

ESTACIONALIDAD DE LA MORTALIDAD EN MÉXICO

ABSTRACT

En este trabajo se plantea una primera descripción de la mortalidad estacional en México. La literatura existente sobre este tema, se ha concentrado en el estudio del fenómeno en países con climas más fríos, a pesar de que se ha observado mayor variación estacional conforme la temperatura media anual en la región es más alta. En estos estudios se ha observado que la mortalidad estacional se incrementa con la edad y las diferencias de este fenómeno por sexo no se identifican fácilmente; asimismo, se habla también de la existencia de una mediación de los factores socioeconómicos en el comportamiento del fenómeno, cuyos mecanismos no ha sido posible identificar plenamente.

Para ahondar en el conocimiento del comportamiento actual del fenómeno, se consideraron las defunciones ocurridas entre 1990 y 2009 (veinte años de observación). Asimismo, se consideró el estudio de México como una sola región, a pesar de la existencia de una gran variedad de climas a lo largo y ancho del territorio. El propósito de este trabajo es describir el patrón estacional por los diferenciales clásicos de la mortalidad (sexo y edad) y comprobar el efecto de la educación sobre la mortalidad estacional.

Se utilizó una estrategia analítica en la que se dividieron las defunciones ocurridas mensualmente durante el periodo, según sexo y edad, con la finalidad de comprender la relación de la mortalidad estacional con la edad y las diferencias por sexo. Para el estudio de la relación de la mortalidad estacional y la educación, se consideraron las defunciones de personas mayores de sesenta años. Se tomó cada grupo como una serie de tiempo estacional. A las series así construidas se les aplicaron técnicas de descomposición para obtener el factor estacional inherente a cada serie de tiempo. Cada factor estacional se dividió, a su vez, en dos partes: la forma del patrón anual y la intensidad de la variación. Finalmente, se realizó un análisis gráfico de los resultados de estos dos componentes.

Los principales hallazgos a partir de los resultados obtenidos ratifican que el patrón estacional de la mortalidad en México es muy parecido al de países con clima más frío: el factor estacional máximo se ubicó en enero y el mínimo entre junio y agosto. Si se

considera el total de la población, parece no haber diferencias significativas entre los sexos. Sin embargo, conforme se analiza la mortalidad estacional de los grupos de la población según edad, las diferencias se hacen notorias.

Los resultados obtenidos muestran que tanto el sexo como la edad funcionan como variables diferenciales en el estudio de la mortalidad estacional, y que, conforme pasa el tiempo, la educación está perdiendo capacidad para explicar los cambios que ocurren en la mortalidad. Sin embargo, conforme se avanzó en la explicación, se abrieron nuevas preguntas que, de responderse, ayudarían a ampliar la visión que se tiene de la forma como las poblaciones se relacionan con su entorno.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático tendrá importantes repercusiones en la salud de la población mundial (Kovats y Lloyd 2009), en tanto que podría amplificar los efectos de las determinantes de las enfermedades relacionadas con el clima. Por otra parte, la mortalidad es uno de los indicadores más explícitos sobre las condiciones sanitarias de una población. Sin embargo, en Latinoamérica, existen pocos estudios sobre las relaciones entre el clima y la mortalidad.

Lo que contrasta sensiblemente con los que ocurre en Europa y los países del hemisferio Norte como los Estados Unidos, Canadá y Japón, en los que se ha estudiado con mayor detalle la relación entre la mortalidad y el clima. Los primeros trabajos formales sobre este tema datan del siglo XIX, figura como principal el elaborado por Adolphe Quetelet en 1838. Algunos de sus principales hallazgos muestran la existencia de un rango de temperatura en el que la mortalidad disminuye al mínimo: y se ubica entre los 18° y los 20° centígrados (Donaldson y Keatinge 1997). Además, según el estudio del grupo de trabajo “Eurowinter”, dirigido por William Keatinge, según el cual el riesgo de morir es el mínimo a una temperatura de 18°C, y al desviarse la temperatura en 1°C, se incrementa la mortalidad (Keatinge 2003). Por otro lado, sabemos que las estaciones del año generan, para los hemisferios norte y sur, condiciones climáticas diferentes con rangos de temperatura extremos, debido a la existencia de dos temporadas: una de frío y otra de calor. Pero, ¿cuál de ellas tiene los efectos más adversos sobre la salud?

Se ha documentado que es durante el invierno que las defunciones se incrementan en mayor medida, con respecto a las otras estaciones, a pesar de que se ha hablado mucho del riesgo de que fallezcan más personas debido a olas de calor como resultado del calentamiento global reciente (Rau 2007). Al estudio de estos excesos en la mortalidad durante alguna estación, se le denomina “mortalidad estacional”.

Al igual que el estudio de la mortalidad no es igual para todos los individuos que conforman una población, la mortalidad estacional difiere según las características de la población. Razón por la cual, es necesario profundizar en el estudio de su comportamiento mediante el análisis por los diferenciales. Al igual que en el caso de la mortalidad, la edad funciona como un gradiente en el análisis de la mortalidad estacional: el exceso de mortalidad se incrementa entre los adultos mayores y los niños pequeños, tanto en la época de frío, como sostuvieron Quetelet (1838); Keatinge et. al (1989), Feinstein (2002) y Rau (2007), como ante los golpes de calor, como mencionan Nakai, et. al (1999). No ocurre así en el caso del sexo; variable que en la mayoría de los trabajos, como ocurre en los estudios hechos por Quetelet (1838), Yan (2000), Nakai et al. (1999), no se ha mostrado como un diferencial de la mortalidad estacional. Sin embargo, los estudios más recientes refutan esta afirmación, argumentando que se basa en análisis sobresimplificados, como señalan tanto Gemmel (2000), como Rau y Dobelhammer (2003).

Asimismo, se ha encontrado que la mortalidad estacional está mediada por factores sociales (Rau 2007), esta mediación se hace patente, ya que la fuerza con la que se presenta la relación entre mortalidad y temperatura muestra la incapacidad de sectores de la población para protegerse adecuadamente de los efectos de la temperatura sobre el cuerpo, más que de los efectos de la temperatura en sí (Gemmel et. al 2000). En este sentido, los factores sociales que se han identificado como la causa de una significativa disminución de la mortalidad estacional pueden resumirse en dos palabras: progreso socioeconómico: el acceso a sistemas de calefacción, viviendas con aislamiento térmico adecuado, pero también la forma en que se comportan las personas (Keatinge 2000. Roland Rau (2007) encontró, en su estudio sobre la mortalidad estacional de los Estados Unidos que la escolaridad funciona como un verdadero gradiente de la mortalidad estacional y además que, como variable, posee ventajas comparativas sobre otros proxy del nivel socioeconómico.

En México, en particular, los estudios sobre mortalidad estacional son muy escasos, los únicos trabajos publicados sólo tratan la mortalidad estacional por enfermedades respiratorias (influenza y neumonía), los más representativos son de los investigadores Kuri y Morales (2006); así como el escrito por Fernández y Perdigón (2009). Sin embargo, los padecimientos mencionados no explican los excesos estacionales en las defunciones, sino que tienen un efecto marginal sobre las cifras, ya que la mayoría de las muertes en el invierno son provocadas por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Rau 2007). Además, estos padecimientos no se encuentran entre las primeras causas de mortalidad en este país, por lo tanto, el presente estudio busca una primera aproximación a la mortalidad estacional en México, a través de sus diferenciales clásicos: la edad y el sexo. Además se analizarán también las diferencias según el grado de escolaridad de los fallecidos.

Es importante señalar que en este trabajo se estudiará el patrón estacional de muertes para todo el territorio como unidad, a pesar de que, por su ubicación, su orografía y sus extensos litorales, México posee múltiples climas. Asimismo, debido a que el objeto de estudio es el patrón estacional actual de la mortalidad, se considerarán sólo las defunciones ocurridas mensualmente desde el inicio de 1990 hasta el final de 2009.

Esta delimitación resulta conveniente, porque durante ese periodo no sólo se incrementó la esperanza de vida –de 70 a 75 años de vida, sino que se implementaron diversas acciones de política con el fin de ampliar el acceso y la cobertura a los servicios de salud pública. El ejemplo más relevante es el Seguro Popular que en 2009 cubría a 5.7 millones de personas, así como el programa Oportunidades del Gobierno Federal, que contiene un componente de salud que beneficia a la población de escasos recursos. Por lo que, el análisis de este horizonte temporal permitirá verificar si estas iniciativas por parte del Estado han tenido un impacto efectivo en la disminución de la mortalidad y en qué forma lo han hecho.

Puesto que el conocimiento de la mortalidad estacional permite una planeación más precisa de las estrategias encaminadas a reducir el exceso de muertes en las épocas del año en que aumenta, es importante conocer cuál es la población más vulnerable. Tanto el sexo como la edad nos permiten clasificar a la población en grupos con diferente riesgo de sufrir una muerte en estas épocas. Por esta razón, se comparará tanto el nivel, como la forma del

patrón estacional de la mortalidad entre subgrupos de población, segmentados por los determinantes clásicos de la mortalidad: edad y sexo.

Sin embargo, la mortalidad estacional también está ligada a aspectos de bienestar social, relacionados con el desarrollo económico, por lo que, en ambientes de desigualdad, existen variables socioeconómicas que funcionan como diferenciales y la que mejor ha funcionado como gradiente social en el estudio de la mortalidad estacional es la educación (Rau 2007). Esta relación es válida en la medida en que la educación influye en el acceso al empleo de las personas, así como en la manera que determina su estilo de vida.

Numerosos estudios en los que se ha utilizado la educación como diferencial apuntan a que ésta es una variable proxy de la heterogeneidad social. Tanto el estatus socioeconómico como la acumulación de conocimientos permiten al individuo adoptar ciertas prácticas beneficiosas para conservar su salud y su vida (Lutz y Samir 2011). Por lo tanto, las diferencias en escolaridad serán de utilidad para identificar poblaciones con distinta capacidad para enfrentar y sobreponerse al estrés que ejerce el entorno. Para conocer la forma en que los factores socioeconómicos moldean el patrón estacional de muertes, se estudiará la relación entre la mortalidad estacional y el nivel de escolaridad.

La escasez de trabajos sobre la mortalidad estacional para México motiva el estudio de los aspectos fundamentales que permitirán describir el patrón estacional de las muertes, de manera que de esta descripción surjan criterios para la planeación y análisis de políticas cuya intención sea la disminución de la mortalidad, pero también para que esta primera revisión de la situación de la mortalidad estacional en México genere nuevas incógnitas.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar la mortalidad estacional en México e identificar grupos vulnerables al riesgo de morir durante las estaciones en que las condiciones son más adversas a la vida, segmentando la población fallecida entre 1990 y 2009 por las variables sociodemográficas: edad, sexo y escolaridad. Para lo cual, es preciso verificar, en primer lugar, si el patrón de la mortalidad estacional en México ha cambiado o ha permanecido estático en el periodo de análisis y si se asemeja o si difiere del existente en los países en los que se ha estudiado; en segundo lugar, describir el patrón estacional para la población de diferentes grupos de edad en México, con el fin de identificar a los grupos de edad que presentan mayor variación estacional; en tercer lugar, identificar las diferencias entre los patrones estacionales de hombres y mujeres en el mismo grupo de edad y,

finalmente, comprobar si el nivel de escolaridad funciona como una variable diferencial de la mortalidad estacional y hacia qué sentido se orientan estas diferencias, es decir, si la mortalidad estacional es mayor en los grupos de menor escolaridad y mayor en los de mayor escolaridad ó si sucede en forma inversa. Lo anterior, considerando la educación como una variable proxy del nivel socioeconómico.

Debido a que México se encuentra en una etapa avanzada de la transición epidemiológica, se espera que su *patrón de mortalidad estacional* presente el mayor número de muertes en diciembre y enero que en cualquier otro mes del año, y que el punto más bajo se sitúe en el verano. Debido a que en México, de 1990 a 2009 se han implementado políticas con el objetivo de reducir la mortalidad en todos los grupos de edad, se esperaría que la fluctuación estacional también sufriera una reducción, diferente en cada grupo de edad según el impacto de la medida específica que se haya tomado para cada grupo.

Asimismo, con base en los hallazgos de la literatura y en lo observado de la serie de datos, lo más factible sería que *la estacionalidad por grupo de edades* para el caso de México, entre enero de 1990 y diciembre de 2009 fuera menor entre en la población entre los quince y los treinta años de edad, y que creciera al alejarse de estos grupos, en ambos sentidos: tanto hacia las edades mayores como hacia las menores.

Como se vio anteriormente, los trabajos sobre mortalidad estacional en los que se ha tratado la diferencia de este fenómeno por sexo, apuntan a que ambos *sexos* presentan el mismo comportamiento. Sin embargo, los últimos estudios muestran que esta consideración es una sobresimplificación (Rau y Dobelhammer, 2003; p. 17) del fenómeno, pues cuando se segmentan más los grupos por edad aparecen diferencias en el comportamiento del fenómeno por sexo. Por lo tanto, se esperaría encontrar algunas diferencias en el patrón estacional de las muertes entre hombres y mujeres. Con la intención de apreciarlas mejor, los grupos de edad se segmentarán de manera adecuada.

Con respecto a los factores socioeconómicos que afectan la estacionalidad de la mortalidad, y considerando que, la *educación* es una de las características sociodemográficas de las personas que más influye en sus hábitos y formas de comportamiento, se esperaría que tuviera algún efecto sobre el patrón estacional de la mortalidad y que funcionara como un factor de protección, y por lo tanto, las poblaciones

más educadas presentarían un patrón estacional con menores variación estacional en comparación con sus contrapartes menos educadas.

METODOLOGÍA

DATOS

Para los demógrafos el uso de tasas es la opción más conveniente. Sin embargo, debido a que el intervalo entre cada observación es muy corto, la utilización de tasas requeriría de la estimación de la población expuesta en cada grupo de edad, pero estas estimaciones podrían afectar los resultados de la investigación, por lo que en este estudio se utilizarán las “cuentas” de defunciones, es decir, el número de defunciones que ocurrieron en un periodo determinado.

El horizonte de tiempo que se plantea analizar en este estudio va de enero de 1990 hasta diciembre de 2009, que corresponde a veinte años; equivalente a 240 observaciones mensuales. La población de estudio la constituyen los muertos entre 1990 y 2009 que fueron registrados el mismo año en que fallecieron, con la finalidad de reducir al mínimo el error de memoria del declarante del evento, sobre el mes de fallecimiento.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las defunciones mensuales ocurridas entre el primero de enero de 1990 y el treinta y uno de diciembre de 2009 se separaron por grupos quinquenales, excepto para los menores de un año y los mayores de 85. Cada subgrupo de edad se dividirá por sexo, las defunciones mensuales de cada uno de estos subconjuntos de la población conforman una serie de tiempo, y para cada una de ellas se llevará a cabo el análisis correspondiente.

Para estudiar la mediación de la educación en la estacionalidad, sólo se utilizará el grupo en el que la estacionalidad es mayor y cuya educación se mantenga casi sin cambios durante el análisis. Se eligió, por lo tanto, el grupo de sesenta y más años, que se segmentó de la siguiente forma: sin educación, primaria incompleta, primaria completa, secundaria terminada, educación media superior y estudios profesionales.

ESTRATEGIA ANALÍTICA

Para dar respuesta a las preguntas planteadas, primero se estudió el patrón estacional de la población total, separada por sexo. En segundo lugar, se llevó a cabo el mismo análisis para cada grupo de edad. Se consideró que el patrón estacional, tiene dos componentes: forma y amplitud.

La forma se define como la distribución total de las muertes a lo largo del año y constituye el elemento en el que es posible observar en qué meses se incrementa más la mortalidad, mientras que la amplitud del patrón es dada por el grado de variación máxima al interior de cada año analizado.

A partir del conocimiento de la forma del patrón intraanual es posible identificar los meses en los que se concentran las muertes y los meses en los que ésta es menor en cada grupo, mientras que la amplitud del patrón permite comparar entre grupos el grado de variación estacional entre ellos, por lo que se puede ver como una medida de intensidad del fenómeno.

De este modo, podemos comparar entre grupos de edad, tanto la forma como la amplitud del patrón estacional. Esto será útil para comprender mejor el comportamiento del fenómeno en cada subgrupo poblacional, pues, por un lado, podría ayudar a inferir qué ocasiona el exceso de muertes en determinada época del año; mientras que la intensidad del patrón podría ayudarnos a definir grupos más vulnerables a los cambios en el entorno. Por lo tanto, este indicador permitirá comprender los cambios de la estacionalidad en el tiempo, estudiar la relación de la mortalidad con la edad, identificar si son los hombres o las mujeres los o las más vulnerables a morir por cambios en el entorno, e identificar qué subconjunto de la población –segmentada por nivel de escolaridad– es más vulnerable cuando hay cambios en el clima.

Debido a que los patrones estacionales no son estáticos en el tiempo, se considerarán los datos como una serie de tiempo. Debido a que la serie de tiempo está compuesta por el número de eventos ocurridos y no por tasas, existe un efecto “tamaño” sobre la tendencia, puesto que el número de expuestos tiene un efecto directo sobre la cantidad de eventos que van a ocurrir y, como dentro del intervalo de análisis se registró crecimiento de la población diferenciado en cada grupo de edad. Por lo tanto, es necesario aislar el elemento estacional de la serie para liberarlo de ese efecto, con la finalidad de hacer un análisis más preciso.

El componente estacional es uno de los cuatro elementos de las series de tiempo que se han podido identificar y que en ocasiones no son directamente observables, pero que son susceptibles de ser aislados, los otros tres son: tendencia, ciclo e irregularidades. En el estudio de las series de tiempo estacionales, por lo regular la intención es modelar el factor estacional, es decir, ajustar los datos a un patrón predeterminado. Sin embargo, el objetivo en este trabajo es conocer el efecto del factor estacional en la serie de tiempo, por lo que se procederá a aislarlo. Para lo cual se implementará el método TRAMO-SEATS.

Las siglas TRAMO significan “Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers”, mientras que SEATS significa “Signal Extraction in ARIMA Time Series”. Estos programas (que normalmente se usan juntos) fueron desarrollados por Víctor Gómez y Agustín Maravall del Banco de España (1996).

Entre las ventajas de este método está, en primer lugar, que tiene resultados satisfactorios con patrones sencillos, como los de la mortalidad. A pesar de las ventajas ya mencionadas es importante tener en cuenta sus limitaciones, pues los resultados que arroja no son satisfactorios cuando los datos tienen tendencia variable, un componente estacional cambiante y sobredispersión, como menciona Rau (2008) en su tesis doctoral.

LA MEDICIÓN DEL PATRÓN ESTACIONAL

Después de aislar el componente estacional de las series de tiempo, es necesario generar medidas que permitan compararlas entre sí. Con esa finalidad, se propone una técnica para aislar los componentes estacionales con la intención de analizarlos por separado, así como para hacer comparaciones entre los patrones estacionales de manera más eficiente.

ANÁLISIS DEL PATRÓN ESTACIONAL

Como parte de la estrategia analítica, en este estudio se propone separar el patrón estacional en dos partes: forma e intensidad. La primera se refiere a la distribución de las variaciones al interior del año; la segunda, al rango de variación estacional. Dividirlo de esta manera permite hacer comparaciones más precisas entre patrones estacionales, ya sea entre series o sobre la misma serie, en diferentes años.

La forma del patrón estacional representa la manera en que se distribuyen las observaciones en el año. Para aislarla, se hizo uso de la siguiente transformación:

$$S_{t,a}^f = \frac{S_{t,a} - \min_a S_{t,a}}{\max_a S_{t,a} - \min_a S_{t,a}}$$

Donde:

$S_{t,a}^f$: Componente de la forma del patrón estacional

$S_{t,a}$: Factor estacional obtenido mediante SEATS; a refiere al año de observación, pues cada año de la serie de tiempo tiene un patrón estacional distinto.

$\min_a S_{t,a}$: El mínimo anual de los factores estacionales correspondiente al año a .

$\max_a S_{t,a}$: El máximo anual de los factores estacionales correspondiente al año a .

Esta transformación permite identificar rápidamente el máximo y el mínimo anual; asimismo, hace posible la comparación de la estacionalidad con otros años y con otras series, pues sitúa el patrón en el mismo rango, entre 0 y 1; por lo que resulta un insumo más conveniente para hacer comparaciones entre patrones.

Como una medida de la intensidad del patrón estacional, se propone el indicador que en este estudio se denominará **rango estacional proporcional** y que se calcula de la siguiente forma

$$R_a^s = \frac{\max_a S_{t,a} - \min_a S_{t,a}}{\max_a S_{t,a}}$$

Esta función de factores estacionales permite separar la amplitud del patrón estacional y lo transforma en un factor cuyo valor se encuentra entre cero y uno. En el caso de los factores estacionales, cuando el indicador tiende a 0, la diferencia entre el máximo y el mínimo es pequeña; ocurre lo contrario cuando tiende a 1. El haberlo definido de este modo permite controlar el efecto del tamaño de los ponderadores.

Además, es posible la recomposición de la serie de factores a partir de las dos componentes, forma e intensidad, mediante la siguiente función lineal:

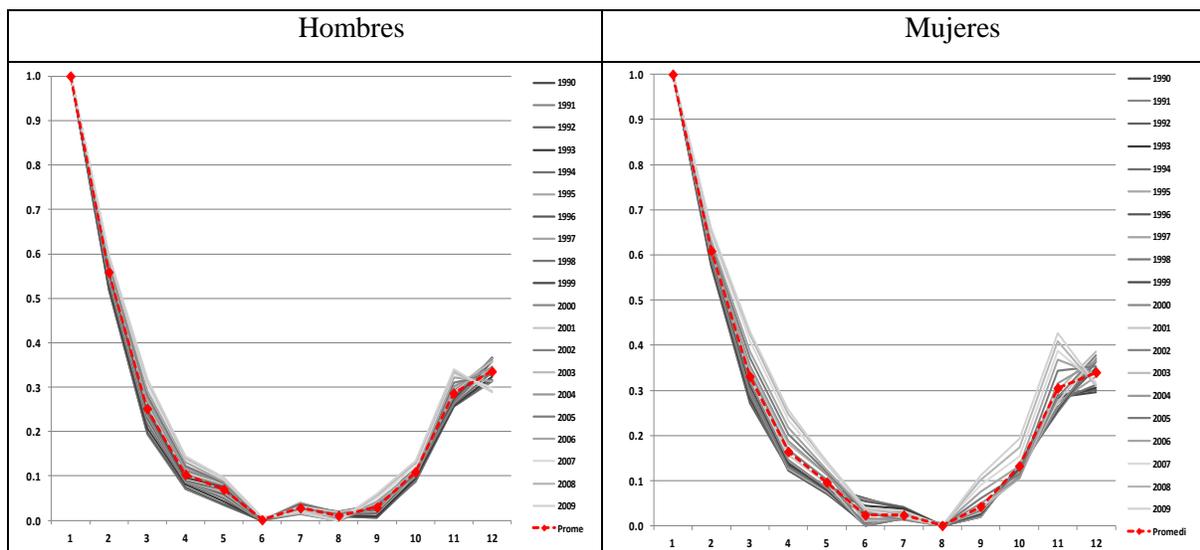
$$S_{t,a} = \beta_a S_{t,a}^f + \alpha_a$$

Donde: $\beta_a = R_a^s * \max_a S_{t,a}$ y $\alpha_a = \min_a S_{t,a}$, por lo que los factores estacionales pueden reconstruirse mediante una función lineal a partir de los componentes que se identificaron.

RESULTADOS

La estacionalidad de la mortalidad en México no se comporta igual para todos los subgrupos por edad y sexo; tanto su forma, como su intensidad cambian, según sea el subconjunto de la población segmentado por estas dos categorías. Sin embargo, para identificar el patrón estacional en México, que afecta a la población en general, se extrajo el patrón estacional de las muertes de toda la población, en el que se observa la forma que se describe desde los estudios de Quetelet, y que Feinstein y Rau corroboran en sus trabajos: el máximo en enero y después un descenso suave, hacia mitad del año (entre junio y agosto) y luego un suave ascenso hasta diciembre, sin que en este mes se alcance el máximo de nuevo, y se verifica un mismo patrón para hombres y mujeres. En la Figura 3.1 se observan las formas que toman los patrones estacionales durante los veinte años que se consideraron en este trabajo (las líneas más claras corresponden a los patrones más recientes). Se puede verificar, tanto en el caso de los hombres, como en el de las mujeres, que la variación del patrón en el tiempo ha sido mínima, sin embargo, las formas más recientes tienden hacia una menor variación intra-anual.

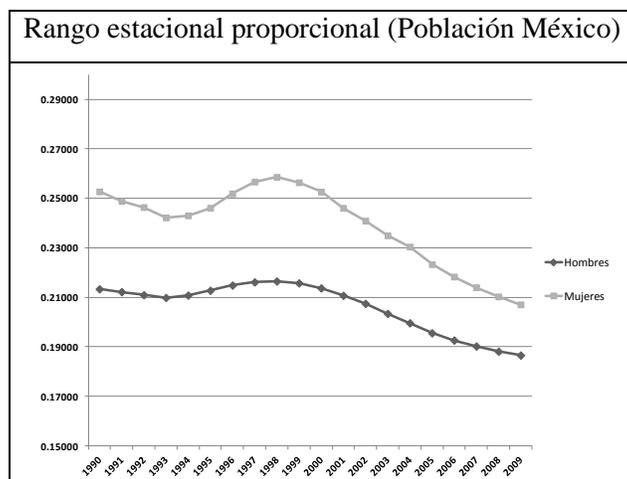
Figura 1. Patrón general anual de la mortalidad estacional en México (1990-2009)



Fuente: Elaboración propia

La tendencia generalizada hacia una menor variación estacional puede observarse más claramente en la Figura 3.2, que muestra el indicador “rango estacional proporcional”, mediante el cual se verifica que la intensidad del patrón estacional general de la mortalidad en México se redujo durante los veinte años que se estudiaron. Estos resultados concuerdan con lo hallado por Feinstein (2002) en su estudio de la mortalidad estacional en Estados Unidos.

Figura 2. Rango estacional proporcional (Población México)



Fuente: Elaboración propia

A pesar de que estos resultados dan una idea sobre la forma que toma el patrón estacional en México, así como de su evolución en el tiempo, el observar la mortalidad estacional de esta manera implica sobresimplificar el estudio del fenómeno, pues, como se verá más adelante, el patrón estacional es muy diferente por grupos de edades.

Con la finalidad de segmentar a la población masculina y femenina en grupos que permitieran un análisis más preciso de los patrones estacionales por edad, los cálculos se hicieron para las defunciones ocurridas en grupos quinquenales de edad. Sin embargo, se presentarán en los grandes grupos de edad que se enlistan a continuación: preescolares, 0 a 4 años de edad; edad escolar 5 a 14, años de edad; adolescentes y jóvenes, 15 a 29 años de edad; adultos jóvenes, 30 a 44 años de edad; adultos maduros, 45 a 60 años de edad y adultos mayores, de 60 en adelante. La elección de los grupos obedece a la necesidad de relacionar la estacionalidad de la mortalidad en grupos de población con cierto grado de homogeneidad.

RELACIÓN DE LA MORTALIDAD ESTACIONAL CON LA EDAD Y DIFERENCIAS SEGÚN SEXO

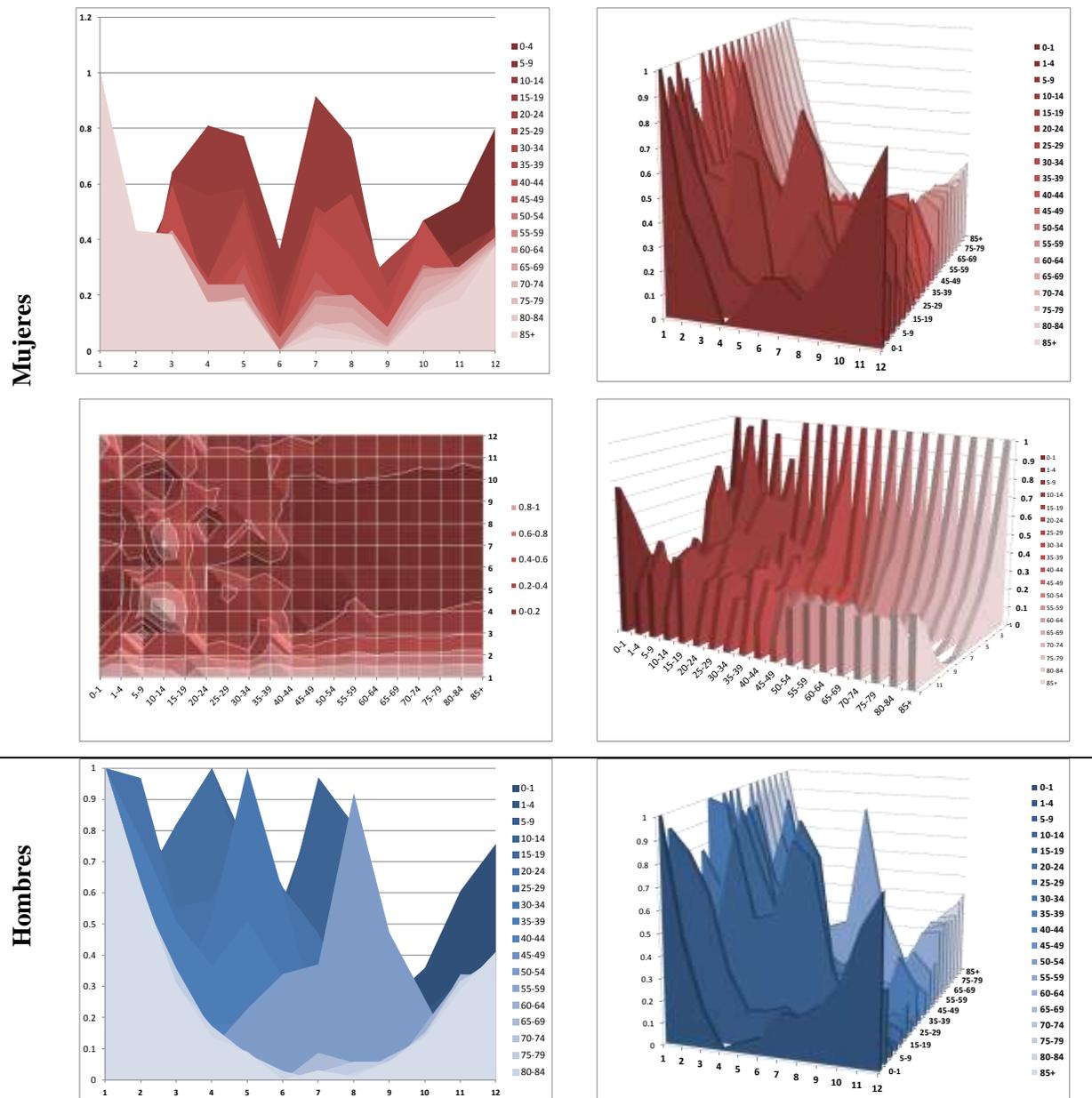
Los resultados muestran que el patrón estacional cambia para cada grupo de edad. Parece indefinido en los grupos de escolares, jóvenes y adultos jóvenes, sin embargo, conforme se avanza en los grupos de edad, se observa la tendencia hacia una forma cada vez más definida, en la que el factor estacional máximo se encuentra en enero y el mínimo en junio. Cabe resaltar que la velocidad de la convergencia es distinta para hombres y mujeres. Para estas últimas, el patrón comienza a tomar una forma estándar desde los 20 años de edad, mientras que para los hombres esto ocurre hasta los 50 años. La forma del patrón también cambia hacia los grupos más jóvenes, que tienen un patrón en el que el máximo factor estacional se encuentra en enero y el mínimo en abril, y conforme se avanza a los grupos jóvenes, esta forma se va borrando, y va tomando un patrón una cada vez más inestable y con menores diferencias entre el máximo y el mínimo.

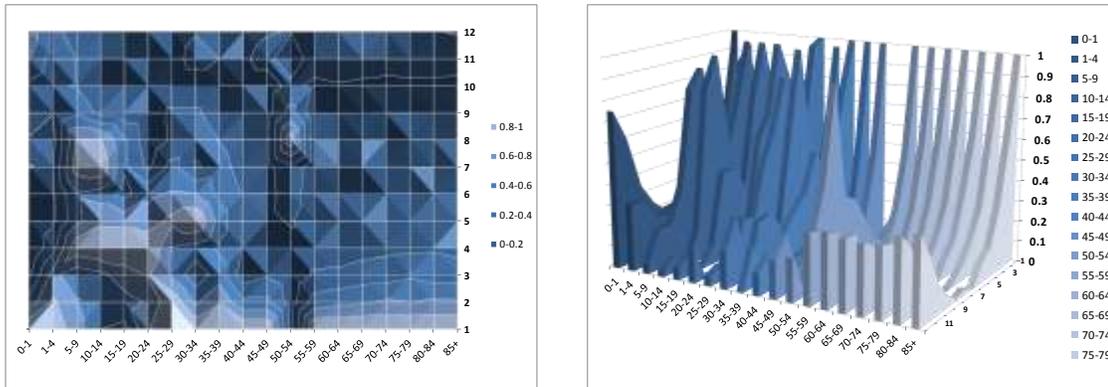
Como se puede observar en las gráficas, los patrones de los hombres y las mujeres jóvenes no tienen una forma precisa, sino que, conforme aumenta la edad, se va definiendo: el máximo se ubica en enero y el mínimo en junio. Por otra parte, se observó que el patrón estacional de los niños de entre 0 y 4 años de edad es muy parecido al de los mayores de 50. De manera particular, el patrón estacional de la mortalidad correspondiente a los que no sobrevivieron al primer año de vida, es muy parecido al de los adultos mayores.

La relación de la intensidad del patrón estacional con la edad puede verse claramente en la Figura 3.14, que muestra cómo en las primeras edades el nivel de variación estacional es muy alto, y se reduce en la juventud alcanzando un mínimo. En los hombres se alcanza entre los 30 y 34 años de edad y sube rápidamente conforme la edad aumenta, mientras que en las mujeres baja entre los 15 y 19 años de edad y sube significativamente en los grupos con edad entre 20 y 24 y 25 y 29, los de mayor reproducción. Se mantiene casi como una meseta hasta el grupo entre 35 y 39 años de edad y después sube muy lentamente. Se observa además, que el patrón se ha transformado en el tiempo. Es notoria la disminución que ha tenido la intensidad de la mortalidad estacional en las mujeres de entre 25 y 29 años, así como en las de 20 y 24, los niños y niñas que

fallecieron antes de alcanzar el primer año de vida, las mujeres que fallecieron entre los 50 y 75 años de edad, y en los hombres de más de 70 años de edad.

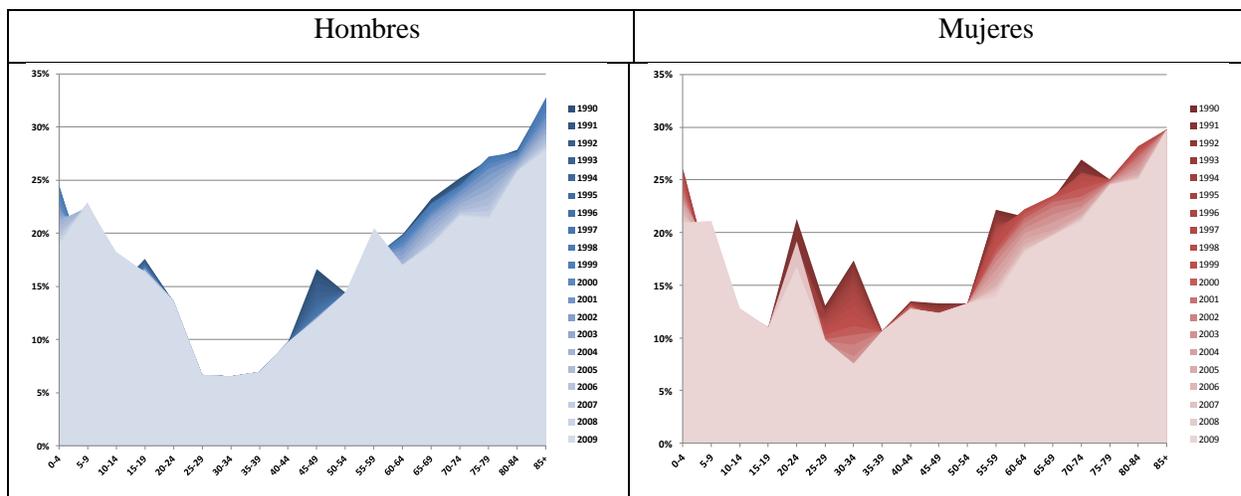
Figura 3. Patrón estacional de la mortalidad por grupo de edad y sexo (1990-2009)





Además, se observa que el rango es mayor en los hombres que en las mujeres en la niñez, mucho menor para los hombres que para las mujeres en la juventud y adultez temprana y mayor para los hombres que para las mujeres en la vejez.

Figura 4. Relación de la intensidad del patrón estacional con la edad (1990 a 2009)



Contrario a lo que muestra el estudio de Feinstein (2002), los resultados obtenidos en este trabajo apuntan a que el patrón estacional es diferente para hombres y mujeres hasta que se llega a la vejez, edad en que el patrón se estabiliza y toma una sola forma. Con respecto a la intensidad de la variación estacional, las mujeres y hombres muestran mayor o menor variación estacional, según la edad que tenían al momento de la muerte. Las niñas tienen menor variación que los niños, pero las jóvenes, las adultas jóvenes y las adultas maduras tienen mayor variación estacional que sus coetáneos. Sin embargo, en el caso de los adultos mayores, en ocasiones no se puede establecer si son las mujeres quienes tienen

mayor variación estacional o si son los hombres, debido a que durante el periodo de observación la relación se modificó.

Asimismo, se observa que el grado de variación es diferente para cada grupo de edad y que coincide con los hallazgos de los trabajos previos. La relación entre la variación estacional y la edad cambió durante el periodo de observación, aunque de modo visible. Pero en esencia, durante casi todo el periodo, presentó una forma convexa que alcanzaba su punto más bajo en las edades jóvenes y su punto más alto en los adultos mayores y los preescolares.

LA MORTALIDAD ESTACIONAL Y LA EDUCACIÓN

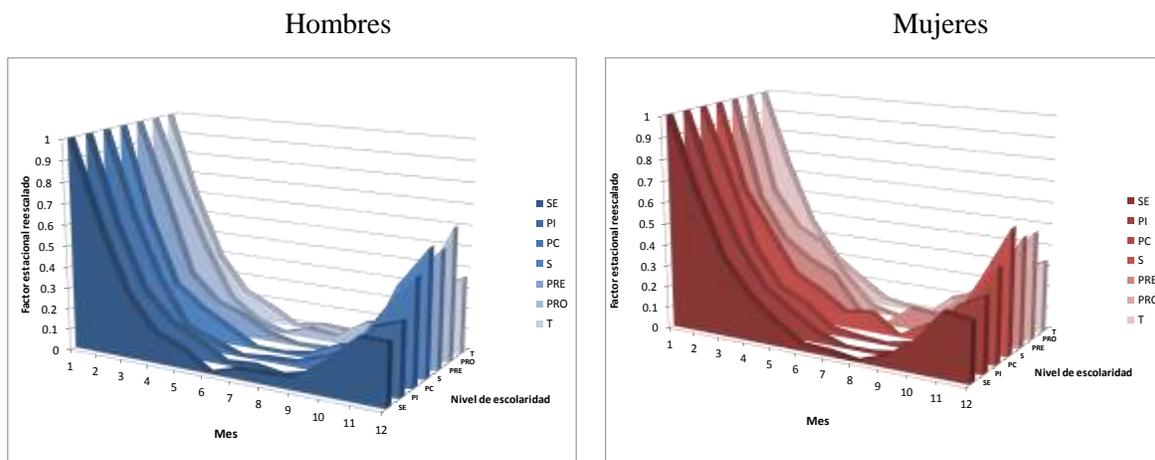
El estudio de los diferenciales de la mortalidad estacional ayudará a comprender cómo interactúa el individuo con su entorno. En específico, el estudio de las variables socioeconómicas como diferenciales de este fenómeno, permitirá entender las mediaciones que intervienen en la relación de las personas con su medio ambiente y comprender cuáles son los factores que hacen a los individuos más o menos competentes para enfrentar los cambios que ocurren en el medio ambiente.

En este trabajo se consideró el estudio de la educación como diferencial de la mortalidad estacional. Los resultados muestran que el patrón de la mortalidad estacional para cada grupo, según su nivel de escolaridad, prácticamente es el mismo: el factor estacional máximo en enero, el mínimo en junio. Sin embargo, el factor correspondiente a diciembre presenta un menor peso en las personas con menor educación, por lo tanto, el exceso invernal de enero es mucho más pronunciado que en el caso de las personas con mayor escolaridad, para los que el factor de diciembre se acerca más al de enero, por lo que la variación entre diciembre y enero del siguiente año es más suave.

Abreviaturas en las gráficas:

Siglas	Nivel de escolaridad
SE	<i>Sin educación</i>
PI	<i>Primaria Incompleta</i>
S	<i>Secundaria</i>
PRE	<i>Preparatoria</i>
PRO	<i>Profesional</i>
T	<i>Todos los niveles</i>

Figura 5. Factores estacionales promedio (1990-2009) estandarizados, de personas de 60 y más años de edad, según nivel de escolaridad.



La intensidad del patrón estacional de los adultos con 60 y más años de edad ha cambiado en el tiempo, sin embargo, se observa que esta medida alcanza diferentes valores según sea el nivel de escolaridad de las personas. La evolución de este indicador en el tiempo también ha sido diferencial.

Se observó durante el periodo, una reducción sustantiva del rango estacional proporcional en los grupos de menor escolaridad, que contrasta con la de aquellos que lograron estudios de nivel secundario, preparatorio ó profesional.

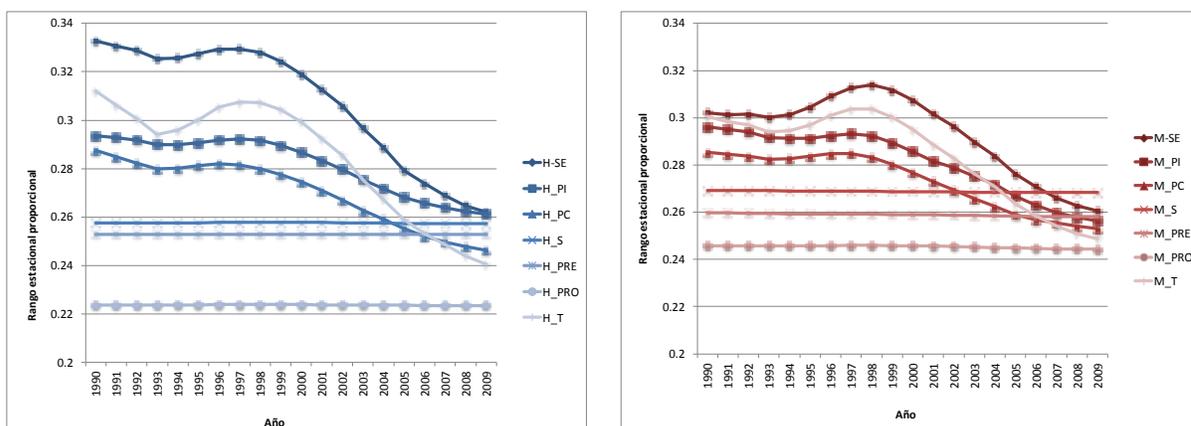
Para estos últimos, el indicador se mantuvo casi constante a lo largo de las dos décadas que se consideraron en este trabajo, de modo tal, que las personas que no tenían educación, así como los que sólo estudiaron la primaria (completa o incompleta), redujeron la intensidad de la variación estacional, al grado de alcanzar a los grupos de mayor nivel de escolaridad e incluso rebasarlos. Este proceso es más visible en el caso de las mujeres, pues incluso las que no tenían educación tienen menor factor estacional que quienes estudiaron hasta la secundaria y las mujeres que terminaron la primaria, alcanzaron la misma variación estacional que las mujeres que estudiaron hasta la preparatoria.

En el caso de los hombres, las brechas han tardado más en reducirse. Para aquellos sin escolaridad, a pesar de haberse reducido la variación estacional de la mortalidad de ese grupo, el rango proporcional estacional no ha logrado alcanzar al que tienen los grupos con mayor educación. Lo que sí es posible anotar es que la variación estacional de la mortalidad

de los grupos con estudios de primaria completa se redujo; de tal modo que, no sólo alcanzaron a aquellos con estudios de secundaria y preparatoria, sino que, al final del periodo, tenían menor variación estacional que estos últimos.

Cabe resaltar que este indicador se mantuvo diferente para quienes tienen estudios profesionales, con respecto a sus contrapartes con menor escolaridad, y que esta diferencia se mantuvo durante todo el periodo de observación. Sin embargo, es necesario puntualizar que la brecha es mucho mayor en el caso de los hombres que en el de las mujeres.

Figura 6. Rango estacional proporcional (1990-2009), de personas de 60 y más años de edad, según nivel de escolaridad



DISCUSIÓN

PATRÓN ESTACIONAL DE LA MORTALIDAD EN MÉXICO

El patrón estacional de la mortalidad en México es similar al prevaleciente en los países en los que se ha estudiado. Los mayores excesos de mortalidad ocurren en enero, es decir, en el invierno. Los meses con menor número de defunciones son junio, julio y agosto. Este patrón concuerda con los hallazgos de Adolphe Quetelet, y coincide con los trabajos más recientes (Rau, Dobelhammer, 2003; p. 8) y ligeramente distinto al que prevalece en los países del mar Mediterráneo, donde el mínimo factor estacional se encuentra en septiembre (Falagas, 2009; p. 485). Como se puede apreciar, en México, la mortalidad invernal es mayor que la que corresponde a los meses más cálidos. Es necesario puntualizar que este país tiene climas muy diversos, por lo que, si existen patrones

diferentes para cada región, según su clima, entonces el patrón encontrado en este estudio estaría afectado por la composición regional de las defunciones. Por lo tanto, para comprender mejor cuáles son los factores del entorno que moldean el patrón estacional, sería necesario identificar el patrón estacional de las zonas de acuerdo al clima que prevalece en ellas.

Por otra parte, durante el periodo de análisis, la amplitud de la variación estacional se redujo de forma considerable, llama la atención que entre 1994 y 1999, la tendencia de este indicador viró a la alza. Este fenómeno llama la atención, debido a que la reducción de la mortalidad estacional se ha asociado, principalmente a dos fenómenos: la adaptación de los individuos a su entorno y a una mayor prosperidad económica (Keatinge, 2003; p. 512). Sin embargo, hacer alguna aseveración en cualquiera de estos dos sentidos es muy delicado, e implica relacionar la amplitud de la variación estacional de la mortalidad con alguna variable económica que refleje, de algún modo, la prosperidad de toda la población durante el periodo de estudio. Por otro lado, se sabe que durante el periodo referido, el país sufrió una de las peores crisis económicas de su historia. Por lo que, de encontrarse una relación entre la variable económica proxy del bienestar económico y la amplitud de la variación estacional, podría hallarse evidencia de que el efecto de la crisis fue tan profundo, que afectó a la población, al grado de mermar su capacidad de supervivencia.

RELACIÓN DE LA MORTALIDAD ESTACIONAL CON LA EDAD EN MÉXICO.

El patrón estacional de la mortalidad es distinto según la edad al fallecimiento. Se observó que, para cada grupo de edad, el patrón estacional tiene rasgos característicos. En el caso de los menores de un año y de los adultos mayores, la forma en que se distribuyen las muertes a lo largo del año es muy similar, el factor máximo se encuentra en enero y el mínimo en junio, julio ó agosto. Este patrón es el que se ha encontrado en los trabajos sobre mortalidad estacional que abarcan de la modernidad en adelante. Sin embargo, en las edades intermedias, el patrón es diferente. En los jóvenes de entre 15 y 45 años de edad; así como en las mujeres de entre 15 y 19 años de edad, no es posible identificar un patrón estacional con un máximo y un mínimo definidos, debido a que el número de muertes que ocurren en estos grupos es reducido. En estas edades parece, más bien, que no hay un patrón definido; sin embargo, conforme se avanza en los grupos de edades hacia los

extremos, la silueta del patrón estacional converge hacia el patrón general. Este mismo comportamiento se observó en el trabajo de Adolphe Quetelet (Quetelet, 1838; p. 7).

Llama la atención la forma que toma el patrón estacional de la mortalidad de las mujeres entre 15 y 19 años de edad, pues no se observa ninguna pauta en particular. Sin embargo en los grupos de entre 20 a 24, 25 a 29 y 30 a 34 años de edad, el patrón estacional de la mortalidad comienza a tomar una forma parecida a la del total de las defunciones. En los hombres, esto ocurre hasta después de los 50 a 54 años de edad; para este grupo, el patrón se indetermina y, a partir del grupo entre 55 a 59 años de edad, la forma de la distribución de muertes intra-anual se estabiliza, y toma la del total de las defunciones. Por lo tanto, la convergencia del patrón estacional ocurre más rápidamente en mujeres que en hombres.

Con respecto a la intensidad de la variación estacional para los distintos grupos, los resultados de este trabajo coinciden con los hallazgos de estudios previos: es mayor para los niños y los adultos mayores (Nakai, et. al. 1999; Feinstein 2002). Sin embargo, tanto el tamaño de la variación, como su evolución en el tiempo fueron diferentes para cada grupo de edad, separado por sexo, durante el periodo observado.

En general, la mayoría de los grupos sufrieron una la reducción de la variación estacional durante el periodo observado. El grupo con el descenso más notorio de la mortalidad estacional son los niños y niñas de entre 0 y 1 años de edad; que contrasta con lo encontrado en el grupo de 5 a 9 años de edad en el que la intensidad de la variación estacional permaneció constante para la las niñas y, en el caso de los niños, aumentó la variación estacional durante el periodo observado. Este fenómeno se observa, a pesar de que en ambos casos donde ocurrió el aumento en la amplitud del patrón, la mortalidad estacional se redujo y, además se redujo la varianza de la serie en los últimos años de observación; sin embargo, lo que ocurrió fue que, a pesar de que se redujo la varianza, el patrón se hizo más definido, como se está capturando el efecto aislado de la estacionalidad, esto se visualiza como un aumento en la variación estacional relativa.

Las defunciones ocurridas entre 10 y 14 años de edad mostraron una reducción de la variación estacional en el caso de los hombres y un comportamiento constante en el caso de las mujeres, que se repitió para hombres y mujeres de entre 15 y 19 años de edad, así como para los hombres de entre 20 y 29 años. Las mujeres que fallecieron perteneciendo a este

último grupo de edad experimentaron una drástica reducción en la amplitud de la variación estacional de la mortalidad, lo que podría estar relacionado con descensos que pudieron haber ocurrido durante el periodo, no en la mortalidad materna (ya que esta causa de muerte no presenta comportamiento estacional), sino debido a la reducción de la mortalidad ocasionada por las causas de muerte con estacionalidad, entre ellas, las enfermedades del sistema circulatorio, respiratorio, digestivo y la diabetes.

Para los fallecidos entre los 30 y los 49 años, la variación estacional se mantuvo constante durante el periodo de observación, excepto en el caso de los hombres de entre 40 y 44 años de edad, para los que sufrió una reducción leve. Sin embargo, la variación estacional de las defunciones a partir de los 50 años de edad, presentó una reducción considerable entre 1990 y 2009, excepto en el caso de las mujeres de entre 80 y 84 años de edad, que se mantuvo constante. Todos estos grupos que presentaron reducción de la mortalidad, también mostraron un patrón de reducción irregular durante el periodo, en el que hay un leve incremento de la variación estacional entre los años 1994 a 1999. Incremento que, como se dijo anteriormente, podría ser efecto de la crisis económica de 1994.

DIFERENCIAS DE LA MORTALIDAD ESTACIONAL DE HOMBRES Y MUJERES

Los trabajos que abordan el estudio de la mortalidad estacional y que han tomado en cuenta a la variable “sexo” como diferencial arrojan resultados contradictorios. Si uno revisa las primeras evidencias sobre el estudio de la mortalidad estacional en el trabajo publicado en 1838 por Adolphe Quetelet, podrá observar que, a pesar de que el autor señala que observa ciertas diferencias en el comportamiento de hombres y mujeres de los diferentes grupos de edad. Él mismo rectifica que no es el sexo, sino la edad, la variable que mejor explica el comportamiento estacional de la mortalidad. Ésta última afirmación coincide con estudios más recientes que concluyen que el comportamiento estacional de la mortalidad no varía entre hombres y mujeres, como señalan los estudios de Feinstein (2002) Ishigami et. al. (2008) y Rau (2007). Por el contrario, otros estudios muestran evidencias que contradicen este dicho, son representativos los trabajos de Rau y Dobelhammer (2003) y Rau (2007), pues muestran que existe una débil diferencia en la amplitud de la variación estacional entre hombres y mujeres. Por lo regular, la variación

estacional es mayor en las mujeres que en los hombres, a pesar de que las mujeres experimentan menor mortalidad que los hombres a lo largo de su vida.

Sin embargo, en este trabajo se separó el patrón estacional en dos partes, lo que permitió observar con mayor detalle la forma en que se relaciona la variación estacional de la mortalidad con sus diferenciales: sexo y edad. Del ejercicio anterior, se puede concluir que el patrón estacional no es el mismo a lo largo de la vida para hombres y mujeres, pues es en las edades intermedias donde se presentan las mayores diferencias en la forma de la distribución intraanual de las muertes. Asimismo, se observó que la velocidad de convergencia –por la izquierda– a un patrón definido, es mayor en las mujeres que en los hombres. Del mismo modo, se observó que, las mujeres que murieron en la juventud y en la adultez temprana presentaron mayor variación estacional que sus contrapartes masculinos. Esta evolución del patrón estacional, diferenciada por sexo, permite dar otra explicación al fenómeno de la mortalidad estacional y visualizar mejor si existen y qué es lo que da origen a las diferencias por sexo.

Llama la atención que sean las mujeres quienes tengan mayor variación estacional que los hombres, como señala Rau (2007). Esta diferencia en la intensidad puede explicarse bajo el siguiente razonamiento: a lo largo de la vida, las mujeres tienen menor mortalidad que los hombres, por lo que, en teoría debieran ser menos vulnerables. Como la población de estudio en este trabajo son los muertos y las muertas, se observa que las mujeres tienen mayor amplitud de la variación estacional de la mortalidad, que puede asociarse con una menor capacidad para enfrentarse a los cambios en el clima, lo que coincide con lo observado por Gemmel et. al. (2000). Entonces, las mujeres que fallecen son, relativamente, más vulnerables que los hombres a las variaciones climáticas. Este es, desde mi punto de vista, el hallazgo más importante de este trabajo.

De este modo, se puede afirmar que el grado de profundización en el estudio de estas diferencias dependerá del grado de desagregación por edad de la población. Entre menor sea éste, menor será la información que podrá obtenerse de las diferencias por sexo del patrón estacional.

LA EDUCACIÓN COMO FACTOR PROTECTOR FRENTE A LA MORTALIDAD ESTACIONAL

En el presente trabajo se encontró que la educación (considerada como un proxy de estatus socioeconómico) funciona como un gradiente en el estudio de la mortalidad estacional. Este resultado coincide con el que obtuvo Roland Rau (2007) en su estudio para los Estados Unidos. Sin embargo, durante el periodo de análisis las diferencias de las variaciones estacionales se redujeron, de tal modo que las personas sin educación, con primaria (conclusa e inconclusa), así como los que contaban con educación secundaria y preparatoria alcanzaron la misma amplitud de la variación estacional.

Es importante considerar el análisis que el mismo autor hizo para Dinamarca, país en el que la educación no funcionaba como variable diferencial en el estudio de este fenómeno, debido a que en ese país las condiciones socioeconómicas son muy parecidas en todos los estratos de la población. A la luz de este hallazgo, podría relacionarse la reducción de la amplitud de la variación estacional en México con una disminución de las brechas socioeconómicas en cuanto al nivel de escolaridad. Esta conclusión debe adoptarse con cautela, si se considera que durante el periodo de observación México vivió dos de las crisis económicas más profundas de su historia: la de 1994 y la de 2008. Sin embargo, a pesar de las crisis, los niveles de escolaridad siguieron subiendo. Aunque, por otra parte, en este periodo aumentaron los niveles de pobreza.

Otra explicación a este fenómeno podría fundamentarse en la teoría de la transición epidemiológica, pues quizá el cambio en las causas de mortalidad tienen que ver con la disposición de medicamentos que inhiben la mortalidad estacional causada por influenza, y las muertes por enfermedades crónico-degenerativas no han crecido en la medida de esta disminución; lo que se percibe como una reducción generalizada de la amplitud de la variación estacional, proporcional al número de defunciones por enfermedades infecciosas en ese estrato social. Como sabemos, la mortalidad por enfermedades infecciosas está ligada a bajos niveles de desarrollo económico y, por lo tanto, es posible observarla en los estratos sociales con mayores niveles de pobreza; por lo que la disminución en la mortalidad estacional sería menor en los grupos ubicados en los niveles socioeconómicos más altos. Esta reducción generalizada y proporcional a los niveles de pobreza se manifestaría como la convergencia del nivel de variación estacional de los grupos inferiores al de mayor estatus socioeconómico, como se observó en el presente trabajo.

El estudio de la mortalidad estacional proporciona una base técnica que permite una mejor toma de decisiones para incrementar la eficiencia con la que se administran los recursos. Dos de sus aplicaciones más importantes son: el sector salud y la industria aseguradora. A continuación, se describen los beneficios que podrían obtenerse de la observación y monitoreo constante de la mortalidad estacional en la planeación y administración de los recursos en ambos sectores.

En el campo de la salud pública, el monitoreo y seguimiento del comportamiento estacional de las muertes puede ayudar a desarrollar políticas cada vez más eficientes encaminadas a reducir la mortalidad, en tanto que estarían más focalizadas a atender la demanda en los momentos de mayor necesidad, y además, bajo la perspectiva de la prevención.

En primer lugar, el conocimiento del comportamiento estacional de las muertes ayudaría a diseñar estrategias de logística y provisión de insumos, así como oferta de servicios de salud pública más eficientes, ya que la demanda de servicios de salud en un momento determinado del año se podría estimar con mayor precisión. Además, si este monitoreo se hace tomando en cuenta las diferencias en el comportamiento estacional de las muertes según el grupo de edad y sexo al que pertenecían, entonces se podría atender aún mejor la demanda, en forma más específica.

Sin embargo, es importante puntualizar que para que el análisis de la mortalidad estacional provea resultados que ayuden a hacer más eficientes las estrategias encaminadas a la reducción de la mortalidad, es necesario profundizar en su estudio, con la finalidad de incrementar el grado de precisión en la estimación de las muertes. Uno de los caminos planteados hacia esta profundización, sería el estudio de la estacionalidad de la mortalidad por causas, como resultado del cual, sería posible identificar tanto cadenas causales, como relaciones entre el clima y la mortalidad. Otro de los caminos a seguir, sería el análisis regional del comportamiento de la mortalidad estacional, que ayudaría a comprender cuáles son las condiciones del entorno menos favorables a la sobrevivencia. Finalmente, el estudio de factores socioeconómicos ayudaría a comprender cuáles son las circunstancias sociales y económicas que hacen más o menos vulnerable al individuo frente a los embates del clima.

Por otra parte, mediante el seguimiento continuo de las defunciones en intervalos menores a un año, sería posible identificar cuándo un exceso de muertes se debe a causas

estacionales y cuándo ocurre como resultado de eventos extraordinarios --como en el caso de epidemias y catástrofes naturales. Por lo anterior, es relevante no sólo el análisis de la mortalidad estacional, sino también el de el comportamiento estacional de la morbilidad. Pues, si se conoce éste, podría identificarse cuándo un pico estacional de alguna enfermedad deja de ser normal y se transforma en una epidemia.

Por otra parte, en los seguros de vida, se utilizan varios supuestos sobre el comportamiento de la mortalidad en las edades fraccionadas, uno de ellos es el de Distribución Uniforme de las Muertes (DUM), que conceptualmente se refiere a que las muertes están distribuidas de igual forma a lo largo del año y, por lo tanto, la probabilidad de morir es igual en todos los meses. Sin embargo, es claro que las muertes no ocurren con la misma probabilidad a lo largo del año. Por otra parte, el comportamiento estacional de la mortalidad es diferente según la edad y sexo de las personas.

En este tipo de operaciones financieras, las compañías aseguradoras provisionan un monto de dinero (reserva) para hacer frente a sus obligaciones futuras, las cuales están en función de la fecha en que fallecen los asegurados, por lo que necesitan modelar con precisión la forma en que ocurren las reclamaciones a lo largo del año, con la finalidad de establecer una estrategia de inversión que les permita un determinado grado de solvencia, minimizando el costo de oportunidad que pudiera derivarse de una estrategia de inversiones demasiado conservadora, en cuanto al plazo de los instrumentos financieros que componen el portafolio en que se invierte la reserva.

Por lo tanto, la utilización de modelos que consideren la estacionalidad de la mortalidad estacional (según cada grupo de edad), ayudaría a pronosticar con mayor precisión la forma en que se distribuye el número de fallecimientos que ocurrirán a lo largo de un año calendario (sobre todo en los grupos donde la estacionalidad es más intensa) y, por ende, mejoraría la estimación del número de reclamaciones esperadas en cada mes. Esto permitiría establecer una política de inversión de las reservas mucho más eficiente. El único trabajo que ha explorado esta posibilidad de aplicación del estudio de la mortalidad estacional es el de Mercedes Gregorio-Domínguez y Juan José Fernández Durán, en el que hacen uso de las distribuciones circulares para modelar este fenómeno.

REFERENCIAS

- Bee Dagum, E. 1980, *The X-II-ARIMA seasonal adjustment method*, Statistics Canada, Seasonal Adjustment and Time Series Staff, Ottawa.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. y Reinsel, G.C. 1976, *Time series analysis*, Holden-day, San Francisco.
- Bull, G.M. y Morton, J. 1978, "Environment, temperature and death rates", *Age and Ageing*, vol. 7, no. 4, pp. 210-224.
- Coutin, M.G. y Zambrano Cárdenas, A. 2006, "Comportamiento estacional de la mortalidad infantil en Cuba, 1987-2004", *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 44, no. 2, pp. 1-8.
- Falagas, M.E., Karageorgopoulos, D.E., Moraitis, L.I., Vouloumanou, E.K., Roussos, N., Peppas, G. y Rafailidis, P.I. 2009, "Seasonality of mortality: the September phenomenon in Mediterranean countries", *Canadian Medical Association journal*, vol. 181, no. 8, pp. 484-486.
- Feinstein, C.A. 2002, "Seasonality of deaths in the US by age and cause", *Demographic Research*, vol. 6, no. 17, pp. 469-486, p. 485.
- Findley, D.F., Monsell, B.C., Bell, W.R., Otto, M.C. y Chen, B.C. 1998, "New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal-adjustment program", *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 6, no. 2, pp. 127-152.
- Gomez, V. y Maravall, A. 1996, "Programs TRAMO (Time series Regression with Arima noise, Missing observations, and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series). Instructions for the User", *Documento de Trabajo*, vol. 9628.
- Gomez, V. y Maravall, A. 1996, "Programs TRAMO and SEATS, Banco de Espana, Servicios de Estudios", *Documento de trabajo*, vol. 9628.
- INEGI, (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) 2010, , Atlas Interactivo de México edn, INEGI, (Instituto Nacional de Geografía y Estadística), Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística 2011, , *Registros administrativos "Defunciones registradas 1990-2009"*. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=15273> [2011, 02/17].
- Ishigami, A., Hajat, S., Kovats, R.S., Bisanti, L., Rognoni, M., Russo, A. & Paldy, A. 2008, "An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities", *Environ Health*, vol. 7, no. 5, pp. 1-7.
- Keatinge, W.R. & Donaldson, G.C. 2004, "The impact of global warming on health and mortality", *Southern medical journal*, vol. 97, no. 11, pp. 1093.
- Keatinge, W., Coleshaw, S. & Holmes, J. 1989, "Changes in seasonal mortalities with improvement in home heating in England and Wales from 1964 to 1984", *International journal of biometeorology*, vol. 33, no. 2, pp. 71-76.
- Keatinge, W., Donaldson, G., Cordioli, E., Martinelli, M., Kunst, A., Mackenbach, J., Nayha, S. & Vuori, I. 2000, "Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study", *Bmj*, vol. 321, no. 7262, pp. 670-673.
- Keatinge, W.R. 2003, "Death in heat waves", *BMJ*, vol. 327, no. 7414, pp. 512-513. pp. 512
- Kovats, S. and S. Lloyd 2009. "Population, Climate and Health." Pp 164-175 in: *Population Dynamics and Climate Change*, edited by J.M.Guzmán, G. Martine, G.Mc Granahan, D. Schensul and C. Tacoli. New York: UNFPA; London: IIED pp. 164.

- Kelly, P.M. & Adger, W.N. 2000, "Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation", *Climatic Change*, vol. 47, no. 4, pp. 325-352.
- Kuri-Morales, P., Galván, F., Cravioto, P., Rosas, L.A.Z. & Tapia-Conyer, R. 2006, "Mortalidad en México por influenza y neumonía (1990-2005)", *Salud Pública de México*, vol. 48, no. 5, pp. 379-384.
- Lotka, A.J. 1925, *Elements of physical biology*, Williams & Wilkins company.
- Lutz, W. & KC, S. 2011, "Global Human Capital: Integrating Education and Population", *Science*, vol. 333, no. 6042, pp. 587-592.
- Maravall, A. .
- Marie, G.C., González, R.T. & Palanco, I.M. 2009, "Seasonal Variation in mortality for five main death causes. Cuba, 1996-2006", *The Internet Journal of Epidemiology*, vol. 6, no. 2.
- Morowitz, H.J. 1992, *Beginnings of cellular life: metabolism recapitulates biogenesis*, Yale University Press, New Haven.
- Motohashi, Y., Takano, T., Nakamura, K., Nakata, K. & Tanaka, M. 1996, "Seasonality of mortality in Sri Lanka: biometeorological considerations", *International Journal of Biometeorology*, vol. 39, no. 3, pp. 121-126.
- Nakai, S., Itoh, T. & Morimoto, T. 1999, "Deaths from heat-stroke in Japan: 1968–1994", *International journal of biometeorology*, vol. 43, no. 3, pp. 124-127. p. 43.
- Ordorica Mellado, M. 2004, "Pronóstico de las defunciones por medio de los modelos autorregresivos integrados de promedios móviles", *Papeles de población*, vol. octubre-diciembre, no. 42, pp. 249-261.
- Pressat, R. 2000, "El análisis Demográfico. Métodos, Resultados, Aplicaciones", .
- Quetelet, A. 1978; 1838, *De l'influence des saisons sur la mortalite aux differens ages dans la Belgique*, M. Hayez, Bruxelles. p.11
- Rau, R. & Doblhammer, G. 2003, "Seasonal mortality in Denmark: the role of sex and age", *Demogr Res*, vol. 9, pp. 197-222.
- Rau, R. 2007, *Seasonality in human mortality: A demographic approach*, Springer, Rostock. p.7, 485
- Scheidel, W. 2001, *Death on the Nile: disease and the demography of Roman Egypt*, Brill.
- Scheidel, W. 2001, *Death on the Nile: disease and the demography of Roman Egypt*, Brill.
- Shaw, B.D. 1996, "Seasons of death: aspects of mortality in imperial Rome", *The Journal of Roman Studies*, vol. 86, pp. 100-138.
- Shaw, B.D. 1996, "Seasons of Death: Aspects of Mortality in Imperial Rome", *The Journal of Roman Studies*, vol. 86, pp. pp. 100-138.
- Tan, T., Siu, D., Seale, H., Heywood, A., Ridda, I., Dwyer, D., Lo, V., Ghotane, S., Katelaris, A. & Lindley, R. 2011, "The Relationship Between Seasonal Influenza Vaccine Uptake and Socioeconomic Status in Western Sydney. Substudy of the Heart-Flu Study 2008-2009", *Heart, Lung and Circulation*, vol. 20, pp. S251-S251.
- Uphoff, H. & Stilianakis, N.I. 2004, "Influenza-associated excess mortality from monthly total mortality data for Germany from 1947 to 2000", *Methods Inf Med*, vol. 43, no. 5, pp. 486-492.
- Velázquez, F.R., Garcia-Lozano, H., Rodriguez, E., Cervantes, Y., Gómez, A., Melo, M., Anaya, L., Ovalle, J.C., Torres, J. & De Jesus, B.D. 2004, "Diarrhea morbidity and mortality in Mexican children: impact of rotavirus disease", *The Pediatric Infectious Disease Journal*, vol. 23, no. 10, pp. S149.

- Villarreal, F.G. & ECLAC, U. 2005, *Elementos teóricos del ajuste estacional de series económicas utilizando X-12-ARIMA y TRAMO-SEATS*, Naciones Unidas, CEPAL, División de Estadísticas y Proyecciones Económicas.
- Yan, Y.Y. 2000, "The influence of weather on human mortality in Hong Kong", *Social science & medicine*, vol. 50, no. 3, pp. 419-427.
- Zeger, S.L. 1988, "A regression model for time series of counts", *Biometrika*, vol. 75, no. 4, pp. 621.