

Artículo Original

Cincuenta años de uso de la estadística en la investigación en salud pública. Una proyección al 2029

Manuel R. Medina-Moreno¹, Marco A. Palma-Solís¹, Rita E. Zapata-Vázquez¹, Norma E. Pérez-Herrera¹, Miguel Zuniga-Donaire²

¹Unidad Interinstitucional de Investigación Clínica y Epidemiológica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán.

²School of Rural Public Health, Texas A&M Health Science Center. McAllen, Texas.

RESUMEN

Antecedentes: La estadística es indispensable para la actividad científica. La naturaleza interdisciplinaria de la estadística condiciona un desarrollo conjuntamente con las disciplinas biomédicas y el avance del enfoque computacional facilita la evolución de las técnicas que apoyan la investigación y fortalecer las decisiones la salud de los pueblos. **Objetivo:** Conocer las principales aplicaciones estadísticas utilizadas en las publicaciones de investigación en salud pública (incluidas en Medline) en el período 1960 – 2009 y predecir las tendencias de esta aplicación para los próximos 20 años. **Métodos:** Revisamos las revistas indexadas en la base Medline en Pub Med entre 1960-2009 con apoyo del descriptor MeSH “statistics as topic”. Se describe el uso de la estadística y se realizaron proyecciones matemáticas de la aplicación estadística. **Resultados:** Las publicaciones de salud pública incrementaron de 1960 a 2009 de 56,191 a 1,114,041, con aumento en la aplicación de la estadística. La proyección demuestra en general mayor aplicación para los próximos quince años. **Conclusión:** Las publicaciones en salud pública muestran incremento del uso de la estadística muy probablemente favorecido por el avance de la tecnología en el proceso de información y la creciente exigencia en la calidad de las investigaciones aplicadas en la salud pública.

Palabras claves: Salud pública, paramétrica, no-paramétrica, bayesiana.

ABSTRACT

Background: Statistics is indispensable for scientific activity. The interdisciplinary nature of statistical development conditions in conjunction with biomedical disciplines and the advancement of computational approach facilitates the development of techniques that support investigation and decisions to strengthen the health of the people. **Objective:** To know the main statistical applications used in the research literature on public health (including MEDLINE) in the period 1960 – 2009 and forecast trends in this application for the next 20 years. **Methods:** We reviewed journals indexed in the Pub Med Medline between 1960-2009 with support MeSH descriptor "statistics as topic". If describe the use of statistical and mathematical projections were made statistical application. **Results:** Public health publications increased from 1960 to 2009 from 56.191 to 1,114,041, an increase in the application of statistics. The projections show greater application for the next fifteen years. **Conclusion:** The publications in public health show increased use of statistics most likely

favored by the advancement of technology in the process of information and the increasing demand for quality research applied in public health.

Keywords: Public Health, parametric, non-parametric, Bayesian.

Autor de correspondencia: M.C. Manuel Medina Moreno. Unidad Interinstitucional de Investigación Clínica y Epidemiológica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Itzáes 498, Centro CP 97000, Mérida, Yucatán, México. Tel +52(999)9240554. Correo electrónico: mmoreno@uady.mx

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2014

Fecha de aceptación: 11 de diciembre de 2014

Introducción.

A principios del siglo XX Amory Winslow, definió la Salud Pública como “ciencia y arte de prevenir enfermedades, prolongar la vida y fomentar la buena salud física por medio de los esfuerzos comunitarios para el saneamiento ambiental, el control de las infecciones en la comunidad, la instrucción personal por la higiene individual, la organización del servicio médico y enfermería para el diagnóstico temprano y la prevención de enfermedades, así como el desarrollo de la maquinaria social para asegurar a cada persona un nivel de vida adecuado para la conservación de la salud”. La esencia de la Salud Pública moderna según Julio Frenk, adopta una perspectiva basada en grupos humanos o poblacionales y es la que inspira sus dos vertientes: una como campo de encuentro de diversas disciplinas y áreas de conocimiento y la otra como ámbito de acción para maximizar la salud de las colectividades.

Las funciones esenciales de la salud pública, son resultado del esfuerzo de expertos de Estados Unidos de América desde 1994, para identificar y definir los servicios fundamentales la misma; esto los llevó a establecer diez acciones básicas para la práctica adecuada de la salud pública. Estas acciones son: 1) monitoreo y análisis de la salud de la población, 2) vigilancia de la salud pública, investigación y control de riesgos y daños a la salud, 3) promoción de la salud, 4) participación social y refuerzo del poder de los ciudadanos en salud, 5) desarrollo de políticas y planes de apoyo a esfuerzos individuales y colectivos en salud pública que contribuyan a la rectoría sanitaria nacional, 6) fortalecimiento de la capacidad institucional de la regulación y

fiscalía de la salud pública, 7) evaluación y promoción de acceso equitativo a los servicios de salud, 8) desarrollo de recursos humanos y capacitación en salud pública 9) garantía y mejoramiento de la calidad de los servicios de salud individuales y colectivos, 10) investigación desarrollo y soluciones en salud pública.

Recordar que para el monitoreo, seguimiento y diagnóstico de salud, las mediciones con indicadores, descripciones con técnicas descriptivas o análisis de posibles soluciones, son necesarias la aplicación de estadísticas en la metodología de todo trabajo de investigación y para decidir acciones de salud en beneficio la población como sucede en la salud pública.(1)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), declararon conveniente incrementar la investigación para mejorar las condiciones sanitarias en los Países. Implementar políticas derivadas de resultados válidos, es clave para lograr mejores resultados. El informe sobre la salud mundial de 2013 señala que la inversión en investigación en los países de bajos y medios recursos ha tenido un incremento anual del 5%. El consultor Alejandro Gherardi de OPS en Argentina, mencionó que desde hace décadas se promueve la investigación y se han proporcionado por la OMS en 2006 la plataforma Intl, para registro de ensayos clínicos y en la agenda de salud para las Américas, se establece la investigación indispensable para solución de los problemas de salud. Además se refirió a estrategias como el EVIPnet como mecanismo para promover las investigaciones en la generación de políticas en las naciones de ingresos bajos y la HRweb para facilitar el

acceso a la información de investigaciones sobre la salud en las Américas. (2)

La Directora de la OMS Margaret Chan señaló en su informe sobre la situación de salud mundial en 2013, la importancia que los países realicen investigación en salud para avanzar hacia el logro de una cobertura sanitaria universal acorde a la situación particular de cada país. Destacó que las instancias mundiales deberían invertir con ese propósito e implementar acciones para ofrecer a los ciudadanos, servicios que resuelvan sus necesidades de atención a la salud sin deterioro de su economía. Señaló que la cobertura sanitaria universal, es “el concepto más poderoso que la salud pública puede ofrecer”. En ocasión de su informe en 2013, mencionó: “la cobertura es la mejor manera de consolidar los avances de salud en la última década, es un elemento igualador social y máxima expresión de justicia”. Enfatiza como los Países deben servirse de la investigación para identificar su situación particular, implementar su sistema propio y controlar su avance en sus condiciones sanitarias específicas. Estudios a nivel mundial muestran la importancia de la investigación para mejorar la condición de salud con estudios de enfoque preventivo, sobre enfermedades específicas e incluso acerca del desarrollo y mejora de los sistemas de salud. Christopher Dye, principal colaborador del informe de la OMS, mencionó que todos los Países deben ser generadores y usuarios de los productos de la investigación. La creatividad y la competencia de los investigadores, son la piedra angular de los programas académicos y de salud pública.(3) Es reconocido el valor de la estadística en la investigación, y en la práctica de las disciplinas que integran la salud pública, ya que estas estudian comunidades en las que se aplican leyes de los números y de las fluctuaciones aleatorias. En salud pública la estadística facilita el análisis de las situaciones en que los componentes aleatorios contribuyen en la variabilidad de los datos obtenidos; y que esos componentes se deben al conocimiento o la imposibilidad de medir algunos determinantes de la salud y enfermedad y la variación en las

respuestas al mismo tratamiento de los pacientes similares entre sí. Es importante el nivel de conocimientos y aptitudes estadísticas que necesitan los profesionales de la salud pública, porque en su aplicación se necesitan la competencia, la comprensión e interpretación de los datos sanitarios y discriminar entre opiniones arbitrarias o discrecionales y las opiniones evaluadas en un contexto científico. (4)

En México aunque hay testimonios prehistóricos sobre conteos estadísticos, es hasta la época colonial (1570) cuando se elaboran sistemáticamente las estadísticas. En 1821 se realiza el primer censo de la federación, en 1824 el presidente General Guadalupe Victoria emitió el decreto de que todos los estados y territorios de México elaboraran sus censos y aunque en 1833 se creó el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, fue hasta 1853 al crearse la Secretaría de Fomento, cuando se indica formar la estadística nacional. En 1965 la Dirección General de Estadística inicia la compilación de información sobre servicios médicos.

La evolución histórica de la estadística reporta que en Inglaterra en 1532, por temor a las pestes se inició el uso de la bioestadística para el registro regular de las causas de defunción. En Finlandia en 1865 se crean los primeros antecedentes de estadísticas. En Holanda en 1885, se crea el instituto internacional de estadística. En 1890 el inglés Francis Galton creó la regresión y la correlación para el desarrollo de la estadística como disciplina. En 1900 el inglés Karl Pearson desarrolló la prueba Chi cuadrada. En 1940 en Washington E.U. se fundó el Instituto Interamericano de estadística y en 1977 se creó la asociación internacional de estadísticas en computación. (5)

En España, a partir de mediados del siglo XIX la estadística sanitaria se convirtió en un ideal para la medicina y en uno de los fundamentos de la salud pública. La dificultad que encontró el desarrollo de la estadística limitó su aplicación a las estadísticas demográficas y sanitarias y a los registros de población. Únicamente con la universalización del registro civil en la década de 1870 se logró estadísticas de calidad al emitir

los “Boletines mensuales de Estadística demográfica - sanitaria de la Península e islas adyacentes” (1879-1884). Fue en las primeras décadas del siglo XX cuando se incluyó la estadística en la práctica salubrista y en la década de los treinta cuando se aplica la metodología estadística al análisis epidemiológico. (6)

El desarrollo computacional es dentro de las diversas disciplinas biomédicas, un reflejo del uso prolongado de las computadoras. Se revisan los resúmenes de literatura biomédica almacenados en MEDLINE y de proyectos financiados para medir dos efectos: en primer lugar se examina la literatura biomédica encontrando que en las últimas tres décadas, el uso de los métodos computacionales es cada vez más frecuentes en las disciplinas biomédicas, mientras que el uso de las bases de datos e internet se han incrementado rápidamente en la última década. En segundo lugar se estudian las tendencias en el uso de la bioinformática y se identifican áreas de rápido crecimiento para apoyar la planeación curricular, el desarrollo de la computación y estrategias para la evaluación.

La interdisciplinariedad de la estadística implica una evolución conjunta con otras disciplinas biomédicas en las que la aplicación de técnicas influyen en el desarrollo de la estadística. El crecimiento del uso de la estadística en biomedicina es en parte, un reflejo del uso de la informática y paquetes estadísticos. Las publicaciones electrónicas aumentaron en los últimos 30 años (1974-2004) de 1.6% hasta 10% del total. El uso del internet para publicaciones ha aumentado de 0.05% en 1975 a 0.87% en 2004. (7)

Las bases de datos, permiten conocer la productividad científica de los países, regiones o instituciones. Un ejemplo es el estudio de Tutorel en Alemania, quien reportó la contribución de dos revistas líderes del campo de la salud: la medicina académica y la educación médica (1995-2000). Para la primera contribuyeron 25 países, principalmente Estados Unidos y Canadá; para la segunda 50 países, principalmente el Reino Unido, Australia,

Estados Unidos, Canadá y los Países bajos. (8) Palma y colaboradores, en su trabajo “Influencias y hegemonías en la orientación de la investigación de las reformas de salud”, analizan la evolución de publicaciones sobre reformas de salud e influencias con orientación hacia los principios de equidad, calidad y efectividad, eficiencia, sostenibilidad y participación social. La metodología consistió en la revisión de publicaciones sobre reformas de salud del período 1990-2004 en MEDLINE a través de PubMed, LILACS y Sociological Abstracts del Cambridge Scientific Abstracts. Es evidente la influencia de países más avanzados económicamente 8,729 publicaciones, que corresponden al continente americano el 66% (principalmente los Estados Unidos), Europa 25%, Asia 2% y el 7% restante sin especificar. (9, 10)

García J. menciona que estudiar riesgos es relevante para determinar la ocurrencia de problema de salud por determinada exposición; mide la probabilidad de enfermedad en grupos expuestos a riesgos y es imprescindible para establecer medidas de prevención. (9) La sensibilidad y especificidad ofrecen al profesional de la salud la oportunidad de tener conocimiento de la utilidad de una prueba diagnóstica. (10)

Los estudios de supervivencia facilitan la determinación de los límites de la vida o el tiempo que transcurre para que sucedan eventos de interés, para el pronóstico de salud del paciente, recurrencias de enfermedades, eficacia de un tratamiento, desarrollo de una enfermedad, necesarios para los procesos de planeación de los servicios de salud. Los modelos logísticos se utilizan en la investigación clínica, epidemiológica y en la administración de la salud, su objetivo es modelar la probabilidad de aparición de los sucesos, la organización de los servicios y la evaluación de los procesos. (11) En 2004 Machin demostró cómo el proceso de información con modelos o técnicas estadísticas es importante para el desarrollo del conocimiento; describe cómo los métodos estadísticos han evolucionado paralelamente con actividades asociadas con ensayos

aleatorios. Destaca, en particular, la descripción del Modelo Cox y la aplicación del tamaño de la muestra. (12)

Los avances en la aplicación de la estadística pueden observarse en estudios del uso y tendencias como el de Levy y Stolte (2,000), donde analiza el uso en publicaciones y emiten un pronóstico para la próxima década del uso de los métodos estadísticos y epidemiológicos. Se describe la metodología estadística en las revistas Panamericana de la salud y en American Journal Of Epidemiology en una muestra de 348 revistas entre 1970 y 1998, observando un rápido incremento de las técnicas en las tres últimas décadas, así como la proporción de estudios analíticos. Examinaron el uso en las revistas de tres técnicas estadísticas como la regresión logística, la regresión de riesgos proporcionales y métodos para análisis de encuestas de muestras complejas, con impacto en los análisis de datos a finales de 1960 o principios de 1970. Nuevos métodos se dan a conocer entre los usuarios, con uso bajo hasta el surgimiento de software disponible que optimice su aplicación y propicia el incremento del desarrollo de técnicas. (13)

Galante, publicó un trabajo sobre la utilización de métodos estadísticos en la rehabilitación, a través de revisar artículos originales en la Revista Rehabilitación en los últimos diez años, periodos 1989-1995 y 1994-1999. Encontró que de 376 artículos analizados el 63% (238) fueron del periodo 1989-1994 y 37% (138) del segundo. El 59% fueron retrospectivos, el 39% prospectivos y el 2% imprecisos. Se observó en 214 artículos el uso de porcentajes (estadística descriptiva) y 162 utilizaron estadística analítica. (14)

Más recientemente Scotch y Duggal (2010) realizaron un estudio bibliométrico para examinar el uso de la estadística en la investigación informática, en artículos de dos revistas de impacto en factores de informática biomédica: la Journal of American Medical Informatics Association (JAMIA) 305 revistas y la International of Medical Informática (IJMI), 532 revistas. Para los artículos de JAMIA se estratificaron los artículos según sea: trabajo de

investigación, de informes, documentos de los métodos y modelos de formulación. IJMI no se estratificó porque no se especificó el tipo de publicación en la revista. Se examinó la metodología estadística en los artículos originales de investigaciones realizadas en 2000 y 2007; la revisión de la metodología fue clasificada como elemental, descriptiva, multivariada, regresión, aprendizaje de máquina y otras estadísticas. Para ambas revistas las estadísticas descriptivas fueron más utilizadas. Las técnicas como t de student, Chi cuadrada y Wilcoxon fueron de uso más frecuente en la revista JAMIA, mientras que las técnicas de aprendizaje de la máquina, de soporte de vectores y de decisión de árboles fueron similares en ocurrencia en las dos revistas. Además las técnicas de diagnóstico como sensibilidad, especificidad, precisión, fueron más frecuentes en JAMIA. Esto demuestra el uso de las estadísticas en la informática y la necesidad que los científicos de informática médica tengan un mínimo nivel de conocimiento estadístico. (15)

Romani y Márquez realizaron un estudio acerca del uso de métodos estadísticos en cinco revistas peruanas del período de 2002 a 2009: Revista Peruana de Salud Pública y Medicina Experimental, Anales de la Facultad de Medicina, Revista Médica Herediana, Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana (CIMEL) y Revista de Gastroenterología del Perú, describiendo los métodos estadísticos utilizados y factores asociados. De 749 artículos originales, el 41.9% tuvieron como tópico la medicina clínica, el 42.1% tuvieron como autor a especialistas, el 41.3% de los estudios fueron observacionales transversos y el 39.1% fueron descriptivos. Las técnicas más usadas fueron estadística descriptiva en el 82.7% de los artículos, tablas bivariadas en el 38.5%, prueba t de Student el 15.7%, epidemiología en el 12% y pruebas no paramétricas en el 9.3%. Se observó que el 2.5% de las revistas no aplicaron algún método estadístico, 47.9% usaron una sola prueba y el 49.6% usaron más de una prueba. El análisis descriptivo es el método estadístico más

utilizado en las revistas peruanas. (16) Se reconoce la necesidad de la estadística en la investigación y práctica de las diversas disciplinas de la salud, al permitir analizar los componentes aleatorios que determinan las diferentes situaciones de salud y enfermedad. (17)

La apertura al público de bases de revistas científicas, como MEDLINE en el segundo quinquenio de los noventa y su portal gratuito (PubMed) en el presente siglo, permite conocer lo que publicamos, como lo señala Edwards al mencionar que la sistematización de la información y el uso de la informática han avanzado conjuntamente favoreciendo el desarrollo en muchas disciplinas de la ciencia. (18)

El desarrollo tecnológico favorece el fortalecimiento de las técnicas para la investigación en salud, la computación facilita las tareas con la estadística bayesiana. El BUGS (Bayesian inference Using Gibbs Sampling) (19) es un ejemplo de ello. Fue creado por la MRC (Medical Research Council) del Reino Unido, en la Universidad de Cambridge en 1989.

Actualmente incluye aportaciones de la escuela de medicina del Imperial College de Londres y de la Universidad de Helsinki, en Finlandia. El BUGS contiene versiones para análisis simples o complejos usando una combinación de cadenas de Markov y simulación de Monte Carlo (MCMC), modelos farmacocinéticos y otras tareas con diagramas. (20)

Europa tiene un proyecto llamado MUCM (Managing Uncertainty in Complex Models), enfocado a desarrollar tecnología para cuantificar la incertidumbre de los modelos estadísticos (21) la estadística bayesiana juega un papel importante para mejorar las predicciones y favorecerá el desarrollo de los métodos estadísticos aplicados en la medicina.

Objetivo.

Conocer las principales aplicaciones estadísticas utilizadas en las publicaciones de investigación en salud pública (incluidas en MEDLINE) en los últimos 50 años (1960 a 2009) y predecir las tendencias de esta aplicación para los próximos

20 años.

Material y Método.

El material de estudio fueron los artículos sobre salud pública contenidos en las bases de datos de MEDLINE de 1960 al 2009. Las publicaciones científicas en salud pública tienen un descriptor en el catálogo de MEDLINE con un vocabulario controlado llamado Medical Subject Headings (MeSH por sus siglas en inglés), con términos específicos para designar cada "cosa" o "fenómeno" en el campo de la salud. "MeSH es una herramienta lingüística para realizar búsquedas bibliográficas de alta calidad en MEDLINE". (22) Se utilizó el portal gratuito de MEDLINE llamado PubMed para seleccionar las publicaciones correspondientes al período 1960–2009. Se tomó la definición en MeSH de salud pública como la rama de la medicina interesada en la prevención y el control de la enfermedad y la discapacidad, así como la promoción de la salud física y mental de la población en el ámbito internacional, nacional, estatal o municipal. (23)

Las publicaciones que hacen referencia a temas de estadística se encuentran en el descriptor MeSH "statistics as topic", cuyo significado es: "La ciencia y el arte de coleccionar, resumir y analizar los datos que están sujetos a variación aleatoria"

Las pruebas estadísticas que tienen un descriptor fueron localizadas por medio de una revisión en el catálogo MeSH. Con las pruebas que no disponen de descriptor en MeSH, se procedió a su búsqueda con palabras libres (Tabla 1).

De todas las publicaciones científicas de MEDLINE, utilizando el descriptor Public Health[MeSH], se obtuvo un listado del período 1960 a 2009; posteriormente se usó el descriptor Statistics as topic[MeSH] para obtener las publicaciones que mencionan un proceso estadístico sin especificarlo. Del mismo listado de publicaciones, se revisó uno a uno el descriptor de cada prueba y en caso de no incluirse este descriptor en MEDLINE, utilizamos la palabra libre. Posteriormente, las publicaciones se organizaron en pruebas

paramétrica, no-paramétrica y Bayesiana (Tabla 2). La revisión se realizó en quinquenios del periodo 1960 a 2009 y posteriormente se

revisaron las tendencias del uso de las técnicas paramétricas, no-paramétricas y bayesianas.

Tabla 1. Listado de pruebas estadísticas utilizadas en las búsquedas con descriptor y sin descriptor utilizadas en el estudio.

Pruebas estadísticas con descriptor	Pruebas estadísticas sin descriptor
Actuarial Analysis	Binomial test; Cochran Q test
Analysis of Variance	Contingency coefficient
Bayes Theorem	Chi-square test
Binomial Distribution	Friedman test
Cluster Analysis	Kendall coefficient of concordance
Confidence Intervals	Kendall coefficient correlation
Chi-Square Distribution	Kolmogorov-Smirnov test
Discriminant Analysis	Kruskall-Wallis test
Disease-Free Survival	Mann-Whitney U test
Kaplan-Meiers Estimate	Mantel-Haenszel test
Least-Squares Analysis	Mac-Nemar test. Poisson test
Likelihood Functions	Sign test
Linear Models	Spearman rank test
Logistic Models	Runs test (Wald Wolfowitz)
Markov Chains	Wilcoxon test
Matched-Pair Analysis	
Monte Carlo Method	
Odds Ratio	
Poisson Distribution	
Principal Component Analysis	
Proportional Hazards Models	
Risk; Sensitivity and Specificity	
Small-Area Analysis	
Space-Time Clustering	
ROC Curve	
Survival Analysis	
Uncertainty	
Life Tables	

Tabla 2. Listado de pruebas paramétricas, no paramétricas y bayesianas.

Paramétricas	No-Paramétricas	Bayesianas
Analysis of Variance	Chi-square Distribution	Bayes Theorem
Binomial Distribution	Disease-Free Survival	Life Tables
Confidence Intervals	Kolmogorov-Smirnov Test	Likelihood Functions
Cluster Analysis	Kruskal-Wallis H	Monte Carlo Method
Discriminant Analysis	Linear Models	Proportional Hazards Models
Factor Analysis, Statistical	Logistic Model	ROC Curve
Least-Squares Analysis	Matched-Pair Analysis	Sensitivity, specificity
Models Economic	Mann-Whitney U Test	Survival Analysis
Principal Component Analysis	Odds Ratio	Uncertainty
Quasi-likelihood Function	Rank-Sum Tests	
	Small-Area Analysis	
	Sign Test	
	Spearman Rank Correlation	
	Coefficient	
	Wilcoxon Rank Test	
	Wilcox Test	

El análisis de series de tiempo modelado en MINITAB versión 14, permitió pronosticar el comportamiento de las pruebas estadísticas para los próximos 20 años, a través de una ecuación en término cuadrático. El modelo general es: $\mu = \alpha + \beta(t) + \beta(t)^2 + \varepsilon$
 Donde μ es la media de las publicaciones para el año deseado (t), α es el origen de la recta, β_1 y β_2 los coeficientes de predicción lineal y cuadrático respectivamente, y ε los residuos

que se espera sea normalmente distribuido $N(0,1)$ (Tabla 3).

La elección, ajuste y precisión del modelo fue a través de la MAPE (Mean Absolute Percentage Error), MAD (Mean Absolute Deviation) y MSD (Mean Square Deviation), donde los números menores siempre son preferidos. Los supuestos del modelo fueron probados a través de los residuos, siendo el resultado satisfactorio.

Tabla 3. Ecuaciones de predicciones para los próximos 20 años.

Coefficientes de ecuaciones para pronosticar el Número de publicaciones:

$$\begin{aligned} \text{Estadística paramétrica} &= 39384.6 - 30494.8(t) + 4735.60(t)^2 \\ \text{Estadística no-paramétrica} &= 21566 - 20509.3(t) + 4118.05(t)^2 \\ \text{Estadística bayesiana} &= 26335.7 - 21325.7(t) + 3252.12(t)^2 \end{aligned}$$

Donde (t) es el año hacia adelante que se pronostica. Por ejemplo: para el año 2022 se espera que las publicaciones en MEDLINE con estadística paramétrica sean: $39384.6 - 30494.8(12) + 4735.60(12)^2 = 39384.6 - 365937.6$

$$+ 681926.4 = 355,373.4$$

Resultados.

El total de artículos científicos de Salud Pública incluidos en MEDLINE para el período de la

investigación fue de 4;109,575. La producción científica fue baja en los primeros años de registro y muy alto con el paso del tiempo, como se observan publicaciones del primer quinquenio de 1960 a 1964 con 56,191, en comparación con 1;114,041 de 2005 a 2009. La aplicación estadística en la investigación fue baja hasta el período de 1980-1984 y a partir de 1985 presentan rápido incremento manteniéndose hasta 2009.

Se describen las publicaciones según la aplicación de la estadística como tópico o concepto en comparación como prueba específica; la aplicación de la estadística como

prueba específica y metodológica fue cada vez mayor, sobre todo a partir de 1990-1994 cuando se generaron 143,319 publicaciones, hasta el período 2005-2009 con 451,834. (Figura 1)

Se observó en las publicaciones diversos niveles de aplicación de la estadística, desde el uso casi total de la estadística como concepto en 1960, hasta llegar a un 44.3% del total de publicaciones que utilizan estadística como prueba en 2009. La aplicación de las pruebas estadísticas en 1965 fue en 55,158 publicaciones y en 2009 fue en 545,255. (Figura 2)

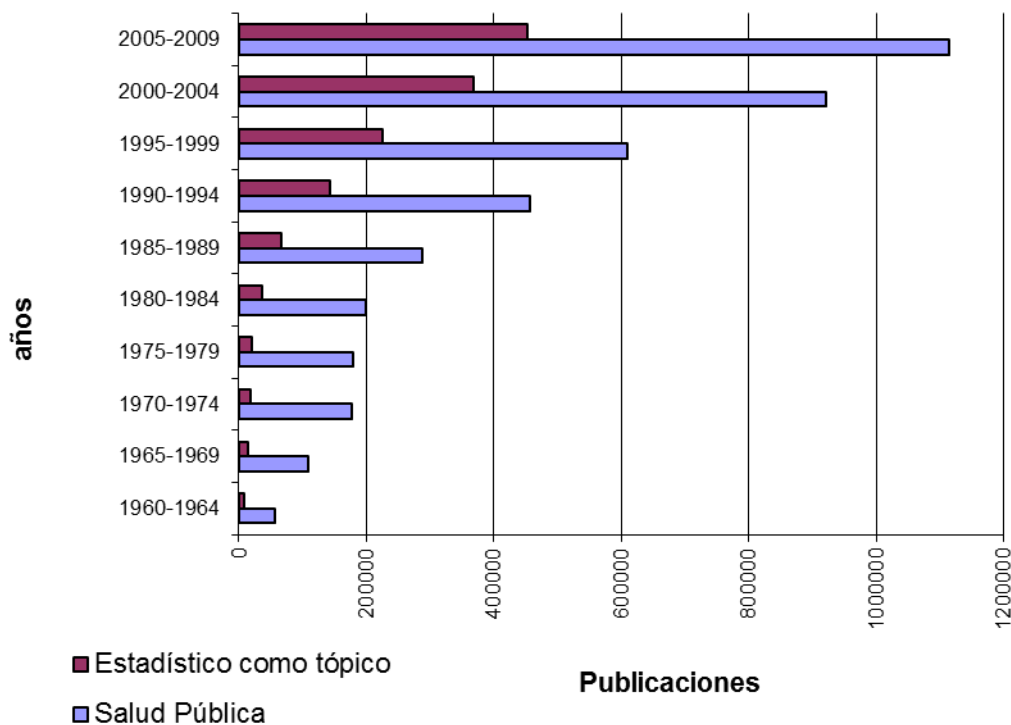


Figura 1. Comparación entre las publicaciones de salud pública y las que incluyen la estadística como tópico (1964 - 2009)

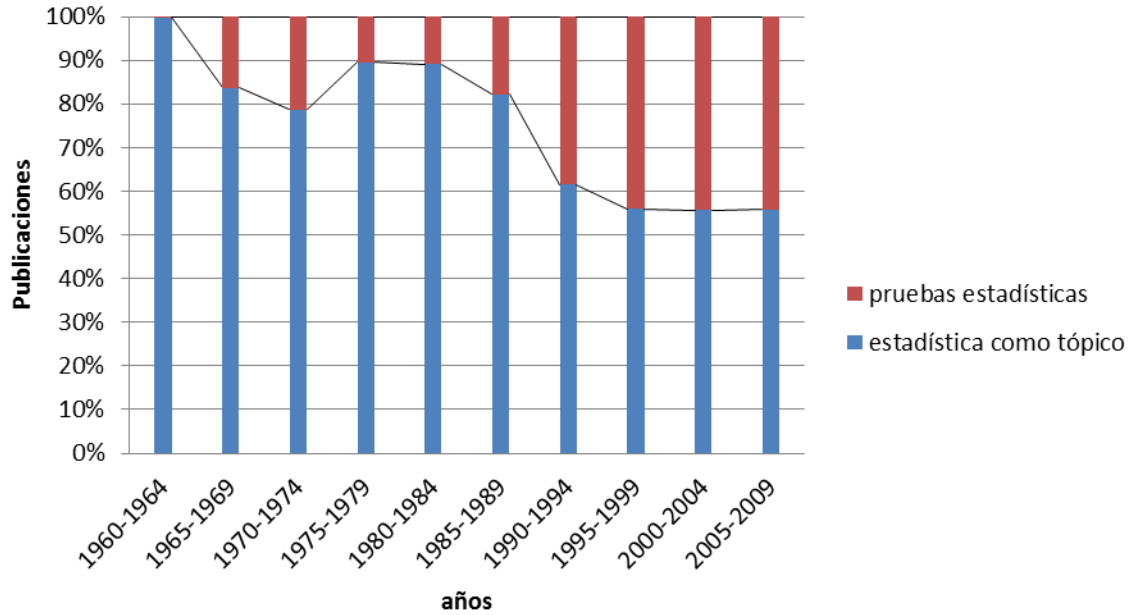


Figura 2. Porcentaje entre publicaciones con pruebas estadísticas específicas y estadísticas como tópico (1960-2009)

Las cinco técnicas estadísticas más utilizadas en las publicaciones en salud pública (de mayor a menor) son: pruebas de riesgo, pruebas de sensibilidad y especificidad, análisis varianza, análisis de supervivencia y modelos logísticos (Tabla 4).

Respecto las frecuencias de las veinte principales pruebas usadas en los últimos 50 años. la menos aplicada fue Modelos Económicos (0.4%) y la que más se aplica es la prueba sobre Riesgo con el 38.4%. (Figura 3).

Tabla 4. Cinco técnicas estadísticas más utilizadas en las publicaciones científicas de Salud Pública (1960 – 2009)

TÉCNICA ESTADÍSTICA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Pruebas de riesgo	574229	47.6 %
Sensibilidad y especificidad	289249	24.0 %
Análisis varianza	191494	15.9 %
Análisis de supervivencia	100123	8.3 %
Modelos logísticos	50982	4.2 %
TOTAL	1;206,077	100 %

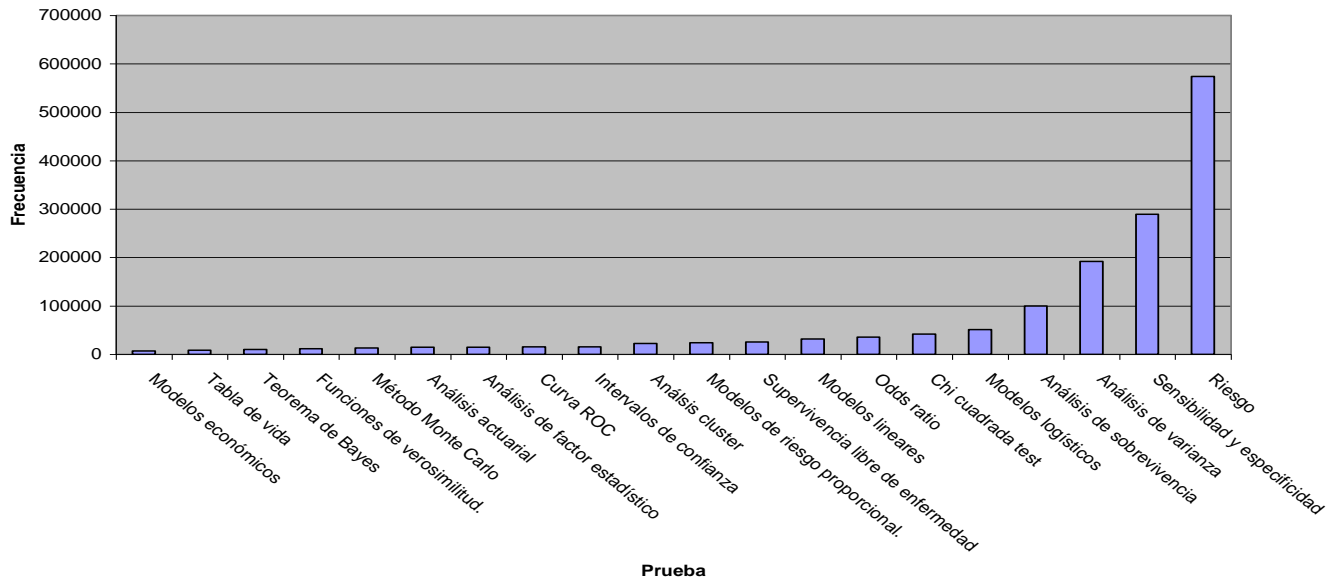


Figura 3. Veinte pruebas estadísticas más utilizadas en las publicaciones científicas de salud pública (1960-2009)

Se observa que entre 1960–1974, la aplicación de pruebas paramétricas superan a las no-paramétricas, posteriormente aparece un predominio de estas últimas hasta los años noventa. A partir de entonces la aplicación de estas pruebas es similar. (Figura 4)

Por otra parte es evidente el avance de la aplicación de la estadística bayesiana en la investigación. El estudio y técnicas como las cadenas de Markov y simulaciones como la de Montecarlo incrementan a partir de 1989-1994. La tendencia de incremento del uso de las pruebas es marcada desde 1979 para las pruebas no-paramétricas y a partir de 1989 para

las paramétricas y bayesiana. El aumento de las pruebas paramétricas y no-paramétricas es superior a la que experimenta la estadística bayesiana. Las líneas muestran una tendencia siempre creciente.

Para los próximos veinte años las tendencias proyectan incremento en la aplicación de las técnicas paramétricas en 2014 con 280,000 hasta llegar a 2029 con 550,000 publicaciones, número similar a las no-paramétricas; en este año, se “igualaría” la diferencia de un año a otro de 20,000 publicaciones entre paramétricas y no-paramétricas (Figura 5 y Tabla 2).

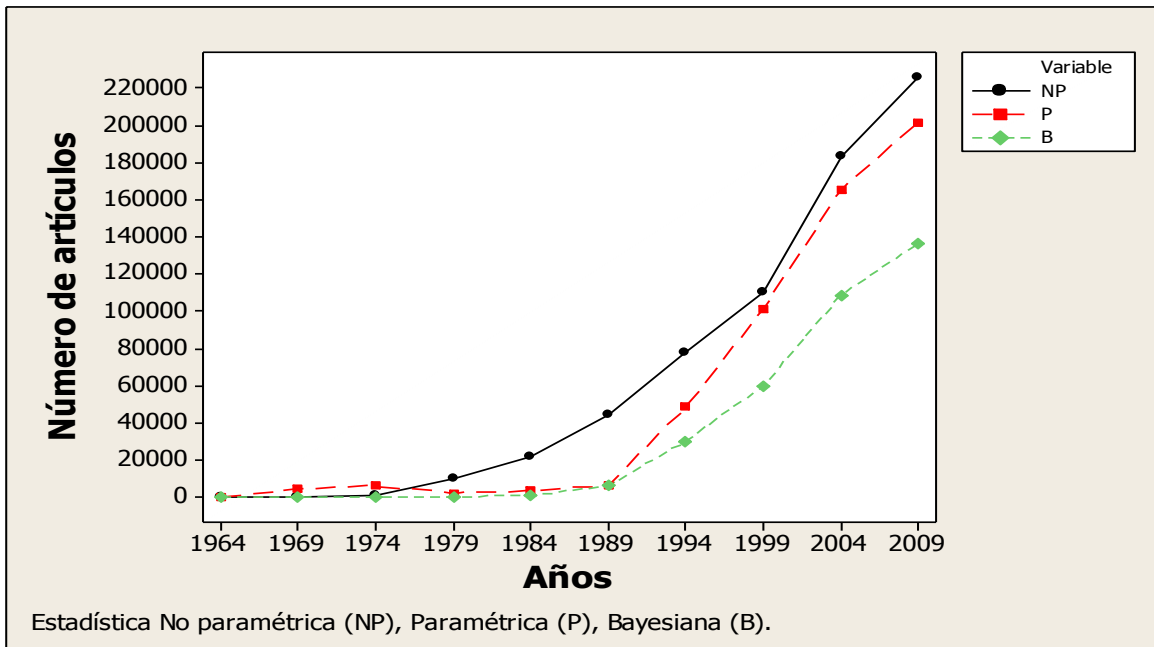


Figura 4. Uso de la estadística no-paramétrica (●), paramétrica (■) y bayesiana (◆) en las publicaciones científicas de salud pública 1960–2009.

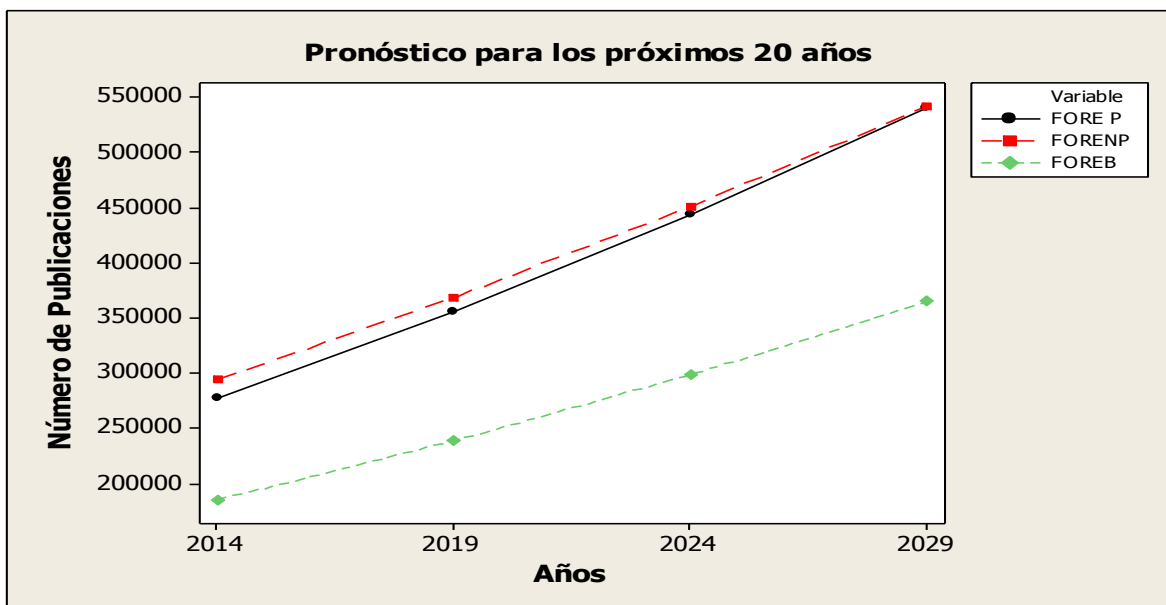


Figura 5. Pronóstico para los próximos 15 años del uso de la estadística paramétrica (●), no-paramétrica (■) y bayesiana (◆) en las publicaciones científicas de salud pública para el periodo 2014-2029

Discusión.

Es a partir del siglo XIX cuando se marca en algunos países, el inicio del desarrollo de la estadística como herramienta formal para el conocimiento, planeación y acciones concretas para la salud destacándose a México, España, Finlandia, Holanda, Inglaterra y Estados Unidos (1).

El incremento del uso de técnicas estadísticas en las tareas de generación o fortalecimiento del conocimiento, coadyuva con el avance en el uso de la Informática en el proceso de información en salud y muy probablemente con la necesidad de presentar información con sustento estadístico que otorgue mayor confiabilidad a las aseveraciones y mayor vigilancia de la calidad de las revistas científicas, en coincidencia con lo señalado por Edwards.

Lo citado va en coincidencia con las políticas de fomento de la investigación en salud pública declaradas por la Dra. Margaret Chan directora de la O.M.S.; en su informe destaca la manera de como los países deben servirse de la investigación para identificar su situación particular, la manera de implementar su sistema propio y como controlar su avance en sus condiciones sanitarias específicas. Existen estudios a nivel mundial que muestran la utilidad de la investigación con aplicaciones preventivas, en el estudio de enfermedades específicas y para apoyar el desarrollo de los servicios de salud. La estadística fortalece a la salud pública, que es disciplina vital para tomar decisiones para la salud colectiva.

En el Reino Unido, la Medical Research Council de la Universidad de Cambridge creó en 1989 el Bayesian inference Using Gibbs Sampling (BUGS), ejemplo de cómo el desarrollo tecnológico favorece la aplicación de técnicas estadísticas Bayesianas en la investigación en salud.

Pérez y Levy demuestran que la tendencia de la aplicación de la metodología estadística es hacia el incremento de la aplicación de las técnicas aplicadas a la investigación, sobre todo en las últimas tres décadas. El presente estudio ratifica el aumento en la aplicación de la metodología estadística, pero con un análisis fortalecido por

la revisión en un período de 50 años en publicaciones de investigación en salud pública y una proyección a veinte años del uso de las técnicas para métricas, no para métricas y bayesianas. El incremento en la aplicación de las técnicas paramétricas, quizá sea por la necesidad de pruebas más robustas y mayor calidad para la explicación de fenómenos de salud basándose en la verificación. En los últimos años, las probabilidades de ocurrencia de los fenómenos son muy utilizadas para los pronósticos en salud, como describe García y Fernández. La aplicación de pruebas que estudian los riesgos, la sensibilidad y especificidad, el análisis de varianza, la supervivencia y los modelos logísticos entre otras, marcan una tendencia en el uso de pruebas estadísticas para el estudio de la problemática en salud.

Una limitante de este estudio es apoyarse en una sola fuente de información para el análisis, aunque MEDLINE haya sido mencionado como ejemplo para desarrollo de otras bases de datos. Por otra parte, el catálogo de términos de búsqueda fue creado con criterios del personal encargado de clasificar y asignar la terminología para la identificación bibliográfica, entonces debe considerarse un posible sesgo conceptual. Otra limitante puede considerarse la falta de recursos para analizar los artículos de períodos previos a 1960.

En general, se espera que el uso de la estadística en las publicaciones de salud pública en el futuro continúe su crecimiento exponencial. La tendencia descrita así lo muestra.

Conclusión.

En los primeros treinta años del periodo revisado predominó el uso de "la estadística como tópico" y posteriormente se incrementó la aplicación de las pruebas estadísticas específicas. En el período de estudio las pruebas más utilizadas fueron las de riesgo, pruebas de sensibilidad y especificidad, análisis de varianza, análisis de supervivencia y modelos logísticos. Las técnicas paramétricas y no paramétricas han avanzado paralelamente en su aplicación; la informática al parecer favorecerá

el uso de la Bayesiana. Para el futuro no se observan diferencias en el uso de las pruebas paramétricas y las no-paramétricas. La enseñanza y el estudio de la estadística bayesiana, muestra una tendencia con incremento en su aplicación, que podrá ser superior a las técnicas paramétricas y no-paramétricas.

Se reconoce la necesidad de la estadística en la investigación y práctica de las diversas disciplinas de la salud, al permitir analizar los componentes aleatorios que determinan las diferentes situaciones de salud y enfermedad. En salud pública los componentes aleatorios se deben entre otros aspectos al conocimiento o imposibilidad de medir algunos de los determinantes de salud-enfermedad. De acuerdo a los antecedentes, los resultados y las proyecciones para el año 2029, hay evidencias del avance en la aplicación de la estadística en la investigación, que se espera impacte en la mejoría de la calidad del conocimiento del área de la salud pública y fortalezca las decisiones para la salud de nuestros pueblos.

Bibliografía.

- Hernández M, Lazcano E. Salud Pública. Teoría y práctica. Instituto Nacional de salud pública. Editorial Manual Moderno.2013.
- Gherardi A. La OPS llama a fortalecer la investigación para mejorar la salud en las Américas [www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=1270: la-ops-llama-a-fortalecer-la-investigacion-para-mejorar-la-salud-en-las-americas&Itemid=272]. Buenos Aires.2013
- Chan M, OMS | Las investigaciones en salud son fundamentales para avanzar hacia la cobertura sanitaria universal. [www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/world_health_report_20130815/es]. Beijing2013
- Cantú P, El valor de la estadística para la salud pública. [www.respyn.uanl.mx/iv/1/ensayos/bioestadistica.html]. Monterrey.N.L.2008
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cronología de la Estadística en México. (1521 – 2008). México DF. INEGI. 2010.
- Bernabeu-Mestre, J. Estadística y salud pública: el argumento del método numérico. Gac Sanit 2007;21(5):416-7.
- Pérez C. Envolving research trends in bioinformatics, Briefings in bioinformatics[En línea]2006[14 febrero 2010];8(2): URL Disponible en: www.elixir-europe.org/.../elixir_usersurvey
- Oktay T. Geographical distribution of publications in the field of medical education. BMC Medical Education.[En línea]2002[Acceso enero 2010]2-3. Disponible en:www.biomedcentral.com/1472-6920/2/3
- García j. Análisis en los estudios epidemiológicos VI. Indicadores de riesgo[en línea] 2006 [fecha de acceso 9 junio 2011]; Disponible en: http://www.fuden.es/ficheros_administrador/f_metodologica/nure_21_fm Metodolog.pdf
- Díaz P, Fernández P. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (España). Cad Aten Primaria 2003; 10: 120-124.
- Fernández P. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (España). Cad Aten Primaria 1995; 2: 130-135.
- Machin D. On the evolution of statistical methods as applied to clinical trials. J Intern Med. 2004.255(5):521-8.
- Levy PS, Stolte K Statistical methods in public health and epidemiology: a look at the recent past and projections for the next decade. Stat Methods Med Res. 2000; 9(1):41-55.
- Galante H, Rámirez G, Perez F, Gomez A, Muñoz Y, DiazS,Devoix A. Métodos estadísticos de los trabajos publicados en «Rehabilitación» en la década 1989-1999. Rehabilitación. 2001;35(5):275-8.

15. Scotch M, Duggal M, Brandt C, Lin Z, Shiffman R. Use of estadiscalanalysis in the biomedical informatics literature J Am Med Inform Assoc 2010;17(1):3-5.
16. Romani F, Márquez J y Wong P. Uso de los métodos estadísticos en artículos originales de cinco revistas biomédicas peruanas. Periodo 2002-2009. Rev. Peru. Epidemiol. 2010;14(2);8 p.
17. Cantú P, Gómez L. El valor de la estadística para la salud pública. Pub Health Nutr 2003;4(1).
18. Edwards A. Statistical Methods for Evolutionary Trees.Genetics. 2009; 183(1): 5–12.
19. Lunn DJ, Thomas A, Best N, and Spiegelhalter D. WinBUGS __ a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. Stat Comput. 2000;10:325-37.
20. The BUGS Project [En línea]1989 [Consultado en Ene 2011]; Disponible en: <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/>
21. Managing Uncertainty in Complex Models[En línea]2006[Consultado en Ene 2011]; Disponible en: <http://mucm.ac.uk/>
22. Pinillo-Leon A L; Canedo-Andalia R. El MeSH: una herramienta clave para la búsqueda de información en la base de datos MEDLINE. ACIMED [En línea]. 2005[Consultado mar 2011]vol.13(2)pp.1-1.Disponible: www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_2_05/aci06_05.htm
23. MeSH. PublicHealth. [En línea]2006[Consultado en Ene 2010]; Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh?term=public%20health>