

Aplicación móvil para la enseñanza de Bioestadística en las ciencias médicas

Alfredo Tito Santana Machado¹

Laura Santana Rodríguez²

Pedro Martín Artiles González³

José Luis Matos Ojeda⁴

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Dpto. Bioestadística. Santa Clara. Cuba.

alfredosm@infomed.sld.cu

² Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Dpto. Ingeniería Industrial. Santa Clara. Cuba.

laurasr@uclv.cu

³ Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Dpto. Bioestadística. Santa Clara. Cuba.

pedroag@infomed.sld.cu

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Dpto. Bioestadística. Santa Clara. Cuba.

joselmo@infomed.sld.cu

Resumen

Introducción: El uso de dispositivos móviles en la vida moderna es imprescindible por las ventajas que brindan, ofrecen nuevas posibilidades e implementan de manera virtual servicios ya establecidos. La mayor existencia de móviles que computadoras en los estudiantes de Cuba motivó la realización de esta aplicación.

Objetivo: Describir la aplicación nombrada *Cálculos estadísticos y tasas en salud* (Calc. Tasas) versión 1.8 para Androide, construida para realizar cálculos en un curso de Bioestadística, cubriendo el contenido de esta temática en la enseñanza de pregrado de las universidades de ciencias médicas, así como otros contenidos de interés para la investigación y educación post graduada.

Método: La aplicación fue programada en *Basic 4 Android*. Incorpora una base de datos con información demográfica y sanitaria de Cuba y sus provincias en el período 2013-2020, elementos abordados en las asignaturas de las diferentes carreras.

Resultados: Se logró independencia tecnológica al dejar de usar programas foráneos. Mayor integración de los contenidos tratados en las asignaturas, en un solo producto, al tener un procesador estadístico que adiciona algunas técnicas estadísticas propias de la salud, así como un sistema informativo de estadísticas sanitarias y demográficas.

Conclusiones: La aplicación construida abarca el contenido de Bioestadística, correspondiente a los programas de estudio de pregrado en las universidades médicas en Cuba. Al ser un producto desarrollado acorde a las necesidades, es posible actualizar la base de datos, además de adicionar pruebas estadísticas en futuras versiones; lográndose mayor portabilidad pues funciona tanto en móviles como en computadoras.

Palabras clave: bioestadística, demografía, educación médica, móviles, androide

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se observa una tendencia sostenida en los últimos 5 años, de ventas de más de 1400 millones de dispositivos móviles anuales, por solo 200 a 300 millones de PC al año en el mundo, lo cual mejoró en los últimos 2 años debido a la pandemia y en consecuencia el teletrabajo, lo cual subió las ventas de PC, hasta los 300 millones, pero es marcada la diferencia, la cual se puede atribuir a algunos factores como: tamaño, peso, costo, facilidad para transportarlo, tareas que resuelve, costo de las aplicaciones, comercialización de los dispositivos, etc. A partir de esto, se infiere que los dispositivos móviles y las aplicaciones para estos, están desplazando a las PC de una parte del mercado, al incorporar cada día mayor potencia en sus prestaciones (tamaño de la memoria RAM, interna y externa, velocidad de procesamiento, tamaño de la pantalla, conectividad, etc.) así como la cantidad de aplicaciones (la tienda de aplicaciones de Google, refiere tener más de 3 millones de aplicaciones). También muchas aplicaciones construidas originalmente para PC están pasando a funcionar en los dispositivos móviles. Por otro lado, el uso de los móviles entre las personas jóvenes y estudiantes en los diferentes niveles de enseñanza, es tan popular que se ha convertido en un problema para los profesores durante el desarrollo de las actividades docentes, lo cual podría redirigirse a utilizar estos deseos y habilidades en la utilización de un producto que beneficie el desarrollo y desempeño de las actividades en la impartición de la asignatura de Bioestadística y en el trabajo extra clase.

En la revisión bibliográfica se encontraron diversas aplicaciones para móviles que abordan el tema de la Estadística, tales como: *Statistics Calculator*, *Statistics Suite*, *Statistics Study Lite* y *Mathematics*. Aunque no fue posible probarlas todas, ya que algunas era necesario comprarlas fuera de Cuba, otras abordaban áreas del conocimiento más amplias que no estaban acordes con los intereses y objetivos de la aplicación a desarrollar, puesto que refieren aspectos de matemática o análisis multivariado. Sin embargo, si se pudo comprobar que la idea de desarrollar la aplicación era factible y que estaba acorde a las necesidades e intereses antes mencionados. En Cuba no se encontró evidencia de ninguna aplicación nacional desarrollada para móviles con la temática tratada por Calc. Tasas.

El objetivo de este trabajo es describir las posibilidades que brinda la aplicación Calc. Tasas versión 1.8 funcionando en un dispositivo móvil con Androide, en una PC con *Windows* o en alguna distribución de Linux, para la realización de cálculos y pruebas estadísticas utilizadas en un curso de Bioestadística o Estadística, así como en la esfera investigativa.

II. MÉTODO

El desarrollo de la aplicación se realizó con la herramienta *Basic 4 Android (B4A)* versión 7.3 producido por *Anywhere Software* (1). Es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para *Android* (2), que trabaja sobre *Windows* y donde se programa en el lenguaje *Basic 4 Android* (3), el cual es un lenguaje basado en objetos y manipulación de eventos (4, 5). Se trabajó en una PC con *Windows 7*. Se emplearon además, los siguientes productos de software necesarios para poder generar una aplicación nativa de Androide.

- *JDK (Java Development Kit)*
- *Android SDK para Windows (Software Development Kit)*
- *Object Browser* (Visualiza las librerías para B4A, con objetos y métodos)
- Emulador de Androide en *Windows* (*Bluestack* y *Nox*)
- *BrowserSQLite* (Para crear la Base de datos)

Este *IDE* contiene las herramientas para el trabajo con Bases de datos, específicamente con *SQLite*, realizándose las consultas a la base de dato en *SQL* (lenguaje de programación para Bases de datos relacionales). El *B4A* es utilizado por miles de programadores de todo el mundo, con un foro muy activo en su sitio de Internet, contando con muchas bibliotecas disponibles para diversos trabajos.

III. RESULTADOS

La aplicación está organizada en los siguientes módulos:

- A. Tasas de salud*
- B. Entrada de datos*
- C. Estadística descriptiva*
- D. Estadística inferencial*
- E. Estadísticas de Cuba*
- F. Ejercicios*

A continuación, se describen cada uno de los módulos que integran la aplicación.

A. Tasas de salud (6)

Este módulo permite el cálculo de las siguientes tasas:

- a) Natalidad
 - Natalidad general
 - Fecundidad
- b) Mortalidad
 - Mortalidad infantil
 - Mortalidad infantil < 1 año
 - Mortalidad neonatal
 - Mortalidad neonatal precoz
 - Mortalidad neonatal tardía
 - Mortalidad post neonatal
 - Mortalidad perinatal
 - Mortalidad fetal
 - Mortalidad materna
 - Mortalidad general
 - Mortalidad hospitalaria
 - Mortalidad bruta hospitalaria
 - Mortalidad neta hospitalaria
- c) Morbilidad
 - Incidencia
 - Prevalencia
 - Letalidad

B. Entrada de datos

El módulo Entrada de datos, posibilita introducir datos, creando una lista numerada, la cual está activa mientras no se cierre la aplicación. La lista puede ser:

- Creada
- Editada
- Guardada en un archivo
- Llenada a partir de un archivo creado con anterioridad

En la lista se colocan los valores (números) de los datos con los cuales trabajarán las pruebas estadísticas.

- Si la variable es cualitativa politómica, se debe codificar con números.
- Si la variable es cualitativa dicotómica, se codifica con 0 (ausencia del evento) y 1 (presencia del evento).

C. Estadística descriptiva (7,8)

En este módulo se aplican las siguientes técnicas:

- Distribuciones de frecuencia para valores individuales y en clases.
- Medidas descriptivas: Mínimo, Máximo, Rango, Media, Mediana, Varianza, Desviación Estándar y Coeficiente de variación (Fig.1).
- Tablas 2x2 (6) : Se calculan los siguientes valores:
 - Riesgo relativo, Riesgo atribuible e Índice de intervención
 - Odds ratio
 - Sensibilidad y Especificidad, Valor predictivo negativo y Valor predictivo positivo
 - Chi-cuadrado, Chi-cuadrado corregido, Coeficiente de contingencia, V de Cramer
- Gráficos: Se construyen gráficos de barras, barras dobles, circular, histogramas y de línea a partir de la tabla de frecuencias introducida en esta opción. No trabaja con la lista de datos.
- Muestreo: Se ofrecen fórmulas para calcular el tamaño de muestra, en dependencia del problema a resolver y se generan números aleatorios para seleccionar muestras, todo esto para muestreos con reemplazo y sin reemplazo.



Fig. 1 Secuencia de pantallas para realizar el cálculo de medidas descriptivas.

D. Estadística inferencial (7,8)

Este módulo implementa los siguientes test.

- Intervalos de confianza
 - Media poblacional

- Proporción poblacional
- Diferencia de medias para muestras independientes
- Diferencia de proporciones
- Diferencia de medias para muestras apareadas
- Varianza poblacional
- Pruebas de hipótesis
 - Media poblacional (t-student para 1 muestra)
 - Proporción poblacional
 - Diferencia de medias para muestras independientes (t-student) (Fig. 2)
 - Diferencia de proporciones
 - Diferencia de medias para muestras apareadas (t-student)
 - Varianza poblacional
 - Coeficiente de correlación lineal
- Pruebas No paramétricas
 - Chi-cuadrado para independencia/homogeneidad
 - Mann-Whitney (2 muestras independientes)
 - Wilcoxon (2 muestras apareadas)
 - Shapiro-Wilk (prueba de normalidad, $n \leq 50$)
 - Geary (prueba de normalidad, $n > 50$)
- Tablas estadísticas
 - t-student
 - Chi-cuadrado
 - Distribución normal estándar



Fig. 2 Secuencia de pantallas para realizar la prueba de hipótesis t-student para muestras independientes.

E. Estadísticas de Cuba

Este módulo ofrece información demográfica y sanitaria de Cuba y las provincias incluyendo el municipio Isla de la Juventud, en el período del 2013 al 2020, la información fue tomada de los Anuarios

de Salud publicados por el MINSAP (9). Esta información es almacenada en una base de datos, para su posterior presentación y utilización de los datos (Fig. 3). Las opciones disponibles son:

- Tasas de salud de Cuba en 2020

Aquí se muestran las principales tasas de salud, que permiten conocer el estado de salud de la población en el último año publicado. Ej: tasas de natalidad, tasas de las principales causas de muerte: tasas de mortalidad infantil, materna y general; tasas de incidencia de enfermedades transmisibles y tasas de prevalencia de las enfermedades más frecuentes.

- Estadísticas de provincias y Cuba

Muestra información demográfica y tasas en salud de la provincia seleccionada o el país, en el año elegido (2013 al 2020).

- Pirámides de población

Muestra los tres tipos de pirámides acorde al perfil de la misma (expansiva, constrictiva y estacionaria), utilizando las pirámides poblacionales de la población de Cuba en 1960, 2017 y un pronóstico de la pirámide de Cuba en 2100.

- Gráficos para comparar

Aquí se construyen gráficos de barras o barras dobles a partir de la información de la base de datos en el periodo 2013-2020, con las siguientes variables.

- Indicador de la Tasa a utilizar (natalidad, fecundidad, mortalidad infantil, mortalidad materna, mortalidad general).
- Lugar (provincia o país).

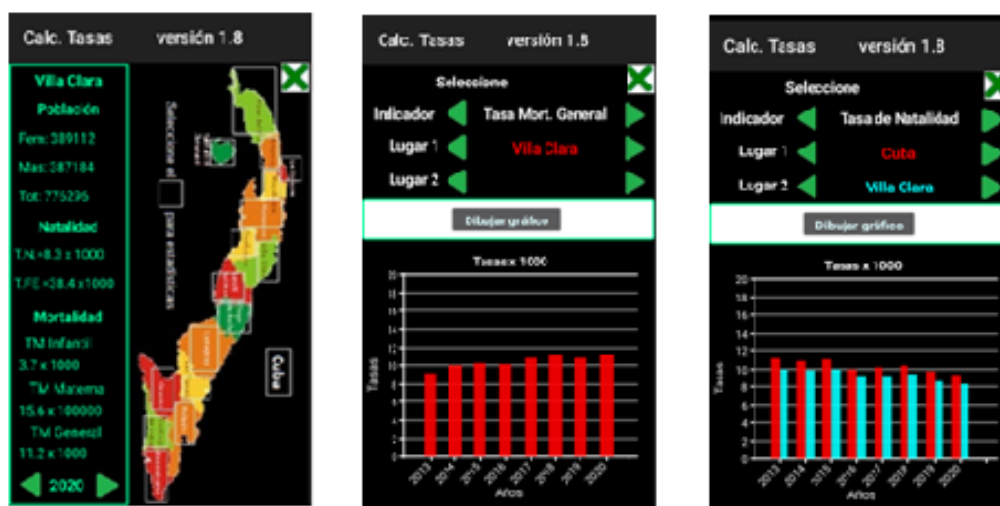


Fig. 3. Estadísticas por provincias y gráficos con los indicadores de salud en el período 2013-2020.

F. Ejercicios

En este módulo se muestran ejercicios de Bioestadística, para ser resueltos con los métodos implementados en la aplicación.

En el caso de las pruebas de hipótesis a diferencia de otros programas de procesamiento estadístico, se muestran las hipótesis de cada prueba (H_0 y H_1) y se da el resultado final del test “Se acepta H_0 ” o “Se rechaza H_0 ”, además de los valores siguientes: el estadígrafo en la muestra, el estadígrafo de la prueba, el nivel de significación y los grados de libertad si son utilizados.

Las pruebas de hipótesis implementadas son las bilaterales, pero es posible utilizar los resultado de la prueba bilateral, en particular el valor del estadígrafo calculado de la prueba (Ej. t , z), para realizar las pruebas de hipótesis unilaterales, comparando este valor calculado, con el valor de la tabla de la distribución correspondiente al estadígrafo y tomando la decisión estadística.

Todos los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas fueron validados, comparando la respuesta de Calc. Tasas con las respuestas de los programas estadísticos siguientes: SPSS v. 15(10), MiniTab v. 16 (11) y Epidat v. 3.1 (12) ante los mismos datos, obteniendo resultados semejantes o muy parecidos, diferenciándose por la precisión utilizada al hacer los cálculos o brindar las respuestas. En la Tabla 1 se muestra la comparación de los resultados, realizada con diferentes programas para una prueba particular.

Tabla 1 Comparación de resultados de diferentes programas en una prueba estadística.

Nombre de la prueba	Resultados SPSS	Resultados MiniTab	Resultados CalcTasas
Estadística descriptiva	N = 20	N = 20	N = 20
	Rango = 6,5	Rango = 6,5	Rango = 6,5
	Mínimo = 20	Mínimo = 20	Mínimo = 20
	Máximo = 26,5	Máximo = 26,5	Máximo = 26,5
	Media = 23,125	Media = 23,125	Media = 23,125
	Des.Est. = 1,8979	Des.Est. = 1,898	Des.Est. = 1,8978866
	Varianza = 3,602	Varianza = 3,602	Varianza = 3,6019738
	Mediana = 23,250	Mediana = 23,250	Mediana = 23,25
		Coef.vari. = 8,21	Coef.vari. = 8,207077

Se integra en una aplicación un procesador estadístico con algunas técnicas estadísticas propias de la salud y un sistema informativo de estadísticas sanitarias y demográficas de Cuba y las provincias en los últimos 8 años, publicados en los Anuarios de Salud. Siendo factible su actualización con nuevos métodos estadísticos y la incorporación a la base de datos de información demográfica y sanitaria del país, una vez sean publicados por el Ministerio de Salud Pública.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación construida cubre casi completamente el contenido impartido en la temática de Bioestadística correspondiente a los programas de estudio de pregrado en las universidades médicas en Cuba, además de implementar otras técnicas, las cuales pueden servir en el desarrollo de tareas de investigación o en la impartición de cursos electivos o de postgrado.

Al ser la aplicación desarrollada atendiendo a las necesidades de nuestro país, es posible enriquecerla con otras técnicas estadísticas, actualizar la información demográfica y de salud cada año o modificar algunas de sus características en futuras versiones.

Como la aplicación fue desarrollada para dispositivos móviles con Androide y además es posible su funcionamiento en una PC con Windows o distribuciones de Linux, esto le ofrece mayor portabilidad a la aplicación y la posibilidad de ser utilizada por un público más numeroso.

La aplicación se encuentra publicada en el sitio cubano Apklis (<https://www.apklis.cu>).

REFERENCIAS

1. Guía B4A [Internet]. [cited 2021 Oct 20]. Available from: <https://www.b4x.com/android/documentation.html>
2. B4xIDE [Internet]. [cited 2021 Oct 22]. Available from: <https://www.b4x.com/guides/B4XIDE/?page=1>
3. B4xBasicLanguage [Internet]. [cited 2021 Oct 20]. Available from: <https://www.b4x.com/guides/B4XBasicLanguage/?page=1%0A%0A>
4. B4xGettingStartedV1_1 [Internet]. [cited 2021 Oct 25]. Available from: <https://www.b4x.com/guides/B4XGettingStarted/?page=1%0A%0A>
5. B4xVisualDesignerV1_0 [Internet]. [cited 2021 Oct 27]. Available from: <https://www.b4x.com/guides/B4XVisualDesigner/?page=1>
6. Autores C de. Informática Médica. Bioestadística. Editorial Ciencias Médicas; 2004.
7. Johnson RA, Miller I, Freund JE. Probability and statistics for engineers. Vol. 2000. Pearson Education London; 2000.
8. Walpole RE, Myers RH, Myers SL. Probabilidad y estadística para ingenieros. Pearson Educación; 1999.
9. Pública M. de S. Anuario Estadístico de Salud [Internet]. Dirección Nacional de Registros Médicos La Habana: MINSAP; 2019. Available from: <http://www.bvscuba.sld.cu/2019/11/20/anuario-estadistico-de-salud-de-%0Acuba/%0A>
10. SPSS 15.0 para Windows [Internet]. [cited 2021 Oct 29]. Available from: <https://www.spss.com>
11. MiniTab 16 Statistical Software [Internet]. [cited 2021 Oct 28]. Available from: <https://www.minitab.com>
12. Epidat 3.1. Programa para análisis epidemiológico de datos tabulados [Internet]. [cited 2021 Oct 28]. Available from: <https://www.sergas.es>