factibles de optimización y cálculos interactivos. Con ello el estudio garantiza la mejor alternativa para reactivar la economía del país y se cumple con las fases de formulación de agenda y definición del problema del ciclo de las políticas públicas.

### **3.2 Planteamiento del problema**

A partir de la revisión bibliográfica y la aplicación de la IO en el contexto de la relación entre el SARS-CoV-2 y la economía, el planteamiento del problema se centra en comprender las afectaciones económicas generadas por la pandemia. En este sentido se analiza cómo la actividad económica se encuentra en función de dos variables clave: el número de defunciones, como medida propagación de la enfermedad, y la proporción de la población vacunada por SARS-CoV-2, como una variable relacionada con el control de la misma.

$$Yc = f(X_D, X_V)$$

Donde

$Yc$  = Indicador Global de la Actividad Económica

$X_D$  = Defunciones causadas por el SARS-CoV-2

$X_V$  = Población Vacunada contra SARS-CoV-2

Por lo tanto, la ecuación propuesta en la investigación establece que la actividad económica está en función de las defunciones y la vacunación, lo que permite capturar la influencia directa del SARS-CoV-2 en el desempeño económico.

En su forma lineal, el modelo propuesto se expresa de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_c = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_D + \hat{\beta}_2 X_V + e_i$$

Donde

$\hat{Y}_c$  = el Indicador estimado de la Actividad Económica

$\hat{\beta}_i, i = 0,1,2$  son los parámetros a estimar

$X_D$  = Defunciones causadas por el SARS-CoV-2

$X_V$  = Población Vacunada contra SARS-CoV-2

$e_i$  = el margen de error que no puede precisarse mediante la regresión

En esta ecuación el impacto estimado de la actividad económica se representa por  $\hat{Y}_c$ , mientras que  $X_D, X_V$  son las variables explicativas relacionadas con el SARS-CoV-2, los coeficientes  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$  representan los parámetros estimados por el modelo, es decir son los elementos que indican la relación y la magnitud de la influencia de cada una de las variables en la actividad económica. Finalmente, el error residual  $e_i$ , es el margen que captura la variabilidad de los datos no explicados en el modelo.

La ecuación tiene un comportamiento lineal, debido a que de esta manera y a través de un análisis de regresión se determina el impacto del SARS-CoV-2 en la economía mexicana, esto como base para comprender mejor la relación entre la propagación del virus, las medidas de control y las acciones de vacunación.

En el desarrollo de esta investigación y con base en la revisión bibliográfica previa, se ha prestado especial atención a la selección de variables y fuentes de información confiables y reconocidas. Las fuentes de información utilizadas para respaldar y enriquecer el análisis de la relación existente entre SARS-CoV-2 y la actividad económica son las siguientes:

a) Estadísticas de vacunación contra el SARS-CoV-2:

Para obtener datos actualizados y confiables a nivel mundial se utilizó la plataforma Our World in Data que es una organización reconocida por hacer accesible y comprensible el conocimiento y la información de grandes problemas, aborda una gran cantidad de temas debido a su colaboración con diversos investigadores, siendo los

editores del sitio web los científicos de la Universidad de Oxford y la organización Global Change Data LAB. Esta plataforma ofrece datos actualizados y confiables sobre la vacunación a nivel mundial, con respecto a la región de América Latina utiliza las estadísticas proporcionadas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), lo que garantiza su precisión y calidad en la información.

b) Datos de defunciones por SARS-CoV-2:

La Dirección General de Epidemiología (DGE) es una institución gubernamental perteneciente a la Secretaría de Salud del Gobierno Federal, encargada de dirigir la vigilancia epidemiológica de México y proveer de información y conocimiento a la toma de decisiones encaminadas al cuidado de la salud de la población. De tal modo que es la institución encargada de monitorear y analizar la emergencia sanitaria del país ocasionada por el SARS-CoV-2, sus datos abiertos y detallados, disponibles al público sobre los casos y las defunciones asociadas al virus es la principal fuente de información, por lo que la inclusión de las mismas proporciona un respaldo sólido y confiable para este análisis.

c) Indicador Global de la Actividad Económica:

El INEGI es un organismo público y autónomo responsable de normar, coordinar y difundir el sistema de información en México, siendo la fuente de referencia para el seguimiento y análisis del territorio, los recursos, la población y la economía. A través de su Indicador Global de la Actividad Económica IGAE se obtiene una visión general de la evolución económica de México en el corto plazo. La utilización de este indicador es reconocido y respaldado por su rigor metodológico y como un indicador mensual permite analizar el impacto del SARS-CoV-2 en la economía y evaluar las tendencias y variaciones de la misma.

El uso de las fuentes de información confiables dentro de la investigación garantiza la solidez y el respaldo de los resultados, fomentan la transparencia y reproducción de esta investigación además de la confiabilidad del análisis.

### **3.3 Construcción del modelo**

En relación con la revisión de las fuentes de información, es importante observar los datos y tomar en cuenta el comportamiento de su distribución, especialmente cuando se manejan variables continuas como la actividad económica. En estos casos es necesario

realizar ajustes que tomen en cuenta la naturaleza de los datos para obtener resultados con mayor precisión.

Los Modelos Lineales Generalizados (MLG) son una herramienta de ajuste para abordar este tipo de datos. Estos modelos permiten modelar variables de respuesta con una distribución diferente a la normal, lo que los hace flexibles y adaptables a diferentes escenarios (López y Soler, 2011). Debido a que la actividad económica es una variable continua y positiva, el modelo debe de ser ajustado a través de una transformación.

Una transformación gamma permite capturar de mejor manera los patrones y las variaciones de la información. Esta técnica se aplica a variables que son estrictamente no negativas, es decir, que tiene un rango de  $(0, \infty)$  y donde los valores de la variable respuesta no son simétricos (Iranzo Acosta & de Haro García, 2022).

De acuerdo con lo anterior y tomando en cuenta la naturaleza de la actividad económica y la información del SARS-CoV-2, se incorpora en la construcción del modelo una transformación gamma, con el objetivo de tener una mejor adecuación de los datos, restricciones más precisas y una interpretación acorde con el problema de estudio. La regresión gamma múltiple tiene la siguiente corrida:

**Tabla IX** Resultados modelo estadístico Actividad Económica de México

```

Call:
glm(formula = (Y) ~ log(XD + 1) + sqrt(XPV), family = Gamma(link = "sqrt"),
     data = data.frame(base))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.159248 -0.008450  0.003688  0.018924  0.051018

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.055e+01  1.380e-01  76.487 < 2e-16 ***
log(XD + 1)  -3.995e-02  1.505e-02  -2.653  0.01216 *
sqrt(XPV)    3.089e-05  9.015e-06   3.426  0.00166 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.001892952)

Null deviance: 0.108937 on 35 degrees of freedom

Residual deviance: 0.066627 on 33 degrees of freedom

AIC: 220.71

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Fuente. Elaboración propia

Partiendo de la corrida del modelo y teniendo en cuenta la aplicación de la transformación gamma en el contexto de los MLG, se obtiene la siguiente expresión algebraica para representar la relación entre la actividad económica y el SARS-CoV-2:

$$\widehat{\sqrt{Y_c}} = 10.75 - 0.0595 \ln(X_D + 1) + 0.0000917 \sqrt{X_v}$$

Despejando  $Y_c$

$$\varepsilon(Y_c) = [10.75 - 0.0595 \ln(X_D + 1) + 0.0000917 \sqrt{X_v}]^2 : D^2 = 0.3180$$

De acuerdo con la ecuación,  $\varepsilon(Y_c)$  es el valor esperado de la actividad económica,  $-0.0595 \ln(X_D + 1)$  es el coeficiente que se encuentra en función de las defunciones causadas por el SARS-CoV-2, el cual indica que un incremento en las defunciones se asocia a una disminución en la actividad económica. Las defunciones se encuentran dentro de un logaritmo natural, siendo que el impacto es no lineal, es decir, cada incremento de  $X_D$  se traduce en una disminución de distinta proporción en la economía.

El coeficiente de  $0.0000917 \sqrt{X_v}$  está asociado a la población vacunada contra SARS-CoV-2, el cual indica que un aumento en la tasa de vacunación está asociada a un aumento de la actividad económica. No obstante, el valor del coeficiente es muy pequeño por lo que el impacto es proporcionalmente menor. Con respecto al valor de 10.75 es una constante que representa el valor de la economía cuando las variables asociadas al SARS-CoV-2 son nulas, es conocido como el nivel base que existe del fenómeno.  $D^2$  es el valor de la devianza o el coeficiente de determinación del modelo.

### 3.4 Solución de Modelo

Con un nivel de confianza del 95 por ciento y un nivel de significancia del 5 por ciento, se puede inferir que la ecuación anterior, con una devianza del 0.3180, conserva el 31.80 por ciento de la variabilidad de los datos. En otras palabras y desde el contexto del fenómeno en estudio, el modelo propuesto explica en un 31.80 por ciento de lo que ocurre con la actividad económica de México en relación con las defunciones y la vacunación por SARS-CoV-2.

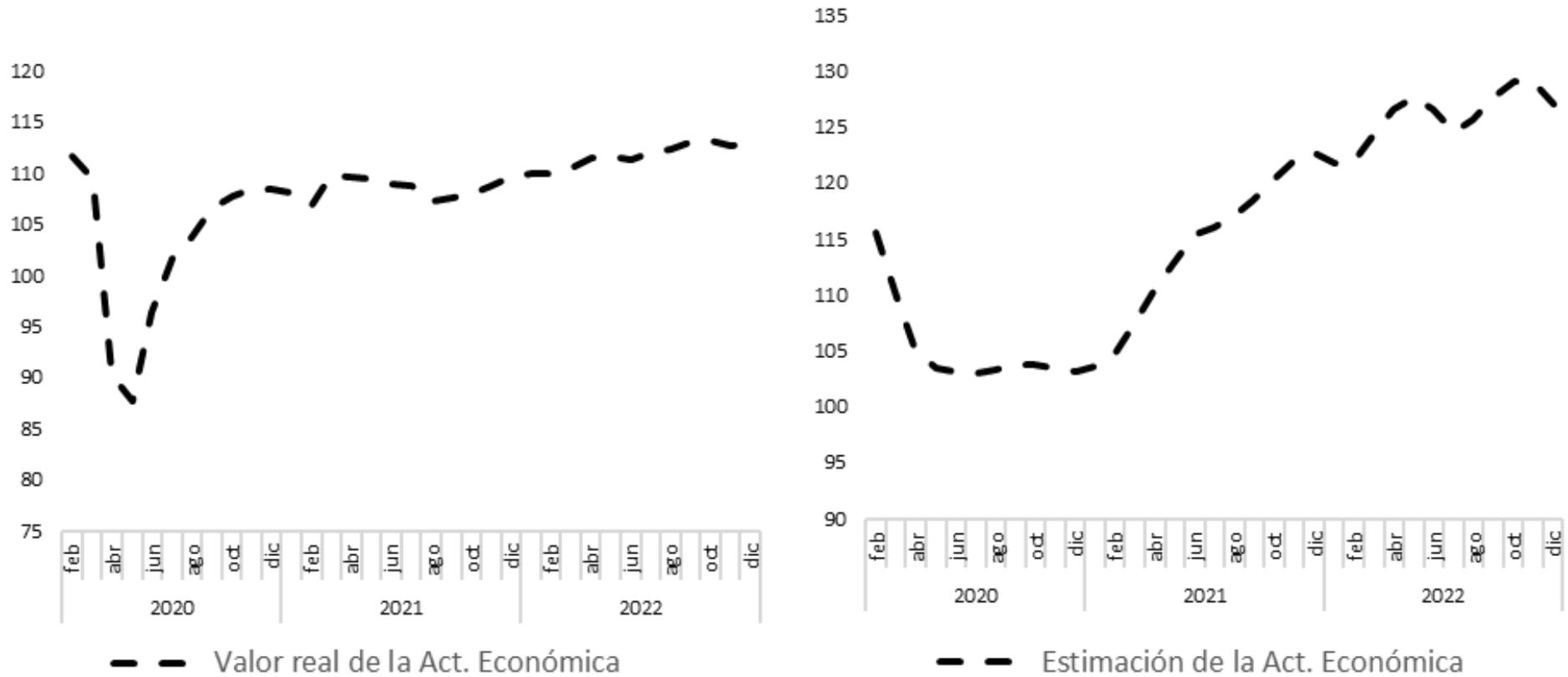
Este porcentaje de variabilidad arrojado por el modelo, muestra que las defunciones y la vacunación son factores significativos en la explicación de las fluctuaciones observadas en la actividad económica durante el periodo de la emergencia sanitaria. Es importante considerar que existen otros factores que influyen en el comportamiento de la economía y que no están incluidos en este modelo, por lo que estos factores pueden contribuir a la variabilidad restante que no se explica en el modelo.

A partir de la devianza obtenida, que es de 0.3180, y utilizando la expresión algebraica desarrollada anteriormente, se ha generado una gráfica que muestra el comportamiento real de la economía mexicana durante el periodo analizado junto con los resultados del modelo, tras incorporar los datos reales de defunciones y vacunación. La gráfica revela que tanto la actividad económica real como la estimada por el modelo ajustado siguen una tendencia similar a lo largo del tiempo.

La similitud en las tendencias apoya la robustez del modelo y demuestra su utilidad para entender cómo las variables relacionadas con la salud pública, como las defunciones y la vacunación, influyen en la dinámica económica.

Este análisis confirma que la transformación gamma aplicada y el modelo de regresión empleado son adecuados para abordar la naturaleza de los datos económicos, proporcionando una herramienta valiosa para los formuladores de políticas y otros interesados en comprender los impactos económicos de la pandemia y planificar intervenciones efectivas.

**Figura XXXIII** Comportamiento de la Actividad Económica en México



Fuente. Elaboración propia

### 3.5 Validación del modelo

Para la aplicación y la utilización correcta del modelo, es crucial que se cumplan ciertos supuestos fundamentales. Estos supuestos propuestos por McCullagh y Nelder (1983), garantizan la validez y la interpretación adecuada de los resultados obtenidos. Los supuestos más importantes son

- a) Los residuales de la devianza ( $u_i$ ) deben aproximar a una ji – cuadrada ( $U_i \sim X^2$ ). Este supuesto establece que los residuos del modelo, es decir, las diferencias entre los valores observados y los valores estimados deben de seguir una distribución chi-cuadrada. La aproximación a esta distribución indica que los residuales no presentan patrones simétricos y que no existe información adicional relevante que no esté incluida en el modelo. Esta condición es fundamental en su cumplimiento para validar las inferencias estadísticas realizadas sobre los coeficientes de determinación y las relaciones entre variables.
- b) No debe existir colinealidad entre las variables independiente ( $cor(X_i, X_j) \sim 0$ ). Este supuesto señala que las variables dependientes incluidas no deben de estar altamente correlacionadas entre sí. La colinealidad genera problemas en la estimación de los coeficientes, dificultando su interpretación y la precisión de los resultados.

Con base en los siguientes supuestos se tiene que:

**Tabla X** Cumplimiento de los supuestos del Modelo de Actividad Económica

Supuesto	Prueba de hipótesis	Resultado
$U_i \sim X^2$	$H_0: U_i \sim X^2$ vs. $H_a: U_i \neq X^2$ Si el P – valor es mayor a 0.05, se acepta $H_0$ , por tanto, se rechaza $H_a$ .  $1-pchisq(0.1089,3)$  $3) = 1.000$	Cumple

Supuesto	Prueba de hipótesis	Resultado
	Partiendo del resultado anterior, el P – valor es mayor a 0.05, por tanto, los residuales se aproximan a ji – cuadrada.	
$cor(X_i, X_j) \sim 0$	<p><math>H_0: cor(X_i, X_j) \sim 0</math> vs. <math>H_a: cor(X_i, X_j) \neq 0</math></p> <p>Si el vif es mayor a 5 unidades, existe multicolinealidad entre las variables independientes.</p> <p style="text-align: center;"> <math>\log(XD + 1)</math>   <math>\sqrt{XPV}</math>  28.20243   27.8064 </p> <p>Como se puede apreciar, existe multicolinealidad entre las variables independiente, esto se debe a que las defunciones (XD) y la población vacunada son un complemento.</p>	No cumple

Fuente. Elaboración propia

### Interpretación de parámetros

Si XD y XV permanecen constantes ( $XD = XV = 0$ ), el valor esperado de la actividad económica es 115.56.

$$(Y_c) = [10.75 - 0.0595 \ln(0 + 1) + 0.0000917\sqrt{0}]^2 = 115.56$$

Si  $XD = 1$  y  $XV = 0$ , el valor esperado de la actividad económica, a partir de las defunciones es de 114.67, teniendo como efecto un decremento de 0.89 en la economía.

$$(Y_{c, XD}) = [10.75 - 0.0595 \ln(1 + 1) + 0.0000917\sqrt{0}]^2 = 114.67$$

$$\nabla(Y_c) = Y_{c, XD} - Y_c = 114.67 - 115.56 = -0.89$$

Si  $X_D = 0$  y  $X_V = 1'000,000$ , el valor esperado de la actividad económica, a partir de cada millón de personas vacunadas es de 117.54, teniendo como efecto un incremento de 1.98 en la economía mexicana.

$$(Y_{c,x_v}) = [10.75 - 0.0595 \ln(0 + 1) + 0.0000917\sqrt{1000000}]^2 = 117.54$$

$$\Delta(Y_c) = Y_{c,x_v} - Y_c = 117.54 - 115.56 = 1.98$$

De acuerdo con los parámetros, el coeficiente de  $X_D$  presenta una relación negativa entre las defunciones por SARS-CoV-2 y la actividad económica. La interpretación de este coeficiente sugiere que, un incremento en las defunciones tiene un impacto negativo en la economía. Mientras que el coeficiente de  $X_V$ , muestra una relación positiva entre las personas vacunadas y la actividad económica, sin embargo, el coeficiente es menor en comparación al impacto de las defunciones, por lo tanto, únicamente una gran cantidad de personas vacunadas puede disminuir la propagación del virus e inferir en el crecimiento de la economía.

## **CAPÍTULO IV Reducción de la dimensión de los casos positivos de SARS- CoV-2**

En este capítulo, se lleva a cabo una estrategia de reducción de la dimensión de los casos positivos por SARS-CoV-2, mediante la aplicación de un muestreo simple. Esta herramienta estadística es esencial para determinar qué parte de la realidad en estudio, en este caso, la población mexicana afectada por el virus del SARS-CoV-2, debe examinarse con el propósito de realizar inferencias representativas sobre la totalidad de la población. Es decir, el objetivo es contar con una muestra de los casos positivos para poder inducir el comportamiento de la pandemia. Por ello y con la finalidad de tener una fotografía del fenómeno de estudio es necesario cumplir ciertas etapas.

### **4.1 Muestreo simple**

El muestreo simple es un método de selección de muestras, donde cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, de acuerdo con Cochran (1977) es el método de selección de  $n$  unidades en un conjunto de  $N$  de tal modo que cada una de las  ${}_N C_n$  muestras distintas tengan la misma oportunidad de ser elegidas. En la práctica, para realizar un muestreo aleatorio se estima unidad por unidad, es decir, se enumeran las unidades de 1 a  $N$  y posteriormente se extrae una serie de  $n$  números, los cuales son aleatorios entre 1 y  $N$ . Con ayuda de un programa computacional (R, Python o Julia) se crea una tabla de números aleatorios, donde cada extracción contiene la misma probabilidad de ser seleccionada aleatoriamente, mientras que las unidades que llevan estos  $n$  números constituyen la muestra.

Al aplicar el muestreo simple en los casos positivos de SARS-CoV-2 en México, se obtiene una imagen representativa de la población afectada. Este enfoque proporciona una representación significativa y equitativa de la situación, permitiendo el procesamiento eficiente de datos y la realización de inferencias válidas y generalizadas sobre la pandemia en el país. En lugar de examinar casa uno de los más de 7 millones de casos positivos, el muestreo simple permite obtener una muestra que refleje de manera precisa las características de la población total de pacientes positivos. Esto facilita el procesamiento de los datos además de mantener la validez estadística de las conclusiones obtenidas a partir de la muestra. Lo que es esencial para la toma de decisiones y la implementación de estrategias efectivas ante el manejo de la pandemia.

La representación significativa de la situación del SARS-CoV-2 debe de cumplir cinco principales etapas, que de acuerdo con García y Villeta (2007) son:

**Etapa 1.** Planteamiento del problema, esta etapa consiste en identificar el fenómeno que se desea estudiar, para lo cual, se plantean todas las características que lo engloban.

**Etapa 2.** Marco muestral, aquí se plantea la lista de los elementos que conforman a la población del fenómeno en estudio, los cuales se conocen como unidades muestrales.

**Etapa 3.** Selección de la técnica de la técnica de muestreo, para ello se parte del marco muestral, se decide la técnica más adecuada para estimar el tamaño de la muestra.

**Etapa 4.** Tamaño de la muestra, con base a la técnica de muestreo, se procede al cálculo del tamaño de la muestra, y con ello, hacer la distribución proporcional en cada uno de sus elementos.

**Etapa 5.** Viabilidad del tamaño de la muestra, finalmente en esta etapa se determina el grado de confiabilidad del muestreo.

Para llevar a cabo la primera etapa del muestreo simple en esta investigación, se plantea como el objetivo principal la estimación del tamaño de la población afectada por el virus del SARS-CoV-2 en las 32 entidades federativas que conforman el territorio mexicano. En este primer paso se establecen las bases para la selección de la muestra.

#### **4.2 Planteamiento del problema**

El inicio de la pandemia del virus SARS-CoV-2 en México, que comenzó en 2020, ha dejado un impacto considerable en la salud pública del país. Al largo de los dos años siguientes, es decir al cierre de 2022, se tiene la siguiente información:

- Se estima que se infectaron más 7.2 millones de personas.
- Lamentablemente la cifra de defunciones fue de aproximadamente de 331 mil personas.
- Dentro de las principales víctimas, fueron los pacientes con problemas de salud o comorbilidades (enfermedades crónicas degenerativas).

Debido a la complejidad (principalmente el tamaño grande) de la población de estudio, se requiere de una muestra, pues a través de esta se reducen los costos financieros y de localización de las unidades. Con el acotamiento de la población en estudio se podrá realizar la investigación dentro de las posibilidades del grupo encargado, y con ello,

podrán estudiar y analizar el comportamiento y las opiniones de los alumnos egresados, tomando en cuenta la existencia de un margen de error en la realización de los cálculos.

### 4.3 Marco muestral

El tamaño de la población es de 7,285,193 infectados, cuya distribución territorial es la siguiente:

**Tabla XI** Marco muestral de los pacientes positivos a SARS-CoV-2

Entidad	Casos Positivos	Entidad	Casos Positivos	Entidad	Casos Positivos
AGS	86,380	GRO	117,528	QROO	119,811
BC	170,643	HGO	122,209	SLP	247,108
BCS	126,345	JAL	289,410	SIN	179,221
CAM	44,002	MEX	719,930	SON	199,251
COA	182,716	MICH	111,146	TAB	220,353
COL	68,211	MOR	95,341	TAM	180,571
CHIS	57,868	NAY	73,205	TLAX	57,354
CHI	170,774	NL	406,173	VER	229,118
CDMX	1,805,960	OAX	152,226	YUC	141,854
DUR	79,988	PUE	212,316	ZAC	80,938
GTO	356,946	QRO	180,297	QROO	119,811

Fuente elaboración propia.

### 4.4 Selección de la técnica de muestreo

Si se parte del hecho de que la población objetivo es finita (pues se conoce el total de unidades de observación que la integran) (Aguilar, 2005):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 PQ}{E^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 PQ} \quad (1)$$

Donde:

$n$  = tamaño de la muestra.

$N$  = tamaño de la población.

$Z_{\alpha}$  = nivel de confianza al 0.95 y con un nivel de significancia al 0.05. Debajo de la curva de la distribución normal es de 1.96.

$P$  = probabilidad de éxito.

$Q = (1 - P)$  = probabilidad de fracaso.

$E$  = error admitido en el muestreo.

Sus principales estimadores son los siguientes (Pérez, 2005):

Tamaño de la muestra por elemento:

$$n_i = \left(\frac{N_i}{N}\right) * n; \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (2)$$

Estimador de total de la muestra:

$$Y = n\bar{Y} \quad (3)$$

Estimador de media muestral:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^K \frac{Y_i}{n} \quad (4)$$

Intervalos de confianza:

$$\bar{Y} - (Z_{\alpha}) \left(\sqrt{\text{Var}(\bar{Y})}\right) < \bar{Y} < \bar{Y} + (Z_{\alpha}) \left(\sqrt{\text{Var}(\bar{Y})}\right) \quad (5)$$

Factor de expansión (Centro UC, 2016):

$$F_x = \frac{N}{n} \quad (6)$$

Varianza de la muestra:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^K (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1} \quad (7)$$

Varianza de la media:

$$\text{Var}(\bar{Y}) = \frac{S^2}{n} \left( \frac{N - n}{N} \right) \quad (8)$$

Error Absoluto:

$$\text{Ea}(\bar{Y}) = \left( \frac{\sqrt{\text{Var}(\bar{Y})}}{\bar{Y}} \right) * 100 \quad (9)$$

Grado de ajuste:

$$\text{Gr} = 100 - \text{Ea}(\bar{Y}) \quad (10)$$

Para el cálculo de la muestra y de sus estimadores se parte de un nivel de confianza del 0.95 y un nivel de significancia del 0.05, con un error de 0.01.

#### 4.5 Tamaño de la muestra

Con base a la expresión algebraica (3) y partiendo de los siguientes datos:

$$N = 7,285,193$$

$$Z_{\alpha} = 1.96$$

$$P = 0.50$$

$$Q = 0.50$$

$$E = 0.01$$

Sustituyendo en la expresión algebraica (1):

$$\begin{aligned} n &= \frac{N * Z_{\alpha}^2 PQ}{E^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 PQ} \quad (11) \\ &= \frac{7285193 + (1.96)^2(0.50)(0.50)}{(0.01)^2(7285193 - 1) + (1.96)^2(0.50)(0.50)} \end{aligned}$$

Por tanto, el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{7285193.96}{729.47} = 9590.79 \sim 9591 \quad (12)$$

Partiendo del tamaño de la muestra y aplicando la expresión algebraica (6), se tiene que:

**Tabla XII** Distribución Muestral de los pacientes positivos a SARS-CoV-2

ESTADOS	INFECTADOS	ESTADOS	INFECTADOS	ESTADOS	INFECTADOS
<b>AGS</b>	138	<b>GTO</b>	471	<b>QROO</b>	153
<b>BC</b>	201	<b>HGO</b>	166	<b>SIN</b>	231
<b>BCS</b>	169	<b>JAL</b>	384	<b>SLP</b>	335
<b>CAM</b>	65	<b>MEX</b>	957	<b>SON</b>	266
<b>CDMX</b>	2387	<b>MICH</b>	144	<b>TAB</b>	316
<b>CHIH</b>	236	<b>MOR</b>	114	<b>TAM</b>	241
<b>CHIS</b>	68	<b>NAY</b>	93	<b>TLAX</b>	91
<b>COA</b>	240	<b>NL</b>	500	<b>VER</b>	314
<b>COL</b>	95	<b>OAX</b>	192	<b>YUC</b>	168
<b>DUR</b>	122	<b>PUE</b>	276	<b>ZAC</b>	100
<b>GRO</b>	131	<b>QRO</b>	227		

Fuente elaboración propia

Calculando la varianza de la muestra:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^K (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1} = 174413.82 \quad (13)$$

Con base a lo anterior, la varianza de la media muestral:

$$\text{Var}(\bar{Y}) = \frac{S^2}{n} \left( \frac{N - n}{N} \right) = \frac{174413.82}{9591} \left( \frac{7285193 - 9591}{7285193} \right) \quad (14)$$

$$\text{Var}(\bar{Y}) = 18.161$$

Calculando su intervalo de confianza se tiene que:

- $S^2 = 174413.82$
- $Z\alpha = 1.96$
- $\bar{Y} = 299.72$
- $\sqrt{\text{Var}(\bar{Y})} = 4.261$

Sustituyendo:

$$299.72 - (1.96)(4.261) < \bar{Y} < \bar{Y} + 299.72 + (1.96)(4.261) \quad (15)$$

Tal que:

$$291.36 < \bar{Y} < 308.07 \quad (13)$$

Con un nivel de confianza al 0.95 y con un nivel de significancia al 0.05 el tamaño de la muestra va oscilar entre 9,323 y 9,858.

#### 4.6 Viabilidad del tamaño de la muestra

Partiendo del tamaño de la población y de la muestra, el factor de expansión de las unidades seleccionadas es de 4, es decir:

$$\frac{N}{n} = \frac{7285193}{9591} = 759.58 \quad (14)$$

Cada individuo que es seleccionado aleatoriamente, tiene la capacidad de contestación de 759 individuos de la población.

Calculando el error absoluto a partir de la expresión algebraica (9):

$$Ea(\bar{Y}) = \left( \frac{4.261}{299.72} \right) * 100 = 1.42\% \quad (15)$$

Obtenido el grado de ajuste (IES, 2014):

$$Gr = 100 - Ea(\bar{Y}) = 100 - 1.42 = 98.57\% \quad (16)$$

Al aplicar la técnica de muestreo aleatorio simple, los individuos de la población en estudio van a tener (todos) la misma probabilidad de ser seleccionados  $\left(\left[Pr = \frac{9591}{7285193} = 0.013\right]\right)$ , por tanto, “no importan que paciente”, siempre y cuando, cumpla con los criterios de acotamiento de la población a muestrear.

Con un nivel de confianza al 0.95 y un nivel de significancia del 0.05, de los 9,591 casos positivos a SARS-CoV-2 el 1 por ciento no darían la información no pertinente del estudio, por otro lado, el tamaño de la muestra puede oscilar entre 9,323 y 9,858 encuestados, teniendo una representatividad del 98.57 por ciento del total de pacientes positivos.

## **CAPÍTULO V Análisis de los efectos del SARS-CoV-2 en las entidades federativas**

Para comprobar la incidencia del SARS-CoV-2 en las entidades federativas se propone nuevamente la construcción de un modelo basado en la metodología de investigación de operaciones (IO). Esta metodología tiene sus orígenes en la segunda guerra mundial ante la necesidad de utilizar de manera efectiva los recursos de las operaciones militares, sin embargo, su evolución puede ser descrita en términos de organización industrial (Hillier y Liberman, 2010).

La IO es una herramienta que requiere conocimientos matemáticos, analíticos, de comunicación, organización y juicio técnico debido a que el modelo se complementa con la experiencia y la cooperación, siendo en un proceso analítico y sistemático para abordar temas complejos ante la toma de decisiones. La IO está conformada por un proceso estructurado de cinco etapas (Izar, 1996):

- a) La primera etapa es el planteamiento del problema, la cual consiste en identificar la situación a analizar, se define claramente el problema de estudio, se establecen objetivos y se determina el alcance de la investigación. Al definir el problema, se determina qué decisiones se deben tomar y los resultados que se esperan haciendo un reconocimiento de los hechos y una formulación del problema.
- b) La segunda etapa hace referencia a la construcción del modelo, una vez comprendido el problema de estudio se transforma de manera matemática a través de la utilización de variables de decisión, una función objetivo de estas variables, las limitaciones o restricciones que se puedan imponer y las constantes o parámetros de los mismos. Es decir, se seleccionan los factores pertinentes, se proponen las hipótesis centrales y se realiza la traducción matemática.
- c) La tercera etapa de la IO es la solución del modelo, en ella se realizan los cálculos adecuados para analizar los distintos modelos propuestos y así encontrar la solución óptima. La finalidad de esta etapa es seleccionar el modelo de mejor ajuste de acuerdo con la información, en gran medida el resultado de esta etapa depende de la formulación del problema y la correcta construcción del modelo.
- d) La cuarta etapa es la validación del modelo, una vez seleccionado el modelo y desarrollado las soluciones, es necesario probar y validar su viabilidad. Lo que implica cumplir con los supuestos de inferencia necesarios, además de las restricciones y los objetivos establecidos para que el modelo elegido sea

apropiado. En esta etapa se concluye que el modelo produce resultados razonables.

- e) La quinta etapa es denominada interpretación de parámetros, una vez validado el modelo, se interpretan los resultados que permiten construir los escenarios del fenómeno de estudio. Implica transformar los resultados en instrucciones comprensibles para la toma de decisiones y así dar solución al problema de estudio.

### 5.1 Planteamiento del problema

El planteamiento del problema en este análisis se centra en comprender las afectaciones económicas generadas por la pandemia de SARS-CoV-2 dentro de la dinámica económica estatal. Se busca explorar cómo la actividad económica de los estados ha sido influenciada por diversas variables relacionadas con la salud de la población afectada por el virus. Específicamente, se analiza cómo actividad económica se encuentra en función de variables clave tales como el sexo de los individuos, la entidad de residencia, el tipo de paciente (hospitalizado o ambulatorio), y el estado de los pacientes más críticos, como aquellos que han requerido intubación. Además, se consideran comorbilidades significativas que podrían impactar la severidad de los casos y, por ende, la economía, incluyendo neumonía, diabetes, asma y obesidad. Este enfoque multidimensional pretende ofrecer una comprensión más completa de cómo factores de salud específicos pueden haber contribuido a variaciones económicas a nivel estatal durante la pandemia.

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18})$$

Donde

Y = Indicador Trimestral de Actividad Estatal

X<sub>1</sub> = Sector de atención

X<sub>2</sub> = Sexo

X<sub>3</sub> = Entidad de residencia

X<sub>4</sub> = Tipo de paciente

X<sub>5</sub> = Fecha de síntomas

X<sub>6</sub> = Defunciones

X<sub>7</sub> = Intubados

X<sub>8</sub> = Neumonía

X<sub>9</sub> = Edad

X<sub>10</sub> = Embarazo

X<sub>11</sub> = Diabetes

X<sub>12</sub> = EPOC

X<sub>13</sub> = Asma

X<sub>14</sub> = Hipertensión

X<sub>15</sub> = Problemas cardiovasculares

X<sub>16</sub> = Obesidad

X<sub>17</sub> = Problemas renales crónicos

X<sub>18</sub> = Tabaquismo

Por lo tanto, la ecuación propuesta en esta investigación establece que la actividad económica de las entidades federativas está influenciada por diversas variables relacionadas con la salud, la atención médica, y la residencia de la población afectada por el virus, lo que permite analizar cómo estas variables afectan la actividad económica estatal, proporcionando un marco para evaluar el impacto económico directo de la pandemia.

En su forma lineal, el modelo propuesto se expresa de la siguiente manera

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i X_i + e_i$$

Donde

$\hat{Y}$  = Indicador Trimestral de Actividad Estatal variable dependiente

$\hat{\beta}_i, n = 1, 2, \dots, 18$  son los parámetros a estimar

$X_i, n = 1, 2, \dots, 18$  son las variables independientes relacionadas al SARS-CoV-2

$e_i$  = es el término de error que captura la variabilidad en YY no explicada por el modelo.

En esta ecuación  $\hat{Y}$  representa el impacto estimado de la actividad económica estatal, donde se considera que está influenciado por variables explicativas relacionadas con el SARS-CoV-2, designadas como  $X_1, X_2 \dots X_{18}$ . Los coeficientes  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1 \dots \hat{\beta}_{18}$  son los parámetros estimados por el modelo, indicando la relación y magnitud de la influencia que cada una de las variables explicativas tiene sobre la actividad económica. Finalmente, el término de error residual  $e_i$ , captura la variabilidad de los datos que no son explicados por el modelo.

La ecuación propuesta para este análisis facilita la identificación de áreas críticas para políticas de intervención y soporte económico, con ello, se busca entender los efectos del SARS-CoV-2 y las trayectorias a largo plazo en la economía estatal, con un enfoque particular en cómo mitigar estos efectos y promover una recuperación sostenible.

Para realizar la selección de variables, se recurrió a fuentes de información oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los datos abiertos de la Secretaría de Salud:

Indicador Trimestral de la Actividad Económica (ITAE):

El ITAE proporciona una visión actualizada del desempeño económico en el corto plazo sobre las entidades federativas. Para esta investigación se utilizaron las series desestacionalizadas del ITAE, las cuales se justan a un índice con base en un volumen físico de 2018 (2018=100). Este indicador es una medida esencial para monitorear la evolución de la economía estatal y cuenta con un respaldo metodológico. Al ser un indicador trimestral, el ITAE permite analizar el impacto del SARS-CoV-2 en la economía en un corto plazo, facilitando la evaluación de las tendencias y variaciones económicas en el tiempo de la crisis sanitaria.

Datos Abiertos (DGE):

La Dirección General de Epidemiología (DGE) es una institución gubernamental perteneciente a la Secretaría de Salud del Gobierno Federal, encargada de dirigir la vigilancia epidemiológica de México y proveer de información y conocimiento a la toma de decisiones encaminadas al cuidado de la salud de la población, de tal manera que por disposición oficial se encarga de la información referente a los casos asociados por el SARS-CoV-2.

En la estructura de sus datos abiertos para SARS-CoV-2 cuenta con 40 variables principales, que para efectos de la investigación se utilizaron:

**Tabla XIII** Variables de los datos abiertos de la Dirección General de Epidemiología

<b>NOMBRE DE VARIABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE VARIABLE</b>	<b>FORMATO O FUENTE</b>
<b>FECHA_ACTUALIZACION</b>	La base de datos se alimenta diariamente, esta variable permite identificar la fecha de la última actualización.	AAAA-MM-DD
<b>SECTOR</b>	Identifica el tipo de institución del Sistema Nacional de Salud que brindó la atención.	CATÁLOGO: SECTOR
<b>ENTIDAD_UM</b>	Identifica la entidad donde se ubica la unidad médica que brindó la atención.	CATÁLOGO: ENTIDADES

<b>NOMBRE DE VARIABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE VARIABLE</b>	<b>FORMATO O FUENTE</b>
<b>SEXO</b>	Identifica al sexo del paciente.	CATÁLOGO: SEXO
<b>ENTIDAD_RES</b>	Identifica la entidad de residencia del paciente.	CATÁLOGO: ENTIDADES
<b>TIPO_PACIENTE</b>	Identifica el tipo de atención que recibió el paciente en la unidad. Se denomina como ambulatorio si regresó a su casa o se denomina como hospitalizado si fue ingresado a hospitalización.	CATÁLOGO: TIPO_PACIENTE
<b>FECHA_SINTOMAS</b>	Identifica la fecha en que inició la sintomatología del paciente.	AAAA-MM-DD
<b>FECHA_DEF</b>	Identifica la fecha en que el paciente falleció.	AAAA-MM-DD
<b>INTUBADO</b>	Identifica si el paciente requirió de intubación.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>NEUMONIA</b>	Identifica si al paciente se le diagnosticó con neumonía.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>EDAD</b>	Identifica la edad del paciente.	NÚMERICA EN AÑOS
<b>EMBARAZO</b>	Identifica si la paciente está embarazada.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>DIABETES</b>	Identifica si el paciente tiene un diagnóstico de diabetes.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>EPOC</b>	Identifica si el paciente tiene un diagnóstico de EPOC.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>ASMA</b>	Identifica si el paciente tiene un diagnóstico de asma.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>HIPERTENSION</b>	Identifica si el paciente tiene un diagnóstico de hipertensión.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>CARDIOVASCULAR</b>	Identifica si el paciente tiene un diagnóstico de enfermedades cardiovasculares.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>OBESIDAD</b>	Identifica si el paciente tiene diagnóstico de obesidad.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>RENAL_CRONICA</b>	Identifica si el paciente tiene diagnóstico de insuficiencia renal crónica.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>TABAQUISMO</b>	Identifica si el paciente tiene hábito de tabaquismo.	CATÁLOGO: SI_NO
<b>CLASIFICACION_FINAL</b>	Identifica si el paciente es un caso de COVID-19 según el catálogo "CLASIFICACION_FINAL".	CATÁLOGO: CLASIFICACION_FINAL

Fuente: Descriptores de la DGE.

## 5.2 Construcción del modelo

En el proceso de selección y análisis de las variables es importante observar los datos y considerar el comportamiento de su distribución, especialmente al utilizar variables continuas como el indicador de la actividad económica, debido a la naturaleza de los datos,

a menudo es necesario realizar ajustes para tomar en cuenta la precisión de los resultados obtenidos.

Iranzo Acosta & de Haro García (2022) mencionan que las transformaciones gamma se aplica a variables que son siempre positivas  $(0,\infty)$  y donde los valores de la variable respuesta no son simétricos, es decir, donde la varianza crece con la media . Esta transformación nos permite ajustar la variable de modo que siga una distribución lineal.

Al aplicar la transformación gamma, se facilita la modelación estadística y la interpretación de variables económicas, cuyas escalas y variaciones pueden distorsionar los análisis si no se manejan correctamente. Esta técnica es especialmente útil en contextos donde se requiere una comprensión detallada y precisa de los datos, como en el análisis del impacto económico de eventos significativos como la pandemia de SARS-CoV-2.

Utilizando esta aproximación, se pueden manejar adecuadamente las peculiaridades de los datos económicos y de la crisis sanitaria, asegurando que los análisis reflejen con mayor precisión las complejidades inherentes a la actividad económica y su respuesta a factores externos como el impacto del SARS-CoV-2.

De acuerdo con lo anterior, el ajuste de regresión gamma tiene la siguiente forma:

$$[\hat{Y}]^{-1} = \hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i X_i + e_i$$

Despejando a  $\hat{Y}$

$$\hat{Y} = \frac{1}{\hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i X_i + e_i}$$

**Tabla XIV** Resultados del modelo estadístico de la Actividad Económica Estatal

```

Call:
glm(formula = Y ~ X2 + X3 + X4 + X7 + X8 + X11 + X13 + X16, family = Gamma(link
= "inverse"),
data = data.frame(base))
Coefficients:
Coefficients: (1 not defined because of singularities)
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 1.059e-02 1.850e-05 572.368 < 2e-16 ***
X1Mujer -6.041e-05 1.476e-05 -4.092 4.31e-05 ***
X3 -1.744e-05 9.241e-07 -18.872 < 2e-16 ***
X4HOSPITALIZADO 2.534e-04 3.916e-05 6.469 1.03e-10 ***
X7SI 3.064e-04 8.304e-05 3.690 0.000226 ***
X8SI 2.057e-04 4.454e-05 4.618 3.93e-06 ***
X11SE IGNORA -9.365e-04 3.811e-04 -2.457 0.014018 *
X13SI -1.227e-04 5.380e-05 -2.281 0.022596 *
X16SI 1.156e-04 2.624e-05 4.404 1.07e-05 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.004817362)

Null deviance: 48.389 on 9590 degrees of freedom
Residual deviance: 44.968 on 9577 degrees of freedom
AIC: 63480

Number of Fisher Scoring iterations: 4Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Fuente. Elaboración propia

A partir de la ejecución del modelo y aplicando la transformación gamma, se descartan las variables que no son estadísticamente significativas, es decir, que no existe evidencia de que estos datos puedan afirmar una relación con la actividad económica estatal.

Con respecto a lo anterior y sustituyendo parámetros se obtiene la siguiente expresión algebraica:

$$[\hat{Y}]^{-1} = 0.01059 - 0.00006041X_2 - 0.00001744X_3 + 0.0002534X_4 + 0.0003064X_7 + 0.0002057X_8 - 0.0009365X_{11} - 0.0001227X_{13} + 0.0001156X_{16} + e_i$$

Despejando  $\hat{Y}$

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 - 0.00006041X_2 - 0.00001744X_3 + 0.0002534X_4 + 0.0003064X_7 + 0.0002057X_8 - 0.0009365X_{11} - 0.0001227X_{13} + 0.0001156X_{16} + e_i}$$

De acuerdo con la ecuación que representa el modelo de regresión, el valor  $\hat{Y}$ , es el valor esperado de la actividad económica estatal, el intercepto  $\frac{1}{0.01059}$  representa el valor de la actividad económica estatal cuando las variables asociadas al SARS-CoV-2 son nulas, es decir, es el nivel base que existe del fenómeno. El coeficiente  $\frac{1}{-0.0006041X_2}$  indica la disminución de la actividad económica estatal cuando existe la presencia de sexo femenino en los casos positivos;  $\frac{1}{-0.0001744X_3}$  es la disminución de Y, respecto a la entidad federativa donde ocurren los casos;  $\frac{1}{0.0002534X_4}$  variables están asociadas a la categoría de hospitalizados;  $\frac{1}{0.0003064X_7}$  es el efecto en Y de los intubados,  $\frac{1}{0.0002057X_8}$  es el efecto de la neumonía;  $\frac{1}{-0.0009365X_{11}}$  representa a los que ignoran si tiene diabetes;  $\frac{1}{-0.0001227X_{13}}$  indica el efecto de los que presentan asma y  $\frac{1}{0.0001744X_{16}}$  es el efecto de la obesidad.

Finalmente, este modelo permite entender cómo diferentes factores relacionados con el SARS-CoV-2 afecta a la actividad económica estatal.

### 5.3 Solución de Modelo

Con un nivel de confianza del 95 por ciento y un nivel de significancia del 5 por ciento, el análisis del modelo revela una devianza nula de 48.389 y una devianza residual de 44.96. Estos resultados indican que la ecuación propuesta logra capturar una parte sustancial de la variabilidad de los datos. La comparación entre la devianza nula y la devianza residual muestra que las variables seleccionadas contribuyen significativamente a explicar la actividad económica estatal. Este hallazgo subraya que el conjunto de variables incluidas en el modelo —como el sexo, la entidad de residencia, el tipo de paciente, los intubados, y las comorbilidades relevantes como neumonía, diabetes, asma y obesidad— son eficaces para modelar cómo la pandemia del SARS-CoV-2 ha influenciado la economía a nivel estatal.

La significativa reducción en la devianza al pasar de nula a residual demuestra que el modelo ajusta bien a los datos, proporcionando una herramienta confiable para analizar y predecir el impacto económico del SARS-CoV-2. Este análisis robustece la confianza en el uso del modelo para orientar decisiones políticas y económicas en respuesta a la pandemia y sus efectos.

Partiendo de la expresión algebraica del modelo, se realizó un análisis para comparar el comportamiento real de la economía estatal con las predicciones del modelo durante el periodo de estudio. Este modelo no solo busca identificar los patrones de afectación económica, sino también facilitar el diseño de políticas públicas más adaptadas y efectivas para la recuperación económica post-pandemia.

#### **5.4 Validación del modelo**

Para validar el modelo de regresión empleado en la investigación, es necesario verificar varios supuestos estadísticos para asegurar la confiabilidad y fiabilidad del modelo. Uno de estos supuestos en la validación de este tipo de modelos, como señala McCullagh y Nelder (1983) es que los residuos de la devianza ( $u_i$ ) deben aproximar a una distribución ji – cuadrada ( $U_i \sim X^2$ ).

Esto indica que las diferencias entre los valores observados y los valores estimados por el modelo deben de seguir una distribución chi-cuadrada. La aproximación a esta distribución indica que los residuos no presentan patrones simétricos, por lo tanto, el

modelo ha incorporado toda la información relevante, sin dejar variables importantes fuera del análisis

Cumplir con este criterio para validar las inferencias estadísticas realizadas sobre los coeficientes de determinación y las variables, señala una adecuada aproximación del modelo además de ser robusto y que los resultados pueden ser confiables para la toma de decisiones y formular recomendaciones de políticas públicas basadas en los datos analizados.

Con base en los siguientes supuestos se tiene que:

**Tabla XV** Cumplimiento de los supuestos del modelo de actividad económica estatal.

Supuesto	Prueba de hipótesis	Resultado
$U_i \sim X^2$	$H_0: U_i \sim X^2$ vs. $H_a: U_i \neq X^2$ Si el grado de ajuste $1-pchisq(48.389,9590) = 1.000$ -Devianza del Modelo: 48.389. -Grados de Libertad: 9590. Partiendo del resultado anterior, los residuales se aproximan a ji – cuadrada.	Cumple

Fuente. Elaboración propia

#### Interpretación de parámetros

Si todas las variables independientes son constantes ( $X_1, \dots, X_{18} = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 94.43.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059} = 94.43$$

Si  $X_2 = 1$  mujer y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 94.97, teniendo un incremento de 0.54.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 - 0.00006041} = 94.97$$

Si  $X_4 = 1$  es decir si existe un hospitalizado y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 96.74, teniendo un incremento de 2.31.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 - 0.0002534} = 96.74$$

Si  $X_1 = 1$  es decir si existe un intubado y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 91.77, teniendo un decremento de -2.66.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 + 0.0003064} = 91.77$$

Si  $X_8 = 1$  es decir si existe un paciente que presentara neumonía y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 92.62, teniendo un decremento de -1.8.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 + 0.0002057} = 92.62$$

Si  $X_{11} = 1$  es decir si existe un paciente que se desconociera que tiene diabetes y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 86.75, teniendo un decremento de -7.68.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 + 0.0009365} = 86.75$$

Si  $X_{13} = 1$  es decir si existe un paciente que con asma y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 93.34, teniendo un decremento de -1.08.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 + 0.0001227} = 93.34$$

Si  $X_{16} = 1$  es decir si existe un paciente que con obesidad y el resto de las variables independientes son constantes  $(X_1, \dots, X_{18}) = 0$  el valor esperado de la actividad económica estatal es 93.40, teniendo un decremento de -1.03.

$$\hat{Y} = \frac{1}{0.01059 + 0.0001156} = 93.40$$

De acuerdo con los parámetros, la actividad económica estatal presenta una relación negativa entre las comorbilidades y los pacientes intubados y muestra una relación positiva entre mujeres positivas al SARS-CoV-2 y los hospitalizados.

## **CAPÍTULO VI: Propuesta de Política Pública para mitigar el impacto económico de la Emergencia Sanitaria**

La pandemia causada por el virus del SARS-CoV-2 evidenció la estrecha interdependencia entre la salud pública y el crecimiento económico, demostrando que las crisis sanitarias pueden transformarse rápidamente en una crisis económica con efectos prolongados. La rápida propagación del virus no solo puso en jaque a los sistemas de salud a nivel mundial, sino que también desencadenó una crisis económica sin precedentes, afectando tanto la capacidad de producción y de consumo. Asimismo, las interrupciones en las cadenas de suministros nacionales e internacionales, provocaron un colapso en diversos sectores, lo que derivó en el cierre de empresas, la reducción de la inversión y un incremento significativo en la población desocupada.

En México, el impacto económico y en la salud fue profundo y de gran escala. La contracción del Producto Interno Bruto (PIB) alcanzó una caída del 20.5 por ciento anual en el segundo trimestre del 2020, reflejando directamente las medidas de contención implementadas para frenar la propagación del virus. Esta caída afectó especialmente a sectores claves de la economía, como el comercio, la manufactura y los servicios, lo que a su vez generó una disminución drástica en el empleo y la inversión. La crisis sanitaria destacó la importancia de un sistema de salud sólido y preparado para garantizar la estabilidad económica, además de que la inversión en investigación, desarrollo de vacunas, patentes y tratamientos es esencial para mitigar futuras crisis de salud pública.

El análisis de la actividad económica durante la pandemia mostró la influencia principalmente de dos factores: la tasa de mortalidad y el avance de la vacunación. A medida que se implementaron campañas masivas de inmunización, la economía mostró signos de recuperación, destacando el papel crucial de las estrategias de política pública en la mitigación de los efectos adversos de la crisis. Es así como el SARS-CoV-2 se convirtió en un claro recordatorio de que la salud pública es una pieza importante dentro del bienestar socioeconómico.

Por ello, es importante diseñar una política pública integral que permita contrarrestar los efectos económicos de una pandemia derivada de futuras crisis sanitarias. Dicha estrategia debe considerar un enfoque con acciones a corto, mediano y largo plazo, asegurando una respuesta inmediata para contener el impacto inicial, mecanismos de recuperación que reactiven la actividad económica y, finalmente, medidas de resiliencia que fortalezcan la capacidad del país para afrontar crisis similares en el futuro. Solo a través de una planificación estructurada y coordinada será posible minimizar los efectos negativos de una pandemia, garantizando así una recuperación económica sostenible y la protección del bienestar de la población.

### **6.1 Pacto por una Economía Sana y Salud Segura (PESSS)**

Las respuestas fragmentadas y descoordinadas ante la pandemia han demostrado ser ineficientes dejando efectos negativos que persisten en el largo plazo. El SARS-CoV-2 ha subrayado la importancia de establecer un marco de acción integral y colaborativo, esencial para mitigar los impactos de futuras emergencias sanitarias. La Organización Panamericana de la Salud (PAHO) en su respuesta a la crisis sanitaria, promueve un enfoque colaborativo de gobernanza y de gestión efectiva. Este enfoque incluye políticas que refuercen la capacidad regulatoria, los recursos humanos, el financiamiento, la evaluación y la rendición de cuentas, con el objetivo de superar las barreras en los sistemas de salud y redoblar los esfuerzos hacia una cobertura sanitaria universal (PAHO, 2023).

En este contexto, surge el Pacto por una Economía Sana y Salud Segura (PESSS) como una estrategia de política pública orientada a fortalecer la resiliencia del sistema productivo, proteger el empleo y fomentar la inversión en salud, garantizando la estabilidad macroeconómica. A través de este pacto, se busca implementar acciones estratégicas que respondan de manera eficaz a futuras crisis de salud pública, asegurando la continuidad de las actividades económicas esenciales y la protección del bienestar de la población.

El objetivo del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura es implementar acciones estratégicas que fortalezcan la resiliencia económica y sanitaria del país, mediante una respuesta inmediata, la recuperación productiva y la protección al sistema de salud.

Para lograr este objetivo, el PESSS establece un marco de colaboración multisectorial en el que participa el gobierno, la sociedad civil, el sector empresarial y la academia. La implementación de estrategias coordinadas permitirá mitigar los efectos de futuras crisis sanitarias y garantizar la sostenibilidad económica.

Para que la economía sea sana y la salud segura, el PESSS establece los siguientes principios rectores:

**Enfoque integral:** Las crisis sanitarias tienen impactos que van más allá del sector salud, afectando la economía y la estabilidad social. Por ello, las estrategias deben de abordar de manera simultánea estos efectos para responder a las adversidades económicas, especialmente en un periodo donde la salud se encuentra en riesgo. Dichas estrategias deben considerar los ámbitos económico, social y sanitario, minimizando así el impacto en la actividad productiva.

**Coordinación Sectorial:** la efectividad del pacto, requiere la participación activa y coordinada de los diferentes actores sociales. Con el fin de asegurar que las acciones sean viables, eficaces y participativas es importante la participación del gobierno, el sector empresarial, la sociedad civil y la academia.

**Evidencia Científica:** la toma de decisiones debe de basarse en datos confiables y modelos predictivos, que permitan anticipar los efectos de las crisis sanitarias en la economía. El PESSS utiliza un modelo de regresión gamma para entender las afectaciones de la pandemia en la economía mexicana y diseñar respuestas adecuadas a partir del análisis por entidad.

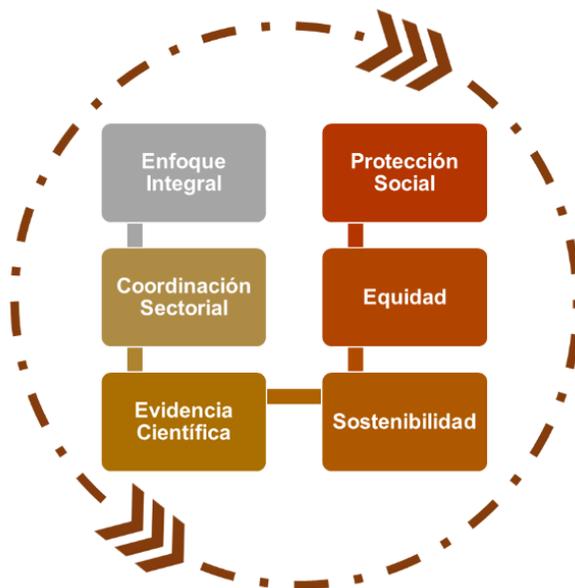
**Protección Social:** las acciones estratégicas deben salvaguardar la seguridad social sin comprometer la dignidad, la salud y la protección de la población. Se deben

generar mecanismos de apoyo para los sectores más vulnerables y fomentar la distribución correcta de los recursos.

**Equidad:** las medidas deben de garantizar que todos los sectores de la población se beneficien sin generar desigualdades estructurales, es primordial priorizar a las comunidades y grupos más afectados por la crisis sanitaria, así como a las personas con menor acceso a la salud.

**Sostenibilidad:** las acciones estratégicas propuestas deben de ser viables en el tiempo, asegurando una correcta distribución y aprovechamiento de los recursos. Se debe diseñar esquemas que permitan la continuidad del pacto sin comprometer la estabilidad fiscal del país. Si bien los incentivos fiscales son importantes en periodos de crisis, el gobierno depende de estos recursos para brindar servicios esenciales.

**Figura XXXIV** Principios Rectores del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura



Fuente. Elaboración propia

Con estos principios rectores, el PESSS propone nuevas aplicaciones de un modelo de responsabilidad en el gobierno que trasciende de lo económico. Su implementación

robustece la capacidad del país para enfrentar futuras crisis sanitarias sin comprometer la economía, asegurando que la salud pública sea un pilar en la construcción de un modelo resiliente y sostenible.

El Pacto por una Economía Sana y Salud Segura no solo busca enfrentar y gestionar una crisis sanitaria y económica, sino también preparar al país para un futuro donde la economía y la salud trabajen de manera sinérgica, fomentando el desarrollo sostenible. Este enfoque político se aleja de las respuestas clientelares que buscan la permanencia de votantes, orientándose a un modelo de rendición de cuentas y cuestionamiento de la responsabilidad gubernamental. Según Armesto (2020), los votantes recompensan o castigan a los gobernantes basándose en los resultados de las políticas públicas que impactan directamente en la economía. Por ello, el PESSS, intenta realzar la importancia de la rendición de cuentas y la responsabilidad gubernamental a través de los seis principios establecidos, alineándose a una gobernanza efectiva basada en resultados.

## **6.2 Actores clave para la implementación del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura**

El Pacto por una Economía Sana y Salud Segura propone un marco colaborativo que integra a diversos actores clave en el proceso de toma de decisiones, asegurando que estas no sean unilaterales, sino que resulten de un enfoque técnico, social y económico. Vargas (2007) describe a las políticas públicas como un conjunto de decisiones formales en las que participan diversos actores clave, iniciando con la identificación del problema público y concluye con la evaluación de los resultados. Dentro del PESSS los actores identificados son:

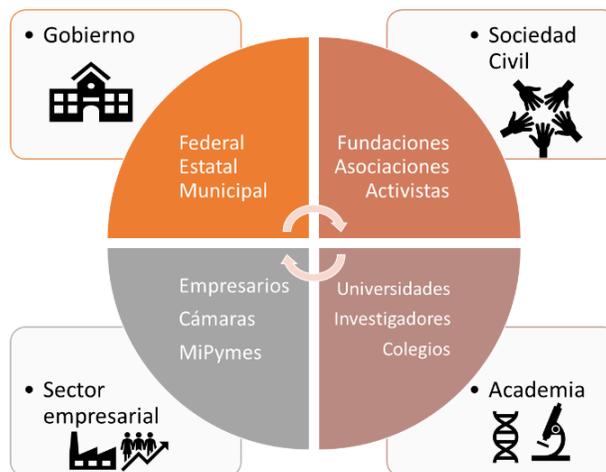
**Gobierno:** su participación consiste en diseñar e implementar un marco regulatorio que permita la aplicación de medidas económicas y sanitarias de emergencia, administrar los recursos públicos destinados a la atención de la crisis y supervisar su distribución eficiente, coordinar la respuesta institucional y establecer alianzas estratégicas con organismos nacionales e internacionales, implementar políticas de estabilidad macroeconómica, evitando la caída del PIB, la volatilidad financiera y la fuga de capitales.

**Sociedad civil:** su papel principal es participar activamente en la difusión de información confiable sobre las medidas sanitarias y económicas, realizar una vigilancia ciudadana sobre la aplicación de las políticas públicas, fomenta la organización comunitaria para apoyar a sectores vulnerables durante la crisis, además de promover una cultura de prevención y autocuidado en materia de salud pública.

**Sector empresarial:** Adaptar sus modelos de negocio para garantizar la continuidad operativa, la salud y la protección del empleo, invertir en innovación tecnológica para facilitar el trabajo remoto y la digitalización de procesos, asegurar la cadena de suministros de bienes y servicios esenciales, evitando desabasto, monopolios u operaciones ilícitas de mercado y finalmente colaborar con el gobierno en la implementación de medidas de reactivación económica.

**Academia:** sus actividades principales están en función del desarrollo de la investigación, generación de evidencia científica para la toma de decisiones en materia de salud y economía, contribuir a la capacitación de profesionistas en áreas estratégicas para recuperación posterior a la pandemia, impulsar la investigación en biotecnología, desarrollo de vacunas y estrategias de mitigación epidemiológica.

**Figura XXXV** Actores del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura



Fuente. Elaboración propia

La colaboración entre estos actores permite abordar los problemas de manera multidimensional, asegurando que las acciones estratégicas sean efectivas y adaptadas a las realidades locales. Además, fomenta un sentido de propiedad y compromiso entre todos los sectores, lo cual es crucial para la sostenibilidad a largo plazo de las medidas implementadas.

Cuando los actores colaboran, la solución a los problemas adquiere una naturaleza multidimensional, abordando las causas inmediatas y las subyacentes. Esta sinergia asegura que las acciones sean integrales y adaptables a realidades locales. La colaboración también cultiva un fuerte sentido de compromiso en todos los involucrados, este compromiso garantiza que los esfuerzos continúen.

### **6.3 Fases del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura**

El PESSS es una estrategia integral diseñada para fortalecer la capacidad del país en la gestión de crisis sanitarias sin comprometer su desarrollo económico. Mediante un enfoque multisectorial, basado en los principios de equidad, sostenibilidad, evidencia científica entre otros, este pacto busca consolidar una economía capaz de enfrentar adversidades, asegurando que la salud pública y el crecimiento económico sean aliados estratégicos en la construcción de un modelo sostenible.

Para lograrlo, es fundamental contar con una estructura que permita efectuar de manera oportuna en cada etapa de la crisis, minimizando su impacto negativo y fortaleciendo los mecanismos de respuesta ante futuros desafíos. Con este propósito, el PESSS propone una respuesta escalonada que atienda los efectos de la pandemia en tres fases clave, cada una con objetivos específicos y estrategias diferenciadas:

**Respuesta inmediata:** la primera fase consiste en contener la crisis, su objetivo es minimizar el impacto económico inicial y garantizar la continuidad de actividades esenciales. Resultados esperados en esta fase es evitar el colapso económico y sanitario mediante medidas de emergencias, garantizar la continuidad de los sectores estratégicos y minimizar la pérdida de empleos, además de estabilizar la economía en el corto plazo para evitar impactos prolongados.

**Recuperación económica:** la segunda fase se enfoca en la reactivación productiva y la estabilización macroeconómica, el objetivo principal es reactivar el crecimiento económico minimizando desigualdades y asegurando una transición eficiente hacia la normalidad. Resultados esperados para esta fase es una recuperación sostenida de la actividad productiva y estabilidad del empleo, reducción de desigualdades económicas a través de programas de inclusión laboral y el fortalecimiento de sectores estratégicos para consolidar una economía resiliente y el sistema de salud.

**Preparación para el futuro:** la tercera y última fase del Pacto por una Económica Sana y Salud Segura tiene como objetivo Crear un modelo económico y sanitario sostenible que reduzca la vulnerabilidad del país ante futuras pandemias. En esta fase se espera contar con una economía y un sistema de salud preparado para futuras crisis, disminuir la vulnerabilidad de la población y de los sectores productivos ante emergencias y finalmente garantizar un crecimiento económico sostenible a largo plazo con menor exposición a riesgos globales.

La implementación del Pacto a través de estas tres fases permitirá al país responder eficientemente a las crisis económica y sanitaria, por medio de estas fases se permite establecer un marco de acción sólido y efectivo ante crisis sanitarias con un impacto económico.

Cada fase ha sido diseñada con un enfoque estratégico para responder las necesidades inmediatas, estabilizar la economía y asegurar la resiliencia del país a largo plazo. Este enfoque estructurado y coordinado garantiza un trabajo conjunto para lograr una recuperación económica sostenida y un sistema de salud fortalecido, minimizando el impacto de futuras crisis y asegurando un mejor futuro para todos.

**Tabla XVI** Fases del Pacto por una Economía Sana y Salud Segura.

<b>ACCIONES ESTRATÉGICAS DEL PACTO POR UNA ECONOMÍA SANA Y SALUD SEGURA</b>	<b>RESPUESTA INMEDIATA</b>	<b>RECUPERACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>PREPARACIÓN PARA EL FUTURO</b>
	Minimizar el impacto económico inicial y garantizar la continuidad de actividades esenciales.	Reactivar el crecimiento económico minimizando desigualdades y asegurando una transición eficiente hacia la normalidad.	Crear un modelo económico y sanitario sostenible que reduzca la vulnerabilidad del país ante futuras pandemias.
	Implementación de transferencias monetarias directas.	Apoyo financiero a sectores clave como salud, alimentos, transporte y telecomunicaciones.	Fondo de Emergencias Sanitarias y Económica.
	Protocolo de emergencia sanitaria, fortalecimiento de la atención primaria (distribución de recursos y personal médico).	Fomento a la Industria Nacional.	Programa de Infraestructura Digital.
	Cooperación Internacional.	Empleo y Capacitación.	Impulso a la Innovación y Desarrollo Tecnológico.
	Observatorio de crisis económicas.	Educación en Salud Pública y Economía.	Marco Normativo para Emergencias Económicas.
	Protección a la productividad.	Apoyo a MiPymes.	Mejora en infraestructura hospitalaria y fortalecimiento de la capacidad de atención primaria.
	Programas de financiamiento con tasas preferenciales.	Monitoreo y control de la tasa de interés.	Sistema de monitoreo y evaluación.

Fuente. Elaboración propia

## **6.4 Fase I Respuesta Inmediata**

La primera fase del PESSS está enfocada en responder de manera inmediata a los efectos iniciales de la crisis sanitaria, asegurando que el impacto en la economía y la sociedad sea el menor posible. Durante este periodo, es fundamental proteger el empleo, garantizar el funcionamiento de los sectores y reforzar el sistema de salud, evitando así el colapso económico y sanitario.

Para lograr estos objetivos, se implementarán transferencias monetarias directas a las personas más vulnerables, especialmente aquellas que han perdido su empleo o cuyos ingresos han sido afectados por la crisis. Asimismo, se podrán en marcha programas de financiamiento con tasas preferenciales para las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), con el fin de evitar quiebras y conservar empleos.

El programa de tasa preferencial está diseñado para reducir el alto costo de los créditos, facilitando así el acceso a financiamiento para solventar gastos o inversiones generadas por la crisis, con ello las empresas pueden hacer frente a sus gastos operativos básicos, generando un colchón financiero para la reconfiguración de operaciones y la adaptación de las condiciones laborales.

Desde el ámbito sanitario, se fortalecerán los protocolos de emergencia para garantizar la distribución adecuada de los recursos médicos y la expansión de la capacidad hospitalaria. Esto incluye la asignación de personal de salud a las áreas más afectadas y la adquisición de insumos esenciales para la atención de pacientes.

A nivel internacional, se fortalecerán las alianzas con organismos multilaterales y estratégicos, garantizando la cooperación internacional para acceder a financiamiento, insumos médicos y tecnología que ayuden a enfrentar la crisis. La cooperación internacional será clave para intercambiar experiencia y mejorar la capacidad de respuesta ante los desafíos globales.

Dentro de las medidas se encuentra el observatorio de crisis económica, una entidad dedicada al monitoreo continuo de los efectos económicos, su objetivo es recopilar y analizar datos en tiempo real para realizar ajustes en la intervención gubernamental conforme a la evolución del panorama económico.

Con el fin de mantener el dinamismo económico, el PESSS incluye una serie de iniciativas diseñadas para sostener la actividad económica y salvaguardar los empleos. Estas medidas van desde los incentivos fiscales que faciliten la continuidad operativa, además de ayudar a las empresas a mantener actividades para no afectar su operación, reforzando medidas de sanidad y cuidados en el centro laboral.

## **6.5 Fase II Recuperación Económica**

Una vez contenida la crisis, la segunda fase del PESSS se centra en la recuperación económica, la estabilización de los indicadores macroeconómicos, minimizando desigualdades y asegurando una transición eficiente hacia la normalidad. La reactivación productiva es clave para evitar un estancamiento prolongado y asegurar que la economía recupere su dinamismo de maneras sostenibles.

En esta etapa, se implementarán estrategias para estimular la inversión y la generación de empleo. Se fortalecerá el mercado laboral a través de programas de capacitación y reconversión laboral, permitiendo que los trabajadores se adapten a nuevas oportunidades en sectores emergentes.

El fomento a la industria nacional jugará un papel clave en esta fase, con políticas de sustitución de importaciones y fortalecimiento de la producción local, reduciendo la dependencia de insumos extranjeros. Además, se implementará un programa de infraestructura digital, facilitando la adopción de nuevas tecnologías que permitan mejorar la competitividad y eficiencia de los sectores productivos.

Asimismo, se implementarán medidas de estabilización macroeconómica, incluyendo el monitoreo y control de la tasa de interés para evitar especulación financiera y garantizar el acceso al crédito en estas condiciones. También se promoverán estrategias de control de precios en bienes esenciales para evitar los aumentos desproporcionados en los costos de vida. El éxito de esta fase radica en asegurar que la recuperación sea inclusiva y sostenible, minimizando desigualdades y garantizando una transición eficiente hacia la normalidad económica.

## **6.6 Fase III Preparación para el Futuro**

La tercera fase del PESSS tiene como objetivo crear un modelo económico y sanitario sostenible que reduzca la vulnerabilidad del país ante futuras pandemias, asegurando que las lecciones aprendidas durante la emergencia sanitaria se traduzcan en estrategias preventivas y sostenibles.

Para ello, se establecerá un marco normativo para emergencias económicas, permitiendo que las respuestas gubernamentales sean más ágiles y efectivas en caso de futuras crisis. Esto incluirá reformas fiscales y monetarias que faciliten la activación de medidas de contingencia sin comprometer la estabilidad económica.

Se creará un Fondo de Emergencias Sanitarias y Económicas que permitirá garantizar la liquidez necesaria para la implantación de medidas de emergencia. Su objetivo es que el país cuente con los recursos financieros necesarios para enfrentar futuras pandemias sin afectar otros sectores estratégicos. Además, se implementará un sistema de monitoreo y evaluación que permita analizar constantemente la situación sanitaria y económica, facilitando la toma de decisiones informadas y oportunas.

Desde el punto de vista sanitario, se reforzará el sistema de salud mediante la ampliación de hospitales, la modernización de equipos médicos y la consolidación de programas de educación en salud pública. Paralelamente se fortalecerán las capacidades de monitoreo epidemiológico para garantizar una mejor respuesta ante futuras emergencias.

Se promoverá la digitalización del sector, incluyendo la adopción de la telemedicina y tecnologías avanzadas para la atención médica. Asimismo, se impulsará la investigación en biotecnologías y desarrollo de vacunas, fomentando la independencia científica del país y garantizando un acceso rápido a tratamientos en caso de nuevas crisis sanitarias. Se ofrecerán incentivos fiscales a las empresas que inviertan en innovación y desarrollo tecnológico, promoviendo un crecimiento económico más sólido y diversificado.

En el ámbito educativo, se promoverán programas de formación de salud pública y economía, con el objetivo de concientizar a la población y mejorar la capacidad de respuesta de las instituciones ante pandemias. También se integrará en los programas de

educación básica los principios de salud como higiene, sanidad y buena alimentación. En los niveles más avanzados se priorizará la atención a la salud con programas de primeros auxilios y monitoreo de signos vitales.

Esta última fase del PESSS busca consolidar un modelo económico sanitario sostenible, asegurando que el país este mejor preparado para enfrentar futuras pandemias sin poner en riesgo su estabilidad económica ni la salud de su población.

## **Conclusiones**

La investigación aborda el impacto profundo y multifacético del SARS-CoV-2 ha desafiado y transformado la economía mexicana. Desde su emergencia a escala global en 2019, la pandemia ha detenido no solo la vida social sino también la actividad económica, provocando múltiples picos de contagio que paralizaron el crecimiento económico del país. En México, los primeros casos se detectaron en febrero de 2020, provocando cinco picos de contagios que causaron efectos en el crecimiento económico. Este análisis ha demostrado una clara interrelación entre la crisis sanitaria y económica, donde el desplome de las tasas de crecimiento económico coincidió con el incremento de la mortalidad y las medidas restrictivas impuestas por el gobierno para proteger la salud pública y evitar el colapso del sistema sanitario.

La economía mexicana, ya vulnerable por recesiones pasadas y un crecimiento anual promedio de apenas 2.1% entre 1990 y 2019, con la aparición de los primeros casos de SARS-CoV-2 experimentó una contracción del 20.5% en el PIB durante el segundo trimestre de 2020 resaltando la necesidad de diseñar políticas públicas más resilientes y adaptativas para futuras crisis.

Esta caída refleja la relación directa entre las medidas de contención del virus y la actividad económica. Las restricciones implementadas, como el cierre de actividades no esenciales y la limitación de reuniones masivas, buscaban minimizar el contacto físico y frenar la propagación del virus, pero también llevaron a un estancamiento económico significativo. Las restricciones, aunque necesarias para la salud pública, provocaron un estancamiento económico significativo, exacerbado por la alta mortalidad y el lento progreso en el tratamiento de la enfermedad que impactaron negativamente el consumo, la fuerza laboral y la inversión.

El análisis cronológico del SARS-CoV-2 en México revela cinco oleadas principales de contagio, cada una afectando de manera distinta la economía. La primera oleada resultó en una contracción económica drástica, mientras que las siguientes, aunque severas, tuvieron un impacto económico menos significativo gracias a las campañas de vacunación y la adaptación de las políticas de salud y económicas.

Esta investigación señala la interdependencia entre la salud pública y el crecimiento económico, evidenciando que las crisis sanitarias pueden transformarse rápidamente en crisis económicas. Destaca la necesidad de integrar la ciencia en el ciclo de políticas públicas, utilizando un enfoque basado en evidencia, es posible formular estrategias que no solo mitiguen los efectos actuales de la pandemia, sino que también preparen al país para futuras crisis sanitarias. La colaboración entre el gobierno y la sociedad es fundamental para combatir el virus y reactivar la economía de manera sostenible.

Además, la investigación sobre la salud y la economía pública resalta a la salud como un fenómeno social multifacético, influenciado por factores económicos, sociales y políticos. La salud se entiende como un elemento fundamental del capital humano, esencial para la productividad y el desarrollo económico de una nación. Invertir en salud mejora la calidad y eficiencia de la fuerza laboral, y es fundamental para el bienestar general de la población. Las políticas públicas que promueven una población saludable contribuyen significativamente al bienestar general y al crecimiento económico, creando un ciclo virtuoso en el que la mejora de la salud pública se traduce en beneficios económicos tangibles.

El gobierno tiene la responsabilidad de implementar políticas que mejoren el bienestar social, el desarrollo humano y el crecimiento económico. Las intervenciones del Estado son esenciales para enfrentar crisis como la pandemia del SARS-CoV-2, que ha demostrado la interdependencia entre la salud pública y la economía. La pandemia causó tanto pérdidas humanas como económicas, evidenciando que las políticas públicas deben ser diseñadas para abordar ambos aspectos de manera integrada.

La investigación presenta un análisis detallado del impacto del SARS-CoV-2 en el crecimiento económico de México, utilizando la de investigación de operaciones para la creación de modelos probabilísticos, con el fin de analizar cómo la pandemia afectó diversos sectores económicos y la trayectoria del Producto Interno Bruto del país. Los hallazgos sugieren que la pandemia tuvo un efecto negativo significativo en la economía mexicana, destacando la necesidad de estrategias diferenciadas para mitigar estos impactos y promover la recuperación económica.

El análisis inicial muestra una correlación negativa entre el número de defunciones y la actividad económica, lo que implica que a medida que aumentan las defunciones, el valor de la economía disminuye. Este fenómeno puede explicarse por el impacto negativo que las altas tasas de mortalidad y el lento avance en el tratamiento de la enfermedad provocaron en el consumo, así como los daños a la fuerza laboral y la inversión. Por otro lado, la relación entre la población vacunada y la actividad económica es positiva, indicando que, a mayor número de personas vacunadas, la actividad económica aumenta. Esto se debe a que la vacunación reduce los riesgos de mortalidad por el virus, permitiendo la reapertura de actividades económicas.

El modelo propuesto en la investigación, basado en la investigación de operaciones, establece que la actividad económica está en función de las defunciones y la vacunación. La validación del modelo muestra que, con un nivel de confianza del 95 por ciento, las defunciones y la vacunación son factores significativos en la explicación de las fluctuaciones observadas en la actividad económica durante el periodo de la emergencia sanitaria. El modelo propuesto explica un 31.80 por ciento de lo que ocurre con la actividad económica de México en relación con las defunciones y la vacunación por SARS-CoV-2, indicando que existen otros factores que también influyen en el comportamiento de la economía y que no están incluidos en el modelo.

La investigación concluye que, durante la primera oleada de contagios, la actividad económica se contrajo drásticamente debido a las restricciones iniciales. Sin embargo, con la implementación del semáforo epidemiológico y la apertura gradual de algunas actividades económicas, la economía mostró signos de recuperación. Durante la segunda oleada, la actividad económica desaceleró su crecimiento después del pico más alto de contagios en enero de 2021. En la tercera oleada, aunque la intensidad de los contagios fue mayor, la letalidad disminuyó gracias a las campañas de vacunación. Finalmente, la cuarta y quinta oleada, caracterizadas por la variante Ómicron, no tuvo un impacto negativo significativo en la economía debido a la menor tasa de letalidad y la reapertura de actividades económicas.

La investigación sobre la reducción de la dimensión de los casos positivos de SARS-CoV-2 se centra en la aplicación de un muestreo simple como herramienta estadística esencial para determinar una representación precisa y manejable de la población afectada, dado el gran volumen de casos positivos en México, se vuelve

impráctico y costoso examinar cada uno de los más de siete millones de casos registrados. Por tanto, la utilización de técnicas de muestreo permite inferir el comportamiento de la pandemia de manera representativa y válida.

El muestreo simple se define como un método donde cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, este enfoque garantiza que la muestra obtenida sea equitativa y significativa, proporcionando una imagen clara de la situación epidemiológica sin necesidad de analizar la totalidad de los casos. En la práctica, esto se logra enumerando las unidades de 1 a N y seleccionando aleatoriamente una serie de n números para generar tablas de números aleatorios.

Al aplicar este método a los casos positivos de SARS-CoV-2 en México, se logra una representación significativa de la población afectada, lo cual es crucial para el procesamiento eficiente de los datos y la formulación de inferencias generalizadas y válidas sobre la pandemia. Esto no solo facilita la gestión de los datos, sino que también asegura que las conclusiones obtenidas sean estadísticamente robustas, apoyando así la toma de decisiones informadas y la implementación de estrategias efectivas para manejar la pandemia.

El proceso de muestreo sigue cinco etapas principales: el planteamiento del problema, el marco muestral, la selección de la técnica de muestreo, el cálculo del tamaño de la muestra y la viabilidad de este tamaño. Cada etapa es crucial para asegurar que la muestra sea representativa y que las inferencias derivadas sean válidas y aplicables a la población total.

El planteamiento del problema identifica el fenómeno a estudiar, en este caso, la población mexicana afectada por el SARS-CoV-2. El marco muestral se refiere a la lista de elementos que conforman esta población, conocidas como unidades muestrales. La selección de la técnica de muestreo se basa en el marco muestral y determina el método más adecuado para estimar el tamaño de la muestra. El tamaño de la muestra se calcula en base a esta técnica, asegurando que sea proporcional y representativa de la población total. Finalmente, la viabilidad del tamaño de la muestra se evalúa para asegurar que sea estadísticamente confiable.

El análisis de los efectos del SARS-CoV-2 en las entidades federativas de México proporciona una comprensión profunda de cómo la pandemia ha impactado la actividad

económica estatal. En la comparación entre la devianza nula y la devianza residual muestra que las variables seleccionadas, como el sexo, la entidad de residencia, el tipo de paciente, y las comorbilidades como neumonía, diabetes, asma y obesidad, son determinantes clave para modelar la influencia del SARS-CoV-2 en la economía estatal. La significativa reducción en la devianza al pasar de nula a residual demuestra que el modelo ajusta bien a los datos, proporcionando una herramienta confiable para analizar y predecir el impacto económico de la pandemia.

El análisis también subraya la importancia de validar el modelo a través de varios supuestos estadísticos para asegurar su fiabilidad. La validación incluye la verificación de que los residuos de la devianza aproximen una distribución chi-cuadrada, lo que indica que el modelo ha incorporado toda la información relevante sin dejar variables importantes fuera del análisis. Cumplir con este criterio es fundamental para validar las inferencias estadísticas realizadas sobre los coeficientes de determinación y las relaciones entre variables.

Este enfoque multidimensional y robusto facilita el diseño de políticas públicas adaptadas y efectivas para la recuperación económica post-pandemia. Al identificar los patrones de afectación económica y validar la precisión del modelo, se fortalecen las bases para una planificación estratégica que pueda mitigar los impactos adversos de futuras crisis sanitarias en la economía estatal.

Finalmente, se plantea la propuesta de una política pública para mitigar el impacto económico de las crisis sanitarias, utilizando como caso de estudio la pandemia del SARS-CoV-2. La propuesta se articula en torno al Pacto por una Economía Sana y Salud Segura (PESSS), una estrategia integral que busca no solo abordar los desafíos inmediatos impuestos por la pandemia, sino también fortalecer la resiliencia del país a largo plazo frente a futuras crisis sanitarias y económicas.

El análisis del impacto del SARS-CoV-2 ha revelado de manera inequívoca la conexión indisoluble entre la salud pública y el crecimiento económico. La rápida propagación del virus exacerbó las vulnerabilidades existentes en los sistemas de salud y economía, lo que resultó en una contracción significativa del PIB y un aumento en el desempleo y la desocupación. Ante esta realidad, el PESSS propone una respuesta

coordinada y estratégica que involucra a múltiples actores, incluyendo al gobierno, la sociedad civil, el sector empresarial y la academia.

El pacto destaca la necesidad de un enfoque integrado que abarque la salud y la economía, asegurando que las políticas públicas no solo respondan a las crisis inmediatas, sino que también preparen al país para enfrentar desafíos futuros. Este enfoque requiere la implementación de medidas que aseguren una recuperación económica sostenible, protejan el empleo, fomenten la inversión en salud y fortalezcan la infraestructura sanitaria.

A través del PESSS, se busca establecer principios rectores que garanticen una respuesta efectiva a las crisis. Estos principios incluyen la coordinación sectorial, el uso de evidencia científica para guiar las decisiones políticas, la protección social para los más vulnerables, la equidad en el acceso a los servicios de salud, y la sostenibilidad de las acciones a largo plazo. El pacto también subraya la importancia de una colaboración multisectorial para que las medidas implementadas sean comprensivas y adaptativas a las realidades económicas y sociales del país.

## Referencias

Acuerdo (2020) [Secretaría de Salud]. Por el que se establecen acciones extraordinarias para atender la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV-2. 31 de marzo de 2020.

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5590914&fecha=31/03/2020&print=true](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590914&fecha=31/03/2020&print=true)

Aguilar, B. S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

Aguilar, V. L. (1994). *El estudio de las Políticas Públicas*. Porrúa

Alcántara, M. G. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad. *Sapiens Revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 93-107. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41011135004.pdf>

Anderson, R. M., Vegvari, C., Truscott, J., & Collyer, B. S. (2020). Challenges in creating herd immunity to SARS-CoV-2 infection by mass vaccination. *The Lancet*, 396(10263), 1614-1616. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32318-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32318-7)

Andrade, R. L. A. (2021). Asimetría de información, obstáculo para el apoyo gubernamental durante la COVID-19 en México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 30(60), 141-165. <https://doi.org/10.20983/noesis.2021.2.8>. DOI: <https://doi.org/10.20983/noesis.2021.2.8>

Antunez, I. C. H. (2011). *Crecimiento Económico*. Ejercicios de Crecimiento Económico

Arellano, M. (1992). *Introducción al análisis econométrico con datos panel* [Archivo PDF]. Banco de España.

Armesto, A. (2020). Claridad de responsabilidad y decisiones de los políticos. En Rodrigo, S. E. (Ed.), *Debate renovador e innovador de las ciencias sociales, Política y políticas públicas* (25-37). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede México.

Arrow, K. J. (1963). Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care. *The American Economic Review*, 53(5), 941-973. [https://web.stanford.edu/~jay/health\\_class/Readings/Lecture01/arrow.pdf](https://web.stanford.edu/~jay/health_class/Readings/Lecture01/arrow.pdf)

Banco de México (s.f.). Portal del mercado cambiario. <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp#>

Banco Mundial. (2020). *Perspectivas económicas mundiales, junio 2020*. Washington, DC: Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1553-9>

Banco Mundial. (2021). *Perspectivas económicas mundiales, junio 2021*. Washington, DC: Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1665-9>

Banco Mundial. (2022). *Perspectivas económicas mundiales, junio 2022*. Washington, DC: Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1843-1>

Banda, H. y Chacón, S. (2005). La crisis financiera mexicana de 1994: una visión política-económica. *Foro Internacional* 45(3). 445-465.  
<https://www.redalyc.org/pdf/599/59921013004.pdf>

Becker, G. (1964), *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Third Edition

Briceño-León, R. (2003). Las ciencias sociales y la salud: un diverso y mutante campo teórico. *Ciencia y Salud Colectiva*, 8(1), 33-45.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63042995004>

Bussco, G. (2002). Vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza. *Serie Población y desarrollo*, (29). Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población División de Población de la CEPAL.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7167/S028572\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7167/S028572_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bolívar, R. M., Martínez, N. J., Pamanes, L. A., Cázarez, A. M., Quiroga, A. V., Bolívar, C. A. (2021). Barotrauma y ventilación mecánica en pacientes críticos COVID-19. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 8(1). 62-67.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v80n1/0028-3746-nct-80-01-62.pdf>

Cochran, W. G. (1986). *Técnicas de muestreo*. Compañía Editorial Continental, S. A. México.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (s.f.). *COVID-19 México*. Recuperado el 10 de mayo de 2020 de <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DOView>

Decreto (2023) [Presidencia de la República]. Por el que se declara terminada la acción extraordinaria en materia de salubridad general que tuvo por objeto prevenir, controlar y mitigar la enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19).  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5688265&fecha=09/05/2023#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5688265&fecha=09/05/2023#gsc.tab=0)

Del Castillo, G. (2020). ¿Por qué pensar en enfoques alternativos de política pública a la luz de un debate renovador e innovador de las ciencias sociales? En Rodrigo, S. E. (Ed.), *Debate renovador e innovador de las ciencias sociales, Política y políticas públicas* (pp. 41-54). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede México.

Delgado, M. J. (2014). J. M. Keynes: crecimiento económico y distribución del ingreso. *Revista de Economía Institucional*, 16(30), 365-370.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rei/v16n30/v16n30a19.pdf>

Díaz-Castrillón, F. J. & Toro-Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Editora Médica Colombiana S. A.*, 24(3), 183-205.  
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096519/covid-19.pdf>.

Dornbusch, R. (2005). *Macroeconomía*. McGrawHill

Esquivel, G. (2014). El TLCAN: 20 años de claroscuros. *Foreign Affairs Latinoamérica* 14(2). <https://revistafal.com/el-tlcan-20-anos-de-claroscuros-2/>

Enríquez, P. I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 25, 73-125. <https://lajed.ucb.edu.bo/a/article/view/a154/59>

Fontaine, G. (2015). *El análisis de Políticas Públicas: Conceptos, Teorías y Métodos*. FLACSO

Folland, M., Goodman, A. y Stano, M. (2017). *The economics of Health and Health Care*. International Edition

Fuentelsaz, C. (2013). “Cálculo del tamaño de la muestra”. Disponible en línea: <https://www.federacion-matronas.org/wp-content/uploads/2018/01/vol5n18pag5-13.pdf>

García, J. y Villeta, M. (2007). “*Técnicas Básicas de Muestreo con SAS*”. Facultad de Estudios Estadísticos. Universidad Complutense de Madrid: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/54632>

Gobierno de México. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (04 de febrero 2021). *VACUNA SEGURA. vacunas contra COVID 19*. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/vacunas-para-covid-19>

Gobierno de México. Secretaría de Salud (24 de diciembre de 2020). 266. Arranca vacunación contra COVID-19 en México. <https://www.gob.mx/salud/prensa/266-arranca-vacunacion-contracovid-19-en-mexico?idiom=es>

Gobierno de México. Secretaría de Salud (31 de marzo de 2020). Consejo de Salubridad General declara emergencia sanitaria nacional a epidemia por coronavirus (COVID-19). <https://www.gob.mx/salud/prensa/consejo-de-salubridad-general-declara-emergencia-sanitaria-nacional-a-epidemia-por-coronavirus-covid-19-239301>

Gretchen, F. S. (2006). La salud como factor del crecimiento económico. *Posgrado y Sociedad*, 6(1), 1-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3662652>

Griffith, J. S. (1996). La crisis del peso mexicano. *Revista de la Cepal* (60). 151-170

Lascoumes, Pierre; Galès, Patrick (2012). *Sociología de la acción pública*. El Colegio de México.

Haro, G. J. & Iranzo A. J. L. (2022). *Modelos de probabilidad e inferencia estadística*. Ediciones Pirámide.

Hauser, P. M., & Duncan, O. D. (1975). *El estudio de la población*. (J. Hechen, trad.) Centro Latinoamericano de Demografía.

Hernández, R. E., Almonacid, U. I., Rocha, C. A. C. y Salcedo, P. I. (2021). Vacunas para COVID-19: Estado actual y perspectivas para su desarrollo. *Nova* 18. <https://doi.org/10.22490/24629448.4188>

Huang, C., et al., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., et al. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223), 497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

Ibáñez, G. C., Torres, T. J. P. y Santolaya, M. E. (2021). Vacunas SARS CoV-2, estudios en fase III. *Revista Chilena de infectología* 38. 88-98. <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v38n1/0716-1018-rci-38-01-0088.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Indicador global de la actividad económica. base 2018. <https://www.inegi.org.mx/temas/igae/#Tabulados>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Producto Interno Bruto (PIB) – trimestral. base 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/pib/2018/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Producto Interno Bruto (PIB)- Trimestral. Base 2013. <https://www.inegi.org.mx/programas/pib/2013/>

Iranzo Acosta, J. L., & de Haro García, J. (2022). *Modelos de Probabilidad e Inferencia Estadística*. España: Ediciones Pirámide.

Izar, J. M. (1996). *Investigación de Operaciones*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Lambo, E. (1993). The economy and health. *Health Policy*, 23, 247-263.

López, G. E. & Soler, R. M. (2011). Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*, 69(248), 59-80. <https://www.revistadepedagogia.org/rep/vol69/iss248/5>

Mankiw, N. G., Romer, D. y Weil, D. N (1992). A contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics* 107(2). 407-437. <https://doi.org/10.2307/2118477>

McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall.

Organización Mundial de la Salud. (2001). *Macroeconomía y salud: Invertir en salud en pro del desarrollo económico: sipnosis* / Informe de la comisión sobre Macroeconomía y Salud. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42465/a74870.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud. (2014). *Documentos Básicos 48° edición* <https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd48/basic-documents-48th-edition-sp.pdf?ua=1#page=7>

Organización Mundial de la Salud. (2020, 11 de marzo). *Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020*. <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---20-march-2020>.

Organización Mundial de la Salud. (2021, septiembre). *Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Novel Coronavirus (2019-nCoV) situation (Report-10)*. Recuperado de 30 de mayo de 2020 de [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480_2)

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Coronavirus disease (COVID-19) pandemic*. Recuperado el 30 de junio de 2020 de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>

Organización para el Comercio y el Desarrollo Económico. (2007). *Capital Humano: Cómo moldea tu vida lo que sabes*. <https://www.oecd.org/insights/38435951.pdf>

Our World in Data. (2022). *Coronavirus (COVID-19) Vaccinations*. <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=MEX#citation>

Padilla, S. F., et al. (2020). COVID-19 en México: Panorama Epidemiológico. *Revista Cadena de Cerebros*, 4(5), 31-42. [https://7597544a-237d-4c77-aa27-330ab7839033.filesusr.com/ugd/611053\\_4f0fd8b9aef447cb9054cfe527b17814.pdf](https://7597544a-237d-4c77-aa27-330ab7839033.filesusr.com/ugd/611053_4f0fd8b9aef447cb9054cfe527b17814.pdf)

Pan American Health Organization (2023). Pan American Health Organization Response to COVID-19 2022. Summary Report on US Government Funding Allocated under the American Rescue Plan Act. <https://doi.org/10.37774/9789275127308>

Parsons, W. (2013). *Políticas Públicas: Una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas*. Facultad Latinoamericana de ciencias sociales, sede México.

Pérez, C. (2005). *Muestreo estadístico. Conceptos y problemas resueltos*. Editorial: Person. Prentice Hall. País: España.

Picazo, J. J. (2021). Vacuna frente al COVID-19. Sociedad Española de Quimioterapia: infección y vacunas. <https://seq.es/wp-content/uploads/2021/05/vacunas-covid-4.8.pdf>

Plasencia, U. M., Aguilera, R. R. y Almaguer, M. L. E. (2020). Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 19(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v19s1/1729-519X-rhcm-19-s1-e3389.pdf>

Posner, R. (2010). Reseña de "La teoría general del empleo, el interés y el dinero" de John Maynard Keynes. *Revista de Economía Institucional*, 12(22), 293-305. <https://www.redalyc.org/pdf/419/41915003015.pdf>

Ramos, D. B. (2000). La nueva salud pública. *Revista Cubana de Salud Pública* 26(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662000000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662000000200001)

Ramirez, O., Duван Emilio. (2005). *El Capital Humano como Factor de Crecimiento Económico*. [Tesis de Maestría, Universidad de Manizales] [https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/5596/DUVAN%20\\_RAMIREZ\\_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/5596/DUVAN%20_RAMIREZ_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ramirez, J. C. y Morelos, J.B. (2011). La contemporaneidad del Ensayo o por qué no es conveniente olvidar a Malthus. *Estudios Demográficos y Urbanos* 28(1). 77-32. <https://www.redalyc.org/pdf/312/31224198001.pdf>

Ramoni, J., et al. (2013). Modelos de regresión de datos panel y su aplicación en la evaluación de impactos de programas sociales. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 15(1), 119-127. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99326637008.pdf>

Retchkiman, K. B. (1972). *Introducción al estudio de la economía pública*. Universidad Nacional Autónoma de México

Robles, G. E., Bernabeu-Mester, J. & Benavides, F. G. (1996). La transición sanitaria: una revisión conceptual. *Asociación de Demografía Histórica*, 14(1), 117-144. <http://hdl.handle.net/10045/20273>

Robert, E. L. (2005). *Lecturas sobre crecimiento económico*. Grupo Editorial Norma

Roder-Dewan, S., Ayodeji A. Francista y Veillard, J. (10 de junio de 2019). Capital humano y salud. Publicando en Voces Banco Mundial Blogs. <https://blogs.worldbank.org/es/voices/capital-humano-y-salud>

Rodriguez, C. M., Las políticas públicas. Meny, Y., & Thoenig, J. C. (1992). *Cuadernos del CENDES*, 34(96). 158-192 [http://recom.blog.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/28/2018/04/Meny-Thoenig\\_Cap-1-y-2.pdf](http://recom.blog.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/28/2018/04/Meny-Thoenig_Cap-1-y-2.pdf)

Ros, J. (2017). La economía mexicana en 2016: Tendencias y perspectivas. *Revista de Economía Mexicana Anuario UNAM* 2. 3-37

Roth, D. A. (2002). *Políticas Públicas, Formulación, implementación y evaluación*. Ediciones Aurora.

Ruiz, P. A. (2011). Los Factores Internos de la Política Exterior Mexicana: Los Sexenios de Carlos Salinas y Vicente Fox. *Foro Internacional* LI(2). 304-335 <https://www.redalyc.org/pdf/599/59923462004.pdf>

Sáenz, K., & Tamez, G. (2014). *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales*. TIRANT Humanidades de México.

Sala I Martin, X. *Economía en Colores. Conecta*. Universidad Católica Argentina

Sarwat, J., et al. (2014). ¿Qué es la economía keynesiana?. *Finanzas y Desarrollo: publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial*, 51(3), 53-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4961263>

Secretaría de Salud (SSA). (2020). Comunicado Técnico Diario: Nuevo Coronavirus en el Mundo (COVID-19). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/538247/Comunicado\\_Tecnico\\_Diario\\_COVID-19\\_2020.12.30.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/538247/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2020.12.30.pdf)

Secretaría de Salud México [@SSalud\_mx]. (18 de marzo de 2020). Hoy en México falleció la primera persona con #COVID19. Inició sus síntomas el 9 de marzo y padecía diabetes. El Secretario de Salud expresa sus condolencias a sus familiares. Descanse en paz. [Tweet]. [https://x.com/SSalud\\_mx/status/1240499937433006081?t=Elfxb5HKl\\_RivPvqnA9i\\_g&s=19](https://x.com/SSalud_mx/status/1240499937433006081?t=Elfxb5HKl_RivPvqnA9i_g&s=19).

Secretaría de Salud. (2020, 28 de febrero). 077. *Se confirma en México caso importado de coronavirus COVID-19*. [comunicado de prensa] <https://www.gob.mx/salud/prensa/077-se-confirma-en-mexico-caso-importado-de-coronavirus-covid-19>.

Secretaría de Salud. (2020, 31 de marzo). Consejo de Salubridad General declara emergencia sanitaria nacional a epidemia por coronavirus (COVID-19). [comunicado de prensa] <https://www.gob.mx/salud/prensa/consejo-de-salubridad-general-declara-emergencia-sanitaria-nacional-a-epidemia-por-coronavirus-covid-19-239301>

Secretaría de Salud. (2022). Datos Abiertos Bases Históricas, Dirección General de Epidemiología. Base de Datos Históricos <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-bases-historicas-direccion-general-de-epidemiologia>

Senado de la República (s.f.). Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República. <https://ibd.senado.gob.mx/coronavirus>

Simón, D. J., et al. (2020). Cómo estimar la letalidad del COVID-19. *Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 67(I), 4-8. <https://dx.doi.org/10.35366/9384>

Stein, E., & Tommasi, M. (2006). La política de las políticas públicas. *Política y Gobierno*, 13(2), 393-416.

Suarez, V., et al. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Revista Clínica Española*, 220(8), 463-471. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>

Tobar, J. F. (1988). Recuperación económica: Hacia una economía democrática. *Contextos*, VI/12, 171-181. <http://www.revistacontextos.es/web1988-2/08JFTobar.pdf>

Vargas, A. C. (2007). Análisis de las Políticas Públicas. *Perspectivas* 19. 127-136.

Weber, M. (1979). *Economía y Sociedad*. Fondo de Cultura Económica

Wenhao, L., Zehong, H., Jin, Xiao, Yangtao, W., Ningshao, X. y Quan, Y. (2024). Evolution of the SARS-CoV-2 Omicron Variants: Genetic Impact on Viral Fitness. *Viruses* 16(2), 184. <https://doi.org/10.3390/v16020184>

Weisbrot, M., Lefebvre, S., Sammut, J. (2014). ¿El TLCAN ayudó a México?: Una valoración tras 20 años. Center for Economic and Policy Research. Washington, DC 20009. <https://www.cepr.net/documents/NAFTA-20-years-2014-02-ESPA%3FOL.pdf>

Wu, et al. (2021). Measuring the impact of Health on Economic Growth Using Pooling Data in Regions of Asia: Evidence from a Quantile-On-Quantile Analysis. *Frontiers in Public Health*, (9). Doi: 10.3389/fpubh.2021.689610

## Anexos

### Código en R

```
library(lmtest) ##regresión lineal ##
library(MASS) ## Pruebas de normalidad ##
library(car) ##Pruebas de normalidad##
library(faraway) ##Pruebas Durbin whatson##
library(nortest) ##Autocorrelación##
library(ggplot2) ## Grafios##
library(psych) ## VIF no colinealidad##
library(zoo)
library(carData)
library(mtcars)
library(corrplot)
####-----TRANSFORMANDO LA BASE EN MATRIZ-----
#####
###Características de base de datos###
Ejemplo_2
# - Y IGAE INDICADOR GLOBAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA (INDICE 2013=100)
# - XC CASOS CONFIMADOS (PERSONAS)
# - XD DEFUNCIONES (PERSONAS)
# - XPV PERSONAS VACUNADAS

str(Ejemplo_2$PERIODO) #conocer los tipos de variables
A<-array(Ejemplo_2$PERIODO)#conocer la variables nominal
A
#Eliminado la variable nominal#
Ejem<-Ejemplo_2[,-1]
####Trasformado la base a matriz#####
Y<-Ejemplo_2$Y
XC<-Ejemplo_2$XC
XD<-Ejemplo_2$XD
XPV<-Ejemplo_2$XPV
Ejer<-cbind(Y,XC,XD,XPV)
Ejer
rownames(Ejer) <-c(A)
Ejer
#Matriz de dispersion
scatterplotMatrix(Ejer, diagonal = "hist")
pairs(Ejer)
pairs.panels(Ejer,pch = 21, main="Gráfico de correlación")

cor_matrix <- cor(Ejer)
MC<-round(cor(Ejem),2)
pairs.panels(Ejem,main="Matriz Correlacion")
corrplot(MC, method = "circle")
corrplot.mixed(MC, order='AOE')

#Calculo de Parametros
modelo <- lm(Y~0+XC+XD+XPV, data.frame(Ejer))
summary(modelo)
modelo1 <- lm(Y~0+XC+XD+XPV, data.frame(Ejer))
```

```

summary(modelo1)
modelo2 <- lm(Y~0+XC+XD+XPV, data.frame(Ejer))
summary(modelo2)
modelo3 <- lm(Y~0+XD+XPV, data.frame(Ejer))
summary(modelo3)
modelo2 <- lm(Y~0+XC+XD+XPV, data.frame(Ejer))
summary(modelo2)
#VALIDACION DEL MODELO2
#Anova
anova(modelo2)
#Prueba de normalidad
shapiro.test(modelo2$residuals)#Shapiro-Wilk
#Prueba de homocedasticidad
bptest(modelo2)
#Autocorrelacion
dwtest(modelo2)#Durbin-Watson

modelo3 <- lm(Y~0+XD+XPV, data.frame(Ejer))
summary(modelo3)

```

### Código en R

```

###---MUESTREO---###
library(dplyr) # renombrar variables

base

#--Tamaño de la base a muestrear--#
base=data.frame(base)
dim(base)

#--Càlculando de tamaño de la muestra--##

# Donde:
# n = Tamaño de la muestra
# N = Tamaño de la poblaciòn
# Z = Nivel de confianza al 0.95 y 0.05 nivel significancia
# P = Probabilidad de exito
# Q = Probabilidad de fracaso: Q = 1 - P
# E = Error admitido en el muestreo

# Formula:  $n = \frac{N(Z^2)PQ}{(E^2)(N-1)+(Z^2)PQ}$ 

# Tal que:
N = 7637107
Z = 1.96
P = 0.50
Q = 0.50
E = 0.01

```

```

#--Tamaño de la muestra--#
n = (N*(Z^2)*P*Q)/((E^2)*(N-1)+(Z^2)*P*Q)
n

#--Selección de la muestra--#
muestra=sample(1:nrow(base),size=n,replace=T)
muestra

#--Selección de los elementos de la muestra--#
elementos=base[muestra, ]
elementos

#--Muestra final--#
MF = elementos
MF

#Exportar MF
install.packages("writexl")
library(writexl)
write.csv(MF, "C:\\Users\\Laptop\\Desktop\\Tesis Fin\\Tesis\\Base de datos\\Muestreo.csv", row.names =
FALSE)

#--Renombrando variables
colnames(MF)
base2=rename(MF,X1=SECTOR,X2=SEXO,X3=ENTIDAD_RES,X4=TIPO_PACIENTE,X5=FECH
A_SINTOMAS,

X6=FECHA_DEF,X7=INTUBADO,X8=NEUMONIA,X9=EDAD,X10=EMBARAZO,X11=DIABET
ES,

X12=EPOC,X13=ASMA,X14=HIPERTENSION,X15=CARDIOVASCULAR,X16=OBESIDAD,
X17=RENAL_CRONICA,X18=TABAQUISMO,Y=ITAE)
base2
as.data.frame(base2)

#--Acomodando la base
Y=base2$Y
X1=base2$X1
X2=base2$X2
X3=base2$X3
X4=base2$X4
X7=base2$X7
X8=base2$X8
X9=base2$X9
X10=base2$X10
X11=base2$X11
X12=base2$X12
X13=base2$X13
X14=base2$X14
X15=base2$X15
X16=base2$X16
X17=base2$X17

```

```

X18=base2$X18
X19=base2$X19

matriz=cbind(Y,X1,X2,X3,X4,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19)
matriz

```

### Código en R

```

###---Regresión Gamma
library(nortest)
library(moments)
library(psych)
library(corrplot)
library(tseries)
library(lmtest)
library(car)
library(nortest)
library(MASS)
library(faraway)
library(psych)
library(forecast)
library(moments)

Mod1 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1)+
            log(XPT+1),data.frame(base), family = Gamma(link = "sqrt"))
summary(Mod1)

Mod2 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1)+
            log(XPT+1),data.frame(base), family = Gamma(link = "log"))
summary(Mod2)

Mod3 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1)+
            log(XPT+1),data.frame(base), family = Gamma(link = "identity"))
summary(Mod3)

Mod4 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1)+
            log(XPT+1),data.frame(base), family = Gamma(link = "inverse"))
summary(Mod4)

# Modelo 1
Mod1 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1)+
            log(XPT+1),data.frame(base), family = Gamma(link = "sqrt"))
summary(Mod1)

Mod1.1 <- glm((Y) ~log(XC+1)+log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1),data.frame(base), family =
Gamma(link = "sqrt"))
summary(Mod1.1)

Mod1.2 <- glm((Y) ~log(XD+1)+log(XV+1)+log(XPV+1),data.frame(base), family = Gamma(link =
"sqrt"))

```

```
summary(Mod1.2)

Mod1.3 <- glm((Y) ~log(XD+1)+sqrt(XPV),data.frame(base), family = Gamma(link = "sqrt"))
summary(Mod1.3)

# Validación de modelos

# mod1.3
#---Normalidad
shapiro.test(Mod1.3$residuals)#Shapiro-Wilk
agostino.test(Mod1.3$residuals)

#---No Colinealidad
vif(Mod1.3)
#---X2
1-pchisq(0.1089,33)
#---Devianza
D5 = (0.1089-0.0666)/0.1089
D5
```