

CONTEXTOS MÉDICOS DE LOS DATOS EN PROBLEMAS DE INFERENCIA SOBRE LA MEDIA EN LIBROS DE BIOESTADÍSTICA

Medical data-contexts in problems on inference for the population mean in biostatistics textbooks

González-Ruiz, I.^a, González-López, M. J.^a y González-Astudillo, M. T.^b

^aUniversidad de Cantabria, ^bUniversidad de Salamanca

Resumen

En este trabajo se analiza en qué medida los problemas de inferencia sobre la media que se plantean en los libros de Bioestadística del Grado en Medicina están contextualizados en situaciones clínicas propias de la profesión. Para ello, identificamos los contextos que aparecen en los enunciados de problemas incluidos en tres libros españoles de Bioestadística empleados en la formación de médicos. Utilizamos la noción de contexto médico de los datos y su tipología para asignar el contexto correspondiente a cada problema. Los resultados del análisis muestran que las situaciones clínicas dominantes están asociadas al diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. De igual modo, resulta significativa la presencia en los tres libros de algo más de la cuarta parte de problemas planteados en contextos desvinculados de la práctica profesional del médico.

Palabras clave: contextos médicos, educación estadística, formación de médicos, inferencia sobre la media, problemas estadísticos.

Abstract

In this paper we analyze to what extent the inference for the population mean problems posed in Biostatistics textbooks in the Degree in Medicine are contextualized in clinical situations linked to physicians' professional practice. For this purpose, we identify the contexts that appear in the problem statements included in three Spanish Biostatistics textbooks, used in the initial training of future medical graduates. We use the notion of medical data-context and its typology to assign context to each problem. The results of the analysis show that the dominant clinical situations are associated with the diagnosis, treatment and prevention of diseases. Besides, it is relevant the presence in the three textbooks of just over a quarter of problems raised in contexts unrelated to physicians' professional practice.

Keywords: inference for the population mean, initial training of physicians, medical contexts, statistical problems, statistics education.

INTRODUCCIÓN

En la última década se viene implementando una importante reforma en los planes de estudio universitarios en varios países europeos con el propósito de consolidar el Espacio Europeo de Educación Superior. Uno de los aspectos que han guiado dicha reforma es la preocupación por que las distintas asignaturas de cada grado contribuyan al desarrollo de las habilidades profesionales establecidas para el mismo (Rees, Forbes y Kubler, 2007; Grao, Iriarte, Ochoa, Uriarte, Mora, Lladosa, Carot y Conchado, 2011). En el caso de las asignaturas científico-técnicas (matemáticas, estadística, etc.) de los primeros cursos del grado, el enfoque profesional se suele aportar contextualizando el conocimiento académico, a través de la resolución de problemas, en situaciones

González-Ruiz, I., González-López, M. J. y González-Astudillo, M. T. (2018). Contextos médicos de los datos en problemas de inferencia sobre la media en libros de bioestadística. En L. J. Rodríguez-Muñiz, L. Muñiz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García y A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 251-260). Gijón: SEIEM.

que pueden surgir en el ejercicio de la profesión (Noss, Hoyles y Pozzi, 2000; Perrenet, Bouhuijs y Smits, 2000).

Pero la utilidad del conocimiento académico en las situaciones profesionales genera numerosos interrogantes (Evans, 2000). Algunas investigaciones han determinado que lo que aprenden los estudiantes, en la escuela o la universidad, no se transfiere de modo directo a las situaciones profesionales (Jurdak, 2006; Masingila, Davidenko y Prus-Wisnowska, 1996). Las verdaderas situaciones profesionales incorporan una serie de factores contextuales difíciles de reproducir en situaciones de formación inicial (Bessot y Ridgway, 2000). También ocurre que la transferencia del conocimiento formal a las situaciones prácticas no se produce de forma espontánea, sino que es necesario tomar en cuenta esa transferencia desde la enseñanza (Noss, Hoyles y Pozzi, 2000; Selden, Selden, Hauk y Mason, 2000).

Centrándonos en la formación estadística, son numerosas las situaciones profesionales que necesitan utilizar información sustentada en datos. La variabilidad de los datos de origen médico hace que las técnicas estadísticas sean especialmente necesarias para que estos profesionales puedan tomar decisiones acertadas basadas en el análisis de datos (Fardales Macías, 2014). Por ello, los distintos contextos productores de datos de origen médico cobran especial interés en la formación estadística de estos profesionales (Barrows, 1996). Por ejemplo, Carles y Huerta (2007) describen las características de los problemas de probabilidad condicional en el contexto del Test de Diagnóstico, resaltando la doble utilidad académica y profesional de estos problemas.

Así pues, bajo la premisa de que es relevante utilizar en la enseñanza los contextos en los que se producen los datos de origen médico, en este artículo abordamos la problemática de determinar en qué medida los conocimientos básicos de Bioestadística que se enseñan en el Grado en Medicina están contextualizados en situaciones propias de la futura profesión de sus estudiantes. Concretamente, nos proponemos como objetivo general identificar los contextos que aparecen en problemas de inferencia sobre la media en tres libros de texto de Bioestadística clásicamente empleados en el grado de Medicina a nivel nacional. Este objetivo general se desglosa en los objetivos específicos siguientes:

- Describir los contextos presentes en los problemas de inferencia sobre la media en dichos libros desde el punto de vista fenomenológico (médico, matemático u otros).
- Completar la caracterización de los contextos mediante las técnicas estadísticas acerca de la inferencia sobre la media que dan respuesta a los problemas planteados en tales contextos.

Utilizamos la noción de contexto médico de los datos (González-Ruiz, González-López y González-Astudillo, en prensa) para asignar un contexto a cada uno de los problemas resueltos o propuestos que aparecen en estos libros.

EL CONTEXTO DE UN PROBLEMA. CONTEXTO MÉDICO DE LOS DATOS

El contexto de un problema de matemáticas es un factor de gran relevancia en su resolución, además de ejercer una gran influencia en el aprendizaje, al constituir un puente entre la matemática abstracta y sus aplicaciones (Mbekwa y Julie, 2009). Diversas investigaciones en Educación Estadística destacan la importancia de comprender el contexto en el que surgen los datos para poder llevar a cabo un análisis estadístico adecuado (ej., De Souza, Lopes y Oliveira, 2014; Moore, 1991). Precisamente, en la literatura encontramos definiciones de contexto como un atributo inherente a los datos (Langrall, Nisbet, Mooney y Janssem, 2011; Pfannkuch, 2011).

Nuestro trabajo suscribe estas ideas, pero lo que nos interesa es profundizar en las relaciones que se dan entre las situaciones y las técnicas estadísticas cuando se trata de formar profesionales que utilizarán la estadística dentro de un ámbito profesional concreto. Así, hemos introducido una definición específica de contexto adaptada a los datos de origen médico. En González-Ruiz,

González-López y González-Astudillo (en prensa) definimos el *contexto médico de los datos* como la situación clínica que requiere del uso de datos y la aplicación de técnicas estadísticas para su análisis. Esta noción capta, por un lado, el entorno clínico que justifica el origen, la toma y uso de datos y, por otro lado, las nociones y las técnicas estadísticas requeridas para su tratamiento o análisis. Concretando esta idea en las situaciones clínicas relacionadas con la idea de enfermedad, y en los conceptos y técnicas estadísticas contempladas en la asignatura Bioestadística del Grado en Medicina, hemos identificado (op. cit.) los once tipos de contextos médicos de los datos que aparecen a continuación y se resumen en la Tabla 1. Están organizados en cuatro grandes categorías según correspondan al diagnóstico, el tratamiento, la prevención o el pronóstico de enfermedades.

Contextos médicos de los datos asociados al diagnóstico de enfermedades

Diag1. Confirmación del cuadro clínico de una enfermedad mediante test de hipótesis. La situación consiste en identificar una enfermedad a través de sus signos o síntomas. Los test de hipótesis se utilizan para determinar si hay evidencias suficientes para relacionar dos o más signos o síntomas en un paciente, y determinar si, en efecto, son atribuibles a una misma enfermedad.

Diag2. Identificación de valores normales y alterados en parámetros fisiológicos. La situación consiste en advertir de las alteraciones que presentan los parámetros fisiológicos de un paciente respecto de los valores considerados normales. Los intervalos de confianza nos proporcionan el rango de valores considerado normal. Los test de hipótesis permiten aceptar o rechazar una información relativa a la variación de un parámetro fisiológico.

Diag3. Selección y validez de un método de diagnóstico. Los test de diagnóstico se emplean en situaciones en las que hay una población susceptible de padecer una enfermedad. La fiabilidad, la sensibilidad o la especificidad del test y sus valores predictivos juegan un importante papel a la hora de calcular los parámetros epidemiológicos asociados a la población.

Diag4. Ocurrencia, prevalencia e incidencia de una enfermedad. La situación trata las posibilidades de enfermar que tiene un paciente o una población. Tanto las técnicas de cálculo de probabilidades como las relativas a la inferencia sobre proporciones permiten cuantificar dichas posibilidades. Se mide en términos epidemiológicos mediante la prevalencia o la incidencia.

Contextos médicos de los datos asociados al tratamiento de enfermedades

Trat1. Diseño y prescripción óptima de tratamientos. Los intervalos de confianza dan información en situaciones en las que ha de proponer la dosis de tratamiento tolerable (dosis media) que debe suministrarse a un paciente para que surta el efecto deseado en su estado de salud. De igual modo, dan una estimación de la duración media del tratamiento al que debe someterse un paciente.

Trat2. Inferencia sobre parámetros relativos a la validez de un tratamiento. Los intervalos de confianza y los contrastes de hipótesis se emplean en situaciones en las que es necesario conocer la validez o la efectividad de un tratamiento cuando se aplica en la curación de una enfermedad.

Trat3. Comparación de varios tratamientos empleados para curar una enfermedad. En situaciones en las que es necesario comparar varios tratamientos para seleccionar el más adecuado, es frecuente utilizar el análisis de varianza (ANOVA), basado en la metodología del contraste de hipótesis, así como los propios contrastes de hipótesis y los intervalos de confianza para la diferencia de medias.

Contextos médicos de los datos asociados a la prevención de enfermedades

Prev1. Asociación entre factores de riesgo y causales de enfermedad. Además de las técnicas de cálculo de probabilidades, es frecuente recurrir a pruebas de asociación en situaciones en las que la exposición a un determinado factor de riesgo puede considerarse causante de enfermedad.

Prev2. Inferencia sobre parámetros relativos a la validez de medidas de prevención primarias, secundarias y terciarias. Las situaciones de prevención se clasifican, según su naturaleza, en

medidas de prevención primaria –dirigidas a actuar antes de que aparezca una enfermedad–, secundaria –dirigidas al diagnóstico y tratamiento precoces, una vez se ha iniciado la enfermedad; tratando aliviar la gravedad– y terciaria –dirigidas a paliar las incapacidades del paciente debidas a la enfermedad–. Tanto los intervalos de confianza como los contrastes de hipótesis, para la diferencia de medias o proporciones, y el test ji-cuadrado son técnicas que pueden emplearse para catalogar las medidas de prevención más útiles.

Contextos médicos de los datos asociados al pronóstico de enfermedades

Pron1. Predicción de la evolución de una enfermedad. Las situaciones en las que es necesario estudiar la evolución que sigue en el tiempo una enfermedad y prever los efectos que puede ocasionar en el estado de salud se pueden abordar mediante técnicas de regresión lineal.

Pron2. Predicción de la recuperación funcional y tiempo de supervivencia de un paciente. En situaciones en las que se desea prever el tiempo esperado para la recuperación de un paciente, se emplean técnicas de análisis de supervivencia, fundamentadas en los principios del cálculo de probabilidades.

Tabla 1. Tipos de contextos médicos de los datos asociados a la idea de enfermedad en inferencia estadística (González-Ruiz, González-López y González-Astudillo, en prensa)

Tipos de contextos médicos de los datos		Descripción
Diagnóstico	Diag1	Confirmación del cuadro clínico de una enfermedad mediante test de hipótesis
	Diag2	Identificación de valores normales y alterados en parámetros fisiológicos
	Diag3	Selección y validez de un método de diagnóstico
	Diag4	Ocurrencia, prevalencia e incidencia de una enfermedad
Tratamiento	Trat1	Diseño y prescripción óptima de tratamientos
	Trat2	Inferencia sobre parámetros relativos a la validez de un tratamiento
	Trat3	Comparación de varios tratamientos empleados para curar una enfermedad
Prevención	Prev1	Asociación entre factores de riesgo y causales de enfermedad
	Prev2	Inferencia sobre parámetros relativos a la validez de medidas de prevención primarias, secundarias y terciarias
Pronóstico	Pron1	Predicción de la evolución de una enfermedad
	Pron2	Predicción de la recuperación funcional y tiempo de supervivencia de un paciente

Teniendo en cuenta que nuestro interés es medir el impacto de los problemas contextualizados en los libros de texto, vamos a analizar toda la población de problemas acerca de la inferencia sobre la media. En consecuencia, hemos añadido las categorías “Mat” y “Otros” para clasificar, respectivamente, los enunciados de problemas formulados en términos estrictamente matemáticos o estadísticos, y los enunciados que, aunque están contextualizados en alguna situación real, no están relacionados con el ámbito médica.

TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE INFERENCIA SOBRE LA MEDIA

La dimensión estadística considerada en la definición del contexto médico de los datos se ha descrito en los tipos de contextos médicos de los datos anteriores desde el punto de vista de la inferencia estadística en general. Se concretan a continuación las técnicas de inferencia sobre la media que forman parte de los programas de la asignatura Bioestadística del Grado en Medicina (ANECA, 2007, pp. 493-494). Utilizaremos estas técnicas para aportar un mayor nivel de detalle desde el punto de vista de los conceptos y procedimientos estadísticos considerados en los problemas. Las presentamos agrupadas en las clases: Tec1, Tec2, Tec3, Tec4 y Tec5.

- *Tec1. Técnicas sobre intervalos de confianza.* Engloban los intervalos de confianza para la media e intervalos de confianza para la diferencia de medias.

- *Tec2. Técnicas sobre intervalos de aceptación.* Engloban los intervalos de aceptación para una variable normal y para una variable continua de parámetros desconocidos.
- *Tec3. Técnicas sobre tamaño muestral.* Engloban las distintas relaciones que permiten calcular el tamaño de la muestra para estimar la media o contrastar una hipótesis sobre la media de una población y para contrastar dos medias.
- *Tec4. Test para la media con una muestra.* Engloban distintas técnicas relativas al contraste de hipótesis para la media de una población.
- *Tec5. Test para la diferencia de medias.* Engloban distintos test para comparar dos medias poblacionales, tanto en muestras independientes como apareadas.

METODOLOGÍA

Inicialmente, se revisaron las guías académicas de la asignatura de Bioestadística del Grado en Medicina de las universidades españolas con el fin de determinar los libros usados en dichos grados. De todos ellos, para esta comunicación se han seleccionado tres, presentes en diecisiete guías de entre las treinta y una universidades públicas que imparten el Grado en Medicina. La Tabla 2 recoge su denominación y el código con el que nos referiremos a cada uno de ellos de aquí en adelante. La autoría de los tres libros corresponde a profesores de las áreas de Estadística e Investigación Operativa y Medicina Preventiva y Salud Pública, que imparten docencia en las universidades de Málaga, Granada y Extremadura. Los tres libros incluyen una colección de problemas que acompaña a cada uno de los capítulos.

Tabla 2. Libros de Bioestadística empleados en el análisis

Denominación en este trabajo	Referencia completa
L1	Rius, F. y Barón, F. J. (2008). <i>Bioestadística</i> . Madrid: Thomson-Paraninfo.
L2	Martín Andrés, A. y Luna del Castillo, J. D. (2004). <i>Bioestadística para las Ciencias de la Salud</i> . 4ª ed. Madrid: Ediciones Norma.
L3	García Nogales, A. (2008). <i>Bioestadística básica</i> . Badajoz: Editorial @becedario.

La muestra de libros es intencional, puesto que planteamos un estudio de naturaleza exploratoria y descriptiva, sin pretensiones de extender las conclusiones obtenidas (Cohen y Manion, 1990), ya que se dispone de escasa información procedente de estudios previos sobre los libros de texto empleados en la formación estadística de médicos y, en particular, centrados en los problemas que presentan. Hemos considerado aquellos capítulos que cada libro dedica a los temas de inferencia sobre la media. Concretamente, abarcan técnicas de estimación (distintos intervalos de confianza), intervalos de aceptación y contrastes de hipótesis (distintos test con una y dos muestras). Se han analizado los enunciados de los problemas que incluye cada libro, tanto los que se presentan resueltos a modo de ejemplo, como los que se proponen para su resolución. En la Tabla 3 detallamos esta información e indicamos el número de problemas que cada capítulo de inferencia dedica a la media poblacional. En total se han analizado ochenta problemas. Hay que tener en cuenta que los libros L1 y L3 incluyen, además, problemas de inferencia para los parámetros varianza y proporción poblacional. Asimismo, los problemas que presenta L2 cubren, además de los anteriores, los parámetros de Poisson, coeficiente de variación y percentiles.

Tabla 3. Cantidad de problemas de inferencia sobre la media empleados en el análisis

Libro	Capítulo	Páginas	Cantidad de problemas
L1	Capítulo 8: Estimación confidencial	pp. 144-165	11
	Capítulo 9: Contrastes de hipótesis	pp. 168-208	20
L2	Capítulo 5: Intervalos de confianza y aceptación	pp. 121-155	11
	Capítulo 7: Test con una muestra	pp. 187-219	9
	Capítulo 8: Test con dos muestras	pp. 221-303	11
L3	Capítulo 4: Problemas de Inferencia Estadística sobre una o dos muestras	pp. 161-208	18
Total			80

Hemos clasificado los enunciados de los problemas de inferencia sobre la media según los tipos de contextos médicos de los datos descritos antes.

Es necesario señalar que los libros L1 y L2 presentan un total de cuatro y tres problemas, respectivamente, a los que hemos asignado dos contextos médicos de los datos distintos en nuestro análisis. Entendemos que esta asignación es compatible con las definiciones que hemos tomado como referente. Concretamente, observamos que esta peculiaridad se da entre modalidades de contexto asociadas a las variables “tratamiento” y “prevención”. Ilustramos esta situación por medio del ejemplo de la Tabla 4. En efecto, consideramos que resulta razonable asignar a dicho problema el contexto Trat2 e, igualmente, Prev2, si entendemos que el tratamiento aplicado para reducir el colesterol es una medida de prevención secundaria.

Tabla 4. Ejemplo de problema con doble asignación: Trat2 y Prev2 (L1, p. 186)

Se pretende demostrar que cierto tratamiento practicado durante un mes, ayuda a reducir el colesterol. Para ello se realiza un estudio con una muestra aleatoria simple de 10 personas. Los resultados se muestran a continuación.

Antes: 200, 210, 330, 240, 260, 300, 245, 210, 190, 225

Después: 150, 200, 275, 250, 200, 250, 200, 180, 190, 205

¿Qué podemos concluir de estos datos?

RESULTADOS

La Tabla 5 resume los resultados obtenidos tras realizar la clasificación de los problemas en los tres libros.

Tabla 5. Frecuencia de contextos médicos de los datos en los libros

Contextos médicos de los datos	L1		L2		L3		
	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	
Diagnóstico	Diag1	4	4	0	0	0	
	Diag2	5	10	6	13	6	7
	Diag3	0		3	1		
	Diag4	1	0	0	0		
Tratamiento	Trat1	1	5	0	0	0	
	Trat2	5	6	4	9	3	5
	Trat3	0	0	0	2	0	
Prevención	Prev1	3	6	1	3	0	0
	Prev2	3	2	0	0	0	
Pronóstico	Pron1	1	1	0	0	0	0
	Pron2	0	0	0	0	0	
Matemático	Mat	2	2	1	1	0	0
Otros	Otros	10	10	8	8	6	6
Total	31 problemas, 35 contextos		31 problemas, 34 contextos		18 problemas, 18 contextos		

Globalmente observamos que hay 53 problemas asociados a situaciones relacionadas con la enfermedad, de un total de 80 problemas (7 de ellos con doble asignación de contexto). Solo 3 problemas corresponden a contextos matemáticos, y 24 están contextualizados en situaciones que no son de tipo clínico. Entrando en el detalle de cada libro, observamos que un gran número de los problemas de L1 corresponde a “Otros” (10/31), – la Tabla 6 muestra un ejemplo de este tipo de problema –, si bien la mayoría de los problemas que aparecen en L1 se han podido clasificar en una de las cuatro categorías de los contextos médicos de los datos (19 problemas de 31, cuatro de ellos con doble asignación de contexto, lo que corresponde a 23 de 35 contextos).

Tabla 6. Ejemplo de problema en contexto “Otros” (L1, p. 207)

Se desea comparar la actividad motora espontánea de un grupo de 25 ratas control y otro de 36 ratas desnutridas. Se midió el número de veces que pasaban delante de una célula fotoeléctrica durante 24 horas. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Ratas de control	$n_1=25$	$\bar{x}_1=869,8$	$S_1=106,7$
Ratas desnutridas	$n_2=36$	$\bar{x}_2=465$	$S_2=153,7$

¿Se observan diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo desnutrido?

Esta tendencia se mantiene en L2 (22/31 problemas, correspondientes a 25/34 contextos) y L3 (12/18); siendo las categorías dominantes “diagnóstico”, en el primer caso, y “diagnóstico” y “tratamiento” en el segundo. En la Tabla 7 mostramos algunos problemas formulados en estos contextos, concretamente, en sus modalidades Diag1 y Trat1.

Tabla 7. Ejemplos de problemas en contextos Diag1 y Trat1 (L1, pp. 150 y 295)

Ejemplo “Diag1”. Se ha obtenido la concentración de Apolipoproteína B (en gr/l) en un grupo de individuos sanos ($n=146$, $\bar{x}=0,98$, $s=0,19$) y en otro con lesiones coronarias de 2º grado ($n=141$, $\bar{x}=1,24$, $s=0,13$). ¿Está asociada la concentración de tal proteína con la presencia de lesiones coronarias?

Ejemplo “Trat1”. La cantidad mínima requerida para que un anestésico surta efecto en una intervención quirúrgica fue por término medio de 50 mg, con una desviación típica de 10,2, en una muestra de 60 pacientes. ¿Cuántos mg deben administrarse para que el 99% de los pacientes queden anestesiados?

También se observa que en L1 el mayor número de problemas corresponde al tipo Trat2, mientras que en L2 y L3 es Diag2. A modo de ejemplo, presentamos en la Tabla 8 enunciados correspondientes a problemas formulados en los tipos de contexto médico de los datos con mayor frecuencia, Trat2 y Diag2.

Tabla 8. Ejemplos de problemas en contextos Trat2 (L1, p. 205) y Diag2 (L3, p. 201)

Ejemplo “Trat2”. Para comprobar si un tratamiento con ácidos grasos es eficaz en pacientes con eczema atípico, se tomaron 10 pacientes con eczema de más de 9 meses y se les sometió durante 3 semanas a un tratamiento ficticio (placebo) y durante las tres siguientes a un tratamiento con ácidos rasos. Tras cada periodo, un médico ajeno al proyecto evaluó la importancia del eczema en una escala de 0 (no eczema) a 10 (tamaño máximo de eczema). Los datos fueron los siguientes:

Placebo: 6, 8, 4, 8, 5, 6, 5, 6, 4, 5
Tratamiento: 5, 6, 4, 5, 3, 6, 6, 2, 2, 6

¿Es eficaz el tratamiento?

Ejemplo “Diag2”. Con la intención de obtener los límites de normalidad o tolerancia para la presión sanguínea sistólica en una población se ha extraído una muestra de tamaño 25 de la misma y se han calculado la media y varianza muestrales a partir de los datos obtenidos: $\bar{x}=130$ y $S^2=729$. Calcular esos límites de tolerancia si pretendemos que entre ellos se encuentre el 90% de la población con una confianza del 95%.

Por otro lado, hay pocos problemas en L2 y, especialmente, en L3 en los que el contexto médico de los datos esté asociado a la prevención y el pronóstico de enfermedades.

Las técnicas estadísticas involucradas en los problemas de inferencia sobre la media en cada contexto médico de los datos se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Relación entre contextos médicos de los datos y técnicas estadísticas

		L1	L2	L3
Diagnóstico	Diag1	Tec1, Tec4, Tec5	Tec1, Tec3, Tec5	-
	Diag2	Tec1, Tec4	Tec1, Tec2, Tec3, Tec5	Tec2, Tec4, Tec5
	Diag3	-	Tec4	Tec5
	Diag4	Tec4	-	-
Tratamiento	Trat1	Tec1	Tec1, Tec3, Tec4	-
	Trat2	Tec4, Tec5	Tec1, Tec4, Tec5	Tec1, Tec5
	Trat3	-	-	Tec5
Prevención	Prev1	Tec1, Tec4	Tec2	-
	Prev2	Tec5	Tec1, Tec5	-
Pronóstico	Pron1	Tec3	-	-
	Pron2	-	-	-
Matemático	Mat	Tec5	Tec3	-
Otros	Otros	Tec1, Tec3, Tec4, Tec5	Tec1, Tec2, Tec3, Tec4, Tec5	Tec1, Tec3, Tec4, Tec5

En relación con estas técnicas, hay que señalar que L1, L2 y L3 contienen, respectivamente, 2/31, 13/31 y 4/18 problemas que requieren de la aplicación de, al menos, dos técnicas distintas. En general, se debe a que presentan múltiples apartados, como ocurre en el ejemplo de la Tabla 10.

Tabla 10. Ejemplo de problema con más de una técnica estadística (L2, p. 293)

Muchos autores afirman que los pacientes con depresión tienen una función cortical por debajo de lo normal debido a un riesgo sanguíneo cerebral ir debajo de lo normal. A dos muestras de individuos, unos con depresión y otros normales, se les midió un índice que indica el flujo sanguíneo en la materia gris (dado en ml/100g/min). Si los resultados fueron los que siguen:

Depresivos	n=19	$\bar{x}=47,0$	error estándar=6,8
Normales	n=22	$\bar{x}=53,8$	error estándar=6,3

- ¿Es cierta la hipótesis inicial?
- ¿Cuántos individuos han de tomarse para detectar un descenso de 10 unidades, si se sabe que la desviación vale como máximo 30?

Aún así, se observan diferencias de frecuencias entre las técnicas estadísticas que ponen en juego los problemas incluidos en los tres libros. Se puede observar que, en relación al “diagnóstico”, L1 no considera las técnicas Tec2 y Tec3. Esta última, junto con Tec1 tampoco aparece en los problemas de L3. También es significativo el hecho de que Tec2 no aparezca en ningún contexto de L1. Por el contrario, los problemas de L2 incluyen las cinco técnicas. En los tres libros las técnicas más usadas en los problemas planteados en contextos de tratamiento son Tec1 y Tec5. Tec4 también aparece en problemas de L1, L2 y L3. En los libros L1 y L2, los problemas correspondientes a la categoría de prevención involucran las técnicas Tec1 y Tec5. No hay problemas correspondientes a esta categoría en L3. Excepcionalmente, L1 es el único libro que considera contextos asociados al pronóstico. Concretamente, los problemas correspondientes involucran la técnica Tec3. Finalmente, se observa que los problemas categorizados como “Otros” ponen en juego técnicas estadísticas de las cinco clases que hemos considerado, siendo L2 el único libro en el que aparecen las cinco técnicas dentro de este contexto.

CONCLUSIONES

Las asignaturas básicas en los grados universitarios plantean la enseñanza de las bases teóricas de distintas disciplinas científicas, aunque deben orientarse a desarrollar competencias profesionales útiles para el entorno laboral que empleará a los graduados (Grao et al, 2011). Siendo conscientes de las dificultades que conlleva la simulación de situaciones profesionales genuinas en el ámbito

académico, consideramos que es posible acercarse a dichas situaciones mediante las prácticas adecuadas (Barrows, 1996; Evans, 2000; Noss, Hoyles y Pozzi, 2000; Perrenet, Bouhuijs y Smits, 2000). El caso de la estadística en Medicina ha merecido especial atención, por la variedad de situaciones sanitarias que necesitan utilizar información sustentada en datos estadísticos y tomar decisiones importantes basadas en el análisis de dichos datos (Fardales Macías, 2014).

Asumiendo que la resolución de problemas contextualizados en las situaciones en las que se producen datos de origen médico se considera una metodología adecuada en el tipo de formación orientada al ejercicio de la profesión, nos hemos propuesto identificar los contextos en los que se plantean problemas de inferencia sobre la media en tres libros de texto de Bioestadística habituales en la formación de los graduados en Medicina. Hemos utilizado la noción de contexto médico de los datos y una clasificación a priori, relacionada con la idea de enfermedad y organizada en cuatro grandes categorías -diagnóstico, tratamiento, prevención y pronóstico de enfermedades-, que nos ha permitido caracterizar el contexto de cada problema.

El análisis realizado muestra que una gran mayoría de los contextos en los problemas de estos libros (53 de 80) están asociados al diagnóstico, tratamiento, prevención y pronóstico de enfermedades, si bien, también incluyen un número significativo de problemas (27 de 80) cuyo planteamiento no involucra situaciones clínicas. En estos casos, la mayoría de los problemas (24 de 27) aparecen contextualizados en situaciones desconectadas de la práctica profesional del médico. Los contextos estrictamente matemáticos que han aparecido en estos libros son minoritarios (3 de 27). En cuanto a las técnicas usadas en dichos problemas, el análisis evidencia que los libros consideran distintas técnicas según los contextos, y se aprecia una gran variabilidad en las técnicas usadas en los tres libros, aun cuando los problemas correspondan al mismo contexto médico de los datos.

Puesto que el estudio es de tipo exploratorio, estos resultados deben valorarse con cautela y convenimos la necesidad de considerar otros contenidos estadísticos y otros atributos para analizar los problemas. Con la intención de ampliar nuestro enfoque en el futuro, nos proponemos tener en cuenta propuestas como el modelo de Palm (2009), quien situándose en la perspectiva de mirar la utilidad de las matemáticas en situaciones extra-académicas, describe los factores que han de tenerse en cuenta para reproducirlas de forma efectiva en entornos de enseñanza. Más allá del contexto, la estructura del problema y el formato de los datos son factores determinantes para clasificar las actividades que realizan los estudiantes según su proximidad a las situaciones reales (Huerta, 2014; Lonjedo, Huerta y Carles, 2012). Aún así, los resultados obtenidos nos han dado una visión sobre los tipos de contextos relacionados con la idea de enfermedad que se utilizan en la formación estadística de los futuros graduados en Medicina y sobre la proporción de problemas contextualizados que aparecen.

Referencias

- ANECA. (2007). *Libro Blanco del Título de Grado en Medicina*. Recuperado de http://www.aneca.es/var/media/150312/libroblanco_medicina_def.pdf
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. En L. Wilkerson y W. Gijsselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice. New Directions For Teaching and Learning Series*, No. 68 (pp. 3-11). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bessot, A. y Ridgway, J. (2000). *Education for Mathematics in the Workplace (Vol. 24)*. Springer Science y Business Media.
- Carles, M. y Huerta, M. P. (2007). El mundo de los problemas de probabilidad condicional en el contexto del test de diagnóstico. En M. Camacho, P. Flores y P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI*, pp. 249-260. Tenerife: SEIEM.
- Cohen, L. y Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

- De Souza, A. C., Lopes, C. E. y de Oliveira, D. (2014). Stochastic Education in Childhood: Examining the Learning of Teachers and Students. *Statistics Education Research Journal*, 13(2), 58-71.
- Evans, J. (2000). The transfer of learning from school to work, not straightforward but not impossible either. En A. Bessot y J. Ridgeway (Eds.), *Education for mathematics in the workplace* (pp. 5–16). Dordrecht: Kluwer.
- Fardales Macías, V. E. (2014). *Dinámica de la formación estadística del profesional de Medicina* (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spiritus.
- González-Ruiz, I., González-López, M. J. y González-Astudillo, M. T. (en prensa). Contexto médico de los datos en la formación estadística de los médicos.
- Grao, J., Iriarte, M., Ochoa, C., Uriarte, C., Mora, J. G., Lladosa, L. V., Carot, J. M. y Conchado, A. (2011). Competencies of Recent University Graduates: What University Supply Them and What the Jobs Require From Them. En *V International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 407-416). Cartagena.
- Huerta, M. P. (2014). Researching conditional probability problem solving. En E. J. Chernoff y B. Sriraman (Eds.), *Probabilistic thinking. Presenting multiple perspectives* (pp. 613-639). Nueva York: Springer.
- Jurdak, M. E. (2006). Contrasting perspectives and performance of high school students on problem solving in real world, situated, and school contexts. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 283-301.
- Lonjedo, M. A., Huerta, M. P. y Carles, M. (2012). Conditional probability problems in textbooks: An example from Spain. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 15(3), 319-338.
- Masingila, J. O., Davidenko, S. y Prus-Wisniowska, E. (1996). Mathematics learning and practice in and out of school: A framework for connecting these experiences. *Educational Studies in Mathematics*, 31(1-2), 175-200.
- Moore, D. S. (1991). Teaching statistics as a respectable subject. En F. Gordon y S. Gordon (Eds.), *Statistics for the twenty-first century*, 14-25. New York: Mathematical Association of America.
- Noss, R., Hoyles, C. y Pozzi, S. (2000). Working knowledge: Mathematics in use. En *Education for mathematics in the workplace* (pp. 17-35). Dordrech: Springer.
- Palm, T. (2009). Theory of authentic task situations. En L. Verschaffel, B. Greer, W. Van Dooren y S. Mukhopadhyay (Eds.), *Words and worlds: Modelling verbal descriptions of situations* (pp. 3-19). Rotterdam: Sense Publishers.
- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A. J. y Smits, J. G. M. M. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in higher education*, 5(3), 345-358.
- Rees, C., Forbes, P. y Kubler, B. (2007). *Student employability profiles: A guide for higher education practitioners*. 2ª ed. York: Higher Education Academy.
- Selden, A., Selden, J., Hauk, S. y Mason, A. (2000). Why can't calculus students access their knowledge to solve non-routine problems. *Issues in mathematics education*, 8, 128-153.