

# *Estadística elemental desde un punto de vista superior*

*Salvador Naya Fernández*

Departamento de Matemáticas (Área de Estadística e Investigación Operativa).  
Universidad de A Coruña.

## ***Introducción***

En este trabajo se pretende reflexionar qué temas de la estadística superior podrían incluirse en el currículo escolar. Este es uno de los objetivos marcado por la última conferencia Klein que se ha celebrado los días 2 al 4 del mes de junio de 2010, en el Centro Internacional de Encuentros Matemáticos (CIEM) de Castro-Urdiales (España).

El Proyecto Klein (<http://kleinproject.org>.) es una iniciativa conjunta de la Unión Matemática Internacional (IMU) y la Comisión Internacional para la Instrucción Matemática (ICMI) y tiene por objeto desarrollar una versión actualizada (en la forma y en el fondo) del hito que supuso la publicación, en 1908, del libro de Klein (*Matemática Elemental desde un punto de vista superior*). El Proyecto trata de desarrollar, a lo largo de los próximos años, una serie de materiales de diversa naturaleza (libros, folletos, etc.; recursos de Internet: wikis, foros, portales; audiovisuales: CDs, DVDs, etc.) que ayuden a transmitir la amplitud y vitalidad que la investigación matemática ha alcanzado a lo largo del siglo XX, conectándola con el currículo de la enseñanza secundaria.

## ***La situación de la estadística en los niveles escolares***

La estadística y la probabilidad forman parte, hoy en día, del currículo de matemáticas en la Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato en muchos países, entre ellos España. Entre las razones para incluir la enseñanza de la estadística y la probabilidad en estos niveles se han apuntado en los últimos años las siguientes: su utilidad en la vida diaria, su papel instrumental en otras disciplinas, la necesidad de un conocimiento estocástico básico en muchas profesiones y el importante papel de la estadística en el desarrollo de un razonamiento crítico (Gal, 2002 o Franklin et al., 2005). Tanto el razonamiento estadístico como el razonamiento matemático, son esenciales en la sociedad moderna y deben complementarse para reforzar el currículo global de matemáticas de los estudiantes (Gattuso, 2006; Scheaffer, 2006).

Sin embargo, la realidad que se constata día a día, en conversaciones con profesores y en las evaluaciones del alumnado, es que no se suelen impartir gran parte de los contenidos de estadística y probabilidad reflejados en los proyectos curriculares y, en algunos casos, el alumno termina su enseñanza preuniversitaria sin haber abordado ningún tema de estadística. Las causas que se pueden apuntar para esta disconformidad son varias: algunos autores la achaca a la formación de los docentes sesgados hacia una estadística matemática (Burrill, 2006). La enseñanza de la estadística se reduce u olvida con frecuencia y, en el mejor de los casos, se enseña demasiado formalmente, con pocos ejemplos de aplicaciones reales. Como consecuencia, muchos estudiantes finalizan la escuela secundaria con escasa comprensión de los principios básicos que subyacen en el análisis de datos, lo que explica muchos de los problemas que encuentran en el uso posterior de la estadística en su vida cotidiana o profesional o en los cursos de estadística en la universidad. Como respuesta a esta problema habría que replantearse la pregunta de qué, cómo y a quienes enseñar. Las respuestas a estas cuestiones no son fáciles.

Sobre el qué enseñar algunos autores sostienen que el cambio de la enseñanza de la estadística en las escuelas dependerá del grado en que se pueda convencer a los profesores de que la estadística es uno de los temas más útiles para sus estudiantes (Gattuso, 2006). También apuntan a que pocos matemáticos reciben una formación específica en estadística aplicada, muestreo, diseño de experimentos, análisis de datos de aplicaciones reales o uso del software estadístico. Además, estos profesores también necesitan formación en el conocimiento pedagógico relacionado con la educación estadística, a la que no pueden transferirse algunos principios generales válidos en otras ramas de las matemáticas (Batanero, 2009). La situación es todavía más crítica para los profesores de educación primaria, ya que pocos de ellos tuvieron una formación suficiente, ni en estadística teórica ni en estadística aplicada (Franklin y Mewborn, 2006).

En cuanto al cómo enseñar se apunta a que el conocimiento del contenido pedagógico requerido para la enseñanza y el modo en que los profesores usan su conocimiento estadístico al enseñar estadística también debe tenerse en cuenta (Mickelson y Heaton, 2004). En este caso podrían ser útiles las sugerencias marcadas en los trabajos promovidos por el europeísta Jacques Delors y que se recogen en un interesante libro: “La educación encierra un tesoro” (Delors, 2006). También las aportaciones de grandes matemáticos que, además de su papel investigador se ocuparon de cómo transmitirla, es el caso del matemático Félix Klein, que da nombre a este proyecto, y en el caso de la estadística destaca el gran científico ruso Kolmogorov (Sánchez, Valdés, 2003).

Por otra parte, también los institutos de estadística, se interesan cada vez más por aumentar la *cultura estadística* de los ciudadanos y de los propios docentes, como puede verse en algunas iniciativas resaltables de acercamiento de la estadística oficial a la escuela (Portal Educativo del IGE, por ejemplo). Esta implicación creciente de los institutos y asociaciones de estadística en la preparación de materiales y organización de acciones ayudan desde luego a mejorar la cultura estadística (Ottaviani y Rigatti, 2006).

Varias de estas consideraciones llevaron recientemente a la International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) y la International Association for Statistical Education (IASE) a la organización de un Estudio Conjunto para analizar la enseñanza de la estadística en los niveles escolares y hacer recomendaciones sobre cómo mejorar la formación de los profesores de matemáticas para tener mayor éxito al formar estudiantes estadísticamente cultos. Este estudio conjunto, que fue abordado en un congreso específico en la ciudad mexicana de Monterrey en 2006, se orientó a la reflexión sobre la especificidad de la enseñanza de la estadística en los niveles escolares y en la educación de los profesores y a proporcionar una panorámica de la situación, tanto en la enseñanza de la estadística en las escuelas, como en la preparación inicial de los profesores de matemáticas. Las conclusiones de este trabajo se recogen en las actas del congreso de Monterrey y en un texto del ICMI (ICMI Study Series, 2009).

### ***La estadística como ciencia***

El caso de la estadística como ciencia, aunque muchos historiadores la sitúan en los trabajos de Jacob Bernoulli (Sánchez, Valdés, 2001) la estadística moderna tendría su desarrollo en el siglo XX, los trabajos de Karl Pearson y Ronald Fisher, que sientan las bases de la inferencia junto al estudio teórico propiciado por probabilistas como Kolmogorov o Markov (Sánchez, Valdés, 2003) que ligado al boom informático permitirán el nacimiento de la mayoría de las técnicas modernas que hacen que esta

materia sea imprescindible: la inferencia, el diseño de experimentos, la fiabilidad, el control de calidad, el análisis multivariante, la teoría de juegos, la investigación operativa o la minería de datos. Podría decirse que el siglo XX ha sido el siglo de la Estadística.

La panorámica de la estadística como ciencia es muy distinta a su situación en el campo educativo, pues hoy nadie discute su gran importancia, ya no como rama del conocimiento científico sino su interrelación con otras ciencias (Medicina, Biología, Ingeniería, Economía, ...) donde se usa como parte del método de investigación científica y desde donde se desarrollaron muchos métodos estadísticos. Esta importancia de materia transversal hace aún más necesaria su inclusión real en los programas docentes preuniversitarios.

### ***Conclusiones y propuestas***

Como conclusión queda evidente que la enorme evolución de la estadística como ciencia no ha sido reflejada del mismo modo en los programas educativos, como de alguna forma se constata en la primera sección de este estudio.

Como una primera propuesta podría plantearse cambiar el orden en que clásicamente se presentan los temas de esta materia dentro del currículo escolar: incluirlos al comienzo y no al final del programa de Matemáticas. Con algo tan sencillo como el cambio de orden seguramente haría que no se dejase de impartir, pues el principal motivo es aludir a la falta de tiempo para abordar el programa completo. Este orden de presentar los contenidos estadísticos es evidente en los programas oficiales y sus correspondientes libros de texto (Véase los decretos de enseñanzas mínimas: MEC, 2006a, MEC 2006b y MEC 2007).

Otra propuesta para la inclusión de la Estadística sería contar con una materia adicional, que podría ser de tipo optativo y que permitiera abordar parte de los temas que son necesarios para los futuros estudios universitarios. Un ejemplo de esta opción es el caso de lo que ya ocurre desde hace años en la comunidad autónoma de Galicia con la materia “Métodos Estadísticos y Numéricos”. El programa de esta materia, en la que se incluyen temas de inferencia, cadenas de Markov o series temporales, constituye una interesante opción para el alumno interesado en una mayor formación (Cao et al. 2001).

También sería interesante crear materiales que permitan establecer conexiones entre su enseñanza a nivel no universitario y los resultados de la investigación desarrollada en los últimos años. Este era uno de los objetivos que el profesor Klein tenía de forma global con las matemáticas y constituye uno de los retos del proyecto Klein. Una forma de conseguir este objetivo sería solicitando a los grupos de investigación en el área que aporten resúmenes de sus líneas de trabajo para incluir en un futuro libro.

Entre las propuestas de materiales, además del libro tradicional, no debería descartarse nuevos formatos como el comic o los videos divulgativos con acceso desde Internet que constituyen interesantes medios de comunicación en la población escolar actual. En el caso de la Estadística una alternativa interesante sería involucrar también a organismos oficiales, que posibiliten el empleo de datos reales, como es el caso de los institutos de estadística (INE, IGE, etc.).

En cuanto a qué contenidos podrían ofrecerse al alumnado. Es evidente que la mayoría de las temáticas de la estadística pueden ser abordadas desde una perspectiva informativa, pues aún no teniendo las herramientas matemáticas para su desarrollo, si podrían explicarse conceptos de muestreo, series temporales, programación lineal, probabilidad condicionada, análisis multivariante, diseño de experimentos, etc.

A la respuesta de “qué” temas abordar en los futuros materiales, como ya se ha mencionado anteriormente, la totalidad de las temáticas de las grandes ramas de la estadística podrían incluirse. Con respecto al “cómo”, haciendo uso de ejemplos ilustrativos extraídos de problemas con datos reales. Estos serán sin duda un interesante reto que deberían de ser abordado por especialistas de la educación, involucrando tanto al ámbito universitario como a los docentes que imparten matemáticas en el resto de los niveles escolares.

### **Bibliografía**

1. Batanero, C. (2009). Educación estadística en los niveles no universitarios. Recuperado el 8 de mayo, 2010 de [http://www.sgapeio.es/actividades/congresos/ourense\\_2009/](http://www.sgapeio.es/actividades/congresos/ourense_2009/)
2. Batanero, C., Godino, J. D., y Roa, R. (2004). Training teachers to teach probability. *Journal of Statistics Education*, 12. Recuperado el 8 de mayo, 2010 de <http://www.amstat.org/publications/jse/>
3. Burrill, G. (Ed.) (2006). *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance*. Reston, VA: NCTM. 309-321.
4. Cao R., Labora A. Naya S. y Ríos M. (2001). *Métodos Estadísticos e Numéricos*. Baía Edicións.
5. Cardeñoso, J. M., Azcárate, P. y Serradó, A. (2005). Los obstáculos en el aprendizaje del conocimiento probabilístico: Su incidencia desde los libros de texto. *Statistics Education Research Journal* 4(2), 59-81.
6. Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2005). A curriculum framework for K-12 statistics education. GAISE report. American Statistical Association. Recuperado el 8 de mayo de 2010 de <http://www.amstat.org/education/gaise/>
7. Franklin, C. y Mewborn, D. (2006). The statistical education of PreK-12 teachers: A shared responsibility. En G. Burrill (Ed.), *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance*. Reston, VA: NCTM. pp. 335-344.
8. Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, esponsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-25.
9. Gattuso, L. (2006). Statistics and Mathematics. Is it possible to create fruitful links?. *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. CD ROM. Salvador (Bahia), Brazil.
10. Godino, J., Batanero, C., Roa, R. y Wilhelmi, M. R. (2008). Assessing and developing pedagogical content and statistical knowledge of primary school teachers through project work. *Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*.
11. ICMI Study Series. (2009). *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics*. Springer.
12. MEC (2006a). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria.
13. MEC (2006b). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
14. MEC (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
15. Meletiou, M. (2003). On the formalist view of mathematics: impact on statistics instruction and learning En A. Mariotti (Ed.), *Proceedings of Third European*

- Conference in Mathematics Education. Bellaria, Italy: European Research in Mathematics Education Society. Recuperado 8 de mayo, 2010 de <http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings>
16. Mickelson, W. T. y Heaton, R. (2004). Primary teachers' statistical reasoning about data. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenges of developing statistical literacy, reasoning, and thinking*. 353-373.
  17. Ottaviani, M. G. y Rigatti, S. (2005). "Data and predictions". International Statistical Institute. Recuperado el 8 de mayo, 2010 de <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php>
  18. Sánchez, C. y Valdés C. (2001). *Los Bernoulli*. Editorial Nivola.
  19. Sánchez, C. y Valdés C. (2003). *Kolmogorov. El zar del azar*. Editorial Nivola.
  20. Scheaffer, R. L. (2006). Statistics and mathematics: On making a happy marriage. En G. Burrill (Ed.), *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance*. 309-321.