



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad
20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba
<http://www.complejidad-camaguey.org/>

Memorias del II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad - Camaguey 2007 - Cuba
ISBN - 978-959-16-0529-0

Título

Uso de la lógica difusa en la Epidemiología.

Autores

MSc José A. Betancourt bbjose@finlay.cmw.sld.cu

Centro de Medicina y Complejidad del Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba

Lic. Humberto Brito

Centro de Medicina y Complejidad del Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.

Dr. Agustín Martínez de Santelices Rojas

Jefe de de la Cátedra de Desastres del Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba.

Resumen

El artículo brinda información sobre la lógica difusa y su uso en la Epidemiología. Se muestra una aplicación para trazar estrategias de trabajos preventivos y de control de focos de enfermedades transmisibles al evaluar en un lugar y momentos determinados cualquier patología que se presente. En el artículo expone el resultado que han obtenido algunos autores en el uso de esta técnica en la epidemiología, en los que se puede valorar su gran importancia y aplicación.

Palabras Claves

Lógica difusa, Epidemiología.



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad

20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba

<http://www.complejidad-camaguey.org/>

Introducción

La formación básica de médicos y en general del personal de salud no contempla en el currículum la aplicación de herramientas del enfoque de la complejidad, lo que puede limitar la calidad de algunas investigaciones, publicaciones y el aprovechamiento de valores agregados de los nuevos equipos médicos etc. La lógica difusa es una de estas herramientas. El objetivo de este artículo es difundir la aplicación de esta herramienta del enfoque de la complejidad en la Epidemiología, que como refleja la bibliografía internacional es ampliamente utilizada en el mundo.

Desarrollo

La epidemiología es la ciencia médica cuyo objeto es estudiar la incidencia y distribución de las enfermedades en grandes poblaciones, así como los factores que condicionan su expansión y gravedad. El análisis epidemiológico de cualquier enfermedad involucra varios niveles de incertidumbre, dado que las enfermedades pueden manifestarse de forma diferente en dependencia del entorno, de la vulnerabilidad del ente susceptible y la virulencia del agente patógeno. La morbilidad de una enfermedad presente en un lugar difiere entre las diferentes zonas geográficas, lo que es endémico en una región, puede ser en otra una epidemia.

Es usual que la descripción de las enfermedades se realice mediante términos lingüísticos que en general son vagos e imprecisos, sin embargo cuando la información se brinda como una probabilidad y no como una certeza entonces la información es más exacta; esto es lo que brinda la lógica difusa, que es la forma de lógica utilizada en algunos sistemas expertos y en otras aplicaciones de inteligencia artificial, en la que las variables pueden tener varios niveles de verdad o falsedad representados por rangos de valores entre el 1 (verdadero) y el 0 (falso).[8].

a. Breve noción de conjunto difuso

Dado un universo U , llamaremos conjunto difuso en U (o también subconjunto difuso de U) a un conjunto cuyos elementos son pares de la forma $(x, g(x))$; siendo $g(x)$ un número en el intervalo $[0, 1]$ que expresa “el grado de pertenencia” del elemento x al conjunto en cuestión, es decir, si A es un conjunto difuso entonces podemos escribir $A = \{(x, g_A(x)) : x \in U\}$, aquí $g_A(x)$ denota el grado de pertenencia de x al conjunto A ,



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad

20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba

<http://www.complejidad-camaguey.org/>

además note que todo elemento x del universo U pertenece al conjunto A , lo que cada uno lo hace con un cierto grado que es precisamente el denotado por $g_A(x)$.

Un conjunto difuso A viene entonces caracterizado por los valores de $g_A(x)$, estos valores constituyen los grados de pertenencia y definen la llamada función de pertenencia, la cual tiene la forma:

$$\begin{aligned} g_A : U &\mapsto [0,1] \\ x &\mapsto g_A(x) \end{aligned}$$

El valor $g_A(x)$ recibe diferentes interpretaciones, entre ellas “el grado de veracidad de la proposición $x \in A$ ”, “el grado de compatibilidad entre el elemento x y la propiedad que define al conjunto A ”, e incluso algunas interpretaciones de carácter probabilística.

La función de pertenencia se define de modo que si $g_A(x)=1$ entonces podemos afirmar que x tiene pertenencia total al conjunto A y si $g_A(x)=0$ decimos que x no pertenece a A . Resulta claro que un conjunto clásico (llamado también conjunto duro) es un caso particular de conjunto difuso, para el cual la función de pertenencia sólo toma los valores 0 y 1.

b. Aplicación práctica

Para el diseño del gráfico 1 se toman todos los valores absolutos de los números de casos mensuales de una entidad patológica, transcurrida en un intervalo de tiempo de 10 años, estos datos se llevan a una tabla Excel, en las que se toman los valores medios, máximos y mínimos promedios de cada mes y se representan en una curva. Los valores por debajo de la línea de los valores mínimos se consideran dentro de la zona de éxito, entre la línea de valores mínimos y la de valores medios está la zona de seguridad, entre la línea de valores medios y la de valores máximos está la zona de alarma, y encima de la de los valores máximo están las epidemias. La valoración que se exponía anteriormente difiere entre las diferentes zonas geográficas, pues lo que es endémico en una zona en otra sería una epidemia.

La terminología que propone la lógica difusa ubica la patología analizada según el grado de pertenencia a un conjunto o al otro., el lenguaje de probabilidades que se utiliza en la lógica difusa nos permite evaluar la



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad

20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba

<http://www.complejidad-camaguey.org/>

situación con más precisión, pues la forma de expresar la salida de datos estaría dada por el grado de pertenencia a un conjunto o al otro. En general este lenguaje es el introducido en las bases de datos de las computadoras y esta información apoya las decisiones a tomar.

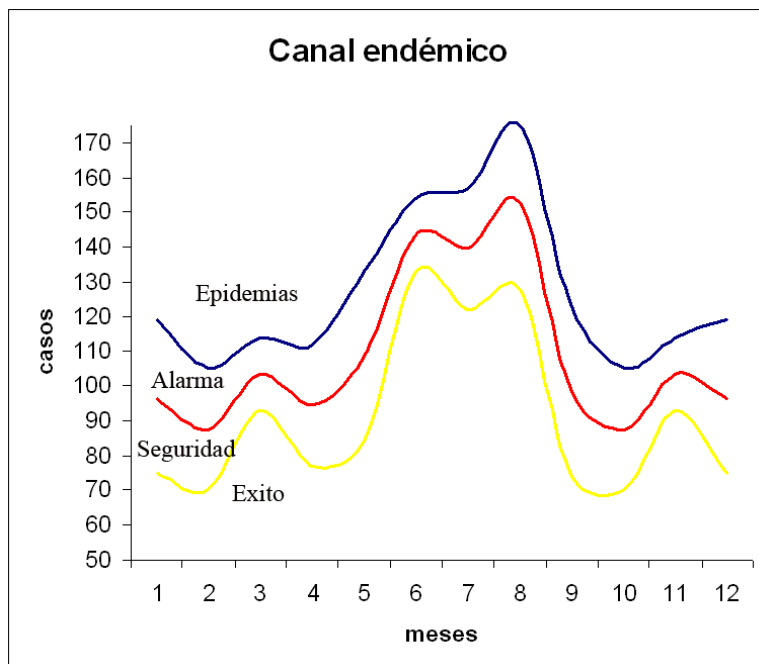


Gráfico 1

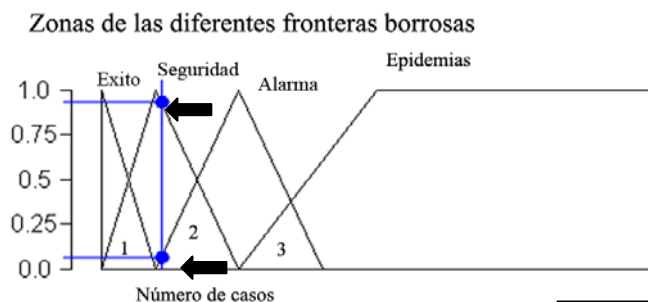


Gráfico 2

En el gráfico 2 se pueden apreciar diferentes zonas donde la información es confusa, sin embargo se puede expresar la exacta ubicación por el grado de pertenencia a uno o a otro conjunto, los puntos 1, 2 y 3 y las zonas



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad

20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba

<http://www.complejidad-camaguey.org/>

señaladas con la flecha presentan diferentes grados de pertenencia a uno o a otro conjunto. Las decisiones no tienen que esperar a que una enfermedad arribe a un número de casos con un valor absoluto, sino que la referencia del conjunto de números de caso y su grado de pertenencia a uno u otro conjunto apoyan nuestras decisiones. Esto no es una mera forma de expresión sino que se utiliza ampliamente en el mundo. Se utilizó en Sao Paulo, Brasil y en otros para evaluar campaña masiva de vacunación contra el sarampión y demostró ser una herramienta de análisis útil y poderosa[4,6], fue incluido en modelos matemáticos para analizar la transmisión y las adecuadas medidas preventivas del SIDA en heterosexuales, demostraron que las medidas de prevención desde dentro de la comunidad fueron más efectivas[9], se han utilizado modelos para predecir dispersión de pandemias e identificar zonas de riesgos lo que prepara a los epidemiólogos para evitar una dispersión global de enfermedades[5], se ha utilizado para evaluar adicción a drogas[10], para evaluar riesgos del feto antes del nacimiento[11], para comparar diferentes enfoques terapéuticos integrando medicina oriental y occidental[7], para analizar las relaciones contradictorias, imprecisas, no lineales que presentan las enfermedades[3,8], se describe su uso como técnica en un sistema computadorizado para apoyo al diagnóstico basado en la intensidad y duración de síntomas[1], por otra parte es una herramienta comprensible, que el personal médico puede entender rápidamente y ha mostrado mejores aciertos que la lógica bayesiana[2]

Conclusiones

- La lógica difusa es un método confiable para complementar los análisis epidemiológicos
- Es utilizada de forma exitosa por la mayoría de los epidemiólogos del mundo.

Referencias bibliográficas

1. [Bellamy JE](#). Medical diagnosis, diagnostic spaces, and fuzzy systems [J Am Vet Med Assoc](#). 1997 Feb 1;210(3):390-6.
2. Eduardo Massada,*, Neli Regina Siqueira Ortégaa,b, Claudio Jose´ Struchiner, Marcelo Nascimento Burattinia “Fuzzy epidemics” Artificial Intelligence in Medicine 29 (2003) 241–259
3. [John RI](#), [Innocent PR](#) Modeling uncertainty in clinical diagnosis using fuzzy logic [IEEE Trans Syst Man Cybern B Cybern](#). 2005 Dec;35(6):1340-50



II Taller Transdisciplinario sobre el Enfoque de la Complejidad
20 al 22 de febrero, Camagüey 2007 – Cuba
<http://www.complejidad-camaguey.org/>

4. José Luis Hernandez Caceres¹ NONLINEAR PROPERTIES OF MEASLES EPIDEMIC DATA ASSESSED WITH A KERNEL NONPARAMETRIC IDENTIFICATION APPROACH. Rev Electron Biomed / Electron J Biomed 2006;2:7-13.
5. L. Hufnagel†, D. Brockmann, and T. Geisel Forecast and control of epidemics in a globalized world www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0308344101
6. [Massad E](#), [Burattini MN](#), [Ortega NR](#). Fuzzy logic and measles vaccination: designing a control strategy. International Journal of Epidemiology 1999;28:550-557
7. [Phuong NH](#), [Kreinovich V](#). [Int J Med Inform](#). 2001 Jul;62(2-3):165-73. Fuzzy logic and its applications in medicine
8. [Seising R](#). From vagueness in medical thought to the foundations of fuzzy reasoning in medical diagnosis. [Artif Intell Med](#). 2006 Nov; 38(3):237-56.
9. Shinsuke Morio, Kenji Soda*, Shuji Hashimoto†, Kazuo Fukutomi‡, Seiichi Ichikawa§, Mitsuhiro Kamakura# and Hideaki Nakayama Simulation of the Heterosexual HIV/AIDS Epidemic in Japan by a Fuzzy Mathematical Model Yonago Acta medica 1996;39:83–98
10. Torres and J. J. Nieto. “Fuzzy Logic in Medicine and Bioinformatics” J Biomed Biotechnol. 2006; 2006: 91908. Published online 2006 March 26. doi: 1155/JBB/2006/91908.
11. Fikret Gurgun¹, Nilgun Guler², Fusun Varol³ Antenatal Fetal Risk Assessment Using a Neurofuzzy Technique. IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY 0739-5175/01©2001