

EFECTO DEL COVID-19 EN EL EMPLEO DIGITAL EN MÉXICO: UN ANÁLISIS CON CADENAS DE MARKOV

Luis Huesca Reynoso * Cuauhtémoc Calderón Villarreal ** Gloria Lizeth Ochoa ***
Aldo Josafat Torres García ****

(Recibido: julio, 2020/Aceptado septiembre 2020)

Resumen

Las medidas sanitarias tardías adoptadas por EE. UU en contra de la pandemia del COVID-19 provocaron una profunda recesión económica que causó un aumento inédito del desempleo. En México las medidas sanitarias aplicadas por el Estado fueron insuficientes y profundizaron la recesión que existía desde 2019. En este escenario de crisis sanitaria y económica algunas empresas utilizan las nuevas tecnologías digitales para impulsar la modalidad del trabajo a domicilio. Por tal motivo, el objetivo de este artículo es analizar la dinámica actual del empleo en México. Para ello utilizamos los datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo y la metodología de cadenas de Markov. Se establecen escenarios probables de movilidad del empleo entre sectores por tipo de ocupación (digital y no digital). Los resultados muestran que para el año próximo, ante la presencia Covid-19 la proporción el empleo digital será de 49% y la tasa de desempleo de 6%.

Palabras clave: Desempleo, ocupaciones digitales, Covid-19

Clasificación JEL: E24, J24, J62, O33

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C

**El Colegio de la Frontera Norte

***Universidad Autónoma de Chihuahua

****Universidad Autónoma de Chihuahua

THE EFFECT OF COVID-19 ON DIGITAL EMPLOYMENT IN MEXICO; AN ANALYSIS OF THE MARKOV CHAINS

Luis Huesca Reynoso * Cuauhtémoc Calderón Villarreal ** Gloria Lizeth Ochoa ***
Aldo Josafat Torres García ****

(Recibido: julio, 2020/Aceptado septiembre 2020)

Abstract

The late sanitary measures adopted by the U.S in order to face the COVID-19 pandemic caused a deep economic recession that caused an unprecedented increase in unemployment. In Mexico, the applied sanitary measures by the state were insufficient and late in their implementation deepened the recession that had existed since 2019. In this scenario of health and economic crisis, some companies have tended to use new digital technologies to promote insufficient jobs but also precarious. For such reason, the objective of this paper is to analyze the current dynamics of employment in Mexico. For this we utilize the data provide by the National Poll of Occupation and Employment Survey and the Markov chain methodology. Probable scenarios of employment mobility are established between sectors by type of occupation (digital and non-digital). The results show that for next year, in the presence of Covid-19, the proportion of digital jobs will reach to be 49% and the unemployment will be 6%.

Key words: Unemployment, digital occupations, Covid-19

JEL: E24, J24, J62, O33

1. Introducción

Ante la propagación de la pandemia mundial del Covid-19 la mayoría de los gobiernos y países del mundo han implementado medidas de salud pública (confinamiento y distanciamiento social principalmente), que han causado efectos negativos sobre el nivel de actividad de la economía mundial tales como la caída del nivel de actividad, la quiebra de muchas empresas, y la contracción de la demanda efectiva. En la mayoría de los países la cuarentena provocó una severa crisis económica, lo que ocasionó una contracción generalizada de la demanda, de la oferta, y un desempleo masivo. Específicamente, en los EE. UU., la economía entró en recesión a partir de febrero, y durante el primer trimestre del 2020 se contrajo un 4.8% el PIB, aumentó un 11.6% el déficit externo de bienes y servicios, e incrementó un 14% el desempleo.

En México la situación fue muy distinta, ya que la crisis económica inició el último trimestre del 2019 y precedió a la crisis sanitaria del COVID-19 que apareció el 27 de febrero 2020. Durante los últimos trimestres del 2019 el Producto Interno Bruto nacional cayó de manera consecutiva un 0.9%, 0.3% y

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C

**El Colegio de la Frontera Norte

***Universidad Autónoma de Chihuahua

****Universidad Autónoma de Chihuahua

0.5%, y las medidas sanitarias aplicadas por el gobierno mexicano¹ además de ineficientes para controlar la pandemia no hicieron más que profundizar la recesión, como lo evidencia la caída del 2.4% del PIB durante el primer trimestre del 2020 (**inegi2020a**) y la contracción del 17.3% en abril del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE). Además, según INEGI, se contrajeron el sector industrial (-25.1%), y el sector terciario (-14.4%), y de acuerdo con la Encuesta Telefónica de Ocupación y Empleo (ETOE) durante el mes de junio se dio un aumento de la informalidad laboral en 3 millones de ocupados, y también la tasa de desocupación reportó un incremento al pasar de 4.2% en mayo a 5.5% en junio de 2020.

Ante este escenario económico catastrófico de quiebras y reducción de las tasas de beneficio, las empresas de todos los sectores económicos y sobre todo del sector terciario, han tratado de integrar procesos tecnológicos digitales para garantizar la continuidad de su actividad económica. Con estas medidas, que atomizan al trabajo y generalizan al trabajo domiciliario, reducen los sueldos y salarios (costos variables) e incrementan la duración de la jornada de trabajo, maximizan sus ganancias y minimizan sus costos, transfiriendo estos últimos a los trabajadores.

Antes de la crisis del COVID-19 en México² la introducción de nuevas tecnologías digitales había provocado la caída de los sueldos y salarios de los trabajadores (empleados) calificados y no calificados, en beneficio de las empresas que los contratan, que obtuvieron ganancias extraordinarias. Por lo que es de esperarse que con la adopción de las tecnologías digitales durante la crisis del covid-19, se intensifique la precarización del trabajo en México.

Es posible que la generalización de la tecnología digital en ciertos sectores económicos permitiera a los trabajadores de cuello blanco, principalmente en el sector servicios el utilizar la tecnología para desempeñar sus tareas de tipo gerencial, administrativo entre otras ocupaciones de tipo similar. Por ejemplo, en muchos de estos empleos es indispensable que los trabajadores envíen un correo electrónico, revisen aplicaciones digitales, realicen búsquedas de información o empleen programas de software especializado.

Muchos autores han analizado el papel de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) al interior de la división del trabajo de las empresas y sectores económicos. De acuerdo con **reljic2019digital**, la integración de las tecnologías digitales cambió la estructura de las economías, la organización de las actividades productivas, la dinámica del empleo, y aumentó la demanda de nuevas habilidades para los trabajadores. Según la **OCDE2019** la utilización de nuevas tecnológicas abre oportunidades para el

¹En México la pandemia se ha extendido de manera exponencial y ha afectado sobre todo a la población trabajadora pauperizada y a la población sin recursos que constituye a la mayoría de la población, sobre todo a los trabajadores informales que no cuentan con servicios de salud. Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la tasa de letalidad de México es la tercera más alta del mundo (11.9%), después de Italia (14.5%) y Reino Unido (14.0%), mientras que la tasa de letalidad global es de 5.4%. Y es el país donde prácticamente no se realizan pruebas diagnósticas de COVID-19 en la población, hasta la fecha el gobierno de López Obrador ha “estimado” 72,000 muertos, pero no se cuenta con una medida exacta de las defunciones reales, que en última instancia habría que multiplicar por cuatro para tener una aproximación a los datos reales.

Las políticas sanitarias del Gobierno de López Obrador han sido mínimas y no han sido efectivas para la protección de la población, el gobierno ha sido incapaz de controlar la pandemia y su Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) de nueva creación colapso rápidamente, y, además, existe un subregistro de la progresión de la enfermedad en país. Hasta ahora el Estado mexicano mantiene un gasto mínimo, bajo la bandera de la “Austeridad republicana”, en el rubro del sector de salud, por lo que en la práctica sigue una política sanitaria malthusiana de tipo de inmunidad de rebaño.

Como dice Forbes “Mexico is in trouble because Lopez Obrador has no viable plan for confronting the triple crisis of worsening security problems, an out of control pandemic, and an already-unfolding economic collapse. While sometimes derided as a “socialist” by misinformed TV news commentators in the U.S., Lopez Obrador is rightfully lambasted by progressives in Mexico for embracing a hands-off, neoliberal approach to confronting the virus and the unfolding recession” (**parish2020**).

²De acuerdo con **acemoglu2011skills** el progreso técnico acentuó la desigualdad salarial en los EE. UU. ya que el salario de los trabajadores calificados de ciertos sectores era superior al de los no calificados.

empleo, por lo que es indispensable que los gobiernos de los países desarrollen políticas públicas para reducir la brecha entre los grupos de trabajadores con y sin habilidades digitales. De acuerdo con **albarracin2014** **influencia** las TIC son un elemento fundamental en el funcionamiento de las empresas, ya que constituyen una herramienta necesaria para la gestión empresarial, y el control del trabajo que realizan los asalariados; sin embargo, el costo de su adaptación en las empresas es alto, ya que requiere altos niveles de inversión en capital fijo y en trabajo calificado. En muchos casos, sólo las empresas multinacionales pueden realizarlos de manera exitosa. En términos generales concluyen que el progreso técnico y la integración de las TIC son las variables que han modificado la estructura del mercado laboral y que han generado en las últimas décadas el nacimiento de nuevas profesiones.

Sin embargo, desde nuestro punto de vista, esta concepción mecanicista hace abstracción de los verdaderos factores que explican las mutaciones del mercado laboral como son la acumulación y centralización de los capitales en los países de régimen capitalista avanzado. Además, en estos países, los mercados laborales se modificaron como consecuencia de los cambios en la división internacional del trabajo. Sin embargo, la acumulación y la centralización de los capitales han sido los factores esenciales que provocaron el perfeccionamiento de las máquinas herramientas y de la división técnica del trabajo, y que hicieron necesaria la descomposición del trabajo complejo en tareas simples y rutinarias dentro del proceso de trabajo de las empresas. Y que modificaron la composición la demanda de trabajo con la inclusión de nuevas profesiones (ingenieros aeroespaciales, ingenieros programadores, licenciados en informática) cada vez más especializadas de acuerdo con las necesidades de la acumulación del capital.

Para entender estos cambios es necesario realizar una clasificación de las actividades que desarrollan actualmente los trabajadores calificados y no calificados en el seno de las industrias. Ya que en términos generales la adopción de nuevas tecnologías digitales es costosa y complicada en un país como México que tiene un régimen capitalista subdesarrollado, con un fuerte rezago tecnológico, con una tasa de informalidad del 56.3%, y con una tasa del 34.3%. de trabajadores no asalariados Y en donde existe una estructura industrial oligopólica donde un reducido número de empresas multinacionales desarrollan y adoptan este tipo de tecnologías.

Y por su parte, a las empresas mexicanas pequeñas y medianas les ha sido muy difícil, o imposible adoptarlas, dado que se necesita que el Estado mexicano, en el marco de una política de industrialización garantice su aplicación. Lo anterior esta complicado de lograr en el contexto de un gobierno que carece de una política industrial y que se ha negado de manera sistemática a dar cualquier tipo de apoyo a las pequeñas y medianas empresas. Lo que ha provocado que, en el contexto de la profunda crisis económica y sanitaria, un alto porcentaje de ellas ha quebrado.

Lo paradójico del caso es que, en México, la mayor parte del empleo lo genera el sector informal y la pequeña y la mediana empresa, por lo que, el paso de estos sectores hacia la digitalización estructuralmente es muy complicado. En este sentido, en el presente artículo se realiza un análisis de las habilidades digitales y no digitales existentes en los trabajadores por sectores económicos. Además, en el artículo se establecen una serie de escenarios sobre el comportamiento del empleo para los próximos cinco años. En la sección 1, se hace una revisión de la literatura relacionada con la tecnología y sus implicaciones para el proceso de trabajo; en la sección 2, se realiza un diagnóstico de la situación que prevalece en la económica mexicana y se definen las industrias en donde se realizan las ocupaciones digitales y no digitales por tipo de trabajador y sector; en la sección 3, se explica la metodología empírica utilizada y en la sección 4, se presentan los escenarios previstos, y por último se exponen las conclusiones.

2. Revisión de literatura

Un objetivo importante de la economía laboral radica en realizar el análisis de los efectos de las innovaciones técnicas y del progreso técnico sobre el mercado laboral.

A finales de la década de los noventa, en los países con un régimen capitalista desarrollado se dieron cambios en la estructura del mercado de trabajo, que fueron objeto de un debate académico sobre la determinación de los factores que los causaron; para el progreso técnico fue el factor determinante, y para otros, la apertura comercial y la mundialización económica.

Como producto de esta discusión surgió la Hipótesis del Cambio Tecnológico Sesgado (HCTS)³ según la cual la incorporación de las innovaciones tecnológicas, con la generalización de los equipos de cómputo en el trabajo, traería un sesgo en favor de la demanda de trabajadores con mayores habilidades (calificados), y reducción de la demanda y salarios de los trabajadores no calificados, lo que se provocaría el aumento de la desigualdad salarial en los mercados laborales de los países capitalistas desarrollados. (**katz1992changes**; **bound1989changes** y **card2001can**).

Sin embargo, con la creciente automatización de los procesos de trabajo a nivel mundial y con la generalización de la tecnología digital y la robótica surgió un nuevo enfoque que se propone analizar los trabajos complejos descomponiéndolos en sus elementos simples- abstractas, manuales y rutinarias (**autor2003skill** y **acemoglu2011skills**) con lo cual se facilitó el estudio detallado de la dinámica actual del proceso de trabajo complejo a partir de sus productos. Esta nueva hipótesis, denominada Hipótesis de Cambio Tecnológico Sesgado por Rutina (HCTR)⁴ (**david2013growth** y **goos2014explaining**) considera que la utilización de las tecnologías digitales en el proceso de trabajo facilitó en los países capitalistas desarrollados la descomposición y la simplificación del trabajo complejo, y provocó el aumento de la demanda y los salarios de los trabajadores que realizan tareas abstractas y manuales, mientras que se cayó la demanda de trabajadores que realizan tareas rutinarias, que son fácilmente sustituidas por las innovaciones tecnológicas y como consecuencia de la generalización de los equipos de cómputo.

Según, **acemoglu2020robots** la generalizada de la automatización del trabajo, la robotización ligados al uso generalizado de la inteligencia artificial produjo cambios importantes en el mercado laboral de los Estados Unidos. Estos autores demuestran que la introducción de un robot por cada mil trabajadores disminuye la relación empleo/población en aproximadamente 0.18-0.34 puntos porcentuales y los salarios en 0.25-0.5 por ciento. Ellos prevén que en las próximas décadas estos procesos se generalizaran, sobre todo en las industrias desplazando a los trabajadores. Estos cambios derivados del proceso de acumulación del capital en esos países provocarían el aumento del desempleo entre la población económicamente activa.

Para el caso de **felix2018prima** estudian la importancia del equipo de cómputo en el trabajo, en el 2006 y el 2014, ellos calcularon el premio salarial de los empleados derivado de la utilización del equipo de cómputo, el cual fue entre el 17 y 19% por trabajador. Otros estudios realizados para para otros países arrojaron resultados similares: **hofer2003computer** para Austria con 16.2%, **dinardo1997returns** para Alemania con 17.1%, **krueger1993computers** para Estados Unidos con 20.4%, **oosterbeek2011impact** para Ecuador con un 10%, y **liu2004computer** para Taiwán con un 20%. Además, **torres2018desigualdad** demostraron que existe un premio 13% para los trabajadores que utilizan Tecnologías de la Información (TI)⁵ en relación con los que no la utilizan.

³Por sus siglas en inglés Skill-Biased Technological Change (SBTC)

⁴Por sus siglas en inglés Routine Biased Technological Change hypothesis (RBTC)

⁵En este conjunto tecnológico los autores consideran de manera conjunta el uso de computadora e Internet en el trabajo.

Por otra parte, **villarreal2017análisis** concluyeron que el premio salarial recibido por los trabajadores más calificados ha caído en las últimas dos décadas, como resultado de la pauperización creciente de los trabajadores con mayor escolaridad. En otro estudio, **calderon2017mercado** señalaron que el sector manufacturero demanda en mayor proporción de trabajadores de calificación baja, a cambio de salarios bajos y porque son capaces de desempeñar trabajo simple, y que al igual que todos los asalariados están sometidos al proceso de automatización de las empresas.

3. Ocupaciones digitales, movilidad sectorial y productividad en la economía mexicana

Para poder analizar y pronosticar el nivel de movilidad de la fuerza de trabajo hacia los sectores intensivos en tecnologías digitales, es necesario hacer un diagnóstico de la estructura existente en el mercado laboral mexicano, para determinar en cuales sectores económicos la reconversión técnica puede ayudar a contrarrestar los efectos negativos de la crisis sanitaria.

En México, país con un régimen capitalista subdesarrollado, con un ingreso per cápita cercano a los 9 mil dólares, no existe en todos los sectores económicos una cobertura total del uso de las TIC dado que existen, por un lado, rigideces estructurales que impiden la reconversión de muchos sectores hacia este tipo de tecnologías (alto costo y existencia de una mano de obra no calificada) y por el otro, debido a la elevada y persistente marginación estructural de las zonas rurales. La aplicación de todo tipo de TIC tiene un alto costo y no toda la población tiene acceso a ella. Por lo que su aplicación traería consigo dificultades para el desempeño de ciertos empleos. Sin embargo, el predominio de la informalidad en la economía mexicana puede favorecer el uso de la computadora portátil sobre todo en el sector servicios (vgr. Comercio informal), e impulsar un tipo de empleo digital intensivo en este tipo de herramienta.

De acuerdo con la *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)* en el año 2019, el 65.3% de la población económicamente activa en México ocupada, utiliza computadora en el trabajo. Este importante dato permite afirmar que si existe una importante proporción de empleos que requieren de habilidades digitales mínimas en cuanto al uso de este instrumento de trabajo.

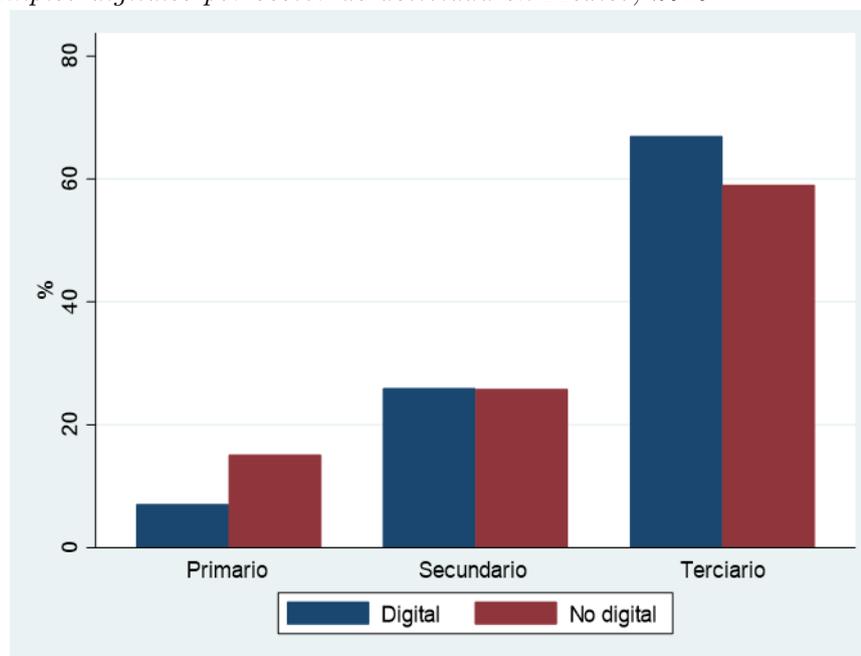
En este apartado distinguimos entre las ocupaciones que utilizan como instrumento de trabajo principalmente la TIC digital y de aquellas que no lo hacen (véase anexo metodológico). En la Figura 1 se muestra la distribución de los empleos intensivos en tecnología digital por sectores de actividad económica. Y más del 60% del empleo digital es empleado en el sector terciario o de servicios, seguido del empleo en el sector secundario con un 25%. En el cuadro 1 se muestra la distribución del empleo digital por tipo de ocupación al interior de cada una de las ramas de actividad económica, según el cual, el 46.7% pertenece del sector servicios y el 20.3% del comercio son trabajadores digitales. De manera que en las actividades terciarias predomina el empleo digital, y los trabajadores requieren de habilidades mínimas para su desempeño laboral como sería el manejo de computadora portátil o el uso del celular⁶. El crecimiento acelerado en México del sector terciario y de la informalidad han favorecido el aumento del empleo

⁶Hay que recordar que, en México, como parte de la informalidad, existe un mercado amplio de venta y reventa de computadoras portátiles y teléfonos usados, entre otros productos, que los ha abaratado y ha generalizado su uso por la mayoría de la población de bajos recursos. Lo que ha tendido a favorecer el crecimiento de la informalidad sobre todo en el sector terciario, y favorece el crecimiento de los pequeños talleres que reparan y revenden estos productos y sus partes al gran público.

digital informal específico, que va crecer aún más con la combinación perversa de crisis económica y de crisis sanitaria.

Figura 1

Distribución del empleo digitales por sector de actividad en México, 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE

Cuadro 1

Distribución de ocupaciones digitales por rama de actividad económica en México, 2019

Rama de actividad económica	Digital	%	No digital	%
Construcción	906,307	8.28	1,663,397	8.34
Industria manufacturera	1,855,787	16.96	3,322,563	16.66
Comercio	2,221,458	20.3	3,579,676	17.95
Servicios	5,108,406	46.69	8,180,891	41.02
Otros	76,893	0.7	168,492	0.84
Agropecuario	772,388	7.06	3,030,907	15.2
Total	10,941,239	100	19,945,926	100

Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE.

En el cuadro 2 se desagrega aún más la distribución de las ocupaciones por tipo de sector: el comercio ocupa al 20.3% de los trabajadores que utilizan tecnologías digitales, la industria manufacturera ocupa al 16.96%. Y dentro del sector servicios, el 10.49% corresponde a servicios diversos, el 9.21% a servicios sociales y el 7.29% a servicios profesionales, financieros y corporativos.

En el cuadro 3 se muestran las ocupaciones digitales y no digitales por el tipo de actividad que des-

Cuadro 2*Distribución de ocupaciones por tipo de industria en México, 2019*

Sector	Digital	%	No digital	%
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	772,388	7.06	3,030,907	15.2
Industria extractiva y de la electricidad	76,893	0.7	168,492	0.84
Industria manufacturera	1,855,787	16.96	3,322,563	16.66
Construcción	906,307	8.28	1,663,397	8.34
Comercio	2,221,458	20.3	3,579,676	17.95
Restaurantes y servicios de alojamiento	984,273	9	1,721,502	8.63
Transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento	572,786	5.24	877,699	4.4
Servicios profesionales, financieros y corporativos	797,075	7.29	1,156,271	5.8
Servicios sociales	1,007,746	9.21	1,506,107	7.55
Servicios diversos	1,147,289	10.49	2,017,444	10.11
Gobierno y organismos internacionales	599,237	5.48	901,868	4.52
Total	10,941,239	100	19,945,926	100

Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE.

empeñan, a escala nacional: el 70.82% realizan trabajos subordinados y remunerados que representa la mayoría de la fuerza productiva del país; el 20.13% realizan trabajos por cuenta propia.

Cuadro 3*Distribución de ocupaciones por posición en la ocupación en México, 2019*

Posición en la ocupación	Digital	%	No digital	%
Trabajadores subordinados y remunerados	7796364	70.82	13400000	66.75
Empleadores	554937	5.04	995516	4.96
Trabajadores por cuenta propia	2215699	20.13	4542970	22.63
Trabajadores sin pago	442109	4.02	1135970	5.66
Total	11009109	100	20074456	100

Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE.

Como se puede observar en México el acceso a las tecnologías de la información no está disponible para toda la población económicamente activa (ocupada), lo que constituye un grave obstáculo en el contexto de la crisis sanitaria actual del COVID-19. Esto ha provocado la pérdida creciente de puestos de trabajo, el deterioro creciente de la productividad del trabajo en las empresas. Así mismo, se observa que las ocupaciones de tipo digital se realizan mayoritariamente en el sector servicios, cuyos trabajadores han sido los más vulnerables a la crisis económica y sanitaria. Además, las políticas implementadas por el gobierno actual, articuladas en torno a la llamada austeridad “republicana”, han profundizado aún más la crisis económica y sanitaria, por la contracción irracional del gasto público en los rubros fundamentales como seguridad la seguridad social y la salud. Sus políticas han provocado la contracción de la demanda agregada, la crisis de la economía, el aumento del desempleo, el aumento de la población sin recursos, el fortalecimiento de la economía informal, y el incremento de las muertes por COVID.

4. Metodología y datos utilizados

4.1. Clasificación y fuentes

De acuerdo **helpman1994time** y **felix2016uso**, los criterios fundamentales para determinar el grado de intensidad tecnológica computacional y digital adoptado por cualquier sector económico son los siguientes:

1. Actividades con TIC-específicas, en este caso la tecnología es indispensable para el desarrollo de las tareas, sin ella no sería posible su realización (ejemplo: comercio electrónico, desarrollo de software, entre otras de similar habilidad);
2. Actividades con TIC-integradas, son aquellas que incorporan tecnología en máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de producción y;
3. Actividades con TIC-auxiliares aquellas ocupaciones que requieren de tecnología de forma auxiliar para la eficiencia de la producción.

Para realizar nuestra tipología, basada en estos criterios, además, de los microdatos provenientes de la *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo* (ENOE), del año 2019, se utilizó el *Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones* (SINCO), y en función de esta clasificamos las ocupaciones y las habilidades digitales requeridas por los trabajadores. De modo que a partir de esta tipología definimos como ocupaciones digitales a todas aquellas que incorporan TIC, en cualquiera de las tres modalidades anteriores, y al resto como como no digitales. El peso de los empleos digitales es del 35%, mientras que el de los trabajos no digitales es del 62% y 3% restante es el desempleo. El listado de ocupaciones con requerimientos digitales se presenta como anexo A de este documento.

4.2. Metodología de movilidad ocupacional ante el Covid19.

Utilizamos el modelo de Markov, o cadena finita de Markov, para estimar la probabilidad del desplazamiento de los trabajadores entre los tres estados o modalidades de empleo (trabajadores digitales, trabajadores no digitales, y desocupados). Además, para analizar la transición temporal de estos tres estados, asumimos un proceso de Markov homogéneo definido sobre un espacio discreto $(1, 2, \dots, n)$, donde n representa el n -ésimo estado posible en que el trabajador podrá encontrarse.

Asumimos tres escenarios posibles dentro de los cuales discurre la movilidad de los trabajadores entre los tres estados antes señalados:

1. i) Escenario en ausencia de Covid-19 (escenario de referencia) y crecimiento económico bajo del 1-2%,
2. escenario tendencial con presencia de Covid-19 sin crecimiento económico,
3. y escenario optimista con Covid19 y crecimiento económico del 4-5%.

El primer escenario, ejemplifica la situación que prevalecía en la economía mexicana antes de la aparición de la pandemia del coronavirus en México (antes del 27 de febrero del 2020). Este escenario presupone el comportamiento y la distribución de los tres estados de población, en el contexto de una economía contraída. Debido a que, durante el año 2019, la economía mexicana registró una caída del 0.1% utilizamos los datos que corresponden al tercer trimestre de ENOE del 2019 como punto de partida.

El segundo escenario es totalmente pesimista, pero más realista, dado que supone una economía en recesión y azotada por una pandemia del coronavirus Covid-19 sin control. Por lo que las probabilidades de la matriz de transición nos arrojan un desempleo del 6.9%⁷.

Por su parte, el tercer escenario supone la existencia de una situación optimista y menos realista, es decir, una economía mundial en crecimiento y nacional en rápida recuperación con un 4 al 5% de crecimiento económico, un control eficiente de la pandemia por parte del gobierno y una población más calificada en el uso de habilidades digitales. En esta situación ideal el desempleo se reduciría y transitaría hacia formas de empleo digital formal y aumentaría la demanda de trabajo digital por la vía del teletrabajo o trabajo a distancia.

Los tres escenarios parten el mismo vector de estado $\pi^{(0)}$, que se correspondiente con las condiciones iniciales dadas por los datos del tercer trimestre de ENOE del año 2019, este vector de estado inicial es considerado en la estimación realizada como $k = 0$. Este vector es utilizado de manera indistinta en los tres escenarios planteadas, para satisfacer las condiciones del proceso markoviano⁸. Así la cadena de Markov representa un proceso evolutivo de un número finito de estados, en esta caso de tres, en donde la probabilidad de realizar cada estado, en cada punto del tiempo, depende únicamente del presente, de la condición inicial, **meyer2000matrix** y **poole2011algebra**.

Como lo sugieren **lay2007algebra** y **velasco1999algebra** asumimos un patrón de constancia en las probabilidades de transición de un estado a otro. Estas son conocidas como probabilidades de transición constantes, ya que las probabilidades de transitar del estado i al estado j son siempre las mismas. Estas se ordenan en un arreglo matricial P de probabilidades, llamado matriz de Markov, de transición que está ligada a un proceso markoviano.

Cada elemento de P , queda representado por $p_{ij}(t) = P(X_t = S_j | X_{t-1} = S_i)$. $p_{ij}(t)$ es llamada la probabilidad de transición de desplazarse de S_i a S_j en el periodo t . Y el valor de la probabilidad de estar en el estado S_j en el presente, t , depende del estado S_i en el pasado o tiempo $t - 1$.

Así P es el arreglo matricial de las probabilidades de transición como se muestra a continuación en la expresión (1):

⁷De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial. El nivel de desempleo se distribuye en un 30% para el empleo digital y 70% para el empleo no digital; por su parte los trabajadores digitales incrementarían solo un .5% dada la necesidad de realizar trabajo remoto.

⁸Proceso estocástico cuya distribución en el tiempo $t + 1$, depende únicamente de su distribución inmediata anterior, es decir, t .

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Esta matriz cuadrada de transición es estocástica, por lo cual es una matriz no negativa, y la sumatoria de las probabilidades de cada fila es uno (“matriz fila-estocástica”)⁹. Y también, es invariante en el tiempo y finita.

Es necesario establecer un vector inicial de distribución del tamaño de $n \times 1$, que muestra la proporción de las observaciones del estado uno, para realizar la estimación del proceso markoviano. Este vector representa al vector de probabilidades del estado inicial $\pi^{(0)}$ y se toma como punto de partida de la secuencia de experimentos realizados por medio de la matriz P .

El vector de estado del proceso markoviano en un determinado punto en el tiempo k , está definido definido como:

$$\pi^{(k)} = \left(\pi_1^{(k)} \ \pi_2^{(k)} \ \dots \ \pi_n^{(k)} \right), \quad \text{con } k \geq 0. \quad (2)$$

En el cual el vector de estado inicial $\pi^{(0)}$ se corresponde, por tanto, al valor de $k = 0$.

Nosotros asumimos el comportamiento sugerido por **jones2005estimating**, donde cada componente de este vector de estado inicial se construye como una proporción de todos los individuos en el primer punto observado en el tiempo ($k = 0$), es decir:

$$\pi_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}} \quad (3)$$

Donde n_{ij} es el número de individuos que pertenecen a cada uno de los tres grupos, mientras que, el denominador $\sum_j n_{ij}$ de la ecuación (3) representa la sumatoria de los tres grupos, es decir la PEA ocupada. Por lo tanto, π_{ij} representa la proporción de cada uno de los grupos respecto al total.

Considerando los tres grupos planteados en este documento, la proporción π_{ij} en su ordenamiento vectorial queda como sigue: $\pi_1 = \pi_{11}$, $\pi_2 = \pi_{12}$, $\pi_3 = \pi_{13}$. De esta forma, el vector fila indica la probabilidad de encontrarse, en el momento inicial 0, en el estado i :

$$\pi^{(0)} = (\pi_1, \pi_2, \pi_n,) \quad (4)$$

En la ecuación (4), una vez que se conoce $\pi^{(0)}$ y P , estaremos en condiciones de estimar el vector que siga un estado con trayectoria arbitraria de forma iterativa, puesto que, la cadena de markov estaría determinada solamente por su probabilidad de transición con respecto de su estado inicial.

Como se señaló, los valores de $\pi^{(0)}$ corresponden a los valores observados en la base de datos utilizada para los trabajadores digitales, no digitales, y desocupados, siendo las probabilidades que suman el valor

⁹Proveniente del término en inglés “*row-stochastic*”, para distinguir esto del caso cuando la suma de cada columna es 1.

de 1 como: 0.33, 0.64, y 0.03, respectivamente. Mientras que P , toma los valores correspondientes a cada uno de los tres escenarios de manera independiente según sea el caso, de acuerdo con lo planteado al inicio de esta sección¹⁰.

Por lo tanto, podemos determinar a partir del vector de estado $\pi^{(k)}$, en su k -ésimo periodo de observación con la siguiente igualdad de la expresión (5):

$$\pi^{(k+1)} = P^{(k)} \quad (5)$$

La igualdad propone que, su forma generalizada se obtiene como el vector de estado en el momento $(k+1)$, que resulta de multiplicar la matriz de transición por el vector de estado en el momento k , como sigue en la expresión (6):

$$\begin{aligned} \pi^{(1)} &= \pi^{(0)} P \\ \pi^{(2)} &= \pi^{(0)} P^{(2)} = \pi^{(1)} P \\ \pi^{(3)} &= \pi^{(0)} P^{(3)} = \pi^{(2)} P \\ \pi^{(k)} &= \pi^{(0)} P^{(k)} \end{aligned} \quad (6)$$

La relación (6) ilustra la generalización y el proceso de obtención del vector de probabilidad de transición para cada uno de los estados luego de k periodos. Por medio de este proceso se obtiene la probabilidad de ocurrencia de la transición de los n estados en el futuro.

5. Análisis empírico y proyecciones de movilidad por la pérdida del empleo.

Se construyeron tres escenarios para analizar la movilidad del desempleo provocado por la crisis del Covid19. Al desempleo lo desagregamos por tipo de actividad en México: (a) escenario sin presencia de Covid-19, (b) escenario pesimista con presencia de Covid-19 sin crecimiento económico, y (c) escenario optimista con Covid19 y crecimiento económico.

En los tres escenarios el vector de estado inicial $\pi^{(0)}$ es el mismo, y sus valores son: 0.33, 0.64, y 0.03, que corresponden a los porcentajes de trabajadores digitales, no digitales, y desocupados, respectivamente.

En el primer escenario antes de la COVID, se marcan las probabilidades de ocurrencia de los cambios en el mercado de trabajo bajo condiciones económicas negativas y en presencia de medidas macroeconómicas desfavorables para la economía, este ejercicio nos arroja el aumento del 4% al 6% del desempleo en los próximos cinco años. El cuadro 4 muestra las probabilidades del primer escenario en el que se observa la movilidad para los próximos cinco años si no se presentara el problema de la pandemia por Covid-19 a la que se enfrentan todos los países del mundo. Respecto al empleo en ocupaciones con requerimientos de habilidades digitales para los próximos tres años se observa que estas se mantienen en un 33% como porcentaje del empleo total, posteriormente los dos últimos años el porcentaje se incrementa a 34%. Las ocupaciones digitales en este escenario son entre 63% y 61%, mientras que el empleo llega hasta un 6%.

El segundo escenario se introduce el aumento del desempleo, en presencia de la crisis de sanitaria del Covid-19. En el cuadro 5 se muestran las probabilidades de ocurrencia partiendo de las condiciones actuales de la crisis sanitaria Covid-19. En este caso el empleo digital informal aumenta y pasa del 49%

¹⁰Observaremos el resultado de $\pi^{(1)} = \pi^{(0)} P$, y las subsecuentes iteraciones en la sección de resultados.

Cuadro 4*Distribución de ocupaciones por posición en la ocupación en México, 2019*

	Digital	No digital	Desempleo
Estado 1	0.99	0.004	0.006
	0.005	0.98	0.015
2021	0.04	0.11	0.85
	33 %	63 %	4 %
Estado 2	0.9804	0.0085	0.0111
	0.0105	0.9621	0.0275
2022	0.0742	0.2015	0.7244
	33 %	62 %	4 %
Estado 3	0.971	0.0135	0.0154
	0.0163	0.9459	0.0379
2023	0.1034	0.2774	0.6192
	33 %	62 %	5 %
Estado 4	0.962	0.0188	0.0192
	0.0223	0.9312	0.0465
2024	0.1285	0.3404	0.5311
	34 %	61 %	5 %
Estado 5	0.9533	0.0244	0.0223
	0.0286	0.9178	0.0536
2025	0.1502	0.3925	0.4573
	34 %	61 %	6 %

Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE.

(en 2021) al 81 % (en 2025) de la ocupación, de manera que en términos de cinco años desplaza a las ocupaciones no digitales y, el desempleo se mantiene estable entre el 6 % y 7 %. En este escenario es probable que sea mayor la movilidad del trabajo hacia empleo digital informal, con un aumento de la probabilidad de ocurrencia del 19.7 % en promedio anual. Es clara la tendencia ascendente para este grupo en particular durante el tiempo analizado.

Finalmente, en el cuadro 6 se presentan las proyecciones ante el escenario 3, con Covid-19 y más optimista, se observa que el empleo digital pasa del 34 % al 38 %, el empleo no digital decrece del 64 % al 61 % en el 2025 y el desempleo se mantiene a tasas reducidas entre el 1 % y el 2 %, y la respuesta elástica de la demanda laboral al mayor crecimiento de la economía.

Para visualizar claramente los escenarios probables que planteamos para las ocupaciones digitales, se presentan en el cuadro A1 y la Figura 2 misma que, resume los principales resultados para este tipo de ocupación. Y se observa que bajo el escenario 2, el escenario pesimista, el empleo digital tendera a crecer más que en los otros escenarios, lo que se explica por el aumento desproporcionado por la informalidad en el país y por la demanda creciente de empleo digital informal. Y lo mas seguro, es que dado el curso de los acontecimientos se imponga este escenario en los próximos cinco años.

Estos escenarios contribuyen al análisis de las probabilidades de cambio del empleo, y su probabilidad de ocurrencia en México.

6. Conclusiones

La economía mexicana se encuentra en una de sus crisis económicas y sanitarias más profundas de su historia después de la revolución mexicana. A diferencia de los EE. UU, en México la crisis económica precedió a la crisis sanitaria. En plena recesión el nuevo gobierno aplicó políticas fiscales restrictivas, la llamada austeridad republicana, que únicamente la profundizó. De hecho, el gobierno de la cuarta

Cuadro 5

*Proyecciones de movilidad de ocupaciones en México
(Escenario con Covid-19 sin crecimiento económico)*

	Digital	No digital	Desempleo
Estado 1	0.98	0	0.02
	0.25	0.7	0.05
	0.3	0.05	0.65
2021	49%	45%	6%
Estado 2	0.9664	0.001	0.0326
	0.435	0.4925	0.0725
	0.5015	0.0675	0.431
2022	61%	32%	7%
Estado 3	0.9571	0.00233	0.04057
	0.57118	0.34838	0.08045
	0.63765	0.0688	0.29356
2023	7%	23%	7%
Estado 4	0.95071	0.00366	0.04563
	0.67098	0.24789	0.08113
	0.73016	0.06284	0.207
2024	77%	16%	7%
Estado 5	0.9463	0.00484	0.04886
	0.74387	0.17758	0.07855
	0.79337	0.05434	0.1523
2025	81%	12%	7%

Fuente: Elaboración propia con datos estimados.

Cuadro 6

*Proyecciones de movilidad de ocupaciones en México
(Escenario optimista con crecimiento económico)*

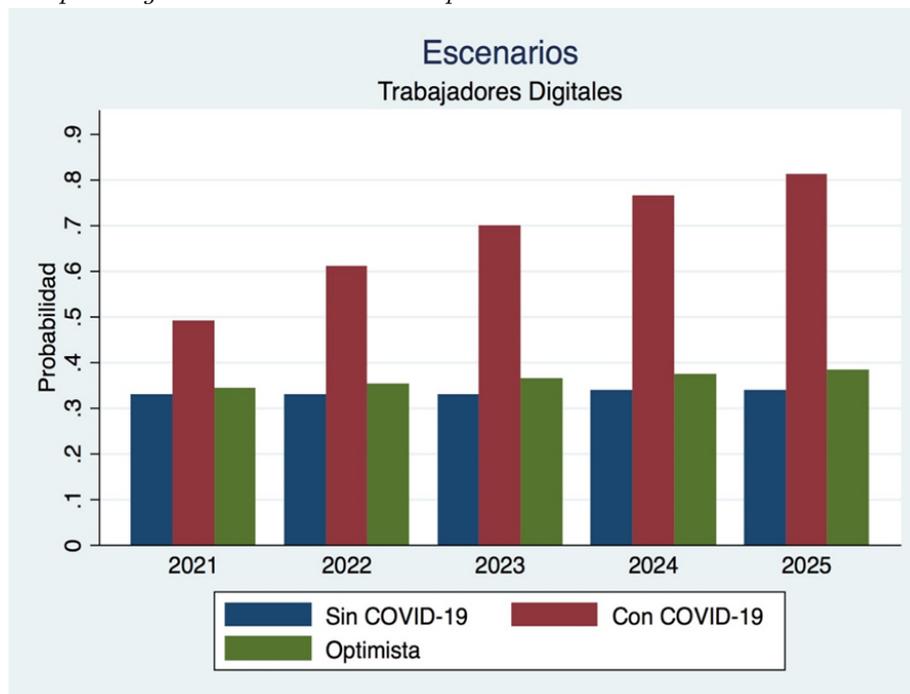
	Digital	No digital	Desempleo
Estado 1	0.99	0.01	0
	0.02	0.98	0
	0.1	0.2	0.7
2021	34%	64%	2%
Estado 2	0.98	0.02	0
	0.039	0.961	0
	0.173	0.337	0.49
2022	35%	63%	1%
Estado 3	0.971	0.029	0
	0.058	0.942	0
	0.227	0.43	0.343
2023	36%	63%	1%
Estado 4	0.962	0.038	0
	0.076	0.924	0
	0.268	0.492	0.24
2024	37%	62%	1%
Estado 5	0.953	0.047	0
	0.094	0.906	0
	0.299	0.533	0.168
2025	38%	61%	1%

Fuente: Elaboración propia con datos estimados.

transformación se ha caracterizado por la aplicación de una serie de políticas fiscales macroeconómicas neoliberales y ultra-restrictivas (contracción del gasto sin aumento de los impuestos) que contrajeron la

Figura 2

Proyecciones del empleo digital en tres escenarios para México.



Fuente: Elaboración propia con datos de ENOE

demanda agregada.

Lo más seguro es que el escenario más viable sea el escenario 2 en el cual, dadas las condiciones adversas, es probable que aumente el empleo digital en los próximos 5 años, cuyos niveles pueden ser explicados por el incremento en el empleo digital informal. Para pasar al escenario 3, y construir una nueva normalidad es necesario que gobierno de la 4ª transformación relance el gasto público e incentive simultáneamente a la inversión privada intensiva en trabajo digital formal. E impulse una verdadera política industrial que favorezca la creación de capacidades de producción de nuestra economía. Esto dependerá también el aumento de las inversiones de capital que favorezcan la demanda de empleos digitales formales, para lo cual se requiere un verdadero proceso de cambio estructural que busque promover la inversión privada y pública en los sectores de mayor demanda de empleo digital en el marco de una política industrial estratégica.

A. Apéndice

Cuadro A1

Proyecciones de movilidad de ocupaciones en México.

(Escenario optimista con crecimiento económico)

Ocupaciones

Directores y gerentes en servicios financieros, administrativos y sociales

Directores y gerentes en producción, tecnología y transporte

Directores y gerentes de ventas, restaurantes, hoteles y otros establecimientos

Coordinadores y jefes de área en servicios financieros, administrativos y sociales

Coordinadores y jefes de área en producción y tecnología

Ocupaciones

Coordinadores y jefes de área de ventas, restaurantes, hoteles y otros establecimientos
Otros directores, funcionarios, gerentes, coordinadores y jefes de área, no clasificados anteriormente
Especialistas en ciencias económico-administrativas, ciencias sociales, humanistas y en artes
Investigadores y especialistas en ciencias exactas, biológicas, ingeniería, informática y en telecomunicaciones
Profesores y especialistas en docencia
Médicos, enfermeras y otros especialistas en salud
Auxiliares y técnicos en ciencias económico-administrativas, ciencias sociales, humanistas y en artes
Auxiliares y técnicos en ciencias exactas, biológicas, ingeniería, informática y en telecomunicaciones
Auxiliares y técnicos en educación, instructores y capacitadores
Enfermeras, técnicos en medicina y trabajadores de apoyo en salud
Otros especialistas y técnicos, no clasificados anteriormente
Secretarias, capturistas, cajeros y trabajadores de control de archivo y transporte
Trabajadores que brindan y manejan información
Otras secretarias, capturistas, cajeros y trabajadores que brindan información, no clasificados anteriormente
Comerciantes en establecimientos
Empleados de ventas en establecimientos
Trabajadores en el alquiler
Otros comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas en establecimientos, no clasificados anteriormente

Fuente: Elaboración propia con datos del SINCO.

Cuadro A2

*Proyecciones de movilidad Markoviana de ocupaciones en México 2021-2025.
(Escenarios de Covid-19 con y sin crecimiento económico).*

Escenarios	Años	Digital	No digital	Desempleo
1: Tendencial y sin Covid	2021	0.33 %	0.63 %	0.04 %
	2022	0.33 %	0.62 %	0.04 %
	2023	0.33 %	0.62 %	0.05 %
	2024	0.34 %	0.61 %	0.05 %
	2025	0.34 %	0.61 %	0.06 %
2: Con Covid y sin crecer	2021	0.49 %	0.45 %	0.06 %
	2022	0.61 %	0.32 %	0.07 %
	2023	0.7 %	0.23 %	0.07 %
	2024	0.77 %	0.16 %	0.07 %
	2025	0.81 %	0.12 %	0.07 %
3: Optimista y Covid	2021	0.34 %	0.64 %	0.025 %
	2022	0.35 %	0.63 %	0.02 %
4 % crecimiento	2023	0.36 %	0.63 %	0.01 %
	2024	0.37 %	0.62 %	0.01 %
	2025	0.38 %	0.61 %	0.01 %