

# Hacia una medicina preventiva con ayuda de las ciencias de la complejidad

Israel Colchado Flores

Abril 25, 2017

No. 4/2017



Ilustración: Joram Patiño, 2017

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO.-** Las [principales causas de muerte](#) en México son las enfermedades cardiacas y la diabetes, ambas enfermedades crónicas y degenerativas. Éstas y otros padecimientos como la obesidad o la hipertensión reducen drásticamente la calidad de vida.

Todas estas enfermedades se caracterizan por no tener una sola causa sino que son originadas por múltiples variables actuando en conjunto (genéticas, fisiológicas, ambientales, etc.). El riesgo para desarrollarlas varía de persona a persona.

La prevención de las enfermedades crónicas es primordial para evitar más decesos, disminuir los gastos del sector salud, aumentar la calidad de vida de los enfermos y evitar la discapacidad o dependencia. Sin embargo, al tratarse de enfermedades de largo desarrollo es difícil saber con exactitud en qué etapa de riesgo se encuentra la persona.

Además, muchos de los métodos disponibles para su diagnóstico no permiten identificar estas enfermedades antes de que se presenten los síntomas. Más aún, estos métodos suelen ser molestos e invasivos lo que ocasiona que mucha gente prefiera evitarlos y posponer la visita al médico hasta que la enfermedad ya está muy avanzada.

¿Es posible saber si estamos en riesgo de padecer este tipo de enfermedades utilizando métodos no invasivos? ¿Podemos identificar el riesgo de padecer una enfermedad incluso antes de que se presenten los primeros síntomas?

Investigadores del Instituto de Ciencias Nucleares y del Centro de Ciencias de la Complejidad de la UNAM buscan analizar algunas variables fisiológicas desde el enfoque de los sistemas complejos con el objetivo de encontrar formas de detectar señales tempranas para estas y otras enfermedades.

Un sistema es complejo cuando la interacción entre los elementos que lo conforman genera nuevas propiedades que no tenían originalmente. Debido a su origen y evolución, entre otras razones, la diabetes, la hipertensión y en general las enfermedades crónico-degenerativas se pueden considerar enfermedades complejas.

## SERIES DE TIEMPO, UNA POSIBLE RESPUESTA

En marzo pasado, durante el coloquio del Instituto de Ciencias Nucleares, el doctor en física nuclear Ruben Fossion presentó algunos de sus resultados utilizando series de tiempo para analizar enfermedades crónicas. Las series de tiempo permiten analizar una secuencia de observaciones en un intervalo. En este caso los datos provienen de algunas variables fisiológicas que “nos dicen algo sobre el funcionamiento del cuerpo humano” explicó.

Mediante un análisis estadístico, los científicos y médicos pueden evaluar variables como el ritmo cardíaco o la presión sanguínea y monitorear el comportamiento de ciertos órganos cuando están sanos y en presencia de alguna enfermedad.

El trabajo se facilita gracias a recientes avances tecnológicos que permiten monitorear de una manera continua y no-invasiva varios signos vitales a la vez, como la respiración, la temperatura interna o externa, la tensión arterial o el pulso. También es posible medir ondas cerebrales y actividad eléctrica del corazón e incluso la marcha (medida en pasos dados). Ejemplo de estas tecnologías son los relojes inteligentes (*smartwatch*) que contienen diversas funciones para monitorear estas variables.

Para el Dr. Fossion estas nuevas tecnologías ponen “mucho más información a nuestra disposición y de este modo podemos entender mejor el concepto de homeostasis”.

Tradicionalmente los especialistas médicos se han enfocado en estudiar una sola variable fisiológica. Desde el enfoque de las ciencias de la complejidad se puede analizar series de tiempo de múltiples variables fisiológicas y evaluar si comparten propiedades universales. La pregunta crucial es si se pueden emplear estas variables para cuantificar el estado general del sujeto.

Las series de tiempo de variables fisiológicas como la respiración o la temperatura corporal se pueden comportar de maneras muy diferentes. El Dr. Fossion cree que es posible encontrar propiedades universales entre ellas y con su trabajo busca identificar estas propiedades.

## EN BÚSQUEDA DE SEÑALES TEMPRANAS

El concepto de homeostasis es una propiedad de los organismos vivos que les permite mantener casi constantes variables fisiológicas clave como el nivel de glucosa, la temperatura corporal o el pH de la sangre a pesar de posibles cambios en el ambiente exterior. “El concepto de la homeostasis es la piedra angular para entender la medicina y la fisiología. De hecho sus componentes de estabilidad y adaptabilidad son la base de la salud”, explicó el Dr. Fossion.

Para el investigador, antes de que existieran las nuevas tecnologías, los equipos disponibles solamente permitían estudiar valores promedio de variables fisiológicas. Ahora con la posibilidad de monitorear un gran número de variables al mismo tiempo, se abren oportunidades de comprender mejor los mecanismos regulatorios fundamentales de la homeostasis y, posiblemente detectar en estadios tempranos irregularidades que puedan indicar el inicio de una enfermedad crónico-degenerativa.

Con este enfoque, el científico propone la hipótesis de clasificar las variables fisiológicas en dos tipos: esenciales (como la presión arterial) y de apoyo (como la frecuencia cardíaca). Para las variables esenciales, mantener su valor constante es crucial. Para evitar cambios radicales el cuerpo cuenta con sensores específicos que aseguran que ese valor se mantenga dentro de un rango estrecho. Para lograrlo, las variaciones del ambiente exterior se compensan con las variables de apoyo, cuya función es adaptarse a los cambios en el ambiente.

Siguiendo esta idea, la serie de tiempo de la presión arterial debe presentar poca variación lo que indica estabilidad de la homeostasis. En cambio, la serie de tiempo de la frecuencia cardiaca se caracteriza por una alta variabilidad que refleja la capacidad adaptativa. “Lo más bonito de este enfoque es que se puede generalizar a otras parejas de variables esenciales versus de apoyo en los diferentes procesos homeostáticos. Por ejemplo, oxigenación de la sangre versus respiración, temperatura interna versus temperatura de la piel, etc.”, dijo Fossion.

Su hipótesis es que con una enfermedad crónico-degenerativa, como la diabetes, el cuerpo pierde adaptabilidad lo cual se refleja en una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (variable de apoyo) disminuyendo la capacidad de adaptación del cuerpo. Como consecuencia, la presión arterial gradualmente se descontrola lo que se refleja en un aumento (presión arterial alta).

Para poner a prueba la hipótesis, en colaboración con Karla Paola García Pelagio, profesora de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se realizó un estudio piloto con grupos de 10 adultos jóvenes con peso normal, 10 con sobrepeso y 10 con obesidad. Se monitoreó de manera no-invasiva y continuamente durante una semana la temperatura de la piel.

La temperatura corporal puede servir como una forma de estudiar el metabolismo, por ejemplo, en personas con obesidad. Los investigadores suponían que los procesos regulatorios adaptativos ya no funcionarían bien con un aumento excesivo en el peso corporal. En este caso la temperatura de la piel se considera una variable de apoyo en el mecanismo homeostático de la temperatura corporal.

Si el cuerpo es capaz de mantener constante su temperatura interna a 37 grados es porque continuamente están trabajando procesos adaptativos que cierran (vasoconstricción) y abren (vasodilatación), respectivamente, capilares en la piel que permiten radiar menos o más energía de nuestro calor interno hacia el ambiente exterior.

Tal dinámica se pueden monitorear con sensores de temperatura que se colocan sobre la piel en alguna parte del cuerpo (por ejemplo en la muñeca). Cuando hay vasoconstricción baja la temperatura de la piel y con la vasodilatación aumenta. Los investigadores encontraron “una reducción significativa en la variabilidad de la temperatura de la piel a la par con el aumento del peso”, explicó el investigador.

Sin embargo, hay que notar que el estudio sólo se realizó en un pequeño grupo de participantes y aún queda mucho trabajo por realizar para lo cual “será necesaria la colaboración interdisciplinaria entre científicos y médicos”, anticipa Fossion.