

ALTERNATIVA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA BIOESTADÍSTICA. CARRERA DE MEDICINA

DIDACTIC ALTERNATIVE TO DEVELOP THE TEACHING LEARNING PROCESS OF BIO-STATISTICS; MEDICAL DEGREE

Luis Alberto Escalona Fernández

Universidad de Ciencias Médicas de Holguín (Cuba)

luisalbert@infomed.sld.cu

Resumen

Actualizar los métodos, procedimientos y vías para resolver problemas, los cuales constituyen estereotipos de la Estadística Inferencial, en función de estimular el razonamiento del estudiante de la carrera de Medicina, lo que se ilustra mediante la resolución de problemas. Se emplean los métodos teóricos: análisis-síntesis, inducción-deducción y abstracción-concreción. Construcción de curvas de la distribución normal, procesos de comprensión, explicación e interpretación. Se elabora una alternativa didáctica para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Bioestadística, fundamentalmente la Estadística Inferencial. Se integran y se sistematizan conceptos de variable aleatoria, distribución normal, probabilidad, dominio de aceptación, dominio de rechazo, estimaciones puntuales, entre otros. A través de situaciones de salud a enfrentar por el Médico General en su quehacer profesional, las cuales evidencien las necesidades de interpretar los errores de primero y segundo género: α y β . Se aplican programas informáticos profesionales para visualizar y simular los resultados alcanzados.

Palabras clave: bioestadística, razonamiento, enseñanza, aprendizaje, inferencia estadística

Abstract

This work is aimed at updating methods, procedures and ways to solve problems, which constitute stereotypes of the Inferential Statistics, in order to stimulate the medical student's reasoning, what is shown through problem solving. Theoretical methods are used: analysis-synthesis, induction-deduction and abstraction-concretion, as well as construction of normal distribution curves, processes of understanding, explanation and interpretation. A didactic alternative to develop the teaching-learning process of Biostatistics, mainly Inferential Statistics, is designed. Among others, concepts of random variable, normal distribution, probability, acceptance domain, rejection domain, and point estimates, are integrated and systematized through health situations to be faced by the General Practitioner in his professional work, which evidence the needs to interpret the errors of the first and second genders: α y β . Professional computer programs are used, to visualize and simulate the outcomes that have been achieved.

Keywords: biostatistics, reasoning, teaching, learning, statistical inference

■ Introducción

En la carrera de Medicina se imparte la disciplina Informática Médica, la cual se compone por las asignaturas Metodología de la Investigación y Bioestadística y se desarrolla en los primeros años de la carrera.

En el programa de la asignatura de Bioestadística, se fundamenta el siguiente propósito, preparar a los estudiantes en la recogida, procesamiento, presentación e interpretación de los datos de salud, mediante un uso eficiente de herramientas estadísticas diseñadas para este fin. Por otro lado, se enfatiza lo importante de llevar al entendimiento de los estudiantes la necesidad de identificar cuándo necesita ayuda de un especialista en bioestadística, actuar según las recomendaciones recibidas por este e interpretar los resultados producto del procesamiento estadístico básico (Cuba, 2016).

En el análisis de los objetivos generales propuestos en el programa de esta asignatura, se destacan entre otros: Desarrollar la capacidad organizativa y el hábito de proceder reflexivamente en el enfrentamiento de los problemas relacionados con el tratamiento metodológico, estadístico y computacional de la información de salud. Interpretar los fundamentos de la teoría de las probabilidades y el muestreo como sustento de la Inferencia estadística. Analizar el propósito de la Inferencia estadística y de sus ramas: Estimación y Prueba de hipótesis en el proceso de investigación científica.

Al profundizar en los objetivos del Tema de Estadística Inferencial se muestra una correspondencia con los objetivos generales de la asignatura, así como los contenidos propuestos para el Tema en cuestión, elemento que precisa la revisión de las orientaciones metodológicas sobre el tema, donde se destaca:

Hacer hincapié en los aspectos conceptuales y generales en casos concretos de aplicación de técnicas de la inferencia estadística en la investigación biomédica sin detenerse en fórmulas ni métodos específicos, las actividades deben estar orientadas a responder qué es, cuándo y por qué se utiliza, cómo se interpreta su resultado y qué significado tiene para el conocimiento (Cuba, 2016).

Los elementos analizados anteriormente, nos permite afirmar que no se comparte la orientación dada en el programa, porque para hacer hincapié, insistir firmemente, perseverar y empeñarse es profundizar en el conocimiento en aspectos conceptuales y generales, en casos concretos de aplicación de las técnicas de la inferencia estadística en la investigación biomédica, luego se plantea sin detenerse en las fórmulas, los métodos específicos, las actividades deben estar orientadas a responder qué es, cuándo y por qué se utiliza, cómo se interpreta su resultado y qué significado tiene para el conocimiento.

Para responder estas interrogantes es necesario dominar, los conceptos y definiciones, los métodos, los procedimientos, los algoritmos, los cuales facilitan la interpretación del problema que se resuelve (Cuba, 2016).

Esta orientación se contrapone a los objetivos generales y por temas, así como a las habilidades descritas en el programa de la asignatura. Para utilizar como ejemplos aquellos que involucren parámetros y estadígrafos conocidos por los estudiantes como son la media *aritmética* y la proporción o el porcentaje de las variables de interés, se deben escoger ejemplos cuidadosamente seleccionados por su simplicidad y la importancia de los resultados extraídos de la literatura científica disponible. Se asume la importancia que tiene estas variables y las relaciones a establecer, desde los componentes: Académico, laboral e investigativo.

Se sugiere al profesor que cree un banco de aplicaciones donde se utilicen técnicas de Inferencia estadística, de forma tal que pueda distribuir a los estudiantes para que valoren la importancia de aplicar dicha técnica en casos precisos y como su resultado de la interpretación en la toma de decisiones (Cuba, 2016).

Se consideran orientaciones necesarias, precisas e importantes a tener en cuenta por parte de los profesores de esta asignatura y el estricto cumplimiento de todas; por otra parte, no se limitan la creación y las potencialidades de los estudiantes de la carrera de Medicina, se alienta la capacidad creativa de los profesores y estudiantes.

En general, se precisan y se aclaran orientaciones y regulaciones importantes para el desarrollo óptimo del plan de estudio de la carrera de Medicina, lo cual genera necesidades a resolver desde el punto de vista didáctico y científico-metodológico.

En el proceso de enseñanza aprendizaje, no se deben fijar patrones en la forma de proponer y resolver los ejemplos, los ejercicios, y los problemas para evitar estereotipos, los cuales se transmiten entre los profesores de una disciplina durante años, basado en los resultados obtenidos.

Constituye el propósito de este trabajo: Proponer una alternativa didáctica para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Bioestadística en la Carrera de Medicina.

■ Desarrollo

Se emplean los métodos teóricos: análisis-síntesis, inducción-deducción, abstracción-concreción. El método para construir curvas de funciones elementales, procesos de comprensión, explicación e interpretación. Se aplican métodos, procedimientos y algoritmos matemáticos y estadísticos.

Los métodos empíricos aplicados se enmarcan principalmente en la observación participante y no participante, a fin de profundizar en el problema y obtener información sobre las dificultades principales que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje, a partir de las clases, como formas de organización docente.

Se desarrollan talleres de socialización para valorar la viabilidad de la efectividad de la alternativa didáctica propuesta.

La población está constituida por 21 profesores de la asignatura Bioestadística del primer año de la carrera de Medicina, se realizaron 15 visitas a clases al azar. Se revelan en las actividades docentes desarrolladas por el colectivo de profesores las siguientes dificultades:

- No siempre se propician en las diferentes actividades docentes variantes en la manera de analizar y utilizar los conceptos estudiados en función de estimular el pensamiento creador en problemas que así lo exigen.
- No existe una estrategia de trabajo para profundizar en alternativas que desarrollen capacidades creativas en los estudiantes, las cuales se apoyen en programas informáticos profesionales para visualizar los resultados e interpretarlos.
- Es insuficiente la utilización de paquetes estadísticos profesionales.
- No existe un banco de problemas que rompa con los esquemas de la enseñanza tradicional de la estadística inferencial.

Por otro lado, se efectúa una revisión documental del programa de la disciplina y la asignatura, en general el plan de estudio de la carrera de Medicina, revisión científica de libros y artículos referente al tema: Introducción a la estadística inferencial.

Se proponen diferentes situaciones de la práctica médica, las cuales parten de problemas existentes en la comunidad, con datos reales tomados de los diferentes niveles de atención de salud, donde el estudiante pueda apreciar las amplias posibilidades de aplicación de los contenidos de la asignatura a la práctica médica que realizan.

Estas situaciones deben cumplir algunos requerimientos (Pérez, 2015):

- Elaborarse de forma tal que reflejen, en mayor o menor medida, los rasgos de la actividad cognoscitiva.
- Tener siempre un carácter productivo y no reproductivo, de manera que inciten al estudiante a reflexionar y poner en función sus conocimientos y capacidades, a la vez que se desarrolle en un plano cualitativamente superior.
- Ser tan diversas como sea posible para permitir posibilidades de elección y favorecer la toma de decisiones.

Para dar solución a las situaciones de la práctica médica se requiere utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje métodos que desarrollen el razonamiento, pues ello permite que los estudiantes se apropien de un modelo de estilo de pensamiento sólido por ser desarrollador, de esta forma los contenidos adquieren una mayor significación para los estudiantes al comprobar la utilidad de los mismos en el desempeño profesional, en una vinculación con las habilidades generales y específicas de la profesión y los problemas profesionales que ha de resolver en su desempeño, en relación con las exigencias sociales expresadas en el modelo del profesional.

Las potencialidades que brindan los contenidos de la disciplina permiten determinar su significación en la solución de los problemas de salud; para ello se deben contextualizar en la práctica médica y reconocer los nexos que se producen entre los mismos.

A partir de las consideraciones anteriores se ilustran las soluciones de los siguientes problemas, los cuales se orientan previamente, como trabajo independiente, lo cual garantiza la participación activa y creativa de los estudiantes:

Problema 1

Los datos contenidos en la certificación técnica de un medicamento muestran su efectividad en el 80 % de los casos para curar cierto tipo de dermatitis. Como resultado de las modificaciones de la terapéutica, se espera un aumento de la efectividad del mismo. Para verificar esta afirmación se efectúan comprobaciones se seleccionan al azar 64 pacientes, de ellos resultaron curados 57 con modificaciones en el tratamiento.

Supongamos que la muestra de los pacientes se ha obtenido, a partir de una población madre distribuida normalmente cuya proporción es $P_0 = 0.80$, cuya varianza es: $\sigma^2 = 0.0025$; es decir $N(p = 0.8; \sigma^2 = 0.0025)$ (Efimov, Korakulin, Pospélov, Teréschenko, Vokólov, Zemskov, Zolotarev, 2014) y (Koroliuk, 2016).

Utilice el criterio de significación para verificar la hipótesis: Las modificaciones de la terapéutica no ejercen influencias en el aumento de la efectividad del medicamento. Utilice un nivel de significación del 5% (Colectivo de autores, 2004) y (Olmedo y Ariza, 2012).

Problema 2

Considere válidos los datos del ejercicio anterior, supongamos que junto a la hipótesis $H_0: p = 0.8$, se examina la hipótesis alternativa $H_1: p = 0.9$. En calidad de estadística del criterio se toma la proporción muestral \bar{p} . Se sabe del problema 1 que el dominio crítico está dado por la desigualdad $\bar{p} > 0.882$. Determine la probabilidad de los errores de primer y segundo géneros α y β para el criterio del dominio crítico.

¿Cuál es la afirmación general, desde el modelo probabilístico acerca del comportamiento de las variables aleatorias que se describen en el fenómeno de estudio, es decir la tendencia de las proporciones, según la efectividad del medicamento para curar cierto tipo de dermatitis?

Es posible elaborar para el estudio independiente problemas que modelan el comportamiento de la efectividad de un medicamento seleccionado, con una significación del 0.01 (1 %); escoger al azar una muestra grande (conveniente).

Solución del problema 1:

1) Se comprueba la hipótesis.

$H_0: p = 0.8$. Se aplica la terapéutica clásica, la cual no ejercen influencias en el aumento de la efectividad del medicamento.

$H_1: p > 0.8$. Se aplica la terapéutica modificada, la cual ejerce influencia en el aumento de la efectividad del medicamento.

2) Se selecciona $\alpha = 0.05$

$$3) Z_{\text{cal}} = \frac{\frac{57}{64} - 0.8}{\sqrt{(0.8) * (0.2) / 64}} = \frac{0.89 - 0.8}{0.05} = \frac{9}{5} = 1.8$$

4) $Z_{\text{tab}} = 1.64$. Como el valor muestral de la estadística del criterio (el estadígrafo) pertenece al dominio crítico ($Z_{\text{tab}} = 1.64 < Z_{\text{cal}} = 1.8$). La hipótesis nula se rechaza:

Conviene suponer que las modificaciones de la terapéutica causan (originan) un aumento de la efectividad del medicamento con nivel de significación de 0.05 (5%).

La frontera \bar{p} del dominio crítico para la estadística inicial X (Variable aleatoria para proporciones) del criterio puede ser obtenida a partir de la relación

$$\frac{\bar{p} - 0.8}{\sqrt{(0.8) * (0.2) / 64}} = 1.64; \bar{p} = 1.64 * \frac{0.4}{8} + 0.8; \bar{p} = 0.082 + 0.8 = 0.882$$

De donde se obtiene $\bar{p} > 0.882$, o sea, el dominio crítico la estadística (estadígrafo) \bar{p} está definida por la desigualdad $\bar{p} > 0.882$.

Lo que significa que cualquier muestra de estudio, cuya proporción muestral resulte mayor 0.882, difiere de la proporción poblacional $P_0 = 0.80$; con nivel de significación 5 % ($\alpha = 0.05$).

Solución del problema 2: La probabilidad del error de primer género. La estadística \bar{p} del criterio, a condición de que sea cierta la hipótesis $H_0: p = 0.8$, es una distribución normal: $N(p = 0.8; \sigma = \sqrt{(0.8) * (0.2) / 64}) \sim N(p = 0.8; \sigma = 0.05) \alpha = P[\bar{p} > 0.882 / H_0: p = 0.8] = 0.0505 \approx 0.05$

De acuerdo con el criterio aceptado, significa que el 5 % de los medicamentos con efectividad del 80 %, se clasifican con el 90 % de efectividad.

A condición de que sea justa la hipótesis alternativa $H_1: p = 0.9$, la estadística \bar{p} tiene distribución normal $N(p = 0.9; \sigma = 0.05)$. La probabilidad del error de segundo género es igual a: $\beta = P[\bar{p} < 0.882 / H_1: p = 0.9] = 1 - \Phi(0.56) = 1 - 0.7126 = 0.2877$

Mejor precisión: $[\bar{p} < 0.85 / H_1: p = 0.9] + P[0.85 < \bar{p} < 0.882 / H_0: p = 0.8]$

Según la representación de las densidades de las distribuciones de probabilidad normal de las proporciones de la efectividad del medicamento y su aumento mediante modificaciones en la aplicación de la terapéutica: $N(p = 0.8; \sigma = 0.05)$ y $N(p = 0.9; \sigma = 0.05)$

$$P[\bar{p} < 0.85 / H_1: p = 0.9] = 1 - 0.8413 \approx 0.16$$

$$P[\bar{p} > 0.85 / H_0: p = 0.8] = \Phi\left(\frac{0.85 - 0.8}{0.05}\right) = \Phi\left(\frac{0.05}{0.05}\right) = \Phi(1) = 0.16$$

$P[0.85 < \bar{p} < 0.882 / H_0: p = 0.8] = 0.16 - 0.05 = 0.11$. Es decir que:

$$\beta = P[\bar{p} < 0.882 / H_1: p = 0.9] = 0.16 + 0.11 = 0.27$$

De acuerdo con el criterio aceptado, significa que el 27 % de los medicamentos con efectividad del 90 %, se clasifican con el 80 % de efectividad.

Las probabilidades de los errores de primero y segundo géneros se muestran a continuación en la figura 1, las curvas:

$N(p = 0.8; \sigma = 0.05)$, color rojo y $N(p = 0.9; \sigma = 0.05)$, color azul, densidades de distribución de la estadística del criterio, el eje horizontal y la recta vertical $x_1 = 0.882$. Así como las áreas de las regiones conformadas $\alpha = 0.05$ y $\beta = 0.27$.

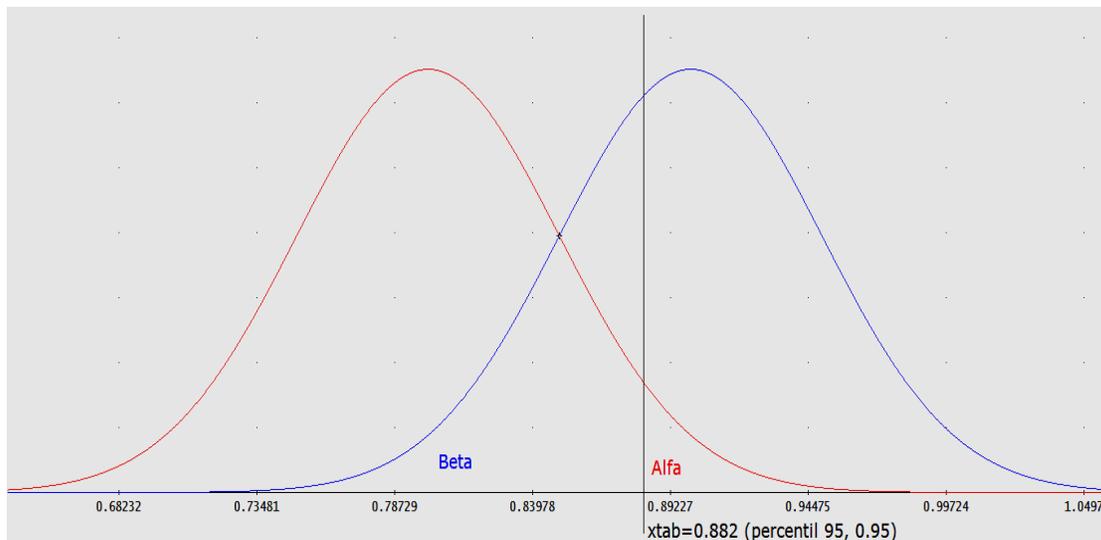


Figura 1. Modelo matemático (estadístico) está representado por las densidades de las distribuciones probabilísticas normales de la proporción (de la efectividad del medicamento para curar cierta dermatitis): $N(p = 0.8; \sigma = 0.05)$, en color rojo y el aumento de la proporción, mediante modificaciones en la aplicación de la terapéutica: $N(p = 0.9; \sigma = 0.05)$, color azul.

Se ha modelado el comportamiento de la variable aleatoria X_1 : Proporción (p) de la efectividad de un medicamento para curar cierto tipo de dermatitis y X_2 : Proporción del aumento de la efectividad del medicamento en determinadas condiciones.

Problema 3. Se considera una población conformada por el Adulto Mayor perteneciente a un Policlínico, el promedio de pulsaciones por minutos es de 80, estas se registran antes de realizar ejercicios físicos sistemáticos. Seis meses después, se seleccionan 25 adultos mayores al azar, el promedio de las pulsaciones es de 78 pulsaciones por minutos y desviación estándar de 4 pulsaciones por minutos.

1. Plantee las afirmaciones H_0 y H_1 .
2. Determine la probabilidad de los errores de primer y segundo géneros (α y β) para el criterio del dominio crítico.

3. Describa el comportamiento del promedio de las pulsaciones por minutos del Adulto Mayor en la población que practican ejercicios físicos sistemáticos en el Policlínico, según las evidencias analizadas (problema propuesto para el estudio independiente).

Según los resultados, el 95 % de los medicamentos poseen una efectividad del 80%; pero el 5% de estos sobrepasan esa efectividad de manera natural. Si se aplican modificaciones en la aplicación de la terapéutica al total de los medicamentos con efectividad del 80 %, el 27 % no alcanzan el 90 % de efectividad.

Se simula el comportamiento de un lote de 10 000 unidades, según el modelo probabilístico que lo representa, lo simboliza, lo significa, y lo interpreta (Olmedo y Ariza, 2012).

La importancia de la simulación es que precisa la panorámica general del pronóstico: Resultan efectivas: 8000 unidades; no efectivas: 2000 unidades, es decir realmente curan 8000 unidades, de ellas 400 unidades sobrepasan el 80 % de efectividad. El 27 % de 8000 unidades efectivas: 2 160 unidades, las cuales no alcanzan el 90 % de efectividad, a pesar de las modificaciones en la terapéutica. Es decir: $8000 - 2160 = 5840$ unidades alcanzan el 90 % de efectividad con modificaciones en la terapéutica.

Incluir el análisis de situaciones de salud para distribuciones normales (distribuciones de medias aritméticas) de forma análoga. La simulación de las situaciones se considera de gran ayuda para comprender, explicar e interpretar estas, manera tal que pronostica aproximadamente el comportamiento de la variable aleatoria.

Las alternativas para desarrollar capacidades creativas en los profesores y estudiantes, los problemas a elaborar deben apoyarse en situaciones de salud a enfrentar por el Médico General, cuyos resultados e interpretaciones se visualicen, mediante programas informáticos profesionales, los cuales se orientan como tareas docentes a desarrollar en el estudio independiente.

■ Referencias bibliográficas

- Calero Hechavarría M, Rodríguez Corona O, Armas Pupo YR, Núñez Rojas Y. (2013). Propuesta de tareas docentes para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Metodología de la Investigación. *Correo Científico Médico*. 17 (1), 25-28
- Colectivo de autores. (2004). *Informática Médica. Tomo II. Bioestadística*. Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina. La Habana: Ciencias Médicas.
- Cuba. (2016). *Perfeccionamiento del plan de estudio D de la Carrera de Medicina*. La Habana: MINSAP.
- De la Horra J. (2012). *Estadística Aplicada* [Internet]. España: Díaz de Santos.
- Efimov A, Korakulin P, Pospélov P, Teréschenko A, Vokólov E, Zemskov V, Zolarev, Yu. (2014). Problemas de las Matemáticas Superiores. Tomo III. Moscú: Mir.
- Fardales Macías V, Diéguez Batista R, Puga García A. (2016). Una aproximación a las concepciones que prevalecen en la formación estadística del profesional médico. *MediSur*. 12 (1), 13-24
- Herman A, Notzer N, Libman Z, Braunstein R, Steinberg DM. (2008). Statistical education for medical students- Concepts are what remain when the details are forgotten. *Statistics in Medicine*. 27(12), 67-72.
- Infante Y, Bayés E. (2016). *Propuesta de un folleto de ejercicios de Bioestadística*. Medisan 20 (12), 2495-2500.
- Koroliuk V. (2016). *Manual de la teoría de probabilidades y estadística matemática*. Moscú: Mir.
- Lipkus IM, Peters E. (2009). Understanding the role of numeracy in health: proposed theoretical framework and practical insights. *Health EducBehav*. 36(6), 1065-1081.
- Numa M, Martín A, Diéguez R, Sánchez A. (2014). La formación estadística universitaria orientada a la solución de problemas profesionales. *Pedagogía Universitaria* 19(1), 90-107.
- Olmedo V, Ariza R. (2012). *Matemáticas en medicina: una necesidad de capacitación*. *Medicina Interna de México*, 28(3), 278-281.

- Pérez, S. (2015). *El razonamiento hipotético deductivo en la formación del médico general*. Tesis de Doctorado no publicada, Instituto Superior Pedagógico de Holguín. Cuba.
- Swift L, Miles S, Price GM, Shepstone L, Leinster SJ. (2009). *Do doctors need statistics? Doctors' use of and attitudes to probability and statistics*. *Stat Med*. 28(15), 1969-81.
- Tavares Paes A. (2010). Teaching statistics to physicians: a five-year experience. ICOTS 8.
- Zimmermann W. & Cunningham S. (1991). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*. Washington: Mathematical Association of America Washington.