



Impacto del rezago social en el número de muertes y contagios por COVID-19 en México: análisis con redes neuronales artificiales empleando información a nivel municipal

Impact of social lags on the number of deaths and confirmed cases by COVID-19 in Mexico: Artificial neural network analysis employing municipal information

Miriam Sosa^{1*}, Edgar Ortiz², Alejandra Cabello²

¹Universidad Autónoma Metropolitana, México

²Universidad Nacional Autónoma de México, México

Recibido el 19 de agosto de 2020; aceptado el 28 de octubre de 2020

Disponible en Internet el: 28 de octubre de 2020

Resumen

La situación que atraviesa México, a raíz de la pandemia del COVID19, ha puesto en evidencia la vulnerabilidad de ciertas regiones propiciada por carencias relacionadas con acceso a servicios de salud, educación y servicios básicos de la vivienda (electricidad, agua y drenaje). El presente trabajo analiza el impacto que la falta de dichos servicios tiene en la incidencia de contagio y muerte por COVID19. Para ello, se utiliza la metodología de redes neuronales artificiales con datos a nivel municipal del Índice de Rezago Social, publicado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y datos de muertes y contagios acumulados reportados por el Gobierno de México a través de la plataforma COVID19. Los resultados revelan que las carencias estructurales, relacionadas con la falta de condiciones de saneamiento y acceso al agua, son los principales determinantes del número de contagios y muertes por la pandemia.

Código JEL: C45, I14, I18, I24, I32

Palabras clave: Contagio y muerte por COVID19; Variables socioeconómicas; Redes neuronales artificiales; México; Pandemia

* Autor para correspondencia

Correo electrónico msosac87@hotmail.com (M. Sosa).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.3020>

0186- 1042/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Abstract

The situation that Mexico is going through, due to the COVID19 pandemic, has evidenced the vulnerability of certain localities because of the deficiencies related to health services access, education, and basic services in households (electricity, water and sewer system). This research aims to analyze the impact of the lack of those services, on the number of COVID19 cases and deaths. To achieve that purpose, Artificial Neural Network approach is employed, using the municipal Social Lags Index, published by the National Council of Social Development Policy Evaluation (CONEVAL) and the number of cumulative COVID19 deaths and cases reported by Mexican government. Findings suggest that structural deficiencies related to lack of sanity conditions and access to water are the main determinates of the number of contagions and deaths by the pandemic.

JEL code: C45, I14, I18, I24, I32

Keywords: Contagion and death by COVID19; Socioeconomic variables; Artificial neural network; Mexico; Pandemia

Introducción

Con base en los datos reportados por el Gobierno de México, a partir de la plataforma COVID 19,¹ al 27 de junio había 216,682 casos confirmados y 26,648 muertes a raíz del contagio del virus denominado SARS-COVID. De los casos confirmados, el 45.23% eran del género femenino y 54.77% masculino; mientras que, de los decesos 33.99% eran mujeres y 66.01% hombres. De los contagiados, se han detectado enfermedades relacionadas: el 20.09% padecían hipertensión, 19.52%, diabetes, 16.44% obesidad y 7.77% tabaquismo. De las comorbilidades principales asociadas a las muertes, el 41.94% padecían hipertensión, 36.87%, diabetes 24.93% obesidad y 8.73% tabaquismo.

Adicionalmente, investigaciones elaboradas por Gun, Ni y Hu (2020), Yang, Yu y Xu (2020) y Zhang, Dong y Cao (2020) confirman la relación entre muerte por coronavirus con 32 comorbilidades, destacando en importancia la hipertensión y diabetes.

Investigaciones desarrolladas por Grotto, Huerta y Sharabi (2008), Leng, Jin, Li, Chen y Jin (2015) han señalado que existen determinantes socioeconómicos, como la educación, estatus, ocupación e ingreso que están asociados con la prevalencia de hipertensión. Dentro de las posibles explicaciones se incluyen la conciencia de la prevención y control de la enfermedad, mejor accesibilidad a los servicios de salud y adherencia al tratamiento médico entre los grupos de mayor nivel socioeconómico; así como, el bajo nivel de peso al nacer y tensión laboral en menores niveles socioeconómicos.

Evidencia similar se ha encontrado sobre la diabetes; Saydah y Lochner (2010) señalan que el nivel educativo y la pertenencia a una familia con un ingreso por debajo de la línea de pobreza, están asociados a un mayor nivel de mortalidad por diabetes. Tang, Chen y Krewsky (2003) encontraron que la prevalencia de diabetes incrementa conforme disminuye el ingreso y el nivel educativo, para ambos géneros.

Con base en lo anteriormente señalado, se pone de manifiesto que hay un vínculo entre el contagio y muerte por COVID19 y enfermedades crónicas, mismas que a su vez, se relacionan con aspectos socioeconómicos.

Además de lo previamente mencionado, en general, en la literatura se ha confirmado repetidamente el vínculo que hay entre la salud y variables socioeconómicas (Subramanian, Smith ay Subramanyam, 2006; Dowd, Zajacova y Aiello, 2009; Paula, *et al*, 2012; Kivimäki et al 2020). De manera específica, también se ha establecido que existe relación entre nivel educativo y salud (Groot y Van Den Brink, 2007; Silles, 2009; Kaestner, Schiman y Ward, 2020).

Así, el objetivo del presente trabajo es analizar el impacto que el rezago social, falta de acceso a educación, salud y servicios básicos en la vivienda (agua, electricidad y drenaje) tienen en la tasa de contagios y muertes causados por COVID19 a nivel municipal en México. La propuesta metodológica consiste en un análisis de tipo transversal, mediante la aplicación de redes neuronales artificiales. Los datos empleados abarcan el número acumulado de muertes y

¹ <https://coronavirus.gob.mx/datos/>

contagios por COVID19 y los porcentajes de la población con bajos niveles educativos y sin acceso a servicios de salud; así como, el porcentaje de las viviendas que no cuentan con los servicios básicos, todas esas variables por municipio.

La contribución del presente estudio es evidenciar cuáles son los principales factores de rezago social que están relacionados con el impacto de la pandemia, buscando que se atiendan dichas necesidades de la población, aminorando el impacto que futuras situaciones sanitarias puedan tener.

El trabajo se estructura de la siguiente manera, la segunda sección describe la relación que existe entre cada variable socioeconómica y la salud, específicamente, la vulnerabilidad ante el contagio y muerte por COVID19; la tercera sección revisa la literatura relacionada; la sección número cuatro detalla los datos y la metodología a emplear; la sección cinco presenta y analiza la evidencia empírica; la sexta sección presenta una discusión vinculando la relación entre los resultados obtenidos y los problemas estructurales socioeconómicos de México; finalmente, la última sección concluye el trabajo.

Variables socioeconómicas y la pandemia del COVID19

Dentro de las variables socioeconómicas que se contemplan en la presente investigación se encuentran: acceso a educación y a servicios de salud y características de los hogares en términos de acceso a servicios básicos, tales como: acceso a la red pública de agua entubada, electricidad y drenaje; así como, la existencia de piso de tierra en las viviendas.

El acceso al agua es un servicio básico del cual depende una adecuada sanidad y prácticas de higiene apropiadas, el cumplimiento de ambas situaciones recae en la disminución de padecimientos y la promoción de la salud (Moe y Rheingans, 2006). Particularmente, en el contexto de la pandemia, en el cual se ha promovido a nivel global intensiva y extensivamente el lavado de manos como medida básica para la reducción en la tasa de contagio, el acceso a este servicio cobra una importancia fundamental (Van Bavel *et al*, 2020).

En cuanto al servicio de drenaje, el hecho de que las letrinas o escusados no estén conectados a un sistema sanitario genera que las heces fecales queden expuestas, promoviendo que las bacterias y los parásitos que se encuentren en ellas propicien enfermedades, vulnerando e inhibiendo la capacidad de respuesta de los individuos (Kumar y Joseph, 2012).

El servicio de electricidad es un factor crítico en la distribución de los servicios de salud, en el cumplimiento de la meta de cobertura universal de salud, en el acceso a agua limpia y en los sistemas de ventilación (Adair-Rohani *et al*, 2013). La falta de acceso a este servicio ha sido identificada como una de las principales barreras para lograr el cumplimiento del potencial y bienestar humanos (Markandya y Wilkinson, 2007). A menor bienestar, los individuos son más vulnerables a infectarse de virus como el COVID-19.

La electricidad, en términos de sanidad, permite extender la caducidad de los alimentos a partir de su refrigeración y congelamiento y hace posible el bombeo del agua de depósitos de reserva (pozos y manantiales) facilitando el aprovisionamiento a agua limpia, aún si no se tiene acceso a la red pública de abastecimiento de dicho líquido (Velo García, 2006).

El acceso a electricidad permite extender las horas dedicadas a diversas actividades, ante la ausencia de luz natural, eleva la eficiencia en la realización de diversas tareas dentro del hogar a partir del uso de aparatos eléctricos y electrónicos. Asimismo, promueve el confort, el acceso a información mediante el uso de TV y radio, posibilita el uso de tecnología y facilita el esquema de trabajo y aprendizaje remoto (Pillajo Lincango, 2015).

En cuanto al último punto, durante el confinamiento instaurado a partir de la pandemia del COVID19, casi la totalidad de la participación laboral y educativa continuó de forma remota por medio del aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación. De tal forma que, aquellas personas sin acceso a electricidad, durante la pandemia han visto acotadas sus posibilidades de ingresar o seguir participando en el mercado laboral o de recibir educación. Así, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de América Latina, señala que en la región

solamente uno de cada cinco trabajadores puede trabajar desde su casa (PNUD, 2020),² lo cual significa que el 80% restante, perdió su trabajo o vio disminuido su ingreso al cobrar una parcialidad de su salario.

En cuanto a la relación entre la educación y salud, se han documentado extensamente las interrelaciones entre ambas variables. Un mayor nivel educativo: i) incide en la forma de pensar y decidir de los individuos (Ross y Wu, 1995); ii) permite tener un mayor nivel de ingreso y acceder a un mejor nivel de vida (Tsakos *et al*, 2009); iii) tiene efectos positivos en el bienestar: acceso a experiencias culturales, hábitos alimenticios y patrones de higiene (Michalos, 2008 y Brunello *et al*, 2011); iv) promueve la creatividad e innovación, facilitando la resolución de problemas (Hofman *et al*, 2013 y Hammond *et al*, 2011); y, v) permite acceder a mayor conocimiento, habilidades, conceptos, reglas, actitudes y comportamientos mejorando la productividad y competitividad en el mercado de trabajo (Fabra y Camisón, 2009). En general, un mayor nivel educativo promueve conductas más saludables, da acceso a un mayor ingreso y mejor nivel de vida, fomentando la salud (Ortiz, Sosa y Díaz, 2015).

Finalmente, el acceso a servicios de salud permite mantener bajo supervisión a los individuos y dar seguimiento a diversos indicadores, facilitando la práctica de la medicina preventiva y disminuyendo la probabilidad de presentar enfermedades crónicas. En términos de la atención de emergencias, permite la atención oportuna, evitando que se agrave la situación del paciente y el daño sea mayor o irreversible.

Revisión de la literatura

Dada la importancia que tiene la salud dentro de las dimensiones de desarrollo económico y bienestar, la relación que tiene dicho tema con factores socioeconómicos ha sido ampliamente estudiada (Adams *et al*, 2003; Haas, 2008; Dowd, Zajacova y Aiello, 2009; Cherlin, 2018; Currie y Goodman, 2020).

De manera particular, el contagio de enfermedades virales y su relación con factores socioeconómicos ha sido analizada por autores como Andronie (2005) y Amin, Raja y Abro (2018) quienes examinan el vínculo entre variables sociales y económicas y la epidemiología del virus Hepatitis B y C, en tanto que Mokhtar y Abd (2017) y Mohidem *et al* (2018) indagan sobre los determinantes sociales del contagio de la Tuberculosis en Malasia. En todos los estudios previamente señalados se corrobora que, variables socioeconómicas son determinantes del contagio de enfermedades virales, los factores que frecuentemente se han identificado son: ingreso, nivel de educación/instrucción, características de la vivienda, espacio (rural/urbano) en el contagio de enfermedades virales.

En términos de las investigaciones sobre las variables socioeconómicas y situaciones relacionadas con la salud a nivel municipal en México, destaca aquella de Duarte-Gómez *et al* (2015) en la que se estudian los determinantes socioeconómicos de la mortalidad infantil en municipios de bajo Índice de Desarrollo Humano. Los resultados señalan que los determinantes medios son las condiciones de vida y acceso a servicios de salud, sobre todo, la atención preventiva y la demora en la atención.

En cuanto a la relación del virus del COVID19 y variables socioeconómicas, el análisis se ha extendido sobre el tema de la percepción del riesgo con base en: cuestiones socioeconómicas y uso de redes sociales (Huynh, 2020), creencias y actitudes (Caria *et al*, 2020), economía del comportamiento (Haushofer y Metcalf, 2020), respuesta conductual (Shabu *et al*, 2020).

En concordancia con lo anterior Muñoz y Corduneanu (2020) investigan la percepción de riesgo y consumo mediático durante el inicio de la pandemia del COVID19 en México, los resultados demostraron que la población se encontraba interesada y preocupada, pero con una baja percepción de riesgo de contagio.

² Página de la PNUD “Trabajando en tiempos de pandemia: Solo uno de cada cinco trabajadores en ALC puede trabajar desde su casa. Disponible en : <https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home.html> Consultado el 2 de julio 2020.

Siguiendo con los documentos sobre COVID19 en México, el PNUD (2020) analiza los retos en materia de salud y los desafíos económicos que la pandemia ha impuesto a México; asimismo, señala que las condiciones de debilidad económica y desigualdades preexistentes antes de la llegada de la pandemia han agravado los efectos de las medidas de confinamiento en términos económicos. Así, investiga los efectos de la pandemia en términos del ingreso de personas informales y formales, la pobreza, consumo, producción industrial, precios del petróleo, exportaciones e ingresos por remesas.

Cercanamente relacionado con el presente estudio, Barraza *et al* (2020) identifican por medio del Índice de Pobreza Multidimensional las condiciones preexistentes de pobreza que inciden en el nivel de riesgo de ciertos hogares frente a la pandemia en el Salvador. Los factores que emplean, de forma análoga a la presente investigación son: acceso a agua potable, acceso a servicios de salud, el hacinamiento, acceso a saneamiento, el subempleo y el acceso a la seguridad social. Los resultados indican que más del 85% de la población sufre al menos un tipo de carencia y que dicha situación los expone a mayor riesgo y los pone en desventaja.

La presente investigación se suma a las previamente desarrolladas, poniendo de relevancia las condiciones y falta de acceso a servicios básicos de la población mexicana que potencian el riesgo de contagio y muerte ante la pandemia del COVID19. Los resultados son de suma importancia para evidenciar los factores socioeconómicos determinantes del contagio del COVID19, permitiendo realizar acciones enfocadas a mitigar dichos elementos de vulnerabilidad.

Datos y Metodología

El análisis de los determinantes socioeconómicos del número de contagios y muertes acumulados por COVID19 a nivel municipal se elabora a partir del número de contagios y muertes por municipio³ al día 23 de junio del año 2020, publicado por el Gobierno de México a través del sitio COVID19. Para ese día, 656 municipios se encontraban exentos de contagio y de muertes por COVID19,⁴ siendo el municipio con el mayor número de contagios Iztapalapa (7587 contagios y 944 muertos), seguido por Gustavo A. Madero (5568 y 872) y Puebla (5064 y 511), respectivamente. Cabe señalar que, el estudio se realiza sobre los municipios que tienen un número positivo de contagio y muertes por COVID19.

En cuanto a las variables socioeconómicas, se toma como referencia el Índice de Rezago Social (IRS) publicado por Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para el año 2015 (el publicado más recientemente), el cual incluye las variables: población de 15 años o más analfabeta, población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela, población de 15 años y más con educación básica incompleta, población sin derechohabencia a servicios de salud, viviendas con piso de tierra, viviendas que no disponen de excusado o sanitario, viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública, viviendas que no disponen de drenaje, viviendas que no disponen de energía eléctrica, viviendas que no disponen de lavadora, viviendas que no disponen de refrigerador.

Dado que los efectos de ciertas variables se encuentran inmersos en otras más generales; por ejemplo, si no se tiene electricidad, es un tanto obvio que no se cuenta con electrodomésticos, tales como lavadora y refrigerador; se han tomado aquellas que engloban la información de interés: población de 15 años y más con educación básica incompleta, población sin derechohabencia a servicios de salud, viviendas con piso de tierra, viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública, viviendas que no disponen de drenaje y viviendas que no disponen de energía eléctrica.

En términos generales, el índice de rezago social para el año 2015 revela que, en promedio, el 52.63% de la población de 15 años y más tiene educación básica incompleta, el 31.45% no cuenta con derecho a servicios de salud,

³Se eligen datos municipales ya que, es el máximo nivel de desagregación, por lo que, permite capturar mayor información sobre la relación agregada (nacional) entre la carencia de servicios básicos y la incidencia por COVID19.

⁴ Ver supra nota 1.

8.8% no accede al agua entubada de la red pública, 18.7% no dispone de drenaje y 2.5% no dispone de energía eléctrica. Los municipios con menor rezago social (menores carencias) son Benito Juárez, CDMX (-1.68) y San Pedro Garza García, Nuevo León (-1.65), mientras que aquellos con el IRS más alto son Batopilas, Chihuahua (4.87) y Mezquital, Durango (5.12).

Metodología

Una Red Neuronal Artificial (RNA), también denominada sistema conexionista, es un conjunto de elementos de procesamiento (nodos o neuronas) interconectados entre sí por conexiones con un valor numérico y alterable denominado peso. El procesamiento de dicha red consiste en adicionar los valores de las entradas (*inputs*) que recibe de otras unidades conexas a ella, compara dicha cantidad con el valor umbral y, si lo iguala o es superior, envía la activación a la capa de salida (*outputs*) a las unidades que esté conectada (Montano, 2017).

Una RNA se puede definir como un grafo dirigido que satisface las siguientes características (Larrañaga, Inza y Moujahid, 2003):

- i) A cada nodo (neurona) i se le liga una variable de estado X_i .
- ii) A cada interconexión (i, j) entre los nodos (neuronas) i y j se le asocia un peso $w_{ij} \in \mathbb{R}$
- iii) A cada nodo (neurona) i se le relaciona un umbral $\theta_i \in \mathbb{R}$
- iv) Para cada nodo i se precisa una función $f_i(X_i, \dots, X_n, W_{i1}, \dots, W_{in}, \theta_i)$ que depende de los pesos de sus conexiones, del umbral y de los estados de los nodos j que estén conectados con el nodo i . El valor de esta función suministra el nuevo estado del nodo.

Este tipo de redes pueden definir tanto parámetros lineales como no lineales, esquematizados de una entrada a una salida, de tipo $Y = Y(X; W, A)$, que es una función continua, tanto de las entradas como de los parámetros W y de la arquitectura de red (A) (MacKay, 2003). Las redes pueden ser entrenadas para realizar tareas de regresión, clasificación y predicción.

La capa de entrada de una RNA se integra por un conjunto de neuronas que reciben datos e información del entorno; este tipo de capas están integradas por estructuras de neuronas que no cuentan con sinapsis de entrada, sino solo de salida. En segundo plano, se encuentran las capas ocultas, las cuales no tienen conexión directa con el entorno, sino que recogen información y datos de la capa de entrada; es aquí donde se tratan de estimar, modelar y representar las características del entorno (Díaz y Aroche, 2020). Esta capa es la única que no es de entrada ni de salida, y tiene la siguiente forma:

$$\text{Capa oculta: } a_j^1 = \sum_l W_{jl}^1 X_l + \theta_j^1; \quad h_j = f^1(a_j^1) \quad (1)$$

Finalmente, se encuentra la capa de salida, compuesta por los conjuntos de neuronas que proporcionan la respuesta de la red; este tipo de capas no tienen sinapsis de salida.

$$\text{Capa de salida: } a_j^2 = \sum_l W_{jl}^2 X_l + \theta_j^2; \quad h_j = h^2(a_j^2) \quad (2)$$

Una diferencia importante entre las clasificaciones de redes neuronales artificiales que existen es el número de capas que componen los procesos de aprendizaje (capas ocultas). Un número mayor de capas permite aproximar, por lo general, procesos más complejos. Dicha red es conocida como perceptrón multicapa (MLP por sus siglas inglés).

Los perceptrones multicapa permiten captar un amplio rango de relaciones funcionales, incluso si estas son no

lineales. Una red MLP es una red prealimentada, es decir, un tipo de red que reacciona a los cambios en su entorno para conservar algún estado concreto del sistema (Bishop, 1995).

El entrenamiento de la neurona se lleva a cabo con un subconjunto de datos $D = \{X^{(n)}, t^{(n)}\}$, ajustando W de la función de entrada y minimizando el error de la función mediante el método del “descenso del gradiente” dado por la función:

$$E_D(w) = \frac{1}{2} \sum n \sum i ((t_i^{(n)} - y_i(x^{(n)}; w))^2 \quad (3)$$

Los resultados de la RNA directamente no permiten analizar la sensibilidad del resultado (variable estimada) ante cada factor, por lo que, se debe realizar el Análisis de Importancia de la Variable, el cual permite conocer lo que ha aprendido la MLP a partir del valor de los pesos y los valores de activación de las neuronas, es decir, permite conocer el efecto o importancia de cada variable de entrada sobre la salida de la red (Díaz y Aroche, 2020).

Para efectos del presente trabajo, se estiman redes de tipo perceptrón multicapa, de manera específica, se muestran los resultados de dos RNA, ambas con una capa oculta. Para la primera RNA la variable de salida es el número de contagios por municipio; mientras que para la segunda red la variable de salida es el número de muertes por municipio. Para ambas redes las variables de la capa de entrada son: i) población de 15 años y más con educación básica incompleta, ii) población sin derechohabencia a servicios de salud, iii) viviendas con piso de tierra, iv) viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública, v) viviendas que no disponen de drenaje y vi) viviendas que no disponen de energía eléctrica.

La elección de la metodología subyace en las bondades que presentan las Redes Neuronales en relación a otras aproximaciones: i) producen una mayor proporción de clasificaciones correctas, en relación a otras metodologías como: regresión múltiple para la predicción de una variable cuantitativa, análisis discriminante, modelos regresión logística para problemas de clasificación binaria y análisis discriminante para problemas de clasificación no binaria (Pitarque, Roy y Ruiz, 1998); ii) capturan tanto relaciones lineales como no lineales (MacKay, 2003); iii) capturan el comportamiento dinámico de las relaciones entre las variables y; iv) pueden ser entrenadas para realizar tareas de regresión, clasificación y predicción (Díaz-Rodríguez y Fidel- Aroche, 2020).

Resultados

Información de las redes

La tabla 1 contiene la información de la primera red. Se muestran las variables contenidas en la capa de entrada, el número de capas ocultas (una) y la función de activación que se encuentra dentro de esta última, la cual es de tipo tangente hiperbólica. En la capa de salida, la variable a estimar es el número de contagios, el método de cambio de escala para las dependientes de escala es estandarizados, la función de activación es de tipo identidad y la función de error es la de suma de cuadrados.

En la tabla 2, se muestran los resultados de la RNA para analizar los determinantes del número de defunciones, la cual es muy parecida a la red anterior. Así, se listan las seis variables que conforman la capa de entrada, el número de capas ocultas (una) y la función de activación que se encuentra dentro de esta última, la cual, al igual que para la primera red, es de tipo tangente hiperbólica. En la capa de salida, la variable a estimar es el número de defunciones, el método de cambio de escala para las dependientes de escala es estandarizados, la función de activación es de tipo identidad y la función de error es la de suma de cuadrados.

Tabla 1
 Información de la RNA: análisis de los determinantes del número de contagios

Información de red			
Capa de entrada	Factores	1	Población de 15 años y más con educación básica incompleta
		2	Viviendas con piso de tierra
		3	Población sin derechohabencia a servicios de salud
		4	Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública
		5	Viviendas que no disponen de drenaje
		6	Viviendas que no disponen de energía eléctrica
	Número de unidades ^a		6689
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades en la capa oculta 1 ^a		11
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	Confirmados
	Número de unidades		1
	Método de cambio de escala para las dependientes de escala		Estandarizados
	Función de activación		Identidad
	Función de error		Suma de cuadrados

Fuente: elaboración propia con datos de la estimación

Tabla 2
 Información de la RNA: análisis de los determinantes del número de defunciones

Información de red			
Capa de entrada	Factores	1	Población de 15 años y más con educación básica incompleta
		2	Población sin derechohabencia a servicios de salud
		3	Viviendas con piso de tierra
		4	Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública
		5	Viviendas que no disponen de drenaje
		6	Viviendas que no disponen de energía eléctrica
	Número de unidades ^a		6689
Capas ocultas	Número de capas ocultas		1
	Número de unidades en la capa oculta 1 ^a		10
	Función de activación		Tangente hiperbólica
Capa de salida	Variables dependientes	1	Defunciones
	Número de unidades		1
	Método de cambio de escala para las dependientes de escala		Estandarizados
	Función de activación		Identidad
	Función de error		Suma de cuadrados

Fuente: Elaboración propia con datos de la estimación

Capacidad de predicción de las redes

El fin último de la estimación de la Red Neuronal es entrenarla para que sea capaz de predecir el valor, en este caso de contagios/defunciones, por municipio con base en los datos de las variables que se encuentran en la capa de entrada. La figura 1 muestra la dispersión de los casos estimados por la red contra los casos observados, es decir, aquellos que ocurrieron: contagios y muertes

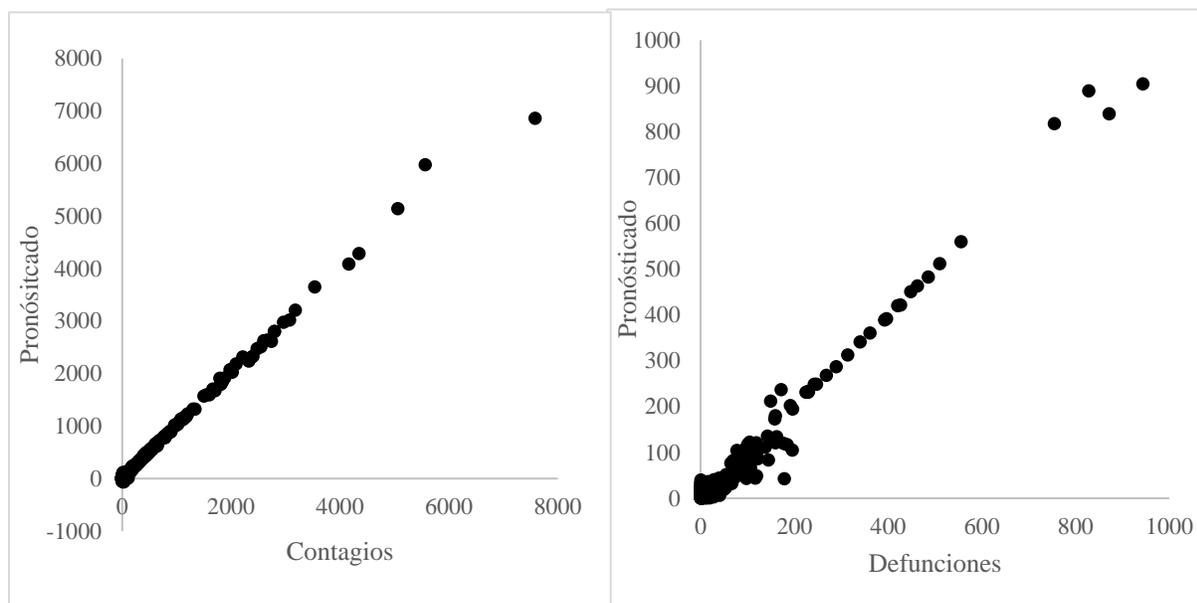


Figura 1. Diagrama de dispersión: casos observados vs casos estimados
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la estimación

La figura 1, muestra que la primera red, aquella que tiene por variable de salida el número de contagios, presenta una alta asertividad en sus resultados, coincidiendo casi totalmente con los valores presentados. Para el caso de la red cuya variable de salida es el número de defunciones, para los municipios que presentan menos de 200 casos presenta mayor error, que para los municipios que presentan entre 200 y 600 casos, lo anterior se podría deber a la existencia de variables no observadas que podrían incidir en el número de defunciones.

Una vez que se comprueba el poder de predicción de la red y el ajuste de los datos estimados por la misma, en relación con los casos presentados, se presenta el análisis de importancia de la variable, el cual permite conocer el efecto o relevancia de cada variable de entrada sobre la salida de la red. La tabla 3 y la figura 2 muestran los valores de dicho análisis de forma comparativa.

El análisis de la importancia de la variable indica que el principal determinante, tanto para el número de contagios, como para el número de muertes por COVID19 es la falta de acceso a drenaje, lo cual indica que las condiciones sanitarias que se generan a partir de la carencia de dicho servicio son cruciales en términos de las condiciones de salud. Este resultado es consistente con la recomendación realizada por la Organización Mundial de la Salud (2020), la cual recomienda que los pacientes con COVID19 deben tener su propio inodoro o letrina, con puerta separada de la habitación del paciente. Dicho dispositivo debe tener un adecuado funcionamiento y contener trampas de drenaje. De ser posible, el inodoro debe descargarse con la tapa abajo para evitar, salpicaduras y nubes de aerosol. Si no es posible el uso individual del inodoro, debe desinfectarse dos veces al día por personal capacitado y debidamente protegido.

Tabla 3
 Análisis de la importancia de la variable

	Contagio	Defunción
Educación incompleta	70.9%	83.7%
Falta de energía eléctrica	80.5%	95.8%
Piso de tierra	85.1%	85.4%
Sin acceso servicios de salud	95.6%	91.1%
Falta de agua entubada	97.4%	93.4%
Sin acceso a drenaje	100.0%	100.0%

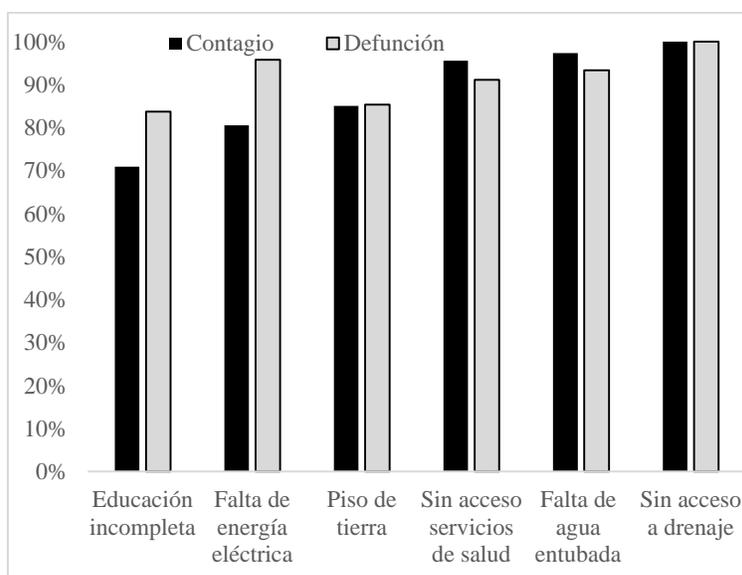


Figura 2. Análisis de la importancia de la variable
 Fuente: Elaboración propia con base en datos de la estimación

Dicha recomendación alerta sobre el riesgo de contagio por la exposición de excretas. La falta de acceso a drenaje no solamente pone en riesgo a los integrantes del hogar de un infectado, sino a toda la comunidad, de manera extensiva e intensiva, es decir, por largo periodo de tiempo y de manera constante.

Para el caso de los contagios, la segunda variable de importancia es falta de agua entubada, lo cual se explica a partir de las medidas de higiene y sanitización que se deben seguir con base en las recomendaciones de las autoridades de salud; es casi imposible seguir dichas recomendaciones si no se tiene acceso al líquido vital.

En tercer lugar, se encuentra la no derechohabencia a servicios de salud, lo cual imposibilita dar seguimiento a las condiciones de los individuos, la práctica de la medicina preventiva y la concientización sobre ciertos hábitos alimenticios, de higiene o actividad física, que reduzcan la propensión a enfermedades crónicas, tales como la diabetes o hipertensión.

En cuanto al número de defunciones, la segunda y tercera variables determinantes son la falta de electricidad y la no disponibilidad de agua entubada. Si bien el orden en los factores asociados al contagio y defunción por COVID19 son distintos, los resultados indican que, más allá del acceso a servicios de salud, la falta de acceso a servicios básicos promueve condiciones que vulneran la salud de los individuos, incrementando su proclividad al contagio durante la pandemia.

Cabe destacar que, la falta de acceso a servicios básicos se encuentra relacionada con otros factores; si un hogar no tiene acceso a agua, electricidad o saneamiento, es poco probable que, cuente con los medios para adquirir: a) productos de higiene y sanidad (gel antibacterial, líquido sanitizante, productos de limpieza, etc.), b) accesorios de protección (cubrebocas, caretas y guantes), c) alimentación balanceada, d) medicinas y suplementos alimenticios y a algunos otros bienes y servicios que podrían aminorar el riesgo de contagio o incrementar la capacidad de respuesta del organismo.

Es importante atender a aquellas comunidades con alto índice de rezago social, procurando que se subsanen aquellas carencias relacionadas con cuestiones básicas, generando condiciones de vida dignas que, no solamente atenúen los efectos de una pandemia, sino que tampoco sean un posible foco para la generación de contagio de otras enfermedades.

Discusión

Pronósticos recientes indican que el impacto de la crisis del COVID-19 podría dar lugar a un incremento en la pobreza mundial por primera vez desde la crisis asiática de 1998. Se estima que el número de personas en situación de pobreza extrema que vive con menos de US\$1.90 al día, se incrementa 7.75%, eso es, 49 millones de personas, un total de 681 millones de personas a nivel mundial (Gerson Mahler et al, 2020). La situación en México es desalentadora. Aunque en las últimas décadas la distribución del ingreso ha mejorado, con altas y bajas, sigue siendo una de las más desiguales del mundo; el índice Gini correspondiente a 2018 es de 45.4 (World Bank, 2020); aún más en 1% de la población más rica se concentra 21% del ingreso nacional y las cuatro personas más ricas concentran 9% de la riqueza nacional, situaciones no encontradas en algún otro país a nivel mundial (Esquivel Hernández, 2015).

En un tenor similar, un reciente estudio realizado por el Consejo Nacional de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) indica que hay sectores de la población que encaran la crisis Covid 19 con muchas desventajas, resaltando a las mujeres, los trabajadores, tanto del sector formal como del informal, las personas desempleadas, los jornaleros agrícolas, niños y niñas afectados por la brecha digital de sus hogares y la falta de conectividad en sus comunidades y las micro, pequeñas y medianas empresas, y finalmente las micro, pequeñas y medianas empresas, generadoras del 72% empleo y 52% del producto nacional en México (ibid.)

Debido a la pandemia, la pobreza por ingresos podría aumentar entre 7.2 y 7.9% lo que significa que alrededor de 8.9 a 9.8 millones de personas se sumarían a la población con ingresos insuficientes para adquirir la canasta alimentaria, bienes, y servicios básicos. Aún más, el número total de personas en situación de pobreza extrema por ingresos en dicho periodo de tiempo se incrementaría entre 4.9 y 8.5%, equivalente a entre 6.1 y 10.7 millones de personas. De hecho, debido al impacto de la crisis hay que personas que no eran pobres ni vulnerables lleguen a encontrarse en condiciones de pobreza o vulnerabilidad (CONEVAL, 2020).

De acuerdo con una encuesta realizada por la Universidad Iberoamericana en mayo del presente año 8.4 millones de personas habían perdido su empleo, fueron “descansadas” o no podían salir a buscar trabajo debido a la pandemia del COVID-19. Igualmente, 14.6% de la población económicamente activa se encontraba en esta situación. Además, 2 de cada 3 de los empleos que se perdieron correspondían al sector informal, afectando principalmente a mujeres con bajos niveles de remuneración (Universidad Iberoamericana, 2020).

Las relaciones entre las variables del rezago social con los contagios y defunciones debido a la pandemia del COVID-19, encontradas con el análisis de redes neuronales artificiales del presente estudio, reflejan sus impactos negativos y sus causas subyacentes básicas; la pobreza, la desigualdad económico social, la marginación, resaltadas anteriormente.

La relación de la educación incompleta con los contagios y defunciones es un alentador indicador de la importancia de la educación (aunque incompleta) para confrontar hechos negativos que se presentan en la sociedad. Sin embargo, es también una alarma temprana de la atención que se debe poner al desarrollo de la educación desde la educación básica a la educación superior sobre todo por el impacto negativo debido a la suspensión de las clases presenciales. La educación virtual no es un perfecto sustituto para niños y jóvenes de hogares en situación de pobreza y marginación. De acuerdo con el índice de rezago social la relación entre la falta de energía eléctrica y los contagios y muy especialmente con las defunciones es muy alta. Los hogares faltos de energía eléctrica no solo carecen de luz y enseres domésticos básicos, sino también de televisores y medios de comunicación digital.

Los programas de información sobre las medidas a seguirse para prevenir contagios y defunciones resultan por tanto nulos y al igual de nulos los programas de educación por televisión o plataformas digitales. A inicios del ciclo escolar 2019-2020 alrededor de 25 millones de alumnos regresan a clases en educación básica; no obstante 20 millones provienen de hogares en situación de pobreza. Aún más, prior a la crisis sanitaria, la deserción escolar en la educación media superior en México es relativamente alta, 16.9% y a nivel superior 8.3% (INEGI, 2020); tasas que seguramente se incrementarán debido a la crisis y es preciso afrontar los rezagos resultantes. Medidas pertinentes al respecto constituyen, i) incrementar el alcance y monto de las becas para estudiantes, otorgadas por la **Coordinación Nacional de Becas para el Bienestar Benito Juárez**; y ii) profundizar y consolidar el Programa Internet para Todos, diseñado por lo pronto para ofrecer internet a 101,000 sitios públicos como escuelas, hospitales, y oficinas públicas. Énfasis debe ponerse, particularmente, en cerrar la brecha digital entre sitios públicos urbanos y rurales.

Manifestaciones claras de la pobreza y la desigualdad social, particularmente de las “ciudades perdidas” de las municipalidades urbanas y semiurbanas, son viviendas precarias, falta de agua entubada y no disponibilidad de acceso a drenaje variables, según nuestra evidencia empírica, altamente relacionadas con el contagio y las defunciones derivadas de la pandemia del COVID-19. Las viviendas de los estratos familiares más pobres son mal construidas, faltas de servicios y de espacios reducidos, dando lugar al hacinamiento (Ziccardi, 2016; Roy, Bernal and Lees, 2020).

Gran parte de estos nuevos centros urbanos son resultado de migraciones del campo a las ciudades y posteriores invasiones a propiedades comunales o estatales y la construcción de “casas de cartón” y techos de lámina metálica en espacios muy irregulares. Aunque en los centros urbanos y suburbanos con la práctica de la autoconstrucción el uso de materiales de buena calidad ya es común; no obstante, como palpable herencia de su origen irregular, subsiste la falta de servicios. En el sur del país, una tercera parte de la población vive en casas precarias como las antes descritas, y un alto porcentaje tiene pisos de tierra (UNAM, 2020).

Bajo esas condiciones es difícil cumplir con las recomendaciones de las autoridades de salud para prevenir los problemas del COVID19. El confinamiento y la sana distancia son incompatibles con la precariedad de las viviendas y el elevado número de miembros de las familias. Igualmente, el lavarse las manos frecuentemente y otras normas de higiene son inviables por la falta de agua entubada y drenaje (UNAM, 2020).

El impacto de la vivienda precaria en las condiciones de salud se magnifica con la existencia de un igualmente pobre sistema de salud. Los altos índices de contagio y decesos debido a la pandemia del COVID-19 han puesto en evidencia sus limitaciones. Debido a un deterioro persistente por décadas, así como a la corrupción, el sistema actual discrimina entre pobres y ricos (con acceso a servicios de salud privados), entre derecho habientes y no derechohabientes, entre sectores urbanos y rurales. Alrededor de 20 millones de personas carecen de afiliación a servicios de salud, seis de cada 20 personas ocupadas no tienen acceso a servicios de salud por su trabajo pues más de 34 millones trabajan en la informalidad. Este problema se agrava en el sur del país en municipios con rezago social y en comunidades indígenas (Acción Ciudadana Frente a la Pobreza, 2020).

Conclusiones

El presente artículo evidencia la relación que existe entre la disponibilidad a servicios básicos y el número de muertes y contagios por COVID19. Así, concluye que las dos variables que más inciden en el número de contagios son: falta de acceso a drenaje y no disponibilidad de agua entubada de la red pública. Ambos factores dejan de manifiesto que la falta de condiciones sanitarias básicas incrementa la exposición a enfermedades, especialmente, aquellas de tipo viral como el COVID19. En cuanto al número de muertes, las dos variables que tienen una mayor relación son: falta de acceso a drenaje y no disponibilidad de electricidad, ambas variables reflejan carencias estructurales que impiden a la población asegurar su bienestar, inhibiendo sus oportunidades de desarrollo.

El presente trabajo contribuye evidenciando cuáles son los factores en los cuales habría que poner atención para aminorar el contagio y muertes por la pandemia, disminuyendo la vulnerabilidad de los grupos de riesgo. Sin embargo, hay que tener en consideración que, por un lado, las carencias señaladas tienen un carácter estructural que impide que la respuesta sea inmediata, ya que requieren de una importante inversión en infraestructura para las redes de abastecimiento de: electricidad, agua y drenaje y, por el otro, el Estado tiene fuertes limitaciones en términos de su presupuesto, a los cuales se añaden las diversas presiones por la presente crisis.

Dentro de las recomendaciones, tomando en cuenta las restricciones anteriores, estarían, previa identificación de las áreas vulnerables: la implementación de programas de abastecimiento de agua a través de pipas o la instalación de áreas de lavado y desinfección en comunidades sin acceso a agua potable. Otra opción sería identificar aquellas zonas de riesgo, especialmente, en las cuales allá alta concentración de personas mayores de 60 años e instalar centros de contención temporales que cuenten con la adecuada infraestructura de servicios básicos. Además, se podrían instalar unidades móviles de salud que, no solamente atiendan a los infectados, sino que realicen campañas de prevención y concientización sobre las medidas ante el COVID19.

La pandemia del COVID19 ha dejado de manifiesto que la adversidad económica y sanitaria tiene mayores impactos en ciertas regiones del país, particularmente, aquellos que carecen de acceso a servicios elementales y condiciones básicas en la vivienda. Los efectos de la crisis económica y sanitaria no son únicamente inmediatos, sino que tendrán repercusiones en las oportunidades y nivel de vida, de manera diferenciada para la población, en el mediano y largo plazo.

En muchos casos, la emergencia sanitaria ha reducido los ingresos familiares y ha incrementado gastos en otros rubros: implementos de higiene, gasto en servicios de telecomunicaciones, medicamentos y servicios médicos. Adicionalmente, ha generado que algunos jefes de familia enfermen o mueran, vulnerando la capacidad económica de los hogares en el largo plazo. La crisis económica, por su parte, también genera pérdida de empleos y disminución de las posibilidades de consumo, incidiendo en las condiciones alimentarias y de salud por parte de la población.

Si bien, existían previsiones de recesión para el año 2020, la emergencia sanitaria ha exacerbado de manera importante los efectos de la crisis económica, planteando nuevos escenarios mucho más desoladores que los proyectados.

Así, el reto consiste en aplanar la curva de contagios y aminorar el efecto económico, intentando buscar un equilibrio. Dicho reto se vuelve especialmente difícil para economías como la mexicana la cual tiene altos niveles de informalidad, poblaciones vulnerables con carencias de servicios básicos, alta dependencia económica y financiera, desigualdad económica, entre algunas otras.

En cuanto a las futuras líneas de investigación, la pandemia y crisis desencadenadas a partir del COVID19 ha dejado a los académicos y científicos con un sinnúmero de problemas que analizar e intentar resolver, bajo diversas perspectivas. Cabe destacar que son muchas las variables que inciden en la determinación del número de contagios y muertes generados a partir de la pandemia, tales como: adopción de medidas de higiene, niveles de ingreso y ahorro, niveles de pobreza medidos por el índice de pobreza multidimensional, bienestar medido por el índice de desarrollo humano, entre otros factores. La principal limitante es la disponibilidad de información y la coincidencia en su nivel de desagregación. Para tener un análisis más completo e integral, es necesario considerar algunas de esas variables.

Referencias

- Acción Ciudadana Frente a la Pobreza. (2020). Pasando el COVID, el sistema de salud a terapia intensiva: Sociedad civil. *Comunicado 10/2020*.
- Disponible en: <https://mvsnoticias.com/noticias/nacionales/covid-19-ha-evidenciado-la-existencia-de-un-sistema-de-salud-precario-especialistas/> Consultado: 26/06/2020
- Adair-Rohani, H., Zukor, K., Bonjour, S., Wilburn, S., Kuesel, A. C., Hebert, R., & Fletcher, E. R. (2013). Limited electricity access in health facilities of sub-Saharan Africa: a systematic review of data on electricity access, sources, and reliability. *Global Health: Science and Practice*, 1(2), 249-261. DOI: 10.9745/GHSP-D-13-00037
- Adams, P., Hurd, M. D., McFadden, D., Merrill, A., & Ribeiro, T. (2003). Healthy, wealthy, and wise? Tests for direct causal paths between health and socioeconomic status. *Journal of econometrics*, 112(1), 3-56. DOI: 10.1016/S0304-4076(02)00145-8
- Amir, N., Raja, W., & Abro, M. A. (2018). Burden of Hepatitis B and C Infection According to Socioeconomic Status. *Annals of PIMS-Shaheed Zulfiqar Ali Bhutto Medical University*, 14(2), 206-209. Disponible en: <https://apims.net/index.php/apims/article/view/128>. Consultado en: 27/06/2020
- Andronie, I. (2015). Economic and social factors fighting against hepatitis B and C contagion. *Romanian Journal of Economics*, 40(1 (49)), 184-193. Pandemias Disponible en: <http://revecon.ro/articles/2015-1/2015-1-12.pdf>
- Barraza, R., Barrientos, R., Díaz, X., Pleitez, R. y Tablas, V. (2020) "COVID-19 y vulnerabilidad: una mirada desde la pobreza multidimensional en El Salvador". *PNUD América Latina y el Caribe #COVID19 | SERIE DE DOCUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA*. Disponible en: <https://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/Policy%20Papers%20COVID%2019/UNDP-RBLAC-CD19-PDS-Number12-ES-ElSalvador.pdf>. Consultado: 05/07/2020
- Bishop, C. M. (1995). *Neural networks for pattern recognition*. Oxford university press.
- Brunello, G., Fort, M., Schneeweiss, N., and Winter-Ebmer, R. (2011). The causal effect of education on health: What is the role of health behaviors? Discussion Paper 5944, Institute for the Study of Labor. DOI: 10.2139/ssrn.2020147
- Caria, F., Fiorin, G., Gomez, H., Hensel, I., Jachimowicz, K. T., Reutskaja, R., & Witte, Y. (2020). Measuring Worldwide COVID-19 Attitudes and Beliefs.
- Cherlin, A. J. (2018). Psychological health and socioeconomic status among non-Hispanic whites. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(28), 7176-7178. DOI: 10.1073/pnas.1808753115
- CONEVAL (2020). La crisis sanitaria generada por la Covid-19 y sus consecuencias económicas ponen en riesgo avances en desarrollo social y puede afectar en mayor medida a grupos vulnerables. Comunicado No. 06, Ciudad de México, 11 de mayo de 2020. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2020/Comunicado_06_POLITICA_SOCIAL_EN_CONTEXTO_COVID_19.pdf?platform=hootsuite. Consultado: 28/06/2020.
- Currie, J., & Goodman, J. (2020). Parental socioeconomic status, child health, and human capital. In *The Economics of Education* (pp. 239-248). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-815391-8.00018-5
- Díaz Rodríguez, H. E., & Fidel Reyes, A. (2020). Determinantes de la productividad laboral en México: una aproximación desde la teoría del crecimiento endógeno con redes neuronales artificiales. *Revista CEPAL*. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45429>. Consultado: 23/06/2020.

- Dowd, J. B., Zajacova, A., & Aiello, A. (2009). Early origins of health disparities: burden of infection, health, and socioeconomic status in US children. *Social science & medicine*, 68(4), 699-707. DOI: 10.1016/j.socscimed.2008.12.010
- Esquivel Hernández, G. (2015). *Desigualdad Extrema en México. Concentración del Poder Económico y Político. Iguales*. OXFAM México.
- Fabra, M. E., & Camisón, C. (2009). Direct and indirect effects of education on job satisfaction: A structural equation model for the Spanish case. *Economics of Education Review*, 28(5), 600-610. DOI: 10.1016/j.econedurev.2008.12.002
- Gerson Mahler, D.G., Lakner, C., Castañeda Aguilar, R.A., y Wu, H. (2020). The impact of COVID-19 (Coronavirus) on global poverty: Why Sub-Saharan Africa might be the region hardest hit. *World Bank Blogs*. Disponible: <https://es.scribd.com/document/463540022/The-impact-of-COVID-19-Coronavirus-on-global-poverty-Why-Sub-Saharan-Africa-might-be-the-region-hardest-hit>. Consultado: 02/07/2020.
- Groot, W., & Van Den Brink, H. M. (2007). The health effects of education. *Economics of Education Review*, 26(2), 186-200. DOI: 10.1016/j.econedurev.2005.09.002
- Grotto, Itamara,b; Huerta, Michaela,c; Sharabi, Yehonatand,e (2008) Hypertension and socioeconomic status, Current Opinion in Cardiology: July 2008 - Volume 23 - Issue 4 - p 335-339 doi: 10.1097/HCO.0b013e3283021c70
- Guan W, Ni Z, Hu Y. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 2020 doi: 10.1056/NEJMoa2002032. published online Feb 28.
- Haas, S. (2008). Trajectories of functional health: the 'long arm' of childhood health and socioeconomic factors. *Social science & medicine*, 66(4), 849-861. DOI: 10.1016/j.socscimed.2007.11.004
- Hammond, M. M., Neff, N. L., Farr, J. L., Schwall, A. R., & Zhao, X. (2011). Predictors of individual-level innovation at work: A meta-analysis. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5(1), 90. DOI: 10.1037/a0018556
- Haushofer, J., & Metcalf, J. C. E. (2020). Combining behavioral economics and infectious disease epidemiology to mitigate the COVID-19 outbreak. *Princeton University, March, 6*. Disponible en: https://focusconsulenza.com/wp-content/uploads/2020/04/Haushofer_Metcalf_Corona_2020-03-06.pdf. Consultado: 02/07/2020
- Hofman, R. H., de Boom, J., Meeuwisse, M., & Hofman, W. A. (2013). Educational innovation, quality, and effects: An exploration of innovations and their effects in secondary education. *Educational Policy*, 27(6), 843-866. DOI: 10.1177/0895904811429288
- Huynh, T. L. (2020). The COVID-19 risk perception: A survey on socioeconomics and media attention. *Econ. Bull*, 40(1), 758-764. Disponible en: <http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2020/Volume40/EB-20-V40-11-P64.pdf>. Consultado: 10/07/2020.
- INEGI (2020). Tasa de abandono escolar por entidad federativa según nivel educativo, ciclos escolares seleccionados 2000/2001 a 2018/2019. INEGI. Disponible: <https://www.bing.com/search?q=inegi+abandono+escolar+2020&qs=n&form=QBRE&sp=1&pq=inegi+abandono+escolar+2020&sc=0-27&sk=&cvid=BB6988F311794A74A4C4011949748149>. Consultado: 02/07/2020.
- Kaestner, R., Schiman, C., & Ward, J. (2020). Education and health over the life cycle. *Economics of Education Review*, 76, 101982. DOI: 10.1016/j.econedurev.2020.101982
- Kivimäki, M., Batty, G. D., Pentti, J., Shipley, M. J., Sipilä, P. N., Nyberg, S. T., & Marmot, M. G. (2020). Association between socioeconomic status and the development of mental and physical health conditions in adulthood: a multi-cohort study. *The Lancet Public Health*, 5(3), e140-e149. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30248-8
- Kumar, S., & Joseph, N. (2012). Drainage and sewerage system in urban India: Need for action. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 16(3), 150. doi: 10.4103/0019-5278.111767
- Larrañaga, P., Inza, I., y Moujahid, A. (2003). Modelos Probabilísticos para la Inteligencia Artificial y la Minería de Datos: Selección de Variables. Curso de Doctorado. Available at <http://leo.ugr.es/doctopgm/cartel.pdf>. Access on 10/June/2017
- Leng, B., Jin, Y., Li, G., Chen, L., & Jin, N. (2015). Socioeconomic status and hypertension: a meta-analysis. *Journal of hypertension*, 33(2), 221-229. DOI: 10.1097/HJH.0000000000000428
- MacKay, D. J., (2003). *Information theory, inference and learning algorithms*. Cambridge university press. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Hazim_Tahir/post/Which_books_are_the_most_effective_ih_teaching_information_theory_to_graduate_students/attachment/59d6249f79197b8077982f1f/AS%3A314101157302273%401451898959897/download/book_information+theory.pdf. Consultado: 03/07/2020.
- Markandya, A., & Wilkinson, P. (2007). Electricity generation and health. *The lancet*, 370(9591), 979-990. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61253-7
- Michalos, A. C. (2008). Education, happiness and wellbeing. *Social Indicators Research*, 87(3), 347-366. DOI: 10.1007/s11205-007-9144-0
- Moe, C. L., & Rheingans, R. D. (2006). Global challenges in water, sanitation and health. *Journal of water and health*, 4(S1), 41-57. DOI: 10.2166/wh.2006.0043
- Mohidem, N. A., Hashim, Z., Osman, M., Shaharudin, R., Muharam, F. M., & Makeswaran, P. (2018). Demographic, socio-economic and behavior as risk factors of tuberculosis in Malaysia: a systematic review of the

- literature. *Reviews on environmental health*, 33(4), 407-421. DOI: 10.1515/reveh-2018-0026
- Mokhtar, K. S., & Abd Rahman, N. H. (2017). Social determinants of tuberculosis contagion in Malaysia. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 10(5), 1215. DOI: 10.4103/ATMPH.ATMPH_371_17
- Montaño Moreno, J. J. (2017). Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos. Tesis de Doctorado. Facultad de Psicología, Palma de Mayorca. España. Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/9441#page=1>. Consultado: 04/07/2020.
- Muñiz, C., & Corduneanu, V. I. (2020). Percepción de riesgo y consumo mediático durante el inicio de la pandemia de COVID-19 en México. *Más poder local*, (41), 44-47. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407223>. Consultado: 25/06/2020.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19. Technical brief, 03 March 2020 (No. WHO/2019-NCoV/IPC_WASH/2020.1). World Health Organization. Disponible en: www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19. Consultado: 03/07/2020.
- Ortiz, E., Sosa, M., & Díaz, H. (2015). Educational levels and the impact of ICT on economic growth: Evidence of a cointegrated panel. *International Journal of Business and Social Research*, 5(9), 15-30. DOI: 10.18533/ijbsr.v5i9.821
- Paula, J. S., Leite, I. C., Almeida, A. B., Ambrosano, G. M., Pereira, A. C., & Mialhe, F. L. (2012). The influence of oral health conditions, socioeconomic status and home environment factors on schoolchildren's self-perception of quality of life. *Health and quality of life outcomes*, 10(1), 6. doi: 10.1186/1477-7525-10-6.
- Pillajo Lincango, L. I. (2015). *Acceso a tecnología y modos de vida: consumo de electricidad en las clases medias quiteñas*, Master's thesis, Flacso Ecuador, Quito, Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/7967>. Consultado: 03/07/2020.
- Pitarque, A., Roy, J. F., & Ruiz, J. C. (1998). Redes neurales vs modelos estadísticos: Simulaciones sobre tareas de predicción y clasificación. *Psicológica*, 19, 387-400. Disponible en: <https://www.uv.es/PSICOLOGICA/articulos3.98/pitarque.pdf>. Consultado 28/06/2020.
- PNUD (2020). Desafíos de desarrollo ante la COVID-19 en México. Panorama Socioeconómico. *Serie de Documentos de Política Pública*. PNUD América Latina y el Caribe #COVID19. Disponible en: <https://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/Policy%20Papers%20COVID%2019/UNDP-RBLAC-CD19-PDS-Number13-Mexico.pdf>. Consultado: 28/06/2020
- Ross, C. E., & Wu, C. L. (1995). The links between education and health. *American sociological review*, 719-745. DOI: 10.2307/2096319.
- Roy, D., Bernal, and Lees, M. (2020). An exploratory factor analysis model for slum severity index in Mexico City. *Urban Studies*, 57(4), pp. 789-805.
- Saydah, S., & Lochner, K. (2010). Socioeconomic status and risk of diabetes-related mortality in the US. *Public health reports*, 125(3), 377-388. DOI: 10.1177/003335491012500306
- Shabu, S., Amen, K. M., Mahmood, K. I., & Shabila, N. P. (2020). Risk perception and behavioral response to COVID-19 in Iraqi Kurdistan Region. DOI: 10.21203/rs.3.rs-22025/v1
- Silles, M. A. (2009). The causal effect of education on health: Evidence from the United Kingdom. *Economics of Education review*, 28(1), 122-128. DOI: 10.1016/j.econedurev.2008.02.003
- Subramanian, S. V., Smith, G. D., & Subramanyam, M. (2006). Indigenous health and socioeconomic status in India. *PLoS Medicine*, 3(10), e421. DOI: 10.1371/journal.pmed.0030421
- Tang, M., Chen, Y., & Krewski, D. (2003). Gender-related differences in the association between socioeconomic status and self-reported diabetes. *International Journal of Epidemiology*, 32(3), 381-385. DOI: 10.1093/ije/dyg075
- Tian, Y., & Ji, W. (2017). Education and the labour market. In W. J. Morgan, Qing Gu and Fengliang Li (Edit) *Handbook of Education in China*. Edward Elgar Publishing.
- Tsakos, G., Sheiham, A., Iliffe, S., Kharicha, K., Harari, D., Swift, C. G., ... & Stuck, A. E. (2009). The impact of educational level on oral health-related quality of life in older people in London. *European journal of oral sciences*, 117(3), 286-292. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2009.00619.x
- Universidad Iberoamericana (2020). Encuesta de Seguimiento de los Efectos del COVID-19 en el Bienestar de los Hogares Mexicanos (ENCOVID-19). Instituto de Investigaciones para el Desarrollo con Equidad (EQUIDE).
- UNAM (2020). Condiciones de habitabilidad en las viviendas y el entorno urbano ante aislamiento por la Covid-19. *Primer Informe*. 11 de Mayo. <https://www.colef.mx/estudiosdecolef/condiciones-de-habitabilidad-de-las-viviendas-y-del-retorno-urbano-ante-el-aislamiento-social-impuesto-por-el-covid-19/>
- Van Bavel, J. J., Baicker, K., Boggio, P. S., Capraro, V., Cichocka, A., Cikara, M., ... & Drury, J. (2020). Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *Nature Human Behaviour*, 1-12. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41562-020-0884-z>. Consultado: 29/06/2020.
- Velo García, E. (2006). Desafíos del sector de la energía como impulsor del desarrollo humano. *Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano*, 2006, núm. 5. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/2014>. Consultado: 06/07/2020.
- Yang, X., Yu, Y., Xu, J., Shu, H., Liu, H., Wu, Y., ... & Wang, Y. (2020). Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational

- study. *The Lancet Respiratory Medicine*. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.
- World Bank (2020). Gini Index Mexico. The World Bank. Disponible en: http://www.socialprotectionnet.org/sites/default/files/inequality_oxfam.pdf. Consultado: 29/06/2020.
- Zhang, J. J., Dong, X., Cao, Y. Y., Yuan, Y. D., Yang, Y. B., Yan, Y. Q., ... & Gao, Y. D. (2020). Clinical characteristics of 140 patients infected with SARS-CoV-2 in Wuhan, China. *Allergy*. doi: 10.1111/all.14238.
- Ziccardi, A. (2016). *Poverty and urban inequality: The case of Mexico City metropolitan region*. UNESCO. John Wiley on Line Library. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/issj.12070>. Consultado: 22/06/2020.