

Trayectorias del ahorro: el régimen pensionario mexicano

Saving trajectories: the Mexican pension regime

Clarisa Cigarroa Ríos
Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico
Nacional, México
ccigarroar1800@alumno.ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-8531-1753>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456067615008>

José Carlos Trejo García
Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico
Nacional, México
jtrejog@ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-0046-5310>

Héctor Alonso Olivares Aguayo
Universidad La Salle México, México
hectoralonso.olivares@lasalle.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-2609-8627>

Recepción: 12 Diciembre 2020

Aprobación: 25 Junio 2021

RESUMEN:

Este trabajo tiene el **objetivo** de identificar trayectorias en la administración del ahorro de trabajadores mexicanos de 2012 a 2018. Se realizaron diversas trayectorias en la administración del ahorro derivado de sus salarios para el fondo de pensiones de los trabajadores mexicanos con información del periodo mencionado, utilizado el **método** de tipo cuantitativo con la aplicación de simulaciones con escenarios mediante cadenas de Markov. La **originalidad** está en la aplicación de simulaciones de Montecarlo al considerar información específica de la ENOE como; nivel de escolaridad, género, nivel de ingreso, además de la contribución al régimen formal del IMSS en el periodo de retiro. Los **resultados** muestran el gran nivel de impacto de las variables, como el nivel de escolaridad, que presenta un impacto mayor al monto final de retiro para el caso de los hombres.

PALABRAS CLAVE: Ahorro para el Retiro, Fondos de pensiones, Salarios, Cadenas de Markov, Simulaciones de Montecarlo, Régimen Contributivo.

ABSTRACT:

The objective of this paper is to identify trajectories in the saving administration of Mexican workers from 2012 to 2018. Various trajectories were forecasted with the saving administration derived from the Mexican workers salaries for their pension funds with data in the same period, using a kind of quantitative method with the application of simulations with scenarios by Markov chains. The originality is the application of Monte Carlo simulations considering specific ENOE data such as education level, gender, income level, in addition to the contribution to the formal IMSS regime in the retirement period. The results show the impact level with variables such as the level of education, which has a greater impact to the final amount of retirement in the case of men.

KEYWORDS: Savings for Retirement, Pension funds, Wages, Markov Chains, Montecarlo Simulation, Contributory regime.

NOTAS DE AUTOR

jtrejog@ipn.mx

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es el resultado de una tesis de maestría (Cigarroa, 2020), enfocada para México en donde se cuenta con diferentes sistemas de Seguridad Social (SS) y pensiones. Uno de los principales es el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que inició sus operaciones en 1943 enfocado en los trabajadores del sector privado formal en su mayoría. En el año de 1995, en México se modificó la Ley del Seguro Social para enfrentar el gradual déficit del Sistema de Pensiones (SP) tipo PAYG (Pay as you go) de Beneficio Definido (BD) para los trabajadores del sector privado formal, y afirmar la continuidad financiera del sistema, lo anterior según Kato y Cárdenas (2013). En consecuencia, el régimen de Beneficio Definido del Seguro Social se convirtió definitivamente en un régimen de Contribución Definida (CD), donde, cada trabajador cuenta con su propia cuenta individual. La suma final que cada trabajador tendrá acceso en el momento de su retiro considerará variables que definen el monto del ahorro; en primer lugar, se observará el periodo de contribución, seguido por el nivel de escolaridad de acuerdo con López y Nieto (2011), así como el ingreso y es estado civil. Igualmente, se debe de considerar el beneficio del mercado, de acuerdo con el CONAPO (2017) la esperanza de vida de la persona y también el riesgo de sobrevivida, según Cigarroa (2020).

El régimen del antiguo SP estaba basado en el BD, el cual se fijó en las aportaciones que tenía el trabajador a una cuenta base y al momento de llegar a una edad de retiro pudiera obtener una pensión, no obstante, se basaba en los jóvenes que estaban trabajando. Se describe este pilar con una entrada y una salida, en la entrada se consideran las aportaciones del trabajador, número de personas y el periodo laborado; como salida está la pensión, número de pensionados y la probabilidad de supervivencia. Se busca que el número de personas que están aportando en la entrada, sea mayor al número de personas pensionadas que están retiradas (salida). Como menciona Sandoval (2014), actualmente los países tienen complicaciones demográficas, ya que la base de los trabajadores que realizan aportaciones se va reduciendo, por lo que el pico de la pirámide se ensancha al paso del tiempo, indicando que habrá más personas en edad de retiro que población joven que pueda aportar a la entrada.

Para el caso de México, la Población Económicamente Activa (PEA) en edad de retiro crece a un ritmo no esperado. De acuerdo con proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) (CONAPO, 2018), se calcula que para el año 2050 se tendrán más personas en edad de retiro que gente joven. Relacionando las proyecciones con las pirámides poblacionales, se visualiza la reducción de la base y el pico de la pirámide incrementa o, por lo que se dice que un trabajador mantiene a un pensionado, pero cuando la pirámide se invierte completamente esto ya no será factible, esto según Cigarroa (2020).

Según la CONSAR (2008), la CD es la generación de cuentas individuales por trabajador, las cuales contienen las aportaciones tripartidas, es decir, aportaciones del patrón, trabajador y gobierno; la cuenta se genera a nombre del trabajador y la cuenta estará operativa solamente cuando el trabajador este activo en el mercado laboral. Esta cuenta se invierte en una Administradora de Fondos para el Retiro (AFORE) para generar rendimientos y sumarlos a la misma. Como menciona Colmenares (2015), al cumplir con los requerimientos podrá hacer valido su derecho de retiro, el cual, se determina mediante el uso de los recursos que ahorró en su cuenta individual. El total de aportaciones se calcula en un 6.5% (Amafore, 2016).

Como ejemplo, los ingresos promedio de la ENIGH 2016-2018 (INEGI, 2018), si se considera un hombre con 29 años, con un ingreso mensual de \$19,591 MXN (pesos mexicanos), faltando 36 años para su retiro (65 años como edad de retiro), una sobrevivida de 10 años y considerando anualmente inflación del 3%, con crecimiento del 8% en el mercado el trabajador tendría una pensión mensual dentro de los próximos 36 años de \$56,780. Esto resultaría con un ahorro total de \$5,144,375 MXN. Para lograr el nivel de ahorro antes descrito, la persona requeriría tener el ahorro total en su cuenta individual, para poder mantener su nivel de vida actual o anterior a su retiro. Para lograrlo, se necesitarán ahorros mensuales de 18% de sus ingresos, es decir, \$3,599 MXN. Ahora, si se considera una mujer con 29 años, un ingreso mensual de \$13,590 MXN, faltando 36 años para su retiro con las mismas características descrito en el primer ejemplo, tendría una

pensión mensual dentro de los próximos 36 años de \$39,388 MXN. Esto resultaría con un ahorro total de \$3,568,580 MXN. Para lograr el nivel de ahorro antes descrito, la persona requeriría tener el ahorro total en su cuenta individual, para poder mantener su nivel de vida actual o anterior a su retiro. Para lograrlo, se necesitarán ahorros mensuales de 18% de sus ingresos, es decir, \$2,496 MXN.

Hombre											
*Citas en pesos											
Grupos de edad	Años para su Retiro	2016				2018					
		Ingreso promedio	Pago Mensual	Ahorro Total	Ingreso promedio	Pago Mensual	Ahorro Total	Ahorro Mensuales	% Ahorro Mensual		
12 a 19 años	46	\$ 3,037	\$ 19,697	\$ 1,784,601	\$ 3,476	\$ 21,329	\$ 1,932,465	\$ 711	13%		
20 a 29 años	36	\$ 19,591	\$ 56,780	\$ 5,144,375	\$ 20,906	\$ 60,591	\$ 5,489,679	\$ 3,840	18%		
30 a 39 años	26	\$ 28,648	\$ 61,782	\$ 5,597,251	\$ 28,157	\$ 60,723	\$ 5,501,614	\$ 7,750	28%		
40 a 49 años	16	\$ 30,741	\$ 69,330	\$ 4,469,403	\$ 30,301	\$ 68,024	\$ 4,405,431	\$ 14,300	47%		
50 a 59 años	6	\$ 29,770	\$ 35,547	\$ 3,220,610	\$ 31,275	\$ 37,344	\$ 3,383,425	\$ 40,421	129%		
60 o más años	5	\$ 32,718	\$ 37,929	\$ 3,436,440	\$ 21,730	\$ 25,191	\$ 2,282,347	\$ 33,740	155%		

Mujeres											
*Citas en pesos											
Grupos de edad	Años para su Retiro	2016				2018					
		Ingreso promedio	Pago Mensual	Ahorro Total	Ingreso promedio	Pago Mensual	Ahorro Total	Ahorro Mensuales	% Ahorro Mensual		
12 a 19 años	46	\$ 3,599	\$ 14,018	\$ 1,270,077	\$ 3,778	\$ 14,715	\$ 1,333,246	\$ 491	13%		
20 a 29 años	36	\$ 13,590	\$ 39,388	\$ 3,568,580	\$ 14,046	\$ 40,709	\$ 3,688,320	\$ 2,580	18%		
30 a 39 años	26	\$ 17,484	\$ 37,706	\$ 3,416,210	\$ 17,662	\$ 38,090	\$ 3,450,989	\$ 4,861	28%		
40 a 49 años	16	\$ 18,473	\$ 29,644	\$ 2,685,771	\$ 18,538	\$ 29,748	\$ 2,695,221	\$ 8,749	47%		
50 a 59 años	6	\$ 18,227	\$ 21,764	\$ 1,971,853	\$ 18,987	\$ 22,671	\$ 2,054,072	\$ 24,540	129%		
60 o más años	5	\$ 11,669	\$ 13,528	\$ 1,225,619	\$ 11,533	\$ 13,370	\$ 1,211,335	\$ 17,907	155%		

FIGURA 1
Proyección del Ahorro
elaboración propia con datos de INEGI (2018).

En algunas experiencias internacionales, se muestra el estudio del CESOP (2017): en donde los miembros de la OCDE han decretado posponer la edad de retiro, acorde a la esperanza de vida. Por ejemplo, países como Alemania, España y los Países Bajos se han ajustado al rasgo demográfico de posponer la edad de retiro. Según el estudio de la OCDE (2015), naciones como Suecia e Italia no pospusieron la edad de retiro debido a que tienen un sistema de reparto de cuentas nacionales que les deja estimar las pensiones. Estas naciones, determinaron que la edad de retiro sea voluntaria y la suma del monto de retiro se ajusta a la edad y esperanza de vida (Díaz-Giménez, 2014). Debido a las modificaciones que se dieron en el SP, es de suma importancia estimar los futuros escenarios que los trabajadores pueden llegar a obtener al término de su etapa laboral. Se deben considerar las particularidades que pueden mejorar la cuenta individual del trabajador. En el escenario actual y por debajo del promedio del índice general, México aparece con un 45.3%, esto representa un SP con grandes dificultades.

En una revisión de investigaciones, Carpio y Carpio (2008) definen y miden el déficit actuarial de un sistema de pensiones, desarrollando un modelo teórico para estimar la deuda implícita a través de dos métodos diferentes ("Método retrospectivo" y "Método prospectivo"). Posteriormente, una nueva medida del desequilibrio del sistema de Seguridad Social la definen desde un punto de vista estrictamente actuarial. Esta nueva medida está relacionada con el Valor Presente Neto (VPN) estimado. Después, el modelo desarrollado se ajusta a los datos agregados disponibles en la mayoría de los países para calcular el monto de la deuda implícita del Seguro Social a través de los dos métodos diferentes. Finalmente, este modelo se aplica al sistema general de pensiones de jubilación (Régimen General).

En cuanto a investigaciones referentes a México, Villagómez y Hernández (2010) y Damián (2016); estiman los ahorros contractuales generados por la reforma del sistema de pensiones de México y su relación con los ahorros voluntarios. Los resultados sugieren que no existe un efecto de compensación entre los ahorros voluntarios y contractuales, Culebro y Figueras (2012) analizan el desarrollo y la evolución de la reforma de las pensiones mexicanas, de dos organismos principales: por un lado, el regulador (el Ahorro Nacional para la Jubilación) y el otro, desde la administradora de fondos de pensiones diseñada como una asociación público-privada (PPP Manager Retirement Funds, Afore XXI). Encuentran, en primer lugar, la existencia de un grado horizontal de especialización y una posible falta de responsabilidad y transparencia en las organizaciones responsables de regular el sistema de pensiones y, en segundo lugar, que la presencia de valores que pueden competir en los funcionarios públicos en el desarrollo de sus funciones ha afectado desarrollo de un nuevo sistema de pensiones en México y el desempeño del regulador.

Es preciso destacar un par de investigaciones de Chile, Umaña Hermosilla et al. (2015), donde se determinan las variables que influyen en el comportamiento de los inversores de múltiples fondos, analizando si el comportamiento está relacionado con variables racionales o con principios de comportamiento. Basado en datos obtenidos de la Encuesta de Protección Social 2006-2009, construyen un modelo logístico múltiple para determinar la influencia de las variables. Los resultados de esta investigación sugieren que variables como el sexo, la edad y la educación influyen en la toma de decisiones de los inversores. Gómez et al. (2016) dan a conocer las experiencias y percepciones de las mujeres jubiladas por parte del sistema privado de pensiones en Chile (AFP), con respecto a los montos de su pensión actual. Para esto, se entrevistaron a mujeres jubiladas, utilizando el Análisis de contenido cualitativo para el procesamiento de datos. Los resultados muestran tres categorías: percepción de fraude y arrepentimiento en la transferencia a la AFP; discriminación de género en el lugar de trabajo que impacta en la jubilación; y empobrecimiento y sufrimiento en la vida diaria. Concluyen que las experiencias subjetivas de las mujeres están marcadas por el sufrimiento, la impotencia y el pesimismo.

Algunas investigaciones españolas interesantes se muestran en Pérez-Salamero et al. (2016). Quienes contribuyen a un mejor conocimiento de la Muestra Continua de Vidas de Trabajo (CSWL, por sus siglas en inglés) en relación con la información de los beneficios de pensión. El CSWL 2010 es analizado considerando los datos agrupados por tipo de beneficio, cohortes de edad y género, así como por cantidad. Después de realizar las pruebas estadísticas apropiadas sobre el ajuste de la muestra a la población con base en los datos del informe estadístico INSS 2010, concluyen que el uso de CSWL para algún tipo de análisis dado su diseño inicial (muestreo aleatorio simple), algunos errores administrativos y problemas de clasificación errónea, podrían implicar que los datos seleccionados no son representativos de la población en estudio. García y Nave (2018) calculan el efecto directo de la reciente reforma del sistema público de pensiones español en los beneficios de pensiones. Aplicando modelos de micro simulación a una muestra de 5,025 vidas laborales de individuos jubilados en 2011, concluyen que la reforma tiene en promedio una incidencia negativa en las dos variables analizadas: la pensión inicial y la edad de jubilación. Mientras que, De la Fuente et al. (2019), construyen proyecciones a largo plazo de los ingresos y gastos del sistema público de pensiones español bajo diferentes escenarios macroeconómicos y diferentes opciones de política utilizando un modelo dinámico de equilibrio general. En el trabajo de Ortiz et al., (2019) sugieren que hay margen para las medidas que mitigarán los efectos adversos del nuevo índice de actualización de pensiones. Finalmente, para el caso colombiano Gómez et al. (2019), utilizan un modelo de simulación para analizar el nivel de inequidades del Régimen de Abono Salarial Medio (RPM) colombiano usando un enfoque de valor presente de contribuciones y beneficios. También se propone un sistema de pensiones alternativo basado en contribución compartida.

Hablando de aplicaciones y en perspectiva, cuando se requiere atrasar la edad de retiro mientras se incrementa el número de gente adulta con una edad de 50 y más, es trascendental que se planee la sobrevivencia al término de la etapa laboral. En el análisis de Melbourne Mercer Global Pension Index (Mercer, 2018), se dice que los retos no atañen solo a México, sino que muchos de los casos que tienen relación con pensiones son similares en varias naciones, la diferencia es el régimen bajo el cual se administran, es decir, el régimen BD o CD.

Dicho análisis plantea clasificar a las naciones de la A, a la E, esto en función de sus particularidades y a través de un índice ponderado de 0 a 100%, esto con las particularidades de adecuación, sostenibilidad e integridad. Como naciones líderes están los Países Bajos y Dinamarca con el mayor una mayor ponderación. México se ubica en la clasificación D, describiéndose al sistema con deficiencias significativas que se consideran para mejorar su funcionamiento en la Figura 2.

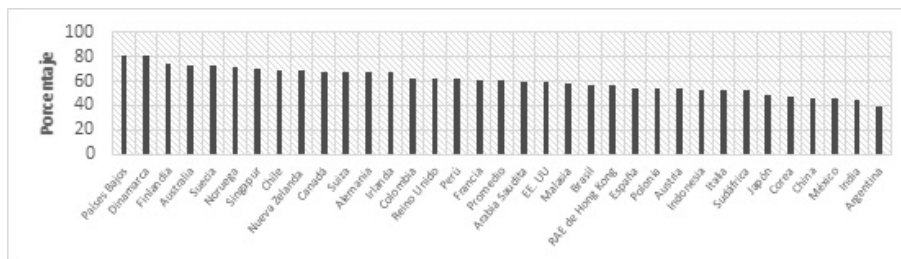


FIGURA 2
Particularidades de los SP
 elaboración propia con datos de Mercer (2018).

El primer SP en México fue el régimen del 97, mejor conocido como Ley del Seguro Social de 1973. En la actualidad sigue vigente para las personas que aún no han decidido retirarse y se afiliaron antes del primero de junio de 1997. La modificación a la Ley del Seguro Social se dio en 1992, cuando se estableció que los patrones debían aportar el equivalente al 2% del Salario Base de Cotización (SBC) en favor de los trabajadores formales tanto del sector público como del sector privado.

Los trabajadores en función de su esquema de SS se encuentran afiliados y estarán cotizando las semanas laboradas. Las cuentas individuales son administradas por instituciones financieras denominadas AFORES y al cumplir con los requisitos adecuados, los fondos podrán ser requeridos. Si se considera el estudio de Carranza et al. (2016) y a la CONSAR (2016) la reestructuración del SP en México se basó en el caso de Chile, el cual está conformado por una cuenta individual donde se hacen los depósitos del ahorro (García y Seira, 2015) y pueden ser utilizados al momento del retiro. Dichas cuentas han sido gestionadas por Administradoras de Fondos de Pensiones (AFPs), el total del ahorro sumado al rendimiento de los fondos es el monto final de la pensión al cual tiene derecho el trabajador, como se menciona en el trabajo de Cigarroa (2020). A continuación, se muestra en la Tabla 1 un comparativo del SP de algunos países con mayor participación en este tipo de administraciones

TABLA 1
Régimen de retiro internacional comparativo histórico

Nación	Régimen Actual	Régimen Anterior	Reestructuración	Regímenes de retiro	Estimaciones	Edad de retiro	Periodo cotizado
Alemania	Régimen de reparto	Régimen Obligatorio de reparto	2007 incremento de edad de retiro. 2009 se canceló temporalmente disminución de los tipos de cotización	Planes de trabajo Planes Individuales	9,6 % en fracciones iguales empresa y trabajador.	65 años en 1947 67 años en 1964	Régimen de punto
Chile	Régimen de tres pilares Solidario Contributivo Voluntario	Régimen de Reparto	Modificado en 1981, Régimen de retiro con capitalización individual operado por sujetos privados		Cuenta individual del 10%	65 años hombres 60 años mujeres.	20 años o más
España	El régimen de reparto español está constituido en cinco partes	Régimen de Aportación definida	En el 2011 se difirió la Edad mínima de retiro de 65 a 67 años		Aportaciones de trabajadores en funciones.	65 años menos 35 años y 6 meses. 67 años menos 38 años y 6 meses de cotización	15 años mínimo
Estados Unidos	Régimen Multibase OASDI			Régimen SEP Régimen 401(K) IRS	Patrón 25% Trabajador 50%	65 y 67 años	10 años mínimo
México	Régimen Multibase:	Régimen Público de Reparto	En 1997 se estableció un régimen multibase		Tripartita 6.5%	60 años, hombres y mujeres con retiro anticipado	1250 semanas

elaboración propia con datos de Diaz-Giménez (2014)[1], Berstein (2010), BBVA (2018), García y Nave (2018).

Adicionalmente, se pretende que el total de la cuenta se incremente con aportaciones voluntarias, sin descartar la volatilidad del mercado. Estas aportaciones se encuentran vigiladas por las Sociedades de Inversión Expertas en el manejo de los Fondos para el Retiro (SIEFORES). Incluyendo cinco tipos de fondos y clasificados por edades de los trabajadores, cada uno incluye diferentes medios para invertir, estando relacionados con la edad y con los rendimientos de acuerdo con los años restantes para el retiro.

El SP en México se encuentra conformado por cuatro bases que son: los regímenes de pensiones sociales, BD, CD y ahorro voluntario individual como se observa en la Figura 3.

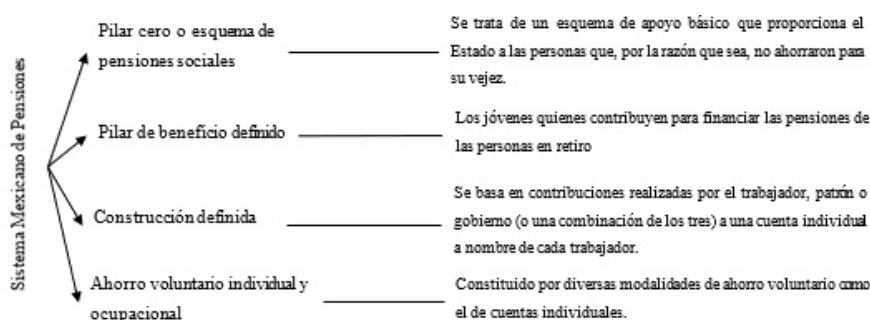


FIGURA 3
SP en México

elaboración propia con datos de CONSAR (2017).

La investigación presente se conforma de esta manera; en la introducción se presentan los antecedentes del sistema de pensiones, desde su evolución hasta sus efectos en la etapa de jubilación; en la segunda sección se encuentra el método de análisis empleado; posteriormente se presentan los resultados obtenidos del análisis del sistema de pensiones; en la sección de análisis con indicaciones de uso de herramientas analíticas a la fuente de información; mientras que finalmente en la sección de discusión se muestran las conclusiones al nivel de cumplimiento del objetivo de la investigación.

MÉTODO

La presente investigación tiene un método dividido en tres etapas, en donde la tercera tiene el mayor peso de análisis de tipo cuantitativo y con corte actuarial-económico descriptivo de variables sociodemográficas en México (Barreiro, 2003). En la primera etapa, se comienza con el análisis de la PEA, que la integran todas las personas de 12 y más años que realizaron algún tipo de actividad económica (población ocupada), o que buscaron activamente hacerlo (población desocupada abierta, clasificándose en población ocupada y población desocupada abierta o desocupados activos, INEGI (2018). En la segunda etapa, se ubicaron a todos los individuos que cotizan, es decir, laboran en el sector formal al tiempo que se levantó la encuesta. El 2016 indicó el mayor porcentaje, el 72% se encontró en un trabajo formal; el 2012 indicó el nivel más bajo de individuos que cotizaban. En comparación, los empleos del sector formal en los Estados del sur de México tienen menor presencia con una participación del 22% de los trabajadores que cotizan. El Estado de Yucatán se colocaba con el 3% de personas que cotizaban al 2012, pero en 2016 disminuyó al 2% colocándose como el Estado con menor cantidad de personas cotizando con una participación del 0.07%. Hay varias circunstancias que originan una pensión, especialmente los individuos que cotizan en un organismo de SS. El 48% de los individuos tiene la esperanza de obtener una pensión mediante una prestación, dígame por las aportaciones efectuadas a su cuenta individual y con el manejo de una AFORE (Román, 2015). El 31% de los trabajadores, no puede acceder a una pensión. Sólo el 1%, prevé alcanzar una edad longeva adquiriendo un seguro. Con relación a lo antes mencionado, ha aumentado la cantidad de individuos a través del tiempo.

En contraste, 22% de la gente no laboró un mes antes del día que se realizó la encuesta, esto equivale a 23,205 personas. No obstante, se mantiene constante la cantidad de personas que no desea laborar, especialmente, la población joven menor a 27 años, dígame la gente que va a culminar su etapa estudiantil y todavía no desean incorporarse al mercado de trabajo. Los resultados de la encuesta arrojaron un total de 61,282 hombres y 43,340 mujeres censados, quienes se ubicaban en un régimen con un trabajo formal. Por otro lado, personas por debajo de los 27 años, de los cuales 19% resultaron ser hombres y 17% mujeres, de estos últimos resultados predominó el género masculino en un régimen con un trabajo formal.

La organización del Sistema Educativo Nacional se divide en tres niveles. El primer nivel consiste en la Educación Básica, esta se organiza por preescolar, primaria y secundaria. El nivel Medio Superior está diseñado para estudiantes de 15 años y más, este nivel contempla bachillerato de 3 años; en algunos subsistemas se contemplan, estudios de formación con especialización técnica que están diseñados para ser cursados en dos años. El nivel básico y el nivel medio superior son obligatorios, como lo marca el artículo tercero de la Carta Magna, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El nivel Superior, está constituido por formación que proporcionan las instituciones de nivel profesional, universidades, normales o tecnológicos superiores; otorgan un título de licenciatura o de nivel profesional. En el nivel superior se incluye la formación de nivel posgrado que contempla la especialización en áreas específicas. Los resultados de la encuesta también arrojaron que el 9% culminó en su totalidad el nivel básico, el 20% culminó el nivel medio superior y superior, sólo el 1% se formó como docente. No obstante, en México no hay interés para especializarse mediante un posgrado, sólo el 0.38% concluyó el nivel de doctorado, como lo indica en su trabajo Cigarroa (2020).

Más del 50% de la población masculina, tiene menos de 40 años; de estos 54% están casados, 19% están solteros y viven con su pareja, el resto pertenece a uno de los siguientes estados civiles; divorciado, separado y viudo. Mientras que el 58% del género femenino está en una edad menor a los 27 años. El 42% está casada y 21% está soltera; sólo el 17% vive con su pareja. El 10% de la población masculina está separado, en promedio representa el doble a diferencia del género femenino. Se concluye que más población femenina joven se integra a un trabajo formal, y tienen un menor interés por estar casadas; contemplan más estar solteras en comparación con el género masculino.

Gente con edades comprendidas entre los 77 y los 85 años, concibieron en promedio 4 hijos; la gente menor de 77 años concibió de 2 a 3 hijos durante un periodo de 6 años después del matrimonio, esto quiere decir que, la población más joven sólo desea tener dos hijos. La encuesta mostró que la población masculina puede obtener un promedio de ingresos superiores a los \$30,000 pesos al semestre, para lo cual deben trabajar 48 horas a la semana, lo que equivale a una jornada de 8 horas durante 6 días a la semana; seguido por 40 horas a la semana durante 5 días. Como tercera opción, resultaron 60 horas de trabajo, para ello se consideran personas que tienen jornadas de 10 horas diarias durante seis días. Los menores de 27 años son los que dedican más horas al trabajo.

Además de que los trabajadores prefieren consumir bienes y servicios, la CONSAR (2020) considera que, también requieren ahorrar, el ahorro se considera consumo futuro y se pueden atesorar recursos; esto permite que se incentive el crecimiento económico. De acuerdo con el análisis macroeconómico, se considera la suma del ahorro privado más el ahorro público, atesorando un ahorro total (Villagómez, 2014). En el contexto de esta investigación, el ahorro equivale al porcentaje del ingreso que percibe el individuo y que no forma parte del consumo presente y se ocupa para consumo futuro, el ahorro puede administrarse por diversas instituciones financieras.

Algunas opciones financieras pueden ser; cuentas bancarias, seguros de vida, seguros de retiro o aportaciones voluntarias. No se considera ahorro al ingreso que no se gastó, por ejemplo; el ingreso mensual de una familia, que después de finalizar su consumo y considerar todas sus necesidades, el remanente se puede considerar como ahorro. En la reforma del Sistema Mexicano de Pensiones (SMP), se crearon cuentas individuales por cada trabajador para estimar de forma individual su ahorro. En cada SIEFORE, las AFORES colocan mediante inversión recursos de los usuarios del régimen de pensiones, para poder mejorar su rendimiento. Dentro del SP, las cuentas de cada trabajador se clasifican por edades, este mecanismo se utiliza para administrar la inversión (CONSAR, 2018).

En el 2012 habían 458.9 millones cuentas, mientras que para 2016 se contabilizaron 639.7 millones cuentas. Para la tercera etapa, con el objetivo de analizar las trayectorias del ahorro en el sector pensionario mexicano, se consideró la base en datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), la cual sirvió para realizar las proyecciones de ahorro. El fundamento teórico para el análisis de trayectorias del ahorro

se sustenta con la metodología del Modelo de simulación de Monte Carlo y en las Cadenas de Markov, para poder hacer simulaciones aplicándolas a los casos de esperanza de vida.

La simulación se puede entender como un proceso que ayuda a conocer el comportamiento de un modelo, basado en un muestreo sistemático de variables aleatorias. De acuerdo con Soto (2011), el proceso de simulación se desarrolla en seis etapas; la primera es la definición del problema con creación del modelo, la segunda con programación, la tercera con revisión, la cuarta con la validación del modelo, la quinta el diseño de experimentos y sexta el análisis de los resultados.

El modelo de simulación de Monte Carlo se conoce como tal, haciendo énfasis al principado de Mónaco, el cual fue conocido como “la capital del juego de azar”. Se refiere a la ruleta como un productor de números aleatorios, el algoritmo de simulación de modelo de Monte Carlo está basado en la generación de números aleatorios, base de las distribuciones acumuladas de frecuencias (Soto, 2011). Al aplicar este modelo se considera la probabilidad, dígame el instante en que se quiere saber la posibilidad de que ocurra un evento; se logra saber cuándo se realiza un determinado número de experimentos, con ello, se determina la variable aleatoria como función de densidad. El proceso se repite reiteradamente, haciendo uso de varios valores aleatorios de las funciones de probabilidad (González, 2015).

Después de revisar el tratamiento del modelo de Venegas y Martínez (2008), éste cuenta las siguientes peculiaridades: Se necesita una forma para calcular estimaciones o proyecciones de variables aleatorias, dependientes del espacio temporal a través de experimentos independientes; El error está dado por la magnitud; (1), donde es una constante y el número de ensayos.

Se debe considerar un proceso para modelar, por lo que, al aplicar el modelo de Monte Carlo, se considera su comportamiento como un Movimiento Geométrico Browniano (MGB): (2); Donde: r es una variable constante; es la volatilidad instantánea; (3).

Si se aplican aumentos discretos, el valor subyacente en la ecuación se puede escribir como: (4)

Donde es una variable normal estándar. La forma discreta de simular la serie es conocida como el método de Euler. Para este caso, a partir del valor inicial y la generación de un número aleatorio de se calcula un posible valor de el cual, posteriormente, se utiliza para calcular y así sucesivamente. El método es sencillo para una ecuación diferencial estocástica y se obtiene un error del tipo (Venegas y Martínez, 2008). En este caso, la serie simulada de un valor subyacente se genera iniciando con un valor y la generación de un número aleatorio de para obtener un posible valor de y así sucesivamente. Se puede proponer el siguiente algoritmo para determinar el valor de la opción financiera: Simular el comportamiento del valor subyacente futuro, partiendo del valor subyacente en el presente y continuar hasta la fecha de expiración de la opción T , lo cual proporciona una posible proyección de los precios del valor subyacente. Calcular para cada proyección el valor intrínseco de la opción: Repetir n veces los pasos anteriores; Determinar el promedio de los valores intrínsecos obtenidos; Determinar el valor presente del promedio anterior, lo cual finalmente proporciona el valor de la opción.

La precisión está en función de los atributos de los números aleatorios, por ello se recomienda ejecutar la prueba de aleatoriedad. Con mucha frecuencia se emplean variables aleatorias uniformes en el intervalo $[0,1]$ para generar variables aleatorias estandarizadas a través del método de Box-Müller, el cual recomienda que se aplique lo siguiente: ó (5). Para generar valores de sin con “Un proceso de Markov es un proceso aleatorio con la propiedad de que dado el valor actual del proceso , los valores futuros para son independientes de los valores pasados para ” (Sánchez, 2019).

De acuerdo con Venegas y Martínez (2008), si se considerara como ejemplo la siguiente matriz de transición asociada a las probabilidades de migración de observaciones en un intervalo :

$$A B I$$

(6)

Donde En particular, y . Indudablemente, donde I es la matriz de identidad de 3×3 . De aquí en adelante, el conjunto de grupos será llamado el espacio de estados. El proceso estocástico que toma valores en tal que: (7)

Será nombrado proceso de estado . Dado que existen casos en que grupos de observaciones no vuelven a tener transición, se dice que el estado I es un estado absorbente. Suponiendo que tiene la propiedad Markoviana: (8)

Dígase, la probabilidad de transición hacia algún estado depende solo del estado actual, es decir existe la pérdida de memoria y, si además se cumple que: (9)

Entonces el proceso es conocido como una cadena de Markov semejante (en el tiempo) con un número finito de estados. Una propiedad relevante de una cadena de Markov semejante se da cuando la matriz de transición de periodos, cada uno de longitud , se obtiene como: (10)

En general, se cumple que En efecto, observe que ;

(11)

Por tanto, (12)

Donde es el conjunto de índices asociados a una trayectoria factible que va del estado al estado Por ejemplo:

(13)

Suponga que, y que es la matriz de transición en un periodo de longitud . Así, para una cadena de Markov semejante la matriz de transición del estado al satisface: (14)

Por supuesto, el análisis anterior puede extenderse sin dificultad, para el caso de cualquier número finito de estados (Venegas y Martínez, 2008). Por último, se determina la distribución no condicional de una cadena de Markov. Sea una cadena de Markov semejante definida sobre un número finito de posibles estados . Hasta este punto, todas las probabilidades que se han considerado sobre son condicionales. Si se desea la distribución no condicional de es necesario especificar la distribución de probabilidad del estado inicial. Esto es: (15)

De esta manera, todas las probabilidades no condicionales pueden ser calculadas mediante: (16)

Una vez entendiendo el proceso de cadenas de Markov y el análisis de probabilidades de transición, se consideró el algoritmo Metrópolis-Hastings (MH) de Ross (1999b), el cual es una notación algorítmica del modelo de Monte Carlo a través de las cadenas markovianas, el cual también se conoce como MCMC y se aplica para resultar en una secuencia de muestreos aleatorios a partir de una distribución de probabilidad, cuyo muestreo directo no es simple. La notación algorítmica genera una cadena markoviana. Cada iteración de la notación algorítmica de (MH) reside en dos pasos; plantear un estado diferente del régimen y con cierta probabilidad este puede ser adoptado o se puede refutar (Eidsvik & Tjelmeland, 2006).

También se consideró a Durán et al. (2014), su propuesta de notación algorítmica incluye cuatro caminos importantes:

- ü Carga y análisis de datos.

- ü Cálculo de la matriz contador.

- ü Cálculo de la matriz de probabilidad.

- ü Determinación de la probabilidad de ocurrencia de un nuevo estado usando el MH.

- ü Donde, la matriz T refleja la relación de los eventos. Cada celda suma el número de veces que un estado identificado con las filas de la matriz es sucedido por otro identificado con las columnas. Donde representa el número de transiciones hacia arriba, desde i a j.

(17)

La división de la matriz contador T por cada uno de los totales (sumi o sumas) a lo largo de una fila, da lugar a la Matriz de Probabilidades de Transición: . Esta representa la probabilidad de la variación de eventos. A partir de la matriz P se calcula la matriz de probabilidad acumulada , como la suma total por columna a lo largo de una fila. El valor correspondiente a la probabilidad acumulada en la última columna de una fila dada es igual a 1.

En la notación algorítmica de MH, las probabilidades de transición están dadas por la siguiente expresión, de acuerdo con Sambridge (2002): (18)

Donde: P' es la probabilidad de que se dé un estado particular y éste se mantenga, por lo que corresponde a los valores en la diagonal de la matriz. De forma general, se supone que el estado actual es i , proponiéndose N estados vecinos j con probabilidad: (19)

Se acepta el nuevo estado solo con probabilidad: (20)

El movimiento es aprobado con probabilidad A o refutado con probabilidad $1-A$. Si se aprueba, la notación algorítmica se mueve hacia el nuevo estado. En caso contrario, permanece en el estado actual, el cual es nuevamente evaluado en el proceso. Con los argumentos de Ross (1999a): Sean números positivos, y sea m . Suponga que m es grande, que B es complicado de calcular y que se quiere proyectar una variable aleatoria con función de masa de probabilidad: (21)

La notación algorítmica de MH proporciona un método para realizar este proceso. Construye una cadena markoviana reversible en el tiempo con las probabilidades límite esperadas: Sea Q una matriz de probabilidades de transición de tipo markoviana irreducible sobre los enteros $1, \dots, m$, donde $q(i, j)$ representa el elemento de Q en el renglón i y la columna j .

Definiendo una cadena markoviana de la siguiente manera: Cuando $X_t = i$, se genera una variable aleatoria X_{t+1} tal que $X_{t+1} = j$, entonces es igual a j con probabilidad $q(j, i)$ y es igual a i con probabilidad $1 - q(j, i)$ en estas probabilidades de transición dadas por: (22)

La cadena markoviana será reversible en el espacio temporal y tendrá probabilidades estacionarias si $q(i, j) = \frac{b(j)}{b(i)} q(j, i)$; que equivale a $b(i)q(i, j) = b(j)q(j, i)$. Se verifica que esto se satisfaga si se considera: (23). El valor de B no es necesario para definir la cadena markoviana, ya que es suficiente con los valores $b(j)$.

Para la información a utilizar, se considera al PEA como el conjunto de personas con 12 y más años de edad que han realizado una actividad económica (INEGI, 2018). En el caso de los estados del norte de México, es donde se concentra la mayoría de la población que está cotizando, con la esperanza de una pensión a través de una prestación de salud. Hay un mayor porcentaje en el sector formal de género masculino, notando el mismo comportamiento a nivel educativo en comparación a las mujeres.

En el estudio de Murillo-López y Venegas-Martínez (2011), se busca conocer la aportación en el retiro mensual que percibirá una persona al tiempo que culmine su etapa laboral. Para conformar la base de datos del estudio se consideró la ENOE, con la población de 15 años y más. Conformada con información del sector laboral mexicano, también se complementó con características sociodemográficas, con ello se obtuvo un análisis mejor diseñado con una temporalidad trimestral, INEGI (2018).

Para su aplicación en el estudio, se analizó el cuarto trimestre del periodo comprendido del 2012 al 2018. En primer lugar, se consideró si las personas cuentan con una prestación a través de una institución de SS. En segundo lugar, el estudio se enfocó en el estado civil y se consideró si el monto de retiro esperado aplica para un matrimonio o para una persona soltera. En tercer lugar, se consideró qué tanto influye el género en la percepción del monto de retiro.

La edad, es un factor que determina el tiempo en que las personas permanecen en el sector laboral. Finalmente, se consideró el nivel de escolaridad y qué tanto influye el poseer un cierto número de años de estudio para obtener un mejor monto de retiro, si fuese el caso. En la Tabla 2 se ve la clasificación.

TABLA 2
Clasificación de Variables

Variable (contador)	Layout	Niveles/Clases	Descripción del código
Prestación sanitaria	MEDICA5	1	Sin prestación
		2	Solo acceso a instituciones sanitarias
		3	Acceso a instituciones sanitarias y otra prestación
		4	No tiene acceso a instituciones sanitarias, pero si a otra prestación
		5	No se especifica
Estado Civil	E_CIV	1	Unión libre
		2	Separado(a)
		3	Divorciado(a)
		4	Viudo(a)
		5	Casado(a)
		6	Soltero(a)
		9	Desconoce
Género	GEN	1	Masculino
		2	Femenino
Edad	AGE	15 a36	SIEFORE 4
		37 a 45	SIEFORE 3
		46 a 59	SIEFORE 2
		60 a 65	SIEFORE 1
¿Nivel de escolaridad?	NE_P13_1	0	Sin estudios
		1	Preescolar
		2	Primaria
		3	Secundaria
		4	Bachillerato
		5	Normal
		6	Técnico
		7	Profesional
		8	Maestría
		9	Doctorado
99	Desconoce		

elaboración propia con información de la base de datos de la ENIGH, (INEGI 2018).

RESULTADOS

Al término de la simulación se obtuvieron diversos logros, no obstante, la diferencia entre el retiro final esperado para los géneros femenino y masculino es considerable de observarse. En la Tabla 3, se puede observar en cursivas que se determinaron montos de retiro superiores a los \$5,000 MXN, son trabajadores que han iniciado en el sector laboral con posibilidad de prevenirse con un retiro y son personas solteras. Por el contrario, las personas (*) son aquellas personas en espera de un retiro mensual menor a \$500 MXN y que tienen una edad próxima al retiro. Cuando no se tiene mayor oportunidad de prevenir el retiro, se identifican resultados alarmantes al momento de decidir el periodo de retiro. Un claro ejemplo es el corte 2, se encuentran casados, con un nivel de escolaridad básico.

Pero ¿qué pasa cuando se cuenta con un nivel de escolaridad de nivel posgrado?, con la información obtenida, para la edad de 50 años existe una diferencia de \$1,000 MXN entre los dos cortes. No obstante, si se realiza una comparación entre los cortes con para la edad de 60 años, resulta que personas con un posgrado esperan recibir una mayor mensualidad para el retiro.

TABLA 3
Retiro final por corte: género masculino

Corte	Edad	Sumatoria AFORE (UDI)							Media (UDI)			Retiro Final (MXN)	
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ingreso Acumulado	Ingreso	Tasa mercado	EspVida10a	EspVida20a
1	60	3,154	7,511	320	243	220	490	118	1,722	3,912	4.5	516	514
2	50	1,306	798	1,156	18,273	1,060	-	12,061	5,776	4,691	4.3	1,497	1,488
	60	477	1,248	403	854	686	-	1,847	919	1,873	4.25	236 *	234 *
3	20	2,930	212,850	3,889	5,981	8,553	5,749	5,392	35,049	315	5.03	10,613	10,584
	37	2,961	270,792	1,814	1,887	4,866	3,775	6,746	41,834	432	4.97	12,528	12,491
	50	503	285	20,664	3,539	1,572	1,062	1,076	4,100	291	4.96	1,223	1,220
	60	364	3,688	832	3,923	548	462	3,803	1,946	21,354	4.87	571	569
4	20	26,756	59,179	4,365	10,308	18,886	14,647	18,733	21,839	139	4.98	6,550	6,530
	37	2,307	7,922	16,464	1,509	2,032	1,945	6,974	5,593	925	4.98	1,677	1,672
	50	1,656	2,399	1,396	1,554	1,091	1,102	2,211	1,630	1,041	5.02	492 *	491 *
	60	703	1,599	218	484	1,013	1,082	706	829	209	4.96	247 *	247 *
5	50	3,128	1,000	465	1,614	4,776	4,251	307	2,220	260	5.00	669	667
	60	2,414	1,081	1,844	963	267	165	947	1,097	827	4.96	328 *	327 *
6	50	3,892	2,073	1,107	822	1,517	2,513	8,444	2,910	239	5.06	886	884
	60	2,605	1,068	2,804	730	481	939	463	1,299	293	4.99	390 *	389 *
7	50	35,036	-	1,329	2,664	482	1,507	1,332	7,058	158	4.25	1,814	1,801
	60	1,134	-	1,278	7,129	502	1,499	1,196	2,123	191	4.16	534	530
8	20	14,120	9,125	5,593	6,247	9,550	9,913	18,562	10,444	336	5.00	3,145	3,136
	37	4,726	5,395	2,450	1,014	6,320	4,828	2,053	3,824	347	4.96	1,142	1,139
	50	2,526	2,736	1,092	1,124	2,914	1,828	461	1,812	378	5.07	553	551
	60	1,811	702	812	370	669	465	1,568	914	1,002	4.93	271 *	270 *

elaboración propia con datos simulados en Excel.

El análisis también se aplicó para el género femenino que se puede observar en la Tabla 4, conformado por 6 cortes. A diferencia de la Tabla 3, las mujeres mexicanas alcanzan montos de retiro menores con un máximo de \$3,437; esto corresponde al retiro esperado para una persona que inicia su vida laboral, soltera y con un nivel de escolaridad de secundaria.

TABLA 4.
Retiro final por corte: género femenino

Corte	Edad	Sumatoria AFORE (UDI)							Media			Retiro Final (MXN)	
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ingreso Acumulado	Ingreso	Tasa mercado	EspVida10a	EspVida20a
1	60	451	229	872	2,371	183	3,399	456	1,137	2,721	4.51	338	337
	50	2,549	799	1,829	418	419	390	245	950	409	4.97	284	283
2	60	572	13,354	262	284	995	89	1,321	2,411	1,261	4.95	719	716
	20	2,765	3,295	6,619	5,897	4,753	8,332	7,788	5,636	1,390	4.96	1,681	1,676
3	37	1,101	24,535	16,790	1,233	2,612	4,087	30,250	11,516	715	4.96	3,437	3,427
	50	566	4,703	7,172	512	579	4,985	478	2,714	2,570	4.97	812	810
	60	857	227	230	174	265	110	1,145	430	2,707	4.92	127	127
4	20	4,772	17,940	7,727	3,407	3,121	20,782	9,415	9,595	260	5.06	2,921	2,913
	37	12,557	3,948	4,913	3,183	2,023	3,082	12,950	6,094	200	4.98	1,827	1,822
	50	956	432	668	2,052	291	5,765	4,690	2,122	711	5.02	641	639
	60	531	853	817	244	161	213	302	446	407	4.92	132	132
5	50	3,317	9,194	1,116	1,633	41,895	7,984	2,903	9,720	350	5.0221%	2,937	2,929
	60	881	19,387	3,485	392	11,226	6,080	897	6,050	10,592	4.9299%	1,795	1,790
6	20	18,901	3,496	4,722	28,306	6,078	2,794	4,599	9,842	196	5.0017%	2,962	2,954
	37	8,240	5,720	2,419	3,549	2,373	11,177	1,218	4,957	131	5.0263%	1,499	1,495
	50	589	586	3,975	347	6,689	1,716	967	2,124	341	4.9786%	636	635
	60	1,303	537	860	293	544	50,134	1,043	7,816	11,784	4.8797%	2,296	2,288

elaboración propia con datos simulados en Excel.

Las personas que esperan un monto mayor a los \$2,000 MXN, cuentan con las peculiaridades de estar casadas y con un nivel de escolaridad profesional. Para una mujer casada y sin estudios, se espera recibir un retiro mensual de \$338 MXN, mientras que, para un hombre con las mismas particularidades, se espera recibir un retiro de \$516 MXN. Cuando se analiza el género femenino, no se consideró personas con un nivel de estudio con posgrado, porque no tenían presencia en todos los años de estudio.

Al final, se trabajó con una simulación del modelo Monte Carlo y Cadenas markovianas, llamada relación o notación algorítmica de MH; utilizado para proyectar lo que se esperaría de un retiro mensual dependiendo de las particularidades por cortes.

ANÁLISIS

Considerada la base y sus variables clasificadas, se prosiguió a utilizar el software R como un programa con un lenguaje y entorno para computación, estadística y gráficas (r-project, 2019). En primer lugar, se conformó una base con observaciones trimestrales con base en la ENOE en el periodo de 2012 a 2018, INEGI (2018). El análisis se enfoca en la PEA, subclasificada en población ocupada, desocupada y disponible, perteneciente a la categoría de clase 2 y seguida por la clase 3 de la cual sólo se considera la clase ocupada. Se realizó la clasificación de edades de acuerdo con la SIEFORE Básica de la página de la CONSAR (CONSAR, 2018). Se consideraron todos los cambios necesarios para adecuar la base de datos y se realizó un cuadro de frecuencia, lo que permitió conocer las participaciones de la PEA mediante la base de datos. Como resultados se obtuvo que en promedio el 45% de la población se encontraba desempeñando una actividad económica, el 33% correspondió a la Población Económicamente Inactiva (PEI), mientras que más del 50% de los mexicanos se encontraba fuera del sector laboral, es decir, no realizaba una actividad económica formal (tenían la capacidad, la disponibilidad, pero no tenían una motivación para llevarlo a cabo). Lo anterior se muestra en la Tabla 5.

TABLA 5
Clasificación de la Población (Ponderación)

Clasificación/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NA	22.4%	22.6%	22.4%	22.2%	21.8%	21.4%	20.9%
PEA	44.1%	44.7%	44.0%	44.7%	44.7%	44.8%	45.3%
PEI	33.5%	32.7%	33.6%	33.1%	33.6%	33.8%	33.8%

elaboración propia con datos de la ENIGH (INEGI, 2018).

En la Tabla 6, se considera la población en el sector laboral; el 92% se encuentra ocupada plenamente, esto se indica en la clasificación 1; menos del 1% son personas que se encontraban desocupados inicialmente o desocupados ausentes y sin ingreso ni vínculo laboral. Las personas que se encontraban desocupadas, pero en búsqueda de un trabajo, representaban el 4% de la población, esto se indicó en la clasificación 6.

TABLA 6
Empleados (Ponderación)

Clasificación/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	91.5%	91.8%	92.3%	91.9%	92.8%	93.0%	93.4%
2	1.9%	1.8%	1.7%	1.8%	1.8%	1.7%	1.6%
3	0.9%	0.9%	0.7%	1.4%	1.1%	1.01%	0.9%
4	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%
5	0.13%	0.10%	0.09%	0.1%	0.08%	0.09%	0.08%
6	4.6%	4.5%	4.3%	3.9%	3.5%	3.3%	3.2%
7	0.16%	0.12%	0.11%	0.08%	0.07%	0.07%	0.06%

elaboración propia con datos de la ENIGH (INEGI, 2018).

Posteriormente, con base en los indicadores de la Tabla 4, se indicaron los contadores en el software R de r-project.org (2019) bajo la condición de que la población cuente con acceso a una prestación sanitaria. Bajo el segundo contador, el estado civil relacionándose con el primer contador. Se continuó así hasta llegar con el quinto contador nivel de escolaridad. Al culminar la división, se creó una base de datos con entradas por cada corte considerando la longitud del corte, así mismo, se obtuvo la media y desviación estándar por corte. Se ordenó en filas y columnas dentro del data frame para estimar la simulación. Este proceso se realizó por cada trimestre del periodo analizado; en promedio fueron 1,109 cortes por año. Se concluye que en 2012 existió el mayor número de cortes y en 2016 se obtuvo el número más bajo de cortes, considerando a Cigarroa (2020). Se finalizó con un total de 7,764 cortes durante 8 años. Esto dio como resultado 14 cortes con las ponderaciones que se presentan en la Tabla 7.

TABLA 7
Representación de cortes

No. Corte	Prestación sanitaria		Género		Estado Civil			Edad				Nivel de Escolaridad			
	Sin Prestación	Con prestación	M	F	C	S	V	4	3	2	1	Básico	Licenciatura	Posgrado	Ninguno
1	o		o		o						o				o
2	o		o		o						o	o			
3	o		o			o		o				o			
4	o		o			o		o				o			
5		o	o		o						o		o		
6		o	o		o						o			o	
7		o	o		o						o			o	
8		o	o			o		o				o			
9	o			o				o							o
10	o			o	o						o	o			
11	o			o		o		o				o			
12	o			o		o		o				o			
13		o		o	o						o		o		
14		o		o	o			o					o		

elaboración propia mediante el software R de r-project.org (2019).

En la Tabla 7, se pueden observar las particularidades de los 14 cortes elegidos. Principalmente en la columna edad, está marcada por el número de las SIEFORES Básicas (SB), {SB 4, 15 a 36; SB 3, 37 a 45; SB 2, 46 a 59; SB 1, 60 a 65}. Mientras que el nivel de escolaridad se organiza en cuatro partes, el nivel básico se considera desde el nivel preescolar hasta nivel bachillerato; en el nivel licenciatura se ubican las personas que culminaron una carrera, tienen una profesión o cursaron estudios normalistas; seguido del nivel posgrado, el cual considera como una especialización al doctorado; y, por último, no cuenta con nivel de escolaridad.

Para iniciar la simulación con el apoyo de Visual Basic, se utilizaron los cortes antes mencionados. Se simuló el retiro por mes esperado con las particularidades que los identifica. La información se valúa en UDIS, se considera el SBC equivalente a \$100 MXN. En el trabajo de Castellanos (2013) se consideran dos horizontes de esperanza de vida después de retirarse con 10 y 20 años. Y cuatro escenarios con diferentes edades (20, 37, 50 y 60 años), con los cuales se calcula la expectativa que tendrá la persona al término de su vida laboral. Se consideraron las siguientes ecuaciones para determinar los valores, más los datos obtenidos en cada división: ; o . Los valores que se calcularon son: Media; Periodos: (65 edad) *12; Desviación Estándar: dt=30/360. Las entradas que se utilizaron: Aportaciones= (salario*0.065) / UDI; Edad: (20,37,50,60); UDI. Mientras que son constantes positivos y conocidos.

DISCUSIÓN

En este trabajo se abarcó un análisis a la administración del ahorro, esto desde el punto de vista de las trayectorias del ahorro en el SMP; en particular de trabajadores del sector formal, ya que son quienes están con el régimen de pensiones de 1997.

En la primera parte, se determinó la comparación del SP con naciones como Chile, Alemania, España y Estados Unidos que cuentan con altas clasificaciones en los estudios de Melbourne Mercer Global Pension Index 2018 (Mercer, 2018). Esta clasificación está en función de los niveles de satisfacción, adecuación, sostenibilidad e integridad. Con estudios de Mercer (2018), México en su SMP se encuentra con un valor de Índice Global de Pensión al 45.3%, lo que refleja estar por abajo de la media global del 60.5%; incluso se mencionan aspectos de mejora significativos con problemas importantes ante la falta de mejores alternativas.

Se tomó como base de datos a la ENOE del periodo 2012 al 2016, con la finalidad de conocer a la PEA de individuos que pueden trabajar y se encuentran con trabajo. Esto arrojó como resultados, que en promedio 42% de la población está en el sector formal. Mientras que el 48% de la población espera estar retirado a través de una prestación. De la PEA, el 48% terminó el nivel de escolaridad básico y del otro lado extremo, únicamente el 2% cuenta con nivel de maestría y 0.4% con doctorado (género masculino con mayor participación a nivel posgrado).

En la sección de resultados se lograron pronósticos a través de la notación algorítmica de MH, es decir, un modelo de Monte Carlo mediante cadenas markovianas (Ortega, 2008). Se pudo comprobar, que se prevén montos de retiro mayores a los \$5,000 MXN para personas iniciando en el sector laboral con la posibilidad de poder prever un retiro, pero como solteras. Por otro lado, personas en espera de un retiro mensual menor a \$500 MXN tienen una edad próxima al retiro. Para el género femenino no se alcanzan montos de retiro superiores a los \$5,000 MXN como en el caso de los hombres, ya que máximo se estimó un monto de \$3,437 MXN; esto es para una persona que inicia su etapa laboral, soltera y con nivel secundaria.

El objetivo central de esta investigación se cumplió, puesto que las proyecciones estimadas de las cuentas de ahorro administradas de los trabajadores demuestran mayor relación ante variables como género, estado civil y nivel de escolaridad, es decir, mayor impacto en el monto final que recibirá un trabajador o trabajadora mexicana al tiempo de su retiro. Se identificó que fomentar del ahorro voluntario en los trabajadores mexicanos, sea con el objetivo de que se tomen medidas con respecto a su retiro, influyendo en percibir un monto de retiro superior y menos afectado.

Finalmente, se considera que al tener resultados relevantes con respecto al monto final de retiro y una correlación con las variables antes mencionadas, se deja la posibilidad de ampliar la investigación en búsqueda de considerar la reforma de pensiones propuesta por el Gobierno actual a la mano de SHCP y CONSAR, con aumento de la pensión garantizada, mayor aportación patronal y disminución en semanas de cotización.

Contribuciones de los autores: Conceptualización, Clarisa Cigarroa; Curación de datos, José Carlos Trejo; Análisis formal, Clarisa Cigarroa, José Carlos Trejo García, Héctor Alonso Olivares Aguayo; Investigación, Clarisa Cigarroa, Héctor Alonso Olivares Aguayo; Metodología, José Carlos Trejo García, Héctor Alonso Olivares Aguayo; Validación, José Carlos Trejo García, Héctor Alonso Olivares Aguayo; Visualización: Clarisa Cigarroa; Redacción del borrador original, Clarisa Cigarroa; Redacción de revisión y edición, José Carlos Trejo García, Héctor Alonso Olivares Aguayo.

REFERENCIAS

- Amafore. (2016, 13 diciembre). Cuotas y aportaciones a cuenta individual, para quienes cotizan al IMSS. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/finanzaspersonales/Cuotas-y-aportaciones-a-cuenta-individuo-para-quienes-cotizan-al-IMSS-20161213-0062.html>
- Barreiro, J. M. (2003). *Gestión científica empresarial / Scientific Management Business: Temas De Investigación Actuales / Current Research Topics* (Primera ed., Vol. 1). Netbiblo.
- BBVA. (2018, 12 marzo). *Sistema de pensiones en España*. BBVA España. <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/ef/planes-de-pensiones/sistema-pensiones-espana.html>
- Berstein, S. (2010, febrero). *El Sistema Chileno de Pensiones* (No. 7). Superintendencia de Pensiones Chile. https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/articles-7206_libroVIIedicion.pdf
- Carpio, J., y Carpio, M. (2008). Desequilibrio Financiero Actuarial en el Sistema de Pensiones de Jubilación del Régimen General. *Revista de Economía Aplicada*, XVI (46), 85–117. <https://www.redalyc.org/pdf/969/96915817004.pdf>
- Carranza, L., Melguizo, Á., y Tuesta, D. (2016). *Ideas para una reforma de pensiones* (1.a ed., Vol. 1) [Libro electrónico]. Universidad San Martín de

- Porres. https://www.researchgate.net/profile/David-Tuesta/publication/319645453_Ideas_para_una_Reforma_de_Pensiones/links/59b7c0dc458515c212b4e853/Ideas-para-una-Reforma-de-Pensiones.pdf
- Castellanos, I. (2013). El envejecimiento poblacional: diagnóstico para la región de América Latina y el Caribe [Libro electrónico]. En *Vejez y pensiones en México* (Primera ed., Vol. 1, pp. 19–43). Asociación Mexicana de Administradoras de Fondos para el Retiro, ac. <http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/publicaciones/Vejez-pensiones-en-Mexico.pdf>
- CESOP. (2017, Enero). *Pensiones y jubilaciones en México: Situación actual, retos y perspectivas Estudio Enero 2017*. Cámara de Diputados, LXIII Legislatura. <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Estudios/Pensiones-y-jubilaciones-en-Mexico-Situacion-actual-retos-y-perspectivas-Estudio-Enero-2017>
- Cigarroa, C. (2020, febrero). *Tesis de Maestría. Trayectoria del ahorro y su impacto en el sistema de pensiones de dos trabajadores mexicanos*. Instituto Politécnico Nacional. <https://www.sepi.ese.ipn.mx/oferta-educativa/maestria-en-ciencias-economicas/alumnos/tesis.html>
- Colmenares, E. (2015). El actual sistema de pensión en México y sus beneficios: Análisis desde la perspectiva del Trabajador. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 2–15. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498150319003>
- CONAPO. (2017, 18 diciembre). *Vejez y pensiones en México*. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/vejez-y-pensiones-en-mexico>
- CONAPO. (2018, 18 septiembre). *Indicadores Demográficos de México de 1950 a 2050*. Indicadores demográficos de México de 1950 a 2050. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html
- CONSAR. (2008, Septiembre). *Diagnóstico del Sistema de Ahorro para el Retiro en México: Funcionamiento, beneficios y retos* (No. 11).
- CONSAR. (2016). *Estudio de la OCDE sobre los sistemas de pensiones: México*. Centro de la OCDE en México para América Latina. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61968/sistema_de_pensiones_2016.pdf
- CONSAR. (2017, 12 enero). *Límites del Régimen de Inversión*. http://www.consar.gob.mx/gobmx/Aplicativo/Limites_Inversion/
- CONSAR. (2018). *¿Qué es SIEFORE?* e-sar. <https://www.e-sar.com.mx/PortalEsar/public/sieforeInfo.do>
- CONSAR. (2020, Junio). *DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL EN MATERIA DE SERVICIO A LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS DE AHORRO PARA EL RETIRO*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/560387/Circular_de_Servicio_compilada_20200625.pdf
- Culebro, J. E., y Figueras, V. M. (2012). Transferencia de políticas y construcción de lecciones. El caso de la reforma al sistema de pensiones en México. *Estudios Gerenciales*, 28(122), 139–151. https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/download/1217/pdf/
- Damián, A. (2016). SEGURIDAD SOCIAL, PENSIONES Y POBREZA DE LOS ADULTOS MAYORES EN MÉXICO. *Acta Sociológica*, 70, 151–172. <https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.01.007>
- De la Fuente, A., García, M. A., y Sánchez, A. R. (2019). La salud financiera del sistema público de pensiones español: *Revista Hacienda Pública Española*, 229(2), 123–156. <https://doi.org/10.7866/hpe-rpe.19.2.5>
- Díaz-Giménez, J. (2014, octubre). *Las Pensiones Europeas y sus Reformas Recientes* (No. 7/2014). BBVA. <https://www.jubilaciondefuturo.es/recursos/doc/pensiones/20131003/posts/2015-7-las-pensiones-europeas-y-sus-reformas-recientes-esp.pdf>
- Durán, E. L., Soto, M. B., y Aldana, M. (2014). Metrópolis – Hastings y Gibbs por bloques: Utilización de algoritmos de Monte Carlo vía cadenas de Markov en el modelado de columnas estratigráficas, campo lama, lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 29(4), 41–54. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652014000400005&lng=es&tlng=es
- Eidsvik, J., & Tjelmeland, H. K. (2006). On directional Metropolis–Hastings’s algorithms. *Statistics and Computing*, 16(1), 93–106. <https://doi.org/10.1007/s11222-006-5536-2>

- García, M., y Nave, J. M. (2018). Impacto en las prestaciones de jubilación de la reforma del sistema público de pensiones español. *Revista Hacienda Pública Española*, 224(1), 113–137. <https://doi.org/10.7866/hpe-rpe.18.1.4>
- García, M., y Seira, E. (2015). *Consideraciones sobre la evolución y retos del Sistema de Ahorro para el Retiro* (No. 2015–002). FUNDEF - Fundación de Estudios Financieros - Fundef, A.C. http://www.enriqueseira.com/uploads/3/1/5/9/31599787/2015_fundef_consideraciones_evolucion_retos_sar__1_.pdf
- Gómez, F., Londoño, J., y Villegas, A. (2019). Valor presente de las pensiones en el régimen de prima media de Colombia. *Cuadernos de Economía*, 38(76), 173–206. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v38n76.60002>
- Gómez-Rubio, C., Zavala-Villalón, G., Ganga-León, C., Rojas Paillalef, W., Álvarez Astorga, R., y Salas Allende, S. (2016). Jubilación en Chile: Vivencias y percepciones de mujeres jubiladas por el sistema privado de pensiones. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 15(3), 112–122. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol15-issue3-fulltext-825>
- González, J. R. (2015). *Introducción del factor humano al análisis de riesgo*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=81560>
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. (ENIGH) 2018. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_presentacion_resultados.pdf
- Kato Vidal, E. L., y Cárdenas Aguilar, C. (2013). Instituciones, transición demográfica y riesgos del sistema de pensiones. *Norteamérica*, 8(2), 105–126. <https://doi.org/10.20999/nam.2013.b004>
- López, M. V., y Nieto, M. P. (2011). Segmentación laboral, educación y desigualdad salarial en México. *Revista Mexicana de Sociología*, 73(1), 139–175. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84859536186&origin=resultlist>
- Mercer. (2018). *Melbourne Mercer Global Pension Index 2018*. MMGPI. <https://www.mercer.com.au/our-thinking/mmgpi-2018.html>
- Murillo-López, S., y Venegas-Martínez, F. (2011). Cobertura de los sistemas de pensiones y factores asociados al acceso a una pensión de jubilación en México. *Papeles de población*, 17(67), 209–250. http://www.scielo.org.mx/scieloo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252011000100008
- OCDE. (2015, 15 octubre). *La transición del sistema mexicano de pensiones hacia un sistema de cuentas individuales de contribución definida ha aumentado su sostenibilidad financiera, afirma un estudio de la OCDE*. <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/sistema-de-pensiones-de-mexico-ocde.htm>
- Ortega, J. (2008). Cadenas de Markov. En CIMAT (Ed.), *Cursos Recientes y Material Didáctico* (pp. 45–85). Departamento de Probabilidad y Estadística Centro de Investigación en Matemáticas. <https://www.cimat.mx/~jortega/MaterialDidactico/modestoI11/CMarkov1v1.pdf>
- Ortiz, I., Durán-Valverde, F., Urban, S., Wodsak, V., y Yu, Z. (2019). La privatización de las pensiones: tres décadas de fracasos. *El Trimestre Económico*, 86(343), 799–838. <https://doi.org/10.20430/ete.v86i343.926>
- Pérez-Salamero, J. M., Regúlez, M., y Vidal, C. (2016). Análisis de la representatividad de la MCVL: el caso de las prestaciones del sistema público de pensiones. *Revista Hacienda Pública Española*, 217(2), 67–130. <https://doi.org/10.7866/hpe-rpe.16.2.3>
- Román, R. (2015, 23 septiembre). *Pasa la reforma al SAR*. El Universal. <https://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas/30381.html>
- Ross, S. M. (1999a). Métodos de Monte Carlo con cadenas de Markov. 10.1 Cadenas de Markov. En *Simulación* (Segunda ed., pp. 218–220). Prentice Hall, México. [http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/ing%20sistema%20%20Sheldon%20M.%20Ross%20-%20Simulacion-Prentice%20Hall%20\(1999\).pdf](http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/ing%20sistema%20%20Sheldon%20M.%20Ross%20-%20Simulacion-Prentice%20Hall%20(1999).pdf)
- Ross, S. M. (1999b). Métodos de Monte Carlo con cadenas de Markov. 10.2 El algoritmo de Hastings-Metrópolis. En *Simulación* (Segunda ed., pp. 221–223). Prentice Hall, México. [http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/ing%20sistema%20%20Sheldon%20M.%20Ross%20-%20Simulacion-Prentice%20Hall%20\(1999\).pdf](http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/ing%20sistema%20%20Sheldon%20M.%20Ross%20-%20Simulacion-Prentice%20Hall%20(1999).pdf)
- r-project.org. (2019). *R: The R Project for Statistical Computing*. El Proyecto R Para Computación Estadística. <https://www.r-project.org>

- Sambridge, M. (2002). Monte Carlo methods in geophysical inverse problems. *Reviews of Geophysics*, 40(3), 1009–1038. <https://doi.org/10.1029/2000rg000089>
- Sánchez, W. (2019, 1 noviembre). *Cuentas Individuales de Jubilación (IRA): Tradicional y Roth*. About Español. <http://www.aboutspanol.com/cuentas-individuales-de-jubilacion-ira-tradicional-y-roth-1089034>
- Sandoval, A. (2014, 5 marzo). Afore Afirme-Bajío, su fin empezó en 2012. *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/mercados/afore-afirme-bajio-su-fin-empezo-en-2012>
- Soto, J. (2011, mayo). *Simulación Método Monte Carlo* [Curso Investigación Operativa I]. Wordpress. <https://jaimetosou.files.wordpress.com/2011/05/metodo-montecarlo-03.pdf>
- Umaña Hermosilla, B., Cabas Monje, J., Rodríguez Navarrete, J., y Villablanca Fuentes, M. (2015). Variables explicativas del comportamiento del inversor de multifondos. Un análisis desde la perspectiva de los inversores en el sistema de pensiones chileno. *Estudios Gerenciales*, 31(135), 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.10.003>
- Venegas, F., y Martínez, F. V. (2008). *Riesgos financieros y económicos* (Segunda ed.). Cengage Learning Editores, S.A. De C.V. https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Venegas-Martinez-2/publication/321934623_Riesgos_financieros_y_economicos_productos_derivados_y_decisiones_economicas_bajo_incertidumbre/links/5a39b56eaca2728e69879597/Riesgos-financieros-y-economicos-productos-derivados-y-decisiones-economicas-bajo-incertidumbre.pdf
- Villagómez, A., y Hernández, J. I. (2010). Impacto de la reforma al sistema de pensiones en México sobre el ahorro. *Economía Mexicana Nueva Época*, XIX (2), 271–310. <http://hdl.handle.net/11651/3969>
- Villagómez, F. A. (2014). El ahorro para el retiro. Una reflexión para México. *El Trimestre Económico*, 81(323), 549–576. <https://doi.org/10.20430/etc.v81i323.122>

NOTAS

- [1] Resulta importante notar el inicio de la transformación económica de la Eurozona en 2008, provocando una fina adaptación en sus modelos de protección a la vejez como otras economías desarrolladas y emergentes.

INFORMACIÓN ADICIONAL

JEL Classification: G23, J31, C15