

Estrategia para la enseñanza de la Bioestadística en investigaciones científicas de la maestría en genética médica

A strategy for teaching Biostatistics in scientific research within the master's degree program in medical genetics

Roberto Lardoeyt Ferrer^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4921-5630>

Raúl Fernández Regalado² <https://orcid.org/0000-0001-7407-9135>

Paulina Araceli Lantigua Cruz³ <https://orcid.org/0000-0002-8549-2571>

¹Universidad de Ciencias Médicas, Facultad de Ciencias Médicas “Manuel Fajardo”. La Habana, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas, Facultad de Ciencias Médicas “Victoria de Girón”. La Habana, Cuba.

³Centro Nacional de Genética Médica. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lardgen72@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La bioestadística en las investigaciones científicas constituye el curso ocho de la maestría de genética médica. La experiencia empírica alcanzada demuestra que los cursistas no logran las competencias y habilidades necesarias para adquirir soberanía estadística y enfrentar los desafíos investigativos de la especialidad.

Objetivo: Exponer la efectividad de una estrategia didáctica basada en métodos activos para la enseñanza de la Bioestadística en las investigaciones científicas en la maestría de genética médica en la edición del período lectivo 2022-2023.

Métodos: Se realizó un estudio cuasiexperimental de estrategia longitudinal de mediciones antes-después. Se aplicó un cuestionario validado por un comité de expertos a 19 maestrandos que consintieron en participar en la investigación. La

estrategia docente se basó en la enseñanza por proyectos, y aplicó un paquete estadístico, cuyo programa analítico se contextualizó a los intereses y móviles profesionales.

Resultados: El 52,6 % de los maestrandos emplearon los métodos estadísticos; el 57,9 %, las estadísticas descriptivas; y una minoría (21,1 %), la estadística inferencial. El 26,3 % de los casos utilizaron un paquete estadístico y un porcentaje aún más bajo (15,8 %) poseyó autonomía en los análisis estadísticos. Al inicio del curso predominó en la totalidad de los ítems el nivel bajo de conocimientos; y, después de la intervención, el nivel alto y moderado.

Conclusiones: Se demostró la efectividad de la estrategia didáctica empleada para la enseñanza de la Bioestadística en las investigaciones científicas en la maestría de genética médica en la edición desarrollada durante el curso 2022-2023.

Palabras clave: estadística; bioestadística; genética; educación superior; educación médica; proceso enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

Introduction: Biostatistics in scientific research is course number eight within the master's degree program in medical genetics. The current empirical experience shows that the students do not achieve the necessary competences and skills to acquire statistical sovereignty or face the research challenges of the specialty.

Objective: To expose the effectiveness of a didactic strategy based on active methods for teaching biostatistics in scientific research within the master's degree program in medical genetics during the 2022-2023 academic year.

Methods: A quasiexperimental study with a longitudinal strategy of before-after measurements was carried out. A questionnaire validated by an expert committee was applied to nineteen master's degree students who consented to participate in the research. The teaching strategy used a project-based dynamics and applied a statistical package, whose analytical program was contextualized according to professional interests and motivations.

Results: 52.6% of the students used statistical methods, 57.9% used descriptive statistics, and a minority (21.1%) used inferential statistics. A statistical package was used in 26.3 % of the cases and an even lower percentage (15.8 %) had some statistical analysis autonomy. At the beginning of the course, the low level of knowledge predominated for all items; after the intervention, the high and moderate levels predominated.

Conclusions: This research showed the effectiveness of the didactic strategy used for the teaching of biostatistics in scientific research as part of the master's degree program in medical genetics for the edition developed during the 2022-2023 academic year.

Keywords: statistics; biostatistics; genetics; higher education; medical education; teaching-learning.

Recibido: 25/06/2022

Aceptado: 13/10/2022

Introducción

La importancia de la estadística está determinada por la necesidad creciente de su aplicación en la vida real, de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, y de interpretar datos estadísticos plasmados en tablas y gráficos en la literatura científica nacional e internacional, entre múltiples razones.⁽¹⁾ La bioestadística, en particular, garantiza un conjunto de herramientas que apoyan la consistencia de la plausibilidad biológica de determinados fenómenos que se investigan. Todos estos elementos fundamentan la necesidad de crear una cultura estadística. Por tales motivos, a partir de las diferentes transformaciones en el sistema educativo en Cuba, se insertan determinados contenidos básicos en la malla curricular, desde la enseñanza primaria hasta la universitaria. También está insertada en las diferentes figuras del posgrado: cursos, talleres, entrenamientos, diplomados y maestrías, entre otros.

Los avances en la genética médica y clínica a través del desarrollo de la biología molecular para abordar el estudio del genoma humano y sus resultados vinculados con el manejo y el tratamiento de los individuos con defectos congénitos y enfermedades genéticas; el desarrollo de las ciencias ómicas y su relación con la evidencia de una medicina cada vez más personalizada y de precisión; la posibilidad de desarrollar estrategias de prevención primaria, secundaria y terciaria; el conocimiento de cómo el ambiente suele modular la expresión de los genes y dejar marcas epigenéticas, que podrían repercutir en el estado de salud de las futuras generaciones; entre otros enfoques, desafían el desempeño médico en cada una de las especialidades. Esto ha generado múltiples publicaciones, en

las que se ha mostrado el desarrollo alcanzado en los diferentes procedimientos estadísticos, que en ocasiones resultan de difícil comprensión. A la vez, se requiere de su dominio para verificar las hipótesis científicas e interpretar adecuadamente los resultados que se derivan de estas investigaciones.

La maestría de genética médica permite fomentar la superación científica del personal sanitario en cuanto a los conocimientos actualizados de la especialidad, algunos de ellos anteriormente referidos, que posibiliten integrar equipos multi- y transdisciplinario con otros especialistas para garantizar una atención médica de excelencia al que lo necesite, así como el desarrollo de investigaciones científicas desde la perspectiva genética.

Para suplir el vacío en el conocimiento científico relacionado con la especialidad en el contexto de estos avances entre los profesionales no genetistas, pero sí vinculados a la especialidad, surge la maestría de genética médica. Uno de los cursos que forma parte de su programa analítico lo constituye el Curso 8 - “Bioestadística de la investigación científica en genética médica”.

En ediciones anteriores la enseñanza de la bioestadística era eminentemente teórica, impartida por expertos en el tema, no relacionados con la especialidad, con una elevada carga horaria de clases presenciales que no les permitía a los maestrando madurar los conocimientos y avizorar su posible aplicación en las investigaciones genéticas. A esto se le sumaban las “lagunas” en sus conceptos básicos, que imposibilitan, en muchas ocasiones, aplicarlos durante los procesos de investigación científica con determinada independencia.⁽²⁾ En ediciones anteriores se ubicaba en los últimos cursos de la maestría, lo que impedía que el maestrando no tuviera las herramientas estadísticas disponibles para la confección del proyecto de investigación científica.

En algunas investigaciones^(2,3,4,5) se indaga sobre esta problemática, lo que evidencia la enseñanza monótona y tediosa de la bioestadística; los procesos mecánicos y memorísticos; el estrés académico, que ocasionan el desinterés por aprender; la poca aplicabilidad en las investigaciones; el carácter abstracto y el rigor lógico como males percibidos por los estudiantes, quienes expresan que no siempre conocen la utilidad de lo que aprenden; y, por último, la carencia de los métodos activos de enseñanza, que garantice el pensamiento analítico, crítico y reflexivo en los alumnos para que sean protagonistas en la gestión del conocimiento.

Todos estos elementos se tuvieron en cuenta en el proceso de perfeccionamiento del curso de bioestadística en el marco de la maestría.

El objetivo de la presente investigación fue exponer la efectividad de una estrategia didáctica basado en métodos activos para la enseñanza de la Bioestadística en las investigaciones científicas en la maestría de genética médica en la edición desarrollada durante 2022-2023.

Métodos

Tipo de estudio

Se realizó un estudio cuasiexperimental, de estrategia longitudinal y mediciones antes-después, en el contexto de la maestría de genética médica, cuya primera edición, después del perfeccionamiento de su programa analítico, se realizó en el escenario docente del Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas “Victoria de Girón”, durante el período lectivo 2022-2023.

Universo y muestra

De un total de 21 maestrandos, 19 (90,47 %) participaron en la investigación. Solo dos cursistas no participaron, por no cumplir con el criterio de inclusión de no presentar el 100 % de asistencia en la etapa presencial de la intervención.

Criterios de selección de sujetos y caracterización de la población de estudio

Se tuvieron en cuenta los que ofrecieron el consentimiento informado de participar y los que asistieron al 100 % de las actividades docentes en la etapa presencial. De los 19 maestrandos, 10 provenían del Centro Nacional de Genética Médica, 3 del Hospital Pediátrico “Juan Manuel Márquez”, 3 del Centro Provincial de Genética Médica de La Habana, 2 del Instituto de Neurología y Neurocirugía, y 1 del Centro Provincial de Genética Médica de Mayabeque. Las características según profesión, y años de experiencia laboral e investigativa se relacionan en la tabla 1. La media en años de experiencia laboral fue de 17 años, con un valor máximo de 26 años; y de experiencia investigativa, de 3 años, con un valor máximo de 15 años.

Tabla 1 - Distribución de los maestrandos según criterios de selección

Características	Frecuencia	Porcentaje (%)
Profesión		
Medicina	7	36,8
Licenciado en Biología	4	21,1
Psicología	3	15,8
Laboratorio clínico	5	26,4
Años de experiencia laboral		
Hasta 10 años	2	10,5
De 11 a 20 años	8	42,1
Más de 20 años	9	47,4
Años de experiencia investigativa		
Hasta 6 años	15	78,9
Más de 6 años	4	21,1

Nota: El porcentaje se calculó sobre la base de N = 19.

Variables y su operacionalización

Las variables se relacionaron con los siguientes componentes:

- Aplicación del paquete estadístico SPSS y sus principales herramientas.
- El teorema de Bayes: su uso en la estimación del riesgo genético de ocurrencia y en la determinación de las probabilidades de segregación de genes.
- La estadística descriptiva para variables cualitativas y cuantitativas.
- Algunos elementos de estadística inferencial y su empleo en las investigaciones genéticas.

Estas fueron clasificadas como cualitativas ordinal. Se definió una escala de Likert, según nivel de conocimientos alto, medio y bajo. Se consideró alto el pleno dominio y uso de las diferentes herramientas estadísticas, tanto de la rama descriptiva como inferencial, su adecuada selección según el problema científico

a resolver, su correcta interpretación y uso, así como su atinada exploración en el paquete estadístico SPSS; como nivel medio, su conocimiento moderado, con pocas habilidades adquiridas en el manejo del paquete estadístico; y, como bajo, el desconocimiento absoluto de los estadígrafos y las pruebas estadísticas, y las ausencias de habilidades en el manejo de la herramienta estadística.

Aspectos éticos

Se respetó la autonomía de los maestrandos de participar en la investigación a través del cumplimiento del procedimiento de consentimiento informado. Se declararon los beneficios que traería la realización de la investigación y se controlaron los posibles maleficios derivados del irrespeto a la violación del anonimato.

Técnicas y procedimientos de obtención de la información

Se aplicaron dos cuestionarios -uno antes de la intervención y el otro al final de la intervención-, autoadministrados, diseñados y validados en el contexto de la presente investigación, mediante encuesta realizada con el objetivo de evaluar el nivel de conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso a la totalidad de los maestrandos que se consideraron grupos pareados o relacionados evaluados en dos momentos: antes de la intervención y después de la intervención.

Se emplearon preguntas de control para verificar la veracidad de las respuestas y las preguntas más complejas se dejaron para el final del cuestionario. Con el objetivo de controlar el sesgo de memoria, se confeccionaron dos cuestionarios con diferentes preguntas que tributaron a los mismos objetivos. La primera se aplicó en el primer momento para caracterizar el nivel basal de conocimientos o de partida; y la segunda, después de la intervención, con la finalidad de evaluar las modificaciones al respecto.

A través de la técnica “tormenta de ideas”, los autores propusieron los ítems del cuestionario, de acuerdo con los objetivos a evaluar, según el programa analítico del curso. Estos fueron validados por un comité de expertos integrado por cinco profesores doctores en ciencias, profesores titulares, especialistas y vinculados con la investigación en genética médica. Se tuvo en cuenta que los dos cuestionarios no tuvieran las mismas preguntas, pero sí tributaron a los mismos contenidos a evaluar relacionados con el acápite de variables de estudio y su operacionalización.

La documentación científica se fundamentó en una revisión bibliográfica relacionada con el tema en revistas científicas indexadas en el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (BIREME), en la Biblioteca Electrónica Científica en Línea (SciELO), y en fuentes de información disponibles en la Biblioteca Virtual en Salud (BVS) como la Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS). Se utilizaron palabras clave como: “enseñanza-aprendizaje y bioestadística”, “didáctica y bioestadística”. No se acotó el año de búsqueda con el fin de obtener la mayor información posible, en cualquier idioma, y se seleccionaron los textos completos en formato PDF.

Técnica de procesamiento y análisis de la información

Se diseñó una base de datos en la plataforma SPSS (versión 26.0), teniendo en cuenta toda la información obtenida de la fuente primaria. Se realizaron los procedimientos estadísticos y se presentaron en tablas de distribución de frecuencias.

Métodos estadísticos

Se emplearon estadígrafos descriptivos como la frecuencia absoluta y el porcentaje para las variables cualitativas nominales y ordinales, y se emplearon la media aritmética y el mínimo y máximo para variables cuantitativas continuas. Se aplicó una prueba estadística no paramétrica para variables en escala ordinal, cuya medición ocurrió en dos momentos (Test de Rangos Asignados de Wilcoxon), teniendo en cuenta como nivel de significación estadística $\alpha = 0,01$; asimismo, como se estimó el valor de la probabilidad de la Prueba Exacta de Fisher, cuyo resultado se consideró significativo ($p < 0,05$) para rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa.

Estrategia de enseñanza-aprendizaje implementada

La estrategia docente se organizó en dos etapas. La primera (presencial) tuvo una duración de una semana y consistió en una formación teórico-práctica con la participación de dos profesores de las especialidades de Genética Clínica y Bioquímica; y una segunda (no presencial) con duración de tres semanas, cuyo propósito fue adquirir habilidades en el manejo del paquete estadístico previsto, teniendo en cuenta las pruebas estadísticas aprendidas.

Primera etapa (presencial)

Primer día

- Conferencia 1. Introducción a las estadísticas como herramienta en las investigaciones genéticas. Enfoque holístico de los procedimientos estadísticos en genética.
- Clase teórico-práctica 1. Introducción al SPSS como herramienta para el procesamiento estadístico. Creación de una base de datos en SPSS. Creación de variables. Incorporación de los datos a la base de datos. Recodificación de variables. Importación de una base de datos de Excel a la plataforma SPSS. Transformación y selección de variables.

Segundo día

- Conferencia 2. Teoría de las probabilidades: propiedades y características. El teorema de Bayes.
- Clase teórico-práctica 2. Aplicación del teorema de Bayes para determinar probabilidades de segregación de genes en generaciones familiares en diferentes situaciones clínicas.

Tercer día

- Conferencia 3. Estadística descriptiva en las investigaciones genéticas. Estadígrafos descriptivos para variables cuantitativas. Estadígrafos de tendencia central, de posición, de dispersión y de forma. Interpretación de los resultados. Estadígrafos descriptivos para variables cualitativas. Tabla de distribución de frecuencia. Tablas de contingencia. Interpretación de los resultados.
- Clase teórico-práctica 3. Procesamiento en SPSS de estadígrafos descriptivos. Uso de bases de datos de investigaciones genéticas.

Cuarto día

- Conferencia 4. Estadística inferencial no paramétrica en las investigaciones genéticas. Ji cuadrado de Pearson, ji cuadrado corregido de Yate, Test de Probabilidades Exactas de Fisher, Test de McNemar. El *Odds Ratio* como medida de magnitud de asociación. Test para comparar medias independientes: prueba U de Mann Whitney. Análisis de la varianza de Kruskal Wallis.

- Clase teórico-práctica 4. Procesamiento en SPSS de estadística inferencial no paramétrica. Uso de bases de datos de investigaciones genéticas. Estudios de agregación familiar.

Quinto día

Conferencia 5. Estadística inferencial paramétrica en las investigaciones genéticas. Test t-Students para grupos independientes, para muestras relacionadas. Prueba T para una muestra. Análisis de la varianza para más de dos grupos (Test de ANOVA de una vía). Relación entre variables cuantitativas. Regresión lineal simple.

Clase teórico-práctica 5. Procesamiento en SPSS de estadística inferencial no paramétrica.

Segunda etapa (no presencial)

Durante esta etapa los maestrandos realizaron las cuatro tareas que se relacionan a continuación, que a su vez representaron el examen final del curso:

- Tarea 1. Selección de cinco variables analíticas de su futura investigación -las que el maestrando definió en el diseño teórico del curso 7 de metodología de la investigación científica-. Las variables deben ser cualitativas nominal y ordinal, y cuantitativas discretas y continuas, al hacer uso de la vista de variables del paquete. Luego se llenan 40 casos mediante la vista de datos. El maestrando entrega la base de datos en soporte digital.
- Tarea 2. Procesamiento de la base de datos diseñada y aplicación de estadísticas descriptivas para todas las variables, tanto cuantitativas como cualitativas. Confección de tablas de contingencias que permitan relacionar variables y tablas de distribución de frecuencias. Exportar la tarea en un documento Word.
- Tarea 3. Cálculo del ji Cuadrado de Pearson, ji cuadrado corregido de Yate y Prueba Exacta de Fisher, al cruzar dos variables cualitativas nominales que pudieran relacionarse. Obtención del *Odds Ratio*. Exportar los resultados en el mismo documento Word.
- Tarea 4. Demostración de la distribución normal de las variables cuantitativas continuas y comparación de medias de dos o más grupos, a través de la estadística paramétrica y no paramétrica, según resultado del test Kolmogorov Smirnov. Finalmente, el maestrando entregó un documento Word identificado con su nombre y apellidos.

Resultados

En la caracterización inicial de los maestrandos se obtuvo que el 52,6 % empleaban los métodos estadísticos en las investigaciones científicas o en el trabajo diario. Sin embargo, el 57,9 % utilizaba las estadísticas descriptivas; y una minoría (21,1 %), la estadística inferencial. Solo el 26,3 % de los casos usaba un paquete estadístico y en un porcentaje aún más bajo (15,8 %) poseían autonomía en los análisis estadísticos. El 42,1 % insertaban a un estadístico de profesión en el equipo de investigación (tabla 2).

Tabla 2 - Distribución de los maestrandos al inicio, según la experiencia en el uso de los métodos estadísticos en la investigación científica

Variables	Frecuencia	Porcentaje
Empleo de las estadísticas en las investigaciones o trabajo diario		
Sí	10	52,6
No	9	47,4
Empleo de la estadística inferencial		
Sí	4	21,1
No	15	78,9
Empleo de la estadística descriptiva		
Sí	11	57,9
No	8	42,1
Empleo de un paquete estadístico		
Sí	5	26,3
No	14	73,7
Autonomía en los análisis estadísticos		
Sí	3	15,8
No	16	84,2
Inserción de un estadístico de profesión en las investigaciones		

Sí	8	42,1
No	11	57,9

Fuente: Porcentaje obtenido sobre la base de N = 19.

Se evidenció asociación significativa (Prueba Exacto de Fisher, $p < 0,05$) entre la experiencia investigativa a favor de los que usaban un paquete estadístico (57,1 %) con respecto a los que no lo hacían (42,9 %). Similar resultado se obtuvo en relación con los que utilizaban los estadígrafos descriptivos (54,5 %) vs. los que no lo hacían (0 %) (tabla 3).

Tabla 3 - Relación de la experiencia investigativa con el uso de los estadígrafos descriptivos y de un paquete estadístico

Variable	Experiencia investigativa				PEF	OR	IC (OR 95 %)
	Sí		No				
	Frecuencia	%	Frecuencia	%			
Uso de los estadígrafos descriptivos							
Sí	6	54,5	5	45,5	0,01	2,6	1,3-5,1
No	0	0,0	8	100			
Empleo de un paquete estadístico							
Sí	4	57,1	1	8,3	0,03	24	1,1-185,2
No	3	42,9	11	91,7			

Leyenda: PEF - Probabilidad Exacta de Fisher; OR - Odds Ratio; IC - Intervalo de Confianza.

Se realizó una exploración inicial en el nivel de conocimientos que tuvieron los maestrandos al inicio del curso. En la totalidad de los ítems predominó el nivel bajo. Los ítems que alcanzaron los porcentajes más elevados en el nivel bajo fueron: el teorema de Bayes y su aplicación en la especialidad de genética clínica (100 %), la interpretación del valor de *Odds Ratio* como medida de magnitud de asociación en una investigación y su obtención en el SPSS, así como los conocimientos sobre los procedimientos estadísticos para comparar la media de más de dos grupos independientes. Estos dos últimos ítems con igual valor porcentual (94,7 %) (tabla 4).

Después de la intervención, hubo un marcado descenso en el porcentaje de los maestrados con nivel bajo de conocimientos y un discreto ascenso con nivel alto y moderado. Si bien no se obtuvieron cifras elevadas en el nivel alto de conocimientos después de la intervención, se precisó que sí hubo un incremento marcado en el nivel moderado de conocimientos (tabla 4).

Tabla 4 - Efectividad de la estrategia didáctica implementada en el incremento del nivel de conocimientos sobre Bioestadística en las investigaciones genéticas (distribución porcentual)

Conocimientos sobre:	Antes de la intervención			Después de la intervención			p* valor
	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Moderado	Bajo	
Creación de una base de datos en SPSS.	5,3	15,8	78,9	26,3	73,7	0,0	0,000
Creación de la lista de variables en SPSS.	5,3	15,8	15,8	21,1	78,9	0,0	0,001
El teorema de Bayes.	15,8	0,0	84,2	15,8	68,4	15,8	0,000
El teorema de Bayes en la especialidad.	0,0	0,0	100,0	0,0	78,9	21,1	0,000
El uso del teorema de Bayes en la probabilidad de segregaciones de genes.	0,0	10,5	89,5	15,8	73,7	10,5	0,000
Los estadígrafos descriptivos para variables cuantitativas continuas.	5,3	21,1	73,7	26,3	68,4	5,3	0,000
El uso del SPSS para obtener estadígrafos descriptivos para variables cuantitativas continuas.	5,3	10,5	84,2	31,6	68,4	0,0	0,000
Dominio en la confección de tablas de distribución de frecuencias para variables cualitativas.	5,3	15,8	78,9	21,1	78,9	0,0	0,000
Dominio en el procesamiento de los estadígrafos descriptivos para variables	5,3	10,5	84,2	36,8	63,2	0,0	0,000

cuantitativas en un paquete estadístico como el SPSS.							
Conocimiento sobre la distribución normal y sus propiedades.	5,3	15,8	78,9	31,6	68,4	0,0	0,000
Conocimiento para determinar si una variable se distribuye normalmente en SPSS.	0,0	21,1	78,9	31,6	63,2	5,3	0,002
Dominio sobre la importancia de saber si una variable se distribuye normalmente.	0,0	26,3	73,7	42,1	52,6	5,3	0,000
Conocimientos sobre la confección de tablas de contingencia para relacionar dos variables e interpretar el valor del estimador ji cuadrado y su valor de p .	5,3	26,3	68,4	15,8	78,9	5,3	0,001
Interpretación del valor de <i>Odds Ratio</i> como medida de magnitud de asociación en una investigación y su obtención en el SPSS.	5,3	0,0	94,7	10,5	84,2	5,3	0,000
Dominio sobre la toma de decisión, a partir del valor de p (probabilidad) al rechazar o no la hipótesis nula.	10,5	10,5	78,9	36,8	57,9	5,3	0,000
Conocimientos sobre los procedimientos estadísticos para comparar la media de dos grupos independientes.	5,3	5,3	89,5	26,3	68,4	5,3	0,000
Conocimientos sobre los procedimientos estadísticos para comparar la media de más de dos grupos independientes.	5,3	0,0	94,7	26,3	68,4	5,3	0,000
Conocimientos sobre el test a usar para relacionar dos variables cualitativas nominales.	0,0	10,5	89,5	10,5	78,9	10,5	0,000
Conocimientos sobre el test a usar para relacionar dos variables cuantitativas continuas.	5,3	5,3	89,5	31,6	63,2	5,3	0,000

Dominio sobre el empleo de la estadística inferencial basado en definir intervalos de confianza y prueba de hipótesis en el SPSS.	5,3	5,3	89,5	26,3	63,2	10,5	0,000
---	-----	-----	------	------	------	------	-------

Leyenda: Valor de la probabilidad en la Prueba de significación estadística de Wilcoxon.

Discusión

La estadística, como método, ha adquirido un papel clave en diversos campos del conocimiento; no escapa a las investigaciones relacionadas en el campo de la genética médica. Con su lenguaje matemático permite comunicar información importante basada en datos cuantitativos.

En relación con la caracterización inicial de los maestrandos, según la experiencia en el uso de los métodos estadísticos en la investigación científica, se evidenció el poco uso de la estadística inferencial en sus dos propósitos: la estimación y la prueba de hipótesis. Esta rama de la estadística ofrece robustez a los resultados científicos relacionados con los diseños habituales que los maestrandos tendrán que emplear en sus investigaciones científicas vinculadas con la genética médica y clínica.

Son múltiples las aplicaciones de esta rama de la estadística en el campo de la genética. Por mencionar algunos ejemplos, en los diseños epidemiológicos de casos-controles, los de cohortes y sus híbridos -casos-controles anidados en una cohorte dinámica y estudios de casos-cohorte-, en los que resulta fundamental la confección de tablas de contingencias y la aplicación del ji cuadrado.

Resultan útiles en el campo de la epidemiología genética en sus dos estrategias: la familiar y la poblacional. Si se precisa estudiar la contribución de factores ambientales se emplea la epidemiología tradicional. En este caso, los estudios de asociación y correlación entre variables se hacen importantes. Si se estudia la contribución de factores genéticos en la aparición de entidades clínicas, entonces desempeña un papel importante la epidemiología genética. En esta última rama, los diseños más comunes son los estudios de agregación familiar general y particular, los estudios de heredabilidad, los estudios clásicos de gemelos, los estudios de adopción, los estudios de vías o rastreo, los de segregación familiar, de ligamiento genético, de asociación genética, de interacción gen-ambiente, gen-gen, entre otros.

Cuando se desea conocer la posible asociación de una variante alélica a un evento determinado, primero se debe realizar un Test de Hardy Weinberg y luego emplear los diferentes modelos de asociación genética. En dichos diseños son útiles las pruebas de hipótesis. En el caso en que ya se han identificado las variantes alélicas causales de una entidad clínica o un evento biológico, se emplean herramientas de la genética poblacional con la caracterización de las frecuencias génicas, genotípicas. Aunque el porcentaje como estadígrafo descriptivo es el elemento fundamental, siempre resultará útil comparar estas frecuencias entre poblaciones diferentes para descartar posibles conjeturas hipotéticas de efecto fundador como mecanismo de deriva génica o flujo génico.

Entre otras aplicaciones de la genética poblacional está el cálculo de la tasa de mutación, el coeficiente de selección, la ventaja selectiva, el coeficiente de consanguinidad, el coeficiente de endogamia, y el riesgo de transmitir genes a la descendencia, cuando no se define de inicio el genotipo de los progenitores para una determinada condición genética. En todas estas situaciones es importante el uso de la estimación.

En la confección de las tablas de riesgo para entidades de herencia multifactorial, como las enfermedades comunes del adulto y los defectos congénitos, se hacen valiosos los diseños de interacción genoma-ambiente, en los que la regresión logística como estudio multivariado puede aportar resultados de impacto para la especialidad.

El método clínico no deja tener su papel protagónico en diferentes investigaciones, sobre todo para profundizar en la delineación clínica de las diferentes enfermedades genéticas, a través del cálculo de la frecuencia fenotípica y su posible asociación con variantes alélicas, con el propósito de establecer una relación genotipo-fenotipo.

La nueva estrategia docente implantada incrementó el nivel de conocimientos y, por ende, la cultura estadística. Algunos criterios fundamentan este resultado: el uso de un paquete estadístico que viabiliza las operaciones matemáticas enfatiza más en la interpretación del resultado que en el proceso matemático en sí. Por años se le ha dado más importancia al cálculo matemático y se ha despreocupado su aplicación práctica.⁽⁶⁾

Al respecto, *Ricardo y Bueno*⁽⁷⁾ definen el concepto de “paquete estadístico” como una aplicación informática diseñada para resolver problemas en el área de la estadística. Según este autor, el SPSS es un paquete estadístico que contiene programas capaces de realizar desde un simple análisis descriptivo hasta diferentes tipos de análisis multivariantes de datos, y también permite obtener tablas de frecuencias.

Este paquete fue diseñado para las ciencias sociales, pero, debido a sus disímiles prestaciones, ha elevado su alcance a otras ramas de la ciencia. Además, pudieran aplicarse programas estadísticos como Epidat, Epiinfo, Statistica, lenguaje-R, etcétera.

Otra razón que justifica el incremento del nivel de conocimientos al final de la intervención, es la aplicabilidad del método estadístico a su interés investigativo de la rama del saber que defiende. En este sentido, la ubicación del curso de Bioestadística entre el curso 7 de metodología de la investigación científica y el curso 9 de genética poblacional-epidemiología genética, permitió dar continuidad al perfil de proyecto cuyo diseño teórico y metodológico se concibió con los métodos estadísticos necesarios para cumplimentar con sus objetivos.

Espindola y otros⁽⁸⁾ enfatizan que, cuando se vincula el contenido curricular con las necesidades gerenciales, investigativas y asistenciales de la profesión, se incrementa la motivación profesional.

Otros elementos a tener en cuenta fueron la interpretación biológica de los resultados, a partir del uso de bases de datos de investigaciones genéticas reales, que dinamizó el proceso enseñanza-aprendizaje de la Bioestadística y el empleo de los métodos activos de enseñanza, donde el maestrando resultó el protagonista en la búsqueda de los métodos estadísticos en correspondencia con el diseño y los objetivos de la futura investigación.

Una fortaleza a considerar en la estrategia implementada fue el aprendizaje por proyectos. A partir del perfil de proyecto diseñado en el curso anterior, el maestrando pudo aplicar lo aprendido; incluso, tuvo que indagar en otros procedimientos estadísticos que no formaron parte del programa analítico del curso y que sí se debían estudiar para su futura aplicación en la investigación.

Gloria y otros⁽⁹⁾ concluyeron que el uso de metodología de la enseñanza por proyectos contribuía a mejorar el aprendizaje de la asignatura, ya que los contenidos no se aplicaban a situaciones irreales o descontextualizadas en las que los estudiantes pierden el interés, sino se aplicaban a un proyecto investigativo emanado de sus propias motivaciones.

No se puede dejar de valorar que los docentes del curso son especialistas en ciencias de la vida como la genética clínica y la bioquímica, con dominio y experiencia acumulada en el uso de los métodos estadísticos en su actividad investigativa.

La motivación de los autores del presente artículo se centró, entre otras razones, en la fortaleza de contar, como docentes del curso, a especialistas en ciencias de la vida como la genética clínica y la bioquímica, con dominio y aplicación de la

bioestadística en estas ramas del saber. *Bayarre* (citado por *Espindola* y otros)⁽²⁾ denuncia que una de las causas que inciden en el poco desarrollo de las competencias investigativas en el profesional es el perfil básico del profesor que está impartiendo los contenidos estadísticos.

Finalmente, en la literatura científica se describen algunos esfuerzos e intervenciones realizadas por numerosos equipos de investigación para lograr el incentivo de los estudiantes por la Bioestadística, para modificar la forma tradicional de enseñanza-aprendizaje. La creación de la plataforma interactiva ESTASOFT permitió fortalecer el proceso de consolidación de estudiantes y profesores, a través de un proyecto de desarrollo tecnológico en la Filial de Ciencias Médicas “Lidia Doce Sánchez”, de Mayarí, Holguín.⁽⁶⁾ Esta estrategia defiende la idea de que el alumno consolide lo aprendido.

El desarrollo de un sistema de procedimientos didácticos para potenciar la formación del pensamiento estadístico en la universidad en la Filial Universitaria de Contramaestre, de la Universidad de Oriente;⁽⁴⁾ y la implementación de un laboratorio virtual de probabilidad y estadística, mediante la simulación para ayudar a los estudiantes a poner en práctica y comprender los principios probabilísticos y los métodos estadísticos,⁽¹⁰⁾ constituyen otras estrategias que defienden la enseñanza a través de proyectos relacionados con la especialidad sin la presencia del profesor, y aprovechan las bondades de las técnicas de la información y las comunicaciones (TIC).

Entre otras estrategias referidas en la literatura consultada están: la propuesta de un libro electrónico concebido como herramienta de apoyo curricular para la asignatura Informática Médica II, que se imparte en las carreras de medicina, estomatología y enfermería por *Hernández* y otros;⁽¹¹⁾ y la experiencia docente en la disciplina Estadística de Salud, que emplea los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.⁽¹²⁾

Por último, Infomed identificó un inventario de fuentes de información autorizadas para la enseñanza de la Bioestadística, disponible y compuesto por 16 libros, capítulos de libros y manuales con acceso gratuito y libre, 26 libros y capítulos de libros adquiridos por suscripción, 5 títulos de revistas con acceso gratuito y libre, y 4 con acceso por suscripción, así como 9 apuntes de cursos, otros recursos gratuitos y libres; en total 60 recursos de información especializados sobre el tema, de ellos 40 con acceso gratuito, libre o perpetuo por suscripción.⁽¹³⁾

Quedó demostrada la efectividad de la estrategia didáctica empleada para la enseñanza de la Bioestadística en las investigaciones científicas en la maestría de genética médica en la edición del período lectivo 2022-2023. Esta estrategia didáctica tuvo como fortalezas la incorporación de un paquete estadístico como

recurso didáctico y la organización contextualizada del contenido estadístico basado en la enseñanza por proyectos; es decir, el aprendizaje de herramientas estadísticas necesarias para el desarrollo del proyecto de investigación iniciado en el curso 7, que le dará continuidad en el curso 9 y que tributará a la tesis de terminación de maestría.

Referencias bibliográficas

1. Matamoros LZ, Berenguer IA. Metodología para la impartición de tópicos de estadística y probabilidades en la enseñanza preuniversitaria en cuba. Acta Latinoam. Matemática Educ. 2007 [acceso 05/05/2022];20:264-9. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33251846.pdf>
2. Espindola Artola A, López Benítez R, Miranda Carbonell M, Ruiz Socarrás JM. Estrategia didáctica para disminuir el estrés académico hacia el contenido estadístico en los estudiantes de medicina. Rev. Humanidades Médicas. 2014 [acceso 05/05/2022];14(2):499-521. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202014000200016
3. Espindola Artola A, Ruiz Socarrás JM, Pérez González OL, Díaz García GM. Caracterización del proceso de evaluación del aprendizaje del contenido estadístico en la carrera de Medicina. Rev. Humanidades Médicas. 2013 [acceso 05/05/2022];13(1):177-92. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202013000100011
4. Gorina Sánchez A, Alonso Berenguer I. La formación del pensamiento estadístico en el nivel universitario. Rev Órbita Pedagógica. 2014 [acceso 05/05/2022];41-54. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268043942.pdf>
5. Lázara B, González H, Fernández CG. Acercamiento al proceso de enseñanza aprendizaje de estadística en el currículo de Medicina. Rev Cuba Informática Médica. 2012 [acceso 05/05/2022];4(2):184-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592012000200008&script=sci_abstract
6. Carballosa YC, Yamicela L, Sánchez L, Katia L. Alternativa para la enseñanza de Metodología de la Investigación y Estadística. Rev. Educ Médica Super. 2015 [acceso 05/05/2022];29(1):145-54. Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/278/235>
7. Ricardo Trujillo Domínguez LA, Bueno Soria A. Consideraciones sobre el uso de

los paquetes estadísticos en la enseñanza de la asignatura de Estadística en la carrera de Medicina. Rev Inf Cient. 2015 [acceso 05/05/2022];92(4):864-73. Disponible en:

<http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/205/1377>

8. Espindola Artola E, Marín CM, Mola CE. Cómo potenciar desde la enseñanza-aprendizaje del contenido estadístico la motivación profesional del estudiante de Medicina? Rev. Habanera de Ciencias Médicas. 2017 [acceso 05/05/2022];16(6). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2017000600012

9. Gloria A, Fernández L, Vale RR, Juan A, Montes S, Hortensia A, *et al.* El aprendizaje por proyectos en la enseñanza de la Estadística Inferencial. Rev. Cub. Inform. Méd. 2018 [acceso 05/05/2022];10(2). Disponible en: <http://www.revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/267>

10. Leoncio M, Rodríguez A, Ramos CD, Hernández RG. Propuesta de un Laboratorio Virtual de Probabilidad y Estadística. Repositorio Universidad de México. s. a. [acceso 05/05/2022]. Disponible en: <https://www.reposciie.dfie.ipn.mx/pdf/c03p170.pdf>

11. Hernández González B, Mercedes Rubén Quesada CGF. Perfeccionando la enseñanza de la inferencia estadística en el contexto de las ciencias médicas. Rev. Haban. Cienc. Méd. 2002 [acceso 05/05/2022];1(1). Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/587>

12. Rosa M, Camacho M, Vidal M, Li L, Antonia M, Díaz B. Experiencia docente en la disciplina Estadística de Salud empleando entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Educ. Méd. Super. 2008 [acceso 05/05/2022];22(2):1-8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412008000200009

13. Rodríguez MN, Andalia RC, Font JC, Celorrio I. Recursos sobre Bioestadística para los profesionales de la salud en Cuba disponibles en Infomed Information. Correo científico médico de Holguín. 2016 [acceso 05/05/2022];20(4):864-83. Disponible en: <http://www.revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/2551>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Roberto Lardoeyt Ferrer

Análisis formal: Roberto Lardoeyt Ferrer.

Supervisión: Paulina Araceli Lantigua Cruz.

Redacción-revisión y edición: Raúl Fernández Regalado y Paulina Araceli Lantigua Cruz.