



# Medicina de Familia SEMERGEN

[www.elsevier.es/semergen](http://www.elsevier.es/semergen)



FORMACIÓN CONTINUADA - ACTUALIZACIÓN EN MEDICINA DE FAMILIA

## Teoría de la Complejidad y el paciente hipertenso

J. Barochiner



Sección Hipertensión Arterial, Servicio de Clínica Médica, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 26 de octubre de 2020; aceptado el 21 de diciembre de 2020

Disponible en Internet el 6 de abril de 2021

### PALABRAS CLAVE

Complejidad;  
Hipertensión;  
Fractal;  
Aprendizaje  
automático;  
Telemedicina

**Resumen** La hipertensión arterial es la principal causa de muerte a nivel mundial y el abordaje que realice el médico de familia de los pacientes hipertensos, dado su rol clave como puerta de entrada al sistema de salud, es un determinante crucial en la evolución de los mismos. Por su parte, la Teoría de la Complejidad permite comprender cómo los sistemas crecen, se adaptan y evolucionan. El paciente hipertenso, dado su carácter de ser biológico y social, puede ser entendido como un sistema complejo. La comprensión de las características de estos sistemas contribuye a considerar al paciente desde otra perspectiva, más satisfactoria tanto para el mismo como para el profesional que lo asiste. En esta revisión se analizan las características del sistema complejo «paciente hipertenso» y las herramientas que permiten dar cuenta e interactuar con dicha complejidad. El abordaje desde múltiples enfoques, migrando de los clásicos modelos reduccionistas a otros que tengan en cuenta las interrelaciones dinámicas que se ponen en juego, sería una estrategia útil para el médico de familia en el desafío de lograr un adecuado control de la presión arterial en sus pacientes.

© 2021 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### KEYWORDS

Complexity;  
Hypertension;  
Fractal;  
Machine learning;  
Telemedicine

### Complexity theory and the hypertensive patient

**Abstract** Hypertension is the main cause of death worldwide and the approach that the Family Physician makes of hypertensive patients, given his or her key role as a gateway to the health system, is a crucial determinant in their evolution. On the other hand, Complexity theory contributes to the understanding on how systems grow, adapt and evolve. The hypertensive patient, given his character of biological and social being, can be understood and approached as a complex system. Understanding the characteristics of these systems contributes to considering the patient from another perspective, more satisfactory both for himself and for the professional who assists him. This review analyzes the characteristics of the complex system «hypertensive patient» and the tools that allow us to account for and interact with this complexity.

Correo electrónico: [jessica.barochiner@hospitalitaliano.org.ar](mailto:jessica.barochiner@hospitalitaliano.org.ar)

<https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.12.008>

1138-3593/© 2021 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

An approach from multiple perspectives, migrating from the classic reductionist models to others that take into account the dynamic interrelationships that are at stake, would be a useful strategy for the Family Physician in the challenge of achieving adequate control of blood pressure in his or her patients.

© 2021 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

La Teoría de la Complejidad permite comprender cómo los sistemas crecen, se adaptan y evolucionan<sup>1,2</sup>, así como también de qué manera interactúan con el ambiente. Cualquier sistema complejo da cuenta de una colección de agentes individuales con la libertad de actuar mediante acciones interconectadas de maneras no predecibles<sup>3</sup>. Es importante hacer la distinción con un sistema complicado, como puede ser un robot quirúrgico o un resonador, en el que la riqueza reside en el detalle y, de surgir un problema, este se descompone en sus partes constituyentes, reparando cada una y respetando una jerarquía, de modo que el sistema no es más que la suma de sus partes. Por el contrario, el comportamiento del sistema complejo no es predecible en base a un conjunto de características medibles. La riqueza del mismo está en su estructura y el foco debe ponerse en el comportamiento del sistema como un todo<sup>1</sup>.

En el campo de la medicina, el estudio de la complejidad en los sistemas fisiológicos cobró auge en la década de los 90 con las investigaciones de Kaplan et al. sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la presión sistólica en diferentes grupos etarios<sup>4,5</sup>. El paciente hipertenso, dado su carácter de ser biológico y social, compuesto por múltiples elementos o agentes que interactúan y se adaptan permanentemente a nivel molecular, celular, psicológico y social, puede ser entendido y abordado como un sistema complejo. Así, mientras que el enfoque reduccionista en el que fuimos formados la mayoría de los profesionales de la salud apunta a descomponer el problema en pequeñas partes y descifrar y resolver todas y cada una de las cuestiones que plantea el sistema a través de la deducción racional (modelo de universo mecanicista de Newton<sup>6</sup>), en el ámbito de la complejidad podemos sentirnos cómodos con la tensión entre las diferentes partes del mismo. Esto nos permite encarar el problema a estudiar de manera, de algún modo, más relajada, desde múltiples perspectivas, dejando que aparezca una «dirección» y siendo flexibles al surgimiento de eventuales soluciones no anticipadas.

## Importancia del abordaje del paciente hipertenso con una perspectiva de sistema complejo para el médico de familia

La hipertensión arterial es considerada actualmente la primera causa de muerte y discapacidad en tanto que, como

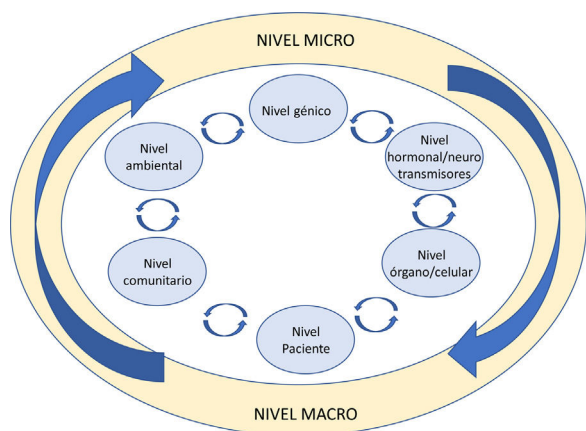
factor de riesgo, subyace a la enfermedad cardiovascular. Anualmente, la hipertensión arterial da cuenta de 10,4 millones de muertes a nivel mundial<sup>7</sup>. Además de ser una entidad muy prevalente, un problema clave es el alto grado de desconocimiento por parte de quienes la padecen y un escaso grado de control en quienes han sido identificados como hipertensos, lo cual redundaría en un alto impacto epidemiológico<sup>8</sup>. El médico de familia, dado su rol clave como puerta de entrada de estos pacientes al sistema de salud, se constituye en un actor principal, ya que la forma en que se aborde a estos pacientes, tan frecuentes en las consultas de atención primaria, determinará en gran parte la visión y conductas del paciente respecto de su patología, contribuyendo en gran medida al éxito o fracaso de las intervenciones. Dada la magnitud mundial del problema, la competencia profesional de los médicos de atención primaria para mejorar la salud y la asistencia a la población cobran en el paciente hipertenso un papel especialmente destacado, permitiendo, desde la perspectiva de las características de un sistema complejo aplicada a estos pacientes, la provisión de atención de alta calidad centrada en la persona y no en la enfermedad.

## Características de un sistema complejo

Es esperable que experimentar en nuestra práctica cotidiana la complejidad inherente al manejo de patologías crónicas y multifactoriales, como la hipertensión, lleve a un cierto nivel de frustración. La comprensión de las características de un sistema complejo puede contribuir al abordaje del paciente desde otra perspectiva, más satisfactoria tanto para el propio paciente como para el profesional que lo asiste.

Los sistemas complejos se pueden comprender mejor analizando sus características, a saber:

- Están compuestos por un *gran número de elementos*<sup>9</sup>. Estos tienden a mostrar un importante grado de similitud a través de los diferentes niveles del sistema, lo que se conoce como fractalidad. La fractalidad puede ser geométrica, es decir, una forma divisible en partes, las cuales son una copia a pequeña escala del todo, existiendo numerosos ejemplos en la naturaleza y en particular en la medicina (como el árbol vascular o el árbol bronquial), o temporal (variabilidad de la frecuencia cardíaca)<sup>3</sup>. En el paciente hipertenso observamos cómo numerosos aparatos y sistemas (digestivo, circulatorio, endocrino, etc.),



**Figura 1** Dinamismo que surge de las interdependencias del sistema y su interacción constante con otros sistemas.

células, moléculas, átomos y partículas subatómicas se relacionan e interactúan, siendo a su vez el sistema «paciente hipertenso» parte de otros sistemas complejos: familia, comunidad, sociedad.

- Son sistemas dinámicos y este *dinamismo* es de una importancia capital: las interacciones ocurren a diferentes escalas entre componentes del sistema micronivel (fisiológicos) con componentes macronivel (sociales)<sup>10</sup> (fig. 1). En el paciente hipertenso, por ejemplo, la vivencia de una situación estresante con la liberación de cortisol y la activación del sistema simpático actuarán a nivel cardíaco determinando un aumento de la frecuencia cardíaca y el consecuente aumento de la presión. Esta, a su vez, determinará un aumento de la eliminación de sodio a nivel renal para intentar volver al estado anterior.
- Las interacciones entre los elementos son simultáneas y transversales<sup>9</sup>, lo que se denomina *penetrancia*. Así, las redes fisiológicas, tales como la información genética, la actividad mitocondrial, los componentes del sistema nervioso autónomo o el eje hipotálamo-pituitario-adrenal, son sensibles a cambios a nivel psicosocial y ambiental que pueden ejercer una retroalimentación positiva o negativa (*interacciones recursivas*)<sup>3</sup>, conduciendo al sistema a la emergencia de un adecuado control de la presión arterial (o, por el contrario, a un descontrol de la misma).
- Actúan con información *local*: a la vez que ocurren las interacciones, los elementos del sistema ignoran la conducta del sistema en su totalidad. Así, existen leyes o reglas simples que van escalando multiniveles físicos y temporales<sup>10</sup>. En un paciente hipertenso, la carga genética, la funcionalidad de sus mitocondrias, el sistema endocrino, el sistema nervioso autónomo, el sistema cardiovascular, la autorregulación renal, etc., actúan todos a nivel local con sus propias reglas, y a su vez se hallan inmersos en la interacción con los otros sistemas. Esta dinámica intrínseca que hace que el sistema regrese a una cierta organización luego de una perturbación interna o externa fluctúa alrededor de los llamados «atractores»<sup>11</sup>. Los atractores pueden ser entendidos como fuerzas magnéticas que conducen a los sistemas complejos hacia determinadas trayectorias. Así, los elementos mencionados (sistema endocrino, sistema nervioso autónomo), cada uno de los cuales constituye a su vez un sistema

complejo, operarán para regular la presión arterial alrededor de un estado relativamente estable, con un nivel de 110-140/75-80 mmHg.

- Otra característica propia de los sistemas complejos es la *no linealidad*<sup>3</sup>. La respuesta a un determinado estímulo puede no ser constante o reproducible a lo largo del tiempo. A su vez, pequeños cambios en una parte del sistema pueden llevar a enormes cambios globales, el llamado «efecto mariposa»<sup>12</sup>. Por ejemplo, la ingesta de una misma cantidad de sodio en un paciente sal-sensible y en un paciente que no es sal-sensible puede determinar importantes aumentos de la presión en el primero y escasos cambios en el segundo. El supuesto de la linealidad al encarar sistemas complejos, asumiendo que, por ejemplo, si aumentamos la dosis del antihipertensivo al paciente, esto tendrá la consecuencia directa de bajarle la presión, lleva muchas veces al fracaso de las intervenciones. Sin embargo, a pesar de la falta de una predictibilidad detallada, usualmente es posible determinar patrones globales sobre el comportamiento del sistema, los cuales pueden tener consecuencias deseables o no.
- Los sistemas complejos son *abiertos*, vale decir que el sistema no tiene límites precisos y se encuentra en permanente intercambio con el medio que lo rodea<sup>9</sup>. La contaminación ambiental, las relaciones familiares (o amorosas o laborales) conflictivas, la cultura en la que se encuentra inmerso el paciente hipertenso, un entorno que no favorezca la realización de actividad física, por ejemplo, la escasez de espacios verdes, influirán en el comportamiento de su hipertensión. Así, no podemos entender el sistema complejo «paciente hipertenso» sin tener en cuenta que se encuentra «anidado» en otros sistemas y que todos interactúan y evolucionan juntos.
- *Historicidad*: los sistemas complejos tienen una historia, dado que evolucionan en el tiempo<sup>10</sup>. Como ejemplo de historicidad en este sistema, las vivencias previas del paciente, y las preocupaciones y expectativas que surgen de ellas, llevarán a que el mismo responda de determinada manera y no de otra a una indicación puntual, como dejar de fumar o sumar un segundo fármaco antihipertensivo. Esta característica de los sistemas complejos contribuye a explicar por qué una misma indicación puede tener diferentes resultados en diferentes pacientes hipertensos o incluso en un mismo paciente en diferentes momentos de su vida.
- Se encuentran en «*equilibrio dinámico*». El sistema complejo requiere de un constante flujo de energía a través del mismo, para lograr respuestas dinámicas continuas a todo tipo de desafíos (biológicos, cognitivos, emocionales, sociales, etc.) a los que se enfrenta. Esto hace que el mismo se encuentre en una permanente transición entre un estado estable y ordenado y un estado caótico desordenado, no alcanzando un punto de total «equilibrio estático» mientras el sistema exista. De este modo, los sistemas complejos de alguna forma se oponen a la Segunda Ley de la Termodinámica, que establece que la entropía de un sistema tenderá a su máximo, es decir, se moverá desde un estado ordenado hacia uno menos ordenado<sup>3</sup>. Por el contrario, se requiere una gran cantidad de energía para mantener al sistema en un estado de baja entropía. Por ejemplo, en el paciente hipertenso se necesita

de la interacción permanente de elementos que responden a distintas perturbaciones (cambios de temperatura, situaciones de estrés, situaciones de ayuno y postingesta, sueño y vigilia, etc.) que todo el tiempo desequilibran al sistema, para lograr mantener un nivel de presión arterial más o menos constante<sup>5</sup>.

## El control de la presión arterial como fenómeno emergente

De la red de interacciones dinámicas entre los componentes de un sistema complejo, surgen nuevas propiedades, llamadas *fenómenos emergentes*, que no están gobernadas por un modelo causa-efecto simple<sup>9,10</sup>. El adecuado control de la presión arterial puede contemplarse como un fenómeno emergente del sistema «paciente hipertenso». Este involucra diferentes vías y dinámicas en cada paciente-sistema en particular, donde el control de la presión —adecuado o no— es el estado observable que emana de las interacciones de los componentes del sistema y de los subsistemas de que este forma parte<sup>10</sup>. Es tarea del profesional de la salud intentar desentrañar las interrelaciones que llevan a esa emergencia en ese paciente. En efecto, solemos pasar por alto la distancia abismal entre el profesional de la salud en su consultorio y las experiencias vivenciadas en el día a día respecto del control de la presión del paciente, fruto del interjuego complejo entre la fisiología y el comportamiento. La presión medida en el consultorio es, en el mejor de los casos, una muestra pequeñísima de un conjunto de datos históricos cuyas propiedades van cambiando a lo largo del tiempo y que muchas veces requieren intervenciones puntuales. En la *figura 2*, vemos como ejemplo un registro de las presiones de un paciente al que se le solicitó que realizara una automonitorización de presión con mediciones por duplicado antes de desayunar y tomar la medicación y antes de cenar, durante una semana. Este pone de manifiesto múltiples sucesos de su cotidianeidad que muchas veces no logran ser capturados —o directamente no se pesquisan— en la consulta, constituyendo oportunidades de intervención perdidas. Habitualmente, se asume una variación fisiológica de la presión desde un enfoque lineal, cuando en realidad existen componentes caóticos no lineales e impredecibles, que son imposibles de captar sin la retroalimentación frecuente de lo que ocurre en el día a día del paciente. De este modo, usualmente se da por sentado que factores clave (por ejemplo, el horario de toma del antihipertensivo) son constantes en la ecuación que pueden ser fácilmente controladas por el profesional de la salud cuando, en realidad, varían permanentemente. Desde esta perspectiva, los cambios en el contexto en el que el sistema opera (identificación de una fuente errónea de información, una influencia familiar o laboral deletérea, o situaciones que se asocian a la falta de adherencia al tratamiento) suelen tener un mayor impacto que alterar el funcionamiento del sistema en sí (por ejemplo, con el agregado de un nuevo fármaco)<sup>13</sup>. Dicho de otro modo, es más probable que se alcance un adecuado control de la presión arterial si este se entiende como un fenómeno emergente de un sistema complejo y, en esa concepción, se articulan estrategias biomédicas y psicosociales.

## Herramientas para abordar la complejidad del paciente hipertenso

Como se ha mencionado, se requiere de una gran cantidad de energía para mantener al sistema complejo en un estado de baja entropía. En el ámbito de la medicina cardiovascular es especialmente característico que, a medida que los sistemas envejecen o enferman van perdiendo su nivel de complejidad, viendo reducida su capacidad de adaptarse al estrés<sup>14</sup>. Por lo general, esta pérdida en la complejidad refleja una pérdida o alteración de los componentes del sistema, o bien una alteración en las interacciones no lineales entre dichos componentes<sup>14</sup>. Se ha observado, por ejemplo, que en ancianos y en pacientes con diabetes existe una reducción en la complejidad de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en comparación con controles (intervalos R-R en los latidos cardíacos)<sup>4</sup>, lo cual abona el concepto de que la dimensión fractal podría ser un mejor indicador de estados de salud por sobre el tradicional promedio de la frecuencia cardíaca, por ejemplo, ya que permite capturar de manera más eficiente las fluctuaciones y comportamiento no lineal de los fenómenos naturales<sup>15</sup>. Las nuevas tecnologías han permitido cuantificar las reducciones en el nivel de complejidad en el envejecimiento y la enfermedad a través de métodos como la entropía aproximada, el análisis espectral y el análisis de fluctuación sin tendencia, entre otros<sup>5</sup> (*tabla 1*).

Por otro lado, tanto a nivel de la investigación en salud como de la gestión e implementación de los sistemas de información en salud, los llamados grandes datos (*big data*) han definido un enfoque relativamente reciente de investigación que involucra el uso de bases de datos complejas de gran volumen<sup>16</sup>. Estos incluyen datos clínicos, de estilo de vida, de imágenes, de laboratorio, genéticos y de biomarcadores, datos provenientes del uso de Internet y de dispositivos portables, entre otros. Esta concepción se ve reflejada en la reciente creación de diversas fuentes de registros de salud electrónicos para la investigación en enfermedades cardiovasculares, ya sea en población general<sup>17–19</sup> o bien a través de registros hospitalarios<sup>20,21</sup>. Este volumen de datos resulta un buen insumo para diversos algoritmos de aprendizaje automático o *machine learning*, tales como análisis de componentes principales, regresión penalizada, árboles de decisión, redes neuronales, análisis bayesiano, y aprendizaje profundo, entre muchos otros, que procesan y extraen información, muchas veces accionable, de esos datos<sup>22</sup> (*tabla 1*). Distintos estudios han demostrado la utilidad de estas técnicas en lo que respecta a pacientes con hipertensión y la posibilidad de predecir eventos cardiovasculares. Por ejemplo, García Carretero et al.<sup>23</sup> compararon modelos predictivos de regresión de Cox clásicos con modelos de Cox que incluían términos de penalización, usando el *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO) y *elastic net*. Aunque el desempeño de los modelos que incluyeron penalización no superó el desempeño del modelo clásico, los modelos obtenidos cuando se incluyó la penalización fueron más parsimoniosos al tiempo que mantuvieron la posibilidad de ser interpretados, lo cual podría ser una ventaja para la práctica clínica. Estos nuevos conocimientos llevaron al auge de la llamada «medicina de precisión», que permite identificar subgrupos en los que se puede optimizar el tratamiento gracias

|       | MAÑANA      | PRESIÓN SISTÓLICA (MÁXIMA) | PRESIÓN DIASTÓLICA (MÍNIMA) | FRECUENCIA CARDÍACA | Comentarios del paciente                                      |
|-------|-------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|---|
| DÍA 1 | 1ª medición | 147                        | 99                          | 67                  |   |
|       | 2ª medición | 135                        | 95                          | 65                  |   |
| NOCHE | 1ª medición | 135                        | 90                          | 61                  |   |
|       | 2ª medición | 124                        | 85                          | 66                  |   |
| DÍA 2 | 1ª medición | 142                        | 96                          | 59                  |   |
|       | 2ª medición |                            |                             |                     | Tuve que salir de imprevisto y no realicé la segunda medición |
| NOCHE | 1ª medición | 137                        | 89                          | 70                  |   |
|       | 2ª medición | 128                        | 86                          | 67                  |   |
| DÍA 3 | 1ª medición | 143                        | 94                          | 57                  | Cené muy salado la noche anterior                             |
|       | 2ª medición | 136                        | 90                          | 58                  |   |
| NOCHE | 1ª medición | 131                        | 84                          | 60                  |   |
|       | 2ª medición | 129                        | 85                          | 61                  |   |
| DÍA 4 | 1ª medición | 142                        | 93                          | 61                  |   |
|       | 2ª medición | 135                        | 91                          | 60                  |   |
| NOCHE | 1ª medición | 142                        | 93                          | 73                  |   |
|       | 2ª medición | 129                        | 85                          | 73                  | Olvidé tomar la medicación durante todo el día                |
| DÍA 5 | 1ª medición | 136                        | 94                          | 64                  |   |
|       | 2ª medición | 130                        | 92                          | 66                  |   |
| NOCHE | 1ª medición | 162                        | 103                         | 88                  | Acalorada discusión telefónica con mi jefe                    |
|       | 2ª medición | 160                        | 101                         | 88                  |   |
| DÍA 6 | 1ª medición | 129                        | 82                          | 58                  | Día de fin de semana, tranquilo                               |
|       | 2ª medición | 127                        | 82                          | 60                  |   |
| NOCHE | 1ª medición |                            |                             |                     | Salí a cenar y olvidé realizar las mediciones                 |
|       | 2ª medición |                            |                             |                     |   |
| DÍA 7 | 1ª medición | 132                        | 83                          | 66                  | Día de fin de semana, tranquilo                               |
|       | 2ª medición | 131                        | 82                          | 61                  |   |
| NOCHE | 1ª medición |                            |                             |                     | Olvidé realizar las mediciones                                |
|       | 2ª medición |                            |                             |                     |   |

Figura 2 Registros de un paciente al que se le indicó una automonitorización de presión de 7 días.

Tabla 1 Herramientas para el abordaje de los sistemas complejos

**Herramientas que permiten cuantificar la complejidad y sus variaciones**

Entropía aproximada (*approximate entropy*), entropía de permutación (*permutation entropy*), análisis espectral, análisis de fluctuación sin tendencia (*detrended fluctuation analysis*), índice fractal de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, exponente de Lyapunov, etc.

**Herramientas informáticas y estadísticas que permiten integrar los múltiples componentes e interacciones de un sistema complejo**

Análisis de componentes principales, regresión penalizada, árboles de decisión, redes neuronales, análisis bayesiano, aprendizaje profundo, metaaprendizaje, súper aprendizaje (*super learning*), aprendizaje automático automatizado (*automated machine learning*), líneas de automatización para el análisis de datos, etc.

**Herramientas que permiten el abordaje en base a estrategias multifactoriales**

Explorar preocupaciones y expectativas del paciente

Negociación

Buscar soluciones a uno o dos problemas por vez

Preguntas provocativas

Buscar atractores alternativos que definan un nuevo contexto para el sistema, permitiendo la emergencia de nuevos patrones

**Herramientas que permiten una retroalimentación con el sistema en tiempo real**

Telemedicina: telemonitorización de signos vitales (por ejemplo, dispositivos portables), atención remota del paciente por teleconsulta

al reconocimiento fenotípico más preciso o bien debido a una mejor comprensión de las vías causales. En contraposición a lo anterior, cabe destacar que las guías de práctica clínica en hipertensión usan un enfoque estándar universal intentando aplicarlo a nivel individual<sup>24,25</sup>. Las recomendaciones de estas guías no son personalizadas a la fisiopatología de los pacientes individuales a la vez que no integran aspectos genéticos, ambientales y del

comportamiento. En este marco es que la medicina de precisión fue ganando popularidad y es probable que las herramientas mencionadas, que permiten manejar la complejidad inherente a este enfoque, hayan llegado para quedarse.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que no todo hipertenso necesita de cada intervención biomédica disponible y que, a su vez, algunas intervenciones necesarias para

alcanzar el control de la presión estarán fuera del enfoque del modelo biomédico tradicional. Bajo esta mirada (tabla 1), el explorar las preocupaciones y expectativas del paciente, negociar con el mismo, no intentar solucionar todos los problemas a la vez, sino comenzar abordando uno o dos, hacerle preguntas provocativas («¿Cómo manejaría esta situación si Ud. fuera el médico y yo el paciente?»), buscar atractores alternativos que definan un nuevo contexto para el sistema, permitiendo la emergencia de nuevos patrones (por ejemplo, la reflexión sobre la muerte reciente de un familiar tabaquista por cardiopatía isquémica puede ser la perturbación del equilibrio que el paciente necesita para alistarse para un cambio en su estilo de vida, hacia uno más saludable, y que emerja un nuevo patrón de comportamiento), son todas estrategias que podrían ser de utilidad<sup>13,26</sup>.

Finalmente, una herramienta que permite abordar la retroalimentación frecuente que se requiere al manejar un sistema complejo, como es el paciente hipertenso, es la telemedicina (tabla 1). Si bien esta disciplina, entendida como el cuidado remoto de la salud a través de vías electrónicas de comunicación como un *smartphone* o una videoconferencia<sup>27</sup>, se viene desarrollando hace muchos años<sup>28</sup>, recientemente se ha transformado en un servicio esencial para proveer cuidado a los pacientes, dada la necesidad impuesta por la pandemia COVID-19 de aislamiento social y obligatorio<sup>29,30</sup>. En efecto, la pandemia favoreció el interés por esta herramienta y su reconocimiento, tanto desde los pacientes, los profesionales y los sistemas de salud. Más aún, en el campo de la medicina cardiovascular, el manejo a través de la telemedicina ha demostrado sus beneficios, incluyendo la hipertensión arterial: en un reciente metaanálisis realizado por Indraratna et al.<sup>31</sup>, se encontró que los pacientes en quienes se realizaban intervenciones a través de sus teléfonos móviles, lograban una presión sistólica significativamente menor que los pacientes sin la intervención. Las posibilidades que abre la telemedicina para el paciente hipertenso son enormes, dando la oportunidad de capturar de forma mucho más certera la cotidianidad del mismo, por ejemplo, las fluctuaciones en sus signos vitales, a través de la teletransmisión de estos datos, y permitiendo cambiar cursos de acción en tiempo real, lo cual se acerca mucho más al abordaje dinámico que un sistema complejo requiere.

## Conclusiones

Para abordar en forma óptima al sistema complejo que es el paciente hipertenso, debemos aceptar la impredecibilidad, respetar la autonomía y responder en forma flexible, lo que implica muchas veces dejar de lado la comodidad de los modelos lineales. El hecho de que la hipertensión arterial sea la patología crónica más frecuente a nivel mundial y su grado de control sea escaso coloca al médico de familia en un rol central, en tanto se erige como la puerta de entrada del paciente al sistema de salud, y su abordaje desde múltiples perspectivas permitirá que surja gradualmente la dirección adecuada hacia aquello que parece funcionar mejor para ese paciente.

## Glosario

**Análisis de fluctuación:** herramienta que permite medir propiedades fractales (ver fractal) en señales fisiológicas.

**Análisis espectral:** dicho análisis descompone un conjunto de datos en términos de sus componentes cíclicos o repetitivos. Originalmente aplicado a la ingeniería, hoy se utiliza también en análisis estadísticos.

**Atractores:** un atractor es un conjunto de valores numéricos hacia los cuales un sistema tiende a evolucionar, dada una gran variedad de condiciones iniciales en el sistema.

**Entropía:** se concibe como una «medida del desorden». En física, por ejemplo, es una magnitud termodinámica que indica el grado de desorden molecular de un sistema.

**Entropía aproximada:** es uno de los parámetros más populares para estimar la complejidad y la regularidad en señales biomédicas. Compara patrones dentro de la serie de tiempo y estima la regularidad de la serie de datos estudiada.

**Entropía de permutación:** es un parámetro estadístico que determina la complejidad en series temporales, basándose en la comparación de sus valores vecinos.

**Fractal:** objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas.

**Interacciones recursivas:** proceso en el que los efectos al mismo tiempo son causantes del mismo, en el que los estados finales son necesarios para la generación de los estados iniciales. El proceso recursivo se produce/reproduce a sí mismo. Las partes están contenidas en el todo y a su vez el todo está contenido en las partes.

## Financiación

El presente trabajo no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

La autora declara que no existe conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A la Dra. María Inés Cavallaro por la lectura crítica del manuscrito.

## Bibliografía

1. Sammut-Bonnici T. Complexity Theory [Internet]. Wiley Encyclopedia of Management. 2015:1–2, <http://dx.doi.org/10.1002/9781118785317.weom120210>.
2. Sturmberg JP, Martin CM, Katerndahl DA. It is complicated! - misunderstanding the complexities of "complex". *J Eval Clin Pract.* 2017;23:426–9.
3. Tuffin R. Implications of complexity theory for clinical practice and healthcare organization [Internet]. *BJA Education.* 2016;16:349–52, <http://dx.doi.org/10.1093/bjaed/mkw013>.
4. Kaplan DT, Furman MI, Pincus SM, Ryan SM, Lipsitz LA, Goldberger AL. Aging and the complexity of cardiovascular dynamics. *Biophys J.* 1991;59:945–9.

5. Vaillancourt DE, Newell KM. Changing complexity in human behavior and physiology through aging and disease. *Neurobiol Aging*. 2002;23:1–11.
6. Plsek PE, Greenhalgh T. Complexity science: The challenge of complexity in health care. *BMJ*. 2001;323:625–8.
7. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392:1923–94.
8. Rahimi K, Emdin CA, MacMahon S. The epidemiology of blood pressure and its worldwide management. *Circ Res*. 2015;116:925–36.
9. Corazza GR, Formagnana P, Lenti MV. Bringing complexity into clinical practice: An internistic approach. *Eur J Intern Med*. 2019;61:9–14.
10. Sturmberg JP, Picard M, Aron DC, Bennett JM, Bircher J, deHaven MJ, et al. Health and disease-emergent states resulting from adaptive social and biological network interactions. *Front Med (Lausanne)*. 2019;6:59.
11. Gilstrap DL. Strange Attractors and Human Interaction: Leading Complex Organizations through the Use of Metaphors [Internet]. *Complicity*. 2005;2, <http://dx.doi.org/10.29173/cmplct8727>.
12. Higgins JP. Nonlinear systems in medicine. *Yale J Biol Med*. 2002;75:247–60.
13. Wilson T, Holt T, Greenhalgh T. Complexity science: complexity and clinical care. *BMJ*. 2001;323:685–8.
14. Lipsitz LA, Goldberger AL. Loss of “complexity” and aging: Potential applications of fractals and chaos theory to senescence. *JAMA*. 1992;267:1806–9.
15. Sturmberg JP, West BJ. Fractals in Physiology and Medicine [Internet]. *Handbook of Systems and Complexity in Health*. 2013:171–92, [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-4998-0\\_11](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-4998-0_11).
16. Silverio A, Cavallo P, De Rosa R, Galasso G. Big health data and cardiovascular diseases: a challenge for research, an opportunity for clinical care. *Front Med*. 2019;6:36, <http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2019.00036>.
17. Denaxas S, Gonzalez-Izquierdo A, Direk K, Fitzpatrick NK, Fatemifar G, Banerjee A, et al. UK phenomics platform for developing and validating electronic health record phenotypes: CALIBER. *J Am Med Inform Assoc*. 2019;26:1545–59.
18. Millá Perseguer M, Guadalajara Olmeda N, Vivas Consuelo D. [Impact of cardiovascular risk factors on the consumption of resources in Primary Care according to Clinical Risk Groups]. *Aten Primaria*. 2019;51:218–29.
19. Shen Y, Yang Y, Parish S, Chen Z, Clarke R, Clifton DA. Risk prediction for cardiovascular disease using ECG data in the China kadoorie biobank. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2016;2016:2419–22.
20. Sankar PL, Parker LS. The Precision Medicine Initiative’s All of Us Research Program: an agenda for research on its ethical, legal, and social issues. *Genet Med*. 2017;19:743–50.
21. Williams MS, Buchanan AH, Davis FD, Faucett WA, Hallquist MLG, Leader JB, et al. Patient-centered precision health in a learning health care system: Geisinger’s Genomic Medicine Experience. *Health Aff (Millwood)*. 2018;37:757–64.
22. Hastie T, Tibshirani R, Friedman JH. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining Inference, and Prediction*. Springer Science & Business Media; . 2001:533.
23. Garcia-Carretero R, Barquero-Perez O, Mora-Jimenez I, Soguero-Ruiz C, Goya-Esteban R, Ramos-Lopez J. Identification of clinically relevant features in hypertensive patients using penalized regression: a case study of cardiovascular events. *Med Biol Eng Comput*. 2019;57:2011–26.
24. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension. *J Hypertens*. 2018;36:1953–2041.
25. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2018;138:e426–83.
26. Vallis M. Are behavioural interventions doomed to fail? Challenges to self-management support in chronic diseases. *Can J Diabetes*. 2015;39:330–4.
27. Kvedar J, Coye MJ, Everett W. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. *Health Aff (Millwood)*. 2014;33:194–9.
28. Muñoz de Escalona-Rojas JE, Quereda-Castañeda A, García-García O. Actualización de la retinopatía diabética para médicos de atención primaria: hacia una mejora de la medicina telemática [Update of diabetic retinopathy for Primary Care physicians: Towards an improvement of telematic medicine]. *Semergen*. 2016;42:172–6.
29. Mills EC, Savage E, Lieder J, Chiu ES. Telemedicine and the COVID-19 Pandemic: Are we ready to go live? *Adv Skin Wound Care*. 2020;33:410–7.
30. Pallarés Carratalá V, Górriz-Zambrano C, Llisterri Caro JL, Górriz JL. La pandemia por la COVID-19: una oportunidad para cambiar la forma de atender a nuestros pacientes [The COVID-19 pandemic: An opportunity to change the way we care for our patients]. *Semergen*. 2020;46 Suppl. 1:3–5.
31. Indraratna P, Tardo D, Yu J, Delbaere K, Brodie M, Lovell N, et al. Mobile phone technologies in the management of ischemic heart disease heart failure, and hypertension: systematic review and meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8:e16695.