

Análisis de los efectos económicos en la homeostasis biopsicosocial a partir de un sistema de medición probabilístico tridimensional

Analysis of the economic effects on biopsychosocial homeostasis from a three-dimensional probability measurement system

Emilio Arch-Tirado^{1*}, Ana L. Lino-González², Jorge Loria-Castellanos³, Ángel A. Pérez-Calatayud⁴, Erandy Montes de Oca-García⁵, Miguel A. Collado-Corona¹ y Adolfo Albo-Márquez⁶

¹Centro Neurológico, Centro Médico ABC Santa Fe, Ciudad de México; ²Servicio de Neurociencia Clínica, División de Neurociencias, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Ciudad de México; ³División de Proyectos Especiales en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Ciudad de México; ⁴División de Áreas Críticas, Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México; ⁵Servicio de Urgencias, Hospital General 197, IMSS, Texcoco, Estado de México; ⁶Asociación de Bancos de México, Ciudad de México, México

Resumen

Objetivo: Describir los efectos económicos en la homeostasis biopsicosocial a partir de un análisis tridimensional de la interacción conjunta de la comorbilidad biológica, psicológica y económico-social, con la finalidad de conocer las probabilidades de ocurrencia a partir de estas condiciones de forma simultánea. **Método:** Estudio transversal y muestreo aleatorio por cuotas. Participaron 353 hombres y mujeres mayores de 20 años que contestaron un cuestionario con 27 preguntas (biopsicosociales-económicas). Se analizaron los datos tridimensionalmente con la finalidad de conocer la probabilidad de ocurrencia de las variables estudiadas y su posible localización en el cubo unitario probabilístico. **Resultados:** Con base en la propuesta del cubo unitario se obtiene que, en las personas con ingresos de 2200 a 6600 pesos, en los hombres existe una probabilidad de 12.9 por cada 1000 habitantes de presentar deudas, sobrepeso y depresión grave; en las mujeres, la probabilidad es de 2.08 por cada 1000 habitantes. **Conclusiones:** Existe un eje prioritario que determina el cambio de las variables restantes, en este caso el eje económico que determina las condiciones biológicas y psicológicas.

Palabras clave: Análisis multifactoriales. Vulnerabilidad económica. Deudas y salud.

Abstract

Objective: Describes the economic effects on bio-psychosocial homeostasis from a three-dimensional analysis of the joint interaction of biological, psychological and economic-social comorbidities, in order to know the probabilities of occurrence of these conditions simultaneously. **Method:** It is a cross-sectional study and random quota sampling. 353 men and women over 20 years of age participated, and answered a 27 questions application (bio-psycho-economic-social), the data was analyzed three-dimensionally in order to know the probability of occurrence of the variables studied and their possible location in the probabilistic unit cube. **Results:** Based on the unit cube proposal, it can be observed that in the block of people with incomes from 2200 to 6600 pesos in the group of men there is a probability of 12.9 per 1000 inhabitants of presenting debt problems, in this case the economic axis that determines the change of the remaining variables.

Correspondencia:

*Emilio Arch-Tirado

Carlos Fernández Graef 154

Col. Santa Fe Cuajimalpa

C.P. 05300, Ciudad de México, México

E-mail: arch.tirado@gmail.com

0009-7411/© 2021 Academia Mexicana de Cirugía. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 23-12-2020

Fecha de aceptación: 28-03-2021

DOI: 10.24875/CIRU.20001416

Cir Cir. 2022;90(3):392-401

Contents available at PubMed

www.cirugiaycirujanos.com

overweight and severe depression, while in the case of women, the probability is 2.08 per 1000 inhabitants. **Conclusions:** There is a priority axis that determines the change of the remaining variables, in this case it is the economic axis the one that determines the biological and psychological conditions.

Keywords: Multifactorial analysis. Economic vulnerability. Debt and Health.

«Nadie se baña en el río dos veces porque todo cambia tanto en el río como en el que se baña.»
Heráclito

Introducción

El Banco Mundial define la pobreza como la incapacidad para alcanzar un nivel de vida mínimo, esto es, tener acceso a un estándar de nutrición y otras necesidades muy básicas¹. En 2018 refirió que aproximadamente el 50% del total de pobres está conformado por población infantil, y que las mujeres representan a la mayoría de las personas pobres en la mayor parte de las regiones del mundo. También reportó que más del 40% viven en economías afectadas por la fragilidad, los conflictos y la violencia, y se prevé que esta cifra incremente al 67% en la próxima década. Así mismo, estima que muchas personas que habían superado la pobreza extrema puedan volver a ella a consecuencia de la pandemia de COVID-19 (entre 88 y 115 millones de personas). Sugiere que posiblemente los nuevos pobres radicarán en zonas urbanas superpobladas y que se emplearán en servicios informales y en actividades de manufactura².

En México, según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en 2018 la población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos se ubicó en el 48.8% (61.1 millones de personas), la población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos se ubicó en el 16.8 % (21 millones), y con respecto a la población en situación de pobreza se ubicó el 41.9% (52.4 millones), mientras que la población en situación de pobreza extrema se encontró en el 7.4% (9.3 millones). En cuanto a la población vulnerable por ingresos se reportó un 6.9% (8.6 millones), con respecto a la población vulnerable por carencias sociales (rezago educativo, sin acceso a servicios de salud, a seguridad social, a alimentación, a calidad, a espacios y servicios básicos de la vivienda) se reportó un 29.3% (36.7 millones), y en cuanto a la población no pobre y no vulnerable se reportó un 21.9% (21.9 millones)³.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud precaria es tanto una causa como una consecuencia de la pobreza. Refiere que la enfermedad puede reducir las economías familiares, la capacidad de aprendizaje, la productividad y la calidad de la vida, y que esto a su vez crea o perpetúa la pobreza⁴. La Secretaría de Desarrollo Social refirió que, en México, la principal causa de desnutrición en la población es la pobre ingesta de alimentos que proporcionan energía y micronutrientes (vitaminas y minerales), relacionada con malos hábitos de alimentación, ingresos bajos y problemas de abasto en las regiones rurales. Estipula que desde hace unos años México ha sufrido una transformación de aspectos nutricionales y alimentarios caracterizada por el abandono de las dietas tradicionales basadas en un alto consumo de cereales y tubérculos, y se han ido adoptando dietas con un alto contenido de energía, grasas y azúcares simples; así mismo, ha disminuido la actividad física por cambios relacionados con la estructura ocupacional y facilidades para el transporte, entre otros factores, provocando un incremento del sobrepeso y de las enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición, como la hipertensión, la diabetes mellitus y la cardiopatía isquémica. Se calcula un consumo diario per cápita aproximado de 3100 kcal, muy por encima del promedio requerido, y además se ha reportado que la población con mayores ingresos, y posiblemente con intensas jornadas laborales y tiempo prolongado de traslado, tiende a consumir alimentos fuera del hogar, lo que significa un mayor consumo de alimentos ricos en macronutrientes⁵ (proveedores de energía, hidratos de carbono, grasas y proteínas)⁶. Con respecto al consumo de refrescos, en el año 2008 se reportó que, cuanto más pobre es el hogar, mayor proporción de su gasto se destina a la compra de estos productos, esto es, un 5.4% en los hogares con pobreza alimentaria y un 3% en los hogares sin pobreza, lo que muestra que los hábitos alimenticios de la población no dependen exclusivamente del ingreso o del contenido nutricional de los alimentos, sino que se toman en cuenta otros atributos, entre ellos el sabor y el olor. Una consecuencia de esta transformación es el incremento de los

niveles de obesidad, comenzando a observarse un fenómeno denominado «hogares con doble carga» (hijos desnutridos y madres obesas) como consecuencia del sedentarismo y del mayor consumo de grasas y azúcares⁵. Por otra parte, la *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares* de 2008 refiere que la proporción de mujeres en condición de pobreza es mayor que la de los hombres; el 44.5% (24.4 millones) de las mujeres vivían en pobreza multidimensional (educación, salud, trabajo, seguridad social, vivienda y nivel de vida en general)⁷. El CONEVAL ha reportado que la participación en cuestiones laborales es mayor en los hombres que en las mujeres, y es común que las mujeres que desempeñan una actividad laboral subordinada carezcan de un contrato; también se ha observado una mayor proporción de mujeres que realizan un trabajo y no reciben pago o remuneración. Aunado a esto, se refiere que los ingresos monetarios de los hogares provienen principalmente de los hombres, quienes perciben aproximadamente dos terceras partes (65%) de los ingresos en los hogares, y por último, que las mujeres que trabajan perciben ingresos menores que los de los hombres en prácticamente todos los niveles de escolaridad, observándose que la diferencia salarial entre hombres y mujeres es más evidente entre la población con mayor preparación⁸.

En la actualidad se conocen y se aplican modelos dinámicos para el análisis y la interpretación de fenómenos económicos, sociales y biológicos. Podemos afirmar que la probabilidad de ocurrencia de sucesos idénticos es imposible en tiempo y en espacio, y fundamentando esto en el principio de la física clásica que refiere que dos sujetos no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo. Considerando esta propiedad, sería ideal generar, diseñar e implementar estrategias de medición multivariadas e independientes por sujeto y por evento. Con base en lo anterior se puede considerar que cada sujeto es el resultado de su entorno, por lo que aun en historias paralelas, tal es el caso de hermanos o inclusive de gemelos, se espera que las evaluaciones de cualquier orden sean iguales. Los sistemas dinámicos son sistemas complejos que están sujetos a sufrir grandes modificaciones a partir de cambios mínimos, tal como ejemplificó magistralmente Lorenz⁹ con el «efecto mariposa», según el cual variaciones mínimas en las etapas iniciales en un sistema dinámico generan grandes cambios a lo largo del tiempo. De esta manera se puede decir que en los sistemas dinámicos las variables externas no solo interactúan con los

elementos inmersos en el sistema, sino también con las relaciones entre ellos. Es sabido que algunos sistemas operan en forma lineal debido a que su acción puede ser predicha por la información referente a su punto de arranque y sus reglas de operación; sin embargo, muchos sistemas en apariencia determinísticos pueden resultar en sistemas extremadamente caóticos e impredecibles, debido a la complejidad de la interacción y la modificación de sus variables a lo largo del tiempo.

La teoría del caos parte de dos principios con respecto a los sistemas dinámicos: el primero enfatiza el orden oculto que existe en un sistema que se denomina sistema caótico, y el segundo se refiere a los procesos de autorregulación y autocontrol espontáneos⁹. La aportación de Lorenz⁹ al conocimiento de los sistemas complejos y la condición de que pueden ser caóticos es muy importante. Lorenz⁹ descubrió, entre otras cosas, las características fundamentales de los sistemas que nos ayudan a comprender mejor lo que se conoce como caos; así mismo, describió los llamados atractores extraños, que popularmente se ejemplifican como el «efecto mariposa», que refiere cómo una mínima variación en las condiciones iniciales de un sistema puede resultar en un efecto totalmente inesperado, que sería equivalente a la idea de que «el aleteo de este insecto en el Amazonas podría producir una tempestad un mes después en Chicago». Estos postulados se basan en la existencia de numerosos atractores en un sistema determinado, los cuales cada vez van generando más cambios en las condiciones iniciales; de esta manera, cada sistema es propenso a atractores determinados, como es el caso de la gran cantidad de variables existentes en el medio ambiente que a su vez inciden de manera directa e indirecta en el sistema^{10,11}.

Es prioritario recordar el reduccionismo como tendencia de pensamiento que basa su principio en el enunciado «la suma de las partes es igual al todo»; así, todo elemento fáctico se puede fragmentar y estudiar en cada una de sus partes sin perder el contenido de su estructura y función iniciales. Es difícil encontrar otro sistema de la realidad objetiva en el que se haya empleado tan intensamente esta concepción como el cuerpo humano: la reducción del sistema de estudio a partes más sencillas (sistemas, tejidos, células, compuestos proteicos, moléculas, átomos, etc.) que se puedan analizar, lo cual ha sido el paradigma de la medicina durante milenios. El padre de la linealidad, Isaac Newton, expone en su tercera ley que «a toda acción corresponde una

reacción de la misma magnitud, pero en sentido contrario», lo que significa que existe una sola causa para un solo efecto. La teoría del caos rompe con este paradigma de la linealidad y la física newtoniana¹².

El fundamento elemental en la teoría del caos parte de que una gran cantidad de variables independientes resultarán en una sola variable dependiente, esto es, existen muchas causas para que ocurra un solo efecto^{13,14}. Este fenómeno lo enfrentan prácticamente a diario los economistas, al analizar las tendencias económicas. Dado que todos los sistemas complejos se comportan de la misma manera, estos conceptos se pueden y deben aplicar a las ciencias de la salud. De esta manera se puede afirmar que, en los sistemas dinámicos, «pequeños cambios en las condiciones iniciales del sistema pueden generar grandes cambios en el resultado final», y del mismo modo, en las formas superficiales de su evolución, es probable que tomen diferentes rutas, tales como autoorganización, sincronización, no predictibilidad de los efectos finales ni de los pequeños cambios en las condiciones iniciales, así como la existencia de simplicidad de algunos niveles; así, el caos existe en otras formas en los conceptos fundamentales de la complejidad¹⁵. Diversas propiedades temporales y espaciales en sistemas complejos surgen en forma espontánea a partir de las interacciones que se dan en el sistema en cuestión, las cuales inciden en forma longitudinal a lo largo del tiempo, generando propiedades o efectos inesperados en un sistema determinado; a estas propiedades se las ha denominado «procesos emergentes».

La OMS define la salud como «un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades». Por ello, la interacción de los elementos biopsicosociales y económicos es determinante en la homeostasis, de modo que la vulnerabilidad de uno de ellos es causa del desequilibrio de los otros dos. Esta definición de enfermedad fue emitida en el *Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud*, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, y firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados¹⁶, entrando en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde esa fecha.

Al revisar las hipótesis en que se funda la geometría postulada por Riemann (1826-1866), se destaca que: «Si en un concepto cuyas determinaciones constituyen una variedad continua pasamos de una

determinación a otra de un modo definido, las determinaciones recorridas constituyen una variedad unidimensional cuya característica esencial es que en ella solo es posible la progresión continua a partir de un punto en dos direcciones, hacia delante o hacia atrás. Si ahora nos figuramos que esta variedad se transforma de nuevo en otra completamente distinta y una vez más de modo definido, a saber, de tal manera que cada punto se transforma en un punto determinado de la otra, la totalidad de las determinaciones así obtenidas constituyen una variedad bidimensional. De manera semejante obtenemos una variedad tridimensional si nos representamos que una bidimensional se transforma en otra totalmente distinta de modo definido, y es fácil ver cómo podemos proseguir esta construcción. Si en vez de pensar el concepto como susceptible de determinaciones consideramos su objeto como variable, puede designarse esta construcción como la composición de una variabilidad de $n+1$ dimensiones a partir de una variabilidad de “ n ” dimensiones y de una variabilidad de una dimensión»¹⁷.

Al considerar los fundamentos de la teoría del caos aunados a los conceptos para la ponderación de escalas tridimensionales con base en la definición de salud de la OMS, se deben generar mediciones tridimensionales simultáneas para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento en un proceso patológico en una muestra de sujetos.

El objetivo del presente trabajo es describir los efectos económicos en la homeostasis biopsicosocial a partir de un análisis tridimensional de la interacción de la comorbilidad biológica, psicológica, social y económica, con la finalidad de conocer las probabilidades de ocurrencia a partir de estas condiciones de forma simultánea.

Método

Estudio transversal y muestreo aleatorio por cuotas. Participaron 353 hombres y mujeres mayores de 20 años y activos económicamente que aceptaron responder una encuesta en las calles de la Ciudad de México. El protocolo no se sometió a ningún comité de investigación y ética por tratarse de un estudio transversal, descriptivo y sin implicaciones clínicas ni quirúrgicas.

Instrumento de medición

Se elaboró un cuestionario con 10 preguntas y se agregó el test de Hamilton para depresión. Las primeras

cinco preguntas eran de orden económico e incluían información sobre ingresos mensuales, dependientes económicos, tipo de vivienda, relación laboral y deudas bancarias; con base en estas preguntas se determinó si los participantes tenían o no deudas. Las siguientes cinco preguntas eran de orden biológico y se estructuraron con la finalidad de determinar si el peso corporal era saludable, normal o sobre peso, y si tenían o no enfermedades crónicas. Para evaluar el factor emocional (psicológico) se empleó la versión corta de 17 ítems del test de Hamilton para depresión, con la finalidad de obtener una medida de la intensidad y la gravedad de la depresión.

Aplicación del instrumento de medición

Para realizar el muestreo por cuotas se contempló que cada una se constituyera con 10 participantes, es decir, se entrevistó en intervalos de 10 sujetos que transitaran de forma peatonal por una avenida de la Ciudad de México; cuando se encontraba un candidato que se negaba a participar, se comenzaba de nuevo la cuota establecida en el muestreo. El encuestador fue un residente de medicina, quien eliminaba a cualquier participante que diera pautas para considerar que no contestaba de forma fidedigna.

Instrumento estadístico propuesto: cubo probabilístico unitario

Con base en el artículo de Arch-Tirado et al.¹⁸ titulado «Incertidumbre, sistemas dinámicos, principios de mecánica cuántica y su relación con el proceso salud-enfermedad (propuesta de análisis)» se utilizó el cubo unitario tridimensional (bio-psico- económico-social) a partir de los ejes (x,y,z) con las siguientes condiciones: el origen del cubo es (0,0,0), siendo los límites por eje (1,1,1) y en donde la unidad en cada eje es de 0.1, de esta manera las áreas por plano están limitadas por los ejes (x,y), (x,z) y (y,z), y el producto total de los planos (x)(y), (x)(z) y (y)(z) en forma independiente, con un total de 100 cuadrados de 0.1². Así mismo, para el análisis de áreas cúbicas se contempla el resultado del producto de los tres ejes (x)(y)(z), que es igual a 1000 cubos con área 0.1³. Se categorizaron los ejes de la siguiente manera: x = eje psicológico, y = eje biológico y z = eje económico social, siendo influenciados por el medio ambiente y el momento histórico del o de los sujetos que se analizan.

Para ponderar los ejes se utilizó el principio de dependencia estadística con base en el tamaño de la muestra, calculando la probabilidad de ocurrencia de un evento basado en sus comorbilidades por eje; de esta manera, a mayor número de comorbilidad el valor tiende a cero por el principio de las intersecciones probabilísticas, y viceversa, a menor número de comorbilidad el valor tiende a 1, por lo que $A \cap B$ se acerca más a 1 que $A \cap B \cap C$, y así sucesivamente hasta $A \cap B \cap C \dots \cap X$, que tiende a 0, y de esta manera el espacio probabilístico por eje es de $0 \langle (x,y,z) \rangle 1$ según el caso.

Postulados del cubo probabilístico unitario

1. Ningún punto es estático: pueden existir movimientos en segundos, minutos, horas, etc., en función del medio ambiente y de la manipulación de las variables según el momento en que se efectúa la medición.
2. Eje pivote y efecto liga: el eje en que se manipule la variable en cuestión tendrá repercusión en los dos ejes restantes, con una fuerza proporcional al impacto de la variable del eje en cuestión.
3. A mayor número de intersecciones, el valor tiende a 0, y al quitar una intersección, el punto se desplazará hacia el 1, en donde la velocidad del cambio es proporcional al valor de la proporción de la intersección en cuestión.
4. Los ejes dinámicos se deben adaptar a casos específicos evaluando el macroambiente y el microambiente.
5. Los puntos por área específica tendrán un comportamiento fractal.
6. La distancia entre 0 y 1 es infinita (propiedad de los números reales).
7. Existen áreas de concentración probabilística tridimensional, que delimitan y facilitan el análisis de la muestra estudiada (Fig. 1).

Análisis de los datos

Para el análisis se agrupó a los sujetos encuestados de acuerdo con sus percepciones mensuales, esto es, ingresos menores a 2200 pesos, de 2200 a 6600 pesos, de 6600 a 13,320 pesos, de 13,320 a 20,000 pesos, de 20,000 a 26,640 pesos, de 26,640 a 33,300 pesos, de 33,300 a 40,000 pesos, de 40,000 a 50,000 pesos, y mayores a 50,000 pesos. Se calculó la proporción de

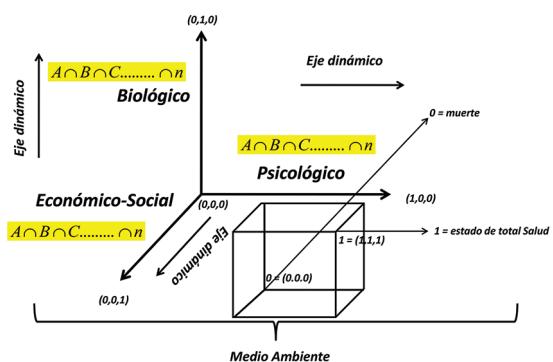


Figura 1. Cubo unitario probabilístico. Se observa que cuando los valores tienden a (0,0,0) existe mayor riesgo, lo cual es resultado del mayor número de comorbilidad; y caso contrario cuando el valor tiende a (1,1,1), cuando el estado de salud es total. (Figura elaborada por los autores y publicada previamente¹⁸.)

sujetos por cada intervalo de ingresos y se construyeron árboles de decisión con la finalidad de evaluar la probabilidad condicional y la dependencia estadística por cada rama. Finalmente se multiplicaron las probabilidades obtenidas por variable (biológica, psicológica y económica-social), multiplicando el resultado por 1000 con la finalidad de conocer la probabilidad de ocurrencia de las tres variables en forma simultánea y su posible localización en el cubo unitario probabilístico.

Resultados

Se estudiaron 353 sujetos, 175 hombres (49.6%) y 178 mujeres (50.4%), con un promedio de edad de 37.87 ± 10.1 años (media \pm desviación estándar). Con respecto a la deudas manifestadas por los encuestados, el promedio de deuda mensual fue de $7,016.81 \pm 15,617.48$ pesos. Con respecto al promedio del porcentaje del salario utilizado para el pago de deudas, fue del $19.82 \pm 25.2\%$. Con respecto al peso corporal, 3 sujetos (0.8%) presentaron bajo peso, 116 (32.9%) peso normal, 142 (40.2%) sobrepeso, 73 (20.7%) obesidad de tipo I, 13 (3.7%) obesidad de tipo II y 6 (1.7%) obesidad de tipo III, siendo la moda el sobrepeso. Con respecto al ingreso, 16 sujetos (4.53%) refirieron tener ingresos menores de 2220 pesos, 120 (33.99%) entre 2220 y 6660 pesos, 108 (30.59%) entre 6660 y 13,320 pesos, 35 (9.91%) entre 13,320 y 20,000 pesos, 26 (7.36%) entre 20,000 y 26,640 pesos, 23 (6.51%) entre 26,640 y 33,300 pesos, 6 (1.69%) entre 33,300 y 40,000 pesos, 8 (2.3%) entre 40,000 y 50,000 pesos, y 11 (3.1%) ingresos mayores de 50,000 pesos, siendo la moda

de 2200 a 6600 pesos. Por otro lado, el 22.7% (n = 80) de la muestra refirieron ser fumadores, el 47% (n = 166) consumir alcohol, el 2% (n = 7) consumir drogas, el 10.5% (n = 37) refirieron ser diabéticos, el 11.04% (n = 39) refirieron hipertensión arterial y el 1.4% (n = 5) mencionaron padecer cardiopatías.

Análisis tridimensional a partir del diagrama de árbol

De los 353 sujetos encuestados, 16 manifestaron percibir menos de 2200 pesos mensuales, es decir, $\frac{16}{353} = 0.0453$ (4.53%), de los cuales 10 eran mujeres y 6 hombres.

A partir de la construcción de un árbol de decisión basado en la frecuencia de presentación o no de las variables deudas, sobrepeso, diabetes *melilitus* y depresión, se construyó una tabla con los cálculos de la probabilidad condicional de cada evento con respecto al anterior, así como la probabilidad conjunta de todas las variables analizadas. Se encontró que la probabilidad de ocurrencia más alta en este grupo de ingreso mensual es de 0.3112, es decir, un 31.1% de probabilidad de que sea mujer, no tenga deudas, tenga peso normal, no tenga diabetes y no padezca depresión. Con respecto a los hombres de este grupo, el 50% manifestaron tener deudas, en comparación con las mujeres (40%) (Tabla 1).

Al calcular la probabilidad conjunta entre los tres ejes (bio-psico-económico y social) con respecto a la probabilidad de ocurrencia considerando la comorbilidad no deseada, en el caso de los hombres el 33.33% (0.3333) tenían sobrepeso, el 16.66% (0.1666) depresión grave y el 50% (0.5) deudas; de esta manera, $A \cap B \cap C = 0.027638$, con base en la propuesta del cubo unitario. Este resultado se multiplica por 1,000 y con ello se obtiene que existe una probabilidad de 27.7328, esto es, la probabilidad de que 28 hombres por cada 1000 habitantes tengan riesgo de presentar estas tres condiciones conjuntas. En el caso de las mujeres, la incidencia de sobrepeso fue del 20% (0.2), la de depresión grave del 10% (0.1) y la de deudas del 40% (0.4); de esta manera, $A \cap B \cap C = 0.008$, y multiplicado con base en la propuesta del cubo unitario por 1000 se obtiene la probabilidad de que 8 de cada 1000 mujeres tengan riesgo de presentar estas tres características conjuntas.

Tabla 1. Ingresos menores de 2200 pesos

Hombres						A&B....&N
R1	n = 6 (0.375)	CD (n = 3) = 0.5	PN (n = 1) = 0.33	SDb (n = 1) = 1	DpL (n = 1) = 1	0.061875
R2			SP (n = 2) = 0.66	CDb (n = 1) = 0.5	DpG (n = 1) = 1	0.061875
R3				SDb (n = 1) = 0.5	DpM (n = 1) = 1	0.061875
R4		SD (n = 3) = 0.5	PN (n = 1) = 0.33	SDb (n = 1) = 1	SDp (n = 1) = 1	0.061875
R5			SP (n = 2) = 0.66	SDb (n = 1) = 0.5	SDp (n = 1) = 1	0.061875
R6				CDb (n = 1) = 0.5	SDp (n = 1) = 1	0.061875
Mujeres						
R7	n = 10 (0.625)	CD (n = 4) = 0.4	PN (2) = 0.5	CDb (1) = 0.5	DpM (1) = 1	0.0625
R8				SDb (1) = 0.5	SDp (1) = 1	0.0625
R9			SP (2) = 0.5	SDb (2) = 1	SDp (1) = 0.5	0.0625
R10					CDp (1) = 0.5	0.0625
R11		SD (n = 6) = 0.6	PN (n = 6) = 1	CDb (n = 1) = 0.16	SDp (1) = 1	0.06
R12				SDb (n = 5) = 0.83	SDp (5) = 1	0.31125
Σ	16					0.9925

CD: con deudas; CDb: con diabetes; CDp: con depresión; DpG: depresión grave; DpL: depresión leve; DpM: depresión moderada; PN: peso normal; SD: sin deudas; SDb: sin diabetes; SDp: sin depresión; SP: sobrepeso.

Con respecto a los ingresos entre 2200 y 6600 pesos mensuales, se ubicaron 120 sujetos, es decir, $\frac{120}{353} = 0.3399$ (33.99%), de los cuales 61 eran mujeres y 59 eran hombres, igual que en el caso anterior.

La probabilidad de dependencia con las variables estudiadas se calculó mediante la construcción de un diagrama de árbol, obteniendo que, a mayor tamaño de la muestra, los nodos y las ramificaciones aumentan de forma importante; así, para obtener las intersecciones probabilísticas, se debe calcular el producto de cada nodo con respecto a la longitud del árbol como sigue:

Proporción (Sexo)(Peso)(Diabetes)(Depresión) = Intersección final.

Para hombres:

$$\begin{aligned}
 R1 &= (0.4916)(0.4915)(0.2068)(0.66)(0.5) = 0.01648 \\
 R2 &= (0.4916)(0.4915)(0.2068)(0.66)(0.5) = 0.01648 \\
 R3 &= (0.4916)(0.4915)(0.2068)(0.33)(1) = 0.01648 \\
 R4 &= (0.4916)(0.4915)(0.7931)(0.95)(0.36) = 0.06553 \\
 R5 &= (0.4916)(0.4915)(0.7931)(0.95)(0.27) = 0.04915 \\
 R6 &= (0.4916)(0.4915)(0.7931)(0.95)(0.18) = 0.03276 \\
 R7 &= (0.4916)(0.4915)(0.7931)(0.95)(0.18) = 0.03276 \\
 R8 &= (0.4916)(0.4915)(0.7931)(0.04)(1) = 0.00766 \\
 R9 &= (0.4916)(0.5084)(0.166)((0.6)(1) = 0.02489 \\
 R10 &= (0.4916)(0.5084)(0.166)(0.4)(1) = 0.01659
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R11 &= (0.4916)(0.5084)(0.166)(0.4)(1) = 0.01659 \\
 R12 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.76)(0.78) = 0.12341^* \\
 R13 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.76)(0.05) = 0.00791 \\
 R14 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.76)(0.15) = 0.02373 \\
 R15 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.24)(0.33) = 0.01648 \\
 R16 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.24)(0.16) = 0.00799 \\
 R17 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.24)(0.16) = 0.00799 \\
 R18 &= (0.4916)(0.5084)(0.833)(0.24)(0.33) = 0.01648 \\
 &\Sigma 0.49936
 \end{aligned}$$

De esta manera, considerando el valor obtenido más elevado (*), se establece que en el grupo de sujetos con ingresos mensuales de 2200 a 6600 pesos existe una probabilidad de 0.12341 de que sea hombre, no tenga deudas, tenga sobrepeso, no tenga diabetes y no padezca depresión. De los hombres de este grupo, el 49.15% manifestaron tener deudas, en comparación con el 40.98% de las mujeres.

Para mujeres:

$$\begin{aligned}
 R19 &= (0.5083)(0.4098)(0.24)(0.83)(0.2) = 0.00829 \\
 R20 &= (0.5083)(0.4098)(0.24)(0.83)(0.2) = 0.00829 \\
 R21 &= (0.5083)(0.4098)(0.24)(0.83)(0.4) = 0.01659 \\
 R22 &= (0.5083)(0.4098)(0.24)(0.83)(0.2) = 0.00829 \\
 R23 &= (0.5083)(0.4098)(0.24)((0.16)(1) = 0.00799 \\
 R24 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.89)(0.47) = 0.06622 \\
 R25 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.89)(0.29) = 0.04085 \\
 R26 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.89)(0.17) = 0.02395
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R27 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.89)(0.05) = 0.00704 \\
 R28 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.1)(0.5) = 0.00791 \\
 R29 &= (0.5083)(0.4098)(0.76)(0.1)(0.5) = 0.00791 \\
 R30 &= (0.5083)(0.5901)(0.22)(0.87)(0.57) = 0.03272 \\
 R31 &= (0.5083)(0.5901)(0.22)(0.87)(0.14) = 0.00803 \\
 R32 &= (0.5083)(0.5901)(0.22)(0.87)(0.14) = 0.00803 \\
 R33 &= (0.5083)(0.5901)(0.22)(0.87)(0.14) = 0.00803 \\
 R34 &= (0.5083)(0.5901)(0.22)(0.12)(1) = 0.00791 \\
 R35 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.82)(0.43) = 0.08143^* \\
 R36 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.82)(0.08) = 0.01515 \\
 R37 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.82)(0.17) = 0.03219 \\
 R38 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.82)(0.3) = 0.05681 \\
 R39 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.17)(0.6) = 0.02355 \\
 R40 &= (0.5083)(0.5901)(0.77)(0.17)(0.4) = 0.0157 \\
 \Sigma &0.49288
 \end{aligned}$$

Considerando el grupo con los mismos ingresos y el valor obtenido más elevado (*), se establece que existe una probabilidad de 0.08143 de que sea mujer, no tenga deudas, tenga sobrepeso, no tenga diabetes y no padezca depresión.

Con respecto a la mayor probabilidad de ocurrencia, para el grupo con rango de ingresos de 2200 a 6600 pesos mensuales, en el caso de los hombres se encontró que 29/59 tienen deudas, 23/59 tienen sobrepeso y 4/59 tienen depresión grave, por lo que $A \cap B \cap C = (0.3898)(0.0677)(0.4915) = 0.01297 \times 1000 = 12.97$, lo que significa que 12.97 hombres por cada 1000 habitantes están en riesgo. Para el tamaño de la muestra, $59/353 = 0.1671$ o 16.71%.

En el caso de las mujeres, la mayor probabilidad de ocurrencia fue de 25/61 con deudas, 19/61 con sobrepeso y 1/61 con depresión grave, por lo que $A \cap B \cap C = (0.3114)(0.0163)(0.4098) = 0.00208 \times 1000 = 2.08$, lo que significa que 2.08 mujeres por cada 1000 habitantes están en riesgo. Para el tamaño de la muestra, $61/353 = 0.1728$ o 17.28%.

Utilizando la misma metodología, al analizar al grupo con un rango de ingresos de 6600 a 13,320 pesos, se encontró que la muestra estuvo conformada por 108 (30.59%) sujetos, de los cuales 40 (37.035%) eran hombres y 68 (62.96%) mujeres. Al considerar la mayor probabilidad de ocurrencia, se encontró que las intersecciones más relevantes fueron en el caso de los hombres, con este rango de ingresos, con deudas, sobrepeso y depresión, por lo que $A \cap B \cap C \cap D = 0.0339$, y de esta manera $(0.0339)(1000) = 33.9$; esto es, existe una estimación de 33.9 hombres por cada 1000 de presentar esta comorbilidad conjunta. Para las mujeres con estas mismas condiciones, la estimación es de 22.6 por cada 1000.

Para el rango de ingresos de 13,320 a 20,000 pesos, la muestra se conformó por 35 (9.91%) participantes, de los cuales 18 (51.42%) eran hombres y 17 (48.57%) eran mujeres. Los resultados más representativos para este grupo fueron que tenga ingresos en este rango, que sea del sexo masculino, con deudas, sobrepeso y depresión, y entonces $A \cap B \cap C \cap D = 0.0226$, de tal manera que existe una estimación de 22.6 hombres por cada 1000 de presentar esta comorbilidad conjunta. Para las mujeres con estas mismas condiciones, la estimación es de 5.6 por cada 1000.

Con respecto al rango de ingresos de 20,000 a 26,640 pesos, la muestra la conformaron 26 (7.36%) participantes, de los cuales 11 (42.3%) eran hombres y 15 (57.69%) eran mujeres. Los resultados más representativos muestran que 9 (81.81%) hombres y 11 (73.33%) mujeres manifestaron tener deudas; dado el tamaño de la muestra en este rango de ingresos, la estimación de comorbilidad no es representativa.

Al analizar el rango de ingresos de 26,640 a 33,300 pesos, la muestra la conformaron 23 (6.51%) participantes, de los cuales 16 (69.56%) eran hombres y 7 (30.43%) eran mujeres. De ellos, 13 (81.25%) hombres y 5 (71.42%) mujeres refirieron tener deudas; al igual que en el rango de ingresos anterior, los datos no sustentan una estimación por cada 1000 habitantes.

En el rango de ingresos de 33,300 a 40,000 pesos, la muestra estuvo conformada por 6 (1.69%) participantes, todos hombres y con deudas. Para el rango de ingresos de 40,000 a 50,000 pesos, la muestra la conformaron 8 (2.26%) hombres, todos con deudas. Por último, para los que refirieron ingresos mayores de 50,000 pesos, la muestra fue de 11 (3.11%) participantes, todos hombres y con deudas.

Con los datos observados, se observa una tendencia a valores menores a la media, lo cual es reflejo de la inequidad de las percepciones en México.

Discusión

Los resultados del presente trabajo describen los efectos de las deudas en el equilibrio biopsicosocial. El promedio de pago mensual de deudas asciende a 7016.81 ± 1561.48 pesos, con un promedio porcentual con respecto al salario devengado del $19.82 \pm 25.2\%$; de esta manera, el intervalo de confianza al 95% de las proporciones con estos valores es de $0.1567 < P < 0.2397$, esto es, del 15.67% al 23.97% con respecto al total de la muestra estudiada, en donde la

distribución de los intervalos está sesgada a la izquierda debido a que el 69.11% de los sujetos de la muestra ganan menos de 13,320 pesos mensuales. Así, en este grupo, el pago de las deudas puede incluso abarcar el 100% de los ingresos totales.

El 67.1% de la muestra estudiada presentaba sobre peso o algún tipo de obesidad como consecuencia de los bajos ingresos, posiblemente debido al bajo costo que tienen las dietas altamente calóricas y bajas en proteínas. De la muestra estudiada, el 10.5% tenían diabetes y el 11.04% hipertensión arterial detectada.

Con base en los rangos establecidos y el análisis tridimensional se observa que a partir del rango de ingresos de 2200 a 2600 pesos se incrementan las deudas y, por ende, la comorbilidad. En este rango, el 49.15% de los hombres y el 40.98% de las mujeres tenían deudas. Del total de estos, el 79.31% de los hombres y el 76% de las mujeres presentaban sobrepeso.

El análisis propuesto permite evaluar tres variables que suceden al mismo tiempo. Los resultados más representativos fueron para el rango de 2200 a 6600 pesos, obteniéndose una probabilidad de que 12.97 por cada 1000 habitantes sean hombres y tengan deudas, sobrepeso y depresión grave, y para las mujeres con estas mismas condiciones la probabilidad es de 2.08 por cada 1000 habitantes. Llama la atención la vulnerabilidad del sexo masculino en este rango. Para el rango entre 6600 y 13,320 pesos se obtuvo, para el sexo masculino, una probabilidad de 33.9 sujetos por cada 1000 de presentar esta comorbilidad conjunta; para las mujeres con estas mismas condiciones, la estimación es de 22.6 por cada 1000. De acuerdo con el tamaño de la muestra, estos dos intervalos son los más representativos. Cabe mencionar que la población ubicada en el rango entre 6600 y 13,320 pesos es la más vulnerable, posiblemente acrecentado por la concepción errónea que se llega a tener sobre las tarjetas de crédito al considerarlas como extensiones salariales, incrementando la deuda y aumentando esta de forma no proporcional a los ingresos devengados.

Conclusiones

Se deben utilizar modelos de análisis multivariados de forma simultánea, como el que proponemos en el presente trabajo.

Existe un eje prioritario que determina el cambio de las variables restantes, en este caso el eje económico

que determina las condiciones biológicas y psicológicas.

No existe la estática en las mediciones. Si se ubicara este modelo tridimensional en una flecha del tiempo se observarían cambios de las variables estudiadas incluso en períodos de tiempo muy cortos, y de ahí la importancia de la teoría de los procesos estocásticos y del caos en este tipo de análisis.

Se deben generar y validar modelos matemáticos y estadísticos que rompan con el paradigma de la linealidad.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

1. World Bank. World Development Report 1990: Poverty. 2020. (Consultado el 21-12-2020.) Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5973>
2. Banco Mundial. Pobreza. Panorama General. 2020. (Consultado el 21-12-2020.) Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/poverty/overview>
3. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Medición de la pobreza. Pobreza en México. Resultados de pobreza en México 2018 a nivel nacional y por entidades federativas. 2018. (Consultado el 20-12-2020.) Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>
4. Organización Mundial de la Salud. Pobreza y salud. Informe de la Directora General. 1999. (Consultado el 21-12-2020.) Disponible en: https://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/EB105/se5.pdf
5. Secretaría de Desarrollo Social. Diagnóstico sobre la población en condiciones de pobreza vulnerable a los efectos de la desnutrición. 2010. (Consultado el 21-12-2020.) Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/32231/Diagnostico_Licensa_1_.pdf
6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Macronutrientes y micronutrientes. 2015. (Consultado el 20-12-2020.) Disponible en: http://www.fao.org/elearning/Course/NFLSLBC/es/story_content/external_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf
7. Instituto Nacional de la Mujer. Pobreza y género. Una aproximación a la forma diferencial en que afecta la pobreza a mujeres y hombres en México, 2010. 2010. (Consultado el 21-12-2020.) Disponible en: http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/101180.pdf

8. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Pobreza y género en México. Hacia un sistema de indicadores. 2012. (Consultado el 19-12-2020.) Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES_Y_PUBLICACIONES_PDF/PobrezaYGeneroenweb.pdf
9. Arch-Tirado E, Rosado-Muñoz J. Ciencias de la complejidad y caos como herramientas en el análisis de la proliferación de vectores y zoonosis. *Cir Cir.* 2009;77:341-50.
10. Grenfell BT. Chance and chaos in measles dynamics. *J R Statist Soc B.* 1992;54:383-98.
11. Nowak M, Sigmund K. Chaos and evolution cooperation. *Proc Nat Acad Sci USA.* 1993;90:5091-4.
12. Sametband MJ. Entre el orden y el caos. La complejidad. México: Fondo de Cultura Económica/SEP/CONACyT/La Ciencia para Todos 167; 1999.
13. Philippe P. Chaos, population biology, and epidemiology: some research implications. *Hum Biol.* 1993;65:525-46.
14. Thiébart RA, Forques B. Chaos theory and organization. *Organiz Sci.* 1995;6:19-31.
15. Pearce N, Merletti F. Complexity, simplicity and epidemiology. *Int J Epidemiol.* 2006;35:515-9.
16. Organización Mundial de la Salud. ¿Cómo define la OMS la salud? 2020. (Consultado el 15-12-2020.) Disponible en: <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions#:~:text=La%20cita%20procede%20del%20Pre%C3%A1mbulo%20de%20la%20Constituci%C3%B3n%20en%20vigor%20el%2027%20de%20abril%20de%201948>.
17. Hawking S. Dios creó los números. Barcelona: Crítica; 2010.
18. Arch-Tirado E, Collado-Corona MA, Lino-González AL, Terrazo-Lluch J. Incertidumbre, sistemas dinámicos, principios de mecánica cuántica y su relación con el proceso salud-enfermedad (propuesta de análisis). *Rev Esp Salud Pública.* 2020;94:e1-11.