

Directrices y recursos para la innovación en la enseñanza de la Estadística en la universidad: una revisión documental

Guidelines and resources for innovation in teaching statistics at the university level: a documentary review

Blanco Blanco, A.

Universidad Complutense de Madrid (España)

Blanco Blanco, A.

Universidad Complutense de Madrid (España)

Resumen

La Estadística es una disciplina presente en numerosos planes de estudios universitarios de titulaciones muy diversas, en las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Biosanitarias, Ingeniería o Ciencias Sociales. Debido a su papel en la formación general del alumnado y a la fuerte evolución de la disciplina en los últimos años, la enseñanza de la Estadística en la universidad plantea hoy retos específicos. En este contexto, este trabajo adopta la perspectiva de la comunidad estadística norteamericana con el objetivo de ofrecer un posible marco para la innovación en la enseñanza de la Estadística en el nivel introductorio y para alumnado con otro ámbito de

Abstract

Statistic is a discipline present in numerous university curricula of very diverse degrees in Natural Sciences, Biosanitary, Engineering or Social Sciences. Given its role in the general training of students and also the strong evolution of the discipline in recent years, the teaching of Statistics in the university today poses specific challenges. In this context, this paper adopts the perspective of the American statistical community to offer a possible framework for innovation in the teaching of Statistics at the introductory level and for students with another field of specialization (e.g. Social Sciences). First, there is a documentary review centered on the guidelines offered by the American

especialización (p.e. Ciencias Sociales). En primer lugar se realiza una revisión documental centrada en las orientaciones y pautas ofrecidas por la *American Statistical Association* desde fines del siglo pasado hasta nuestros días. Se trata así de mostrar una visión actualizada de los parámetros que, desde este enfoque, deberían definir la enseñanza de la Estadística en la actualidad. En segundo lugar se presenta un inventario de recursos útiles para el desarrollo de propuestas docentes alineadas con tales orientaciones y, en general, para la actualización y la innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Estadística. Aunque el foco del trabajo se pone en los cursos de introducción a la Estadística genéricamente considerados, algunas ejemplificaciones se refieren más específicamente al ámbito de las Ciencias Sociales, del Comportamiento y de la Educación. El trabajo se cierra con algunos apuntes adicionales sobre nuevas vías de futuro para la innovación curricular

Palabras clave: estadística, innovación pedagógica, material didáctico, plan de estudios, curso universitario, revisión documental.

Statistical Association from the end of the last century to the present day. This is to offer an updated view of the parameters that, from this point of view, should define the teaching of statistics today. Second, an inventory of useful resources is presented for the development of teaching proposals aligned with such orientations and, in general, for the updating and innovation of the teaching-learning processes. Although the focus of this work is placed in the courses of introduction to statistics generically considered, some examples of useful resources refer more specifically to the field of Social Sciences, Behavioral Sciences and Education. The work closes with some notes on new paths for curricular innovation in the future.

Key words: statistics, teaching methods innovation, educational media, syllabus, university courses, literature reviews.

Introducción

La Estadística es una disciplina presente en numerosos planes de estudios universitarios de titulaciones muy diversas, enmarcadas en las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Biosanitarias, Ingeniería o Ciencias Sociales. La presencia de la Estadística en la formación básica universitaria responde en gran medida a su carácter de catalizador del método científico. El método y el pensamiento estadísticos permean y modelan el trabajo científico en multitud de ámbitos de conocimiento y por tanto la Estadística constituye una disciplina y una herramienta intelectual transversal al servicio de la investigación científica, que opera de modo esencial en la interacción entre los datos y la teoría y los problemas sustantivos que originan e impulsan la indagación empírica (Brown y Kass, 2009; Lindsay, Kettenring y Seigmund, 2004). Adicionalmente, en la actual *sociedad del conocimiento*, que en buena medida es la *sociedad de los datos* (The Economist, 2010), se ha ido abriendo paso la necesidad de desarrollar competencias estadístico-cuantitativas en el alumnado universitario en un sentido más amplio que el tradicional (Gould, 2010).

La Estadística como disciplina organiza actualmente un corpus de conocimientos complejo que incluye desde la teoría estadística y sus fundamentos hasta los métodos y técnicas de análisis de los datos, con un foco en la filosofía del razonamiento inductivo y la causación, y todo ello en estrecha relación con aspectos de la computación y el tratamiento de datos masivos que han transformado drásticamente tanto su metodología nuclear como sus aplicaciones (Fienberg, 2014).

Como subrayaba recientemente Jessica Utts, presidenta de la *American Statistical Association* (ASA en adelante), la Estadística actual es muy distinta de la de los años 90 del pasado siglo, pues aunque la disciplina sigue en su esencia vinculada a los datos y al pensamiento estadístico con el objetivo de impulsar el descubrimiento e informar la toma de decisiones, sus métodos han cambiado y se han expandido, en parte para contribuir de un modo efectivo a una moderna *Ciencia de los Datos* entendida en términos amplios y donde otras disciplinas y enfoques también suman (Utts y Horton, 2016). Efectivamente la Estadística no ha permanecido ajena a la presencia de grandes volúmenes de datos, de naturaleza variada y generados a gran velocidad (*big data* o datos masivos), que viene caracterizando nuestro entorno social, económico, cultural y científico en los últimos años (Cope y Kalantzis, 2016; Mayer-Schnberger y Cukier, 2013; Science, 2011). Ello ha exigido nuevas formas de procesar la información, de pensar y de plantear los problemas asociados al aprendizaje a partir de los datos (American Statistical Association [ASA], 2015).

Como en otros campos del saber, la extraordinaria evolución de la disciplina en la última década ha planteado en el pasado reciente y plantea en la actualidad retos específicos en el ámbito de la docencia universitaria.

La comunidad estadística profesional ha prestado históricamente mucha atención a la formación inicial, principalmente en el ámbito anglosajón. Particularmente hay una dilatada tradición en la elaboración de análisis, revisiones críticas, prescripciones y propuestas didácticas y metodológicas referidos a los cursos introductorios de Estadística que forman parte de la formación de un gran número de estudiantes universitarios en campos muy diversos (Blanco, 2004). En este trabajo adoptamos esta perspectiva, con una difusión limitada en nuestro país y que sin embargo puede ofrecer elementos muy útiles para la reflexión sobre la práctica de la enseñanza de la Estadística introductoria y para la actualización y la innovación docente en relación con la misma.

Concretamente se realiza una revisión documental centrada en las orientaciones y pautas ofrecidas por la ASA desde fines del siglo pasado hasta nuestros días. Se trata así de ofrecer una visión actualizada de los parámetros que, desde este enfoque, deberían definir la enseñanza contemporánea de la Estadística en los estudios universitarios no matemáticos; esto es, en el contexto de los cursos introductorios que se orientan a capacitar estadísticamente al alumnado cuyo ámbito de especialización no es primariamente el estadístico. En segundo lugar, desde un punto de vista más práctico o aplicado, se presenta un inventario de recursos útiles para el desarrollo de propuestas docentes alineadas con tales orientaciones y, en general, para la actualización y la innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Estadística. Aunque el foco de trabajo se pone en los cursos de introducción a la Estadística genéricamente considerados, algunas ejemplificaciones de recursos útiles se refieren más específicamente al ámbito de las Ciencias Sociales, del Comportamiento y de la Educación. El trabajo se cierra con algunos apuntes sobre nuevas vías de futuro para la innovación curricular.

Orientaciones de la American Statistical Association (ASA) sobre la enseñanza de la Estadística en el nivel introductorio

Blanco (2004:141) describe el contexto en el que se originó, en el siglo pasado y en el ámbito anglosajón, una visión fuertemente crítica de la enseñanza de la Estadística:

A finales de los años 80 se inicia en las universidades de Estados Unidos y Canadá un fuerte proceso de revisión de la enseñanza de la Estadística a no especialistas motivado por la profunda insatisfacción con el funcionamiento de la docencia en el área (...). La tesis fundamental que se mantiene (...) es que la Estadística no debería verse principalmente como una rama de las Matemáticas y que tradicionalmente la idiosincrasia de la disciplina se ha perdido en el contexto, la forma y los contenidos de los cursos tradicionales de Estadística Matemática.

El énfasis de esta aproximación se pone en el carácter singular de la Estadística, que "(...) tiene su propio objeto, sus propios conceptos distintivos, sus propios modos de razonamiento y sus propios estándares de bondad. Y ello debería ser el centro de la enseñanza a principiantes a cualquier nivel de sofisticación matemática" (Blanco, 2004:152). En consecuencia, se asume como necesidad una reforma de la enseñanza donde:

(...) el contenido de la educación estadística se desplace desde el enfoque probabilístico y matemático tradicional hasta una aproximación que prime la recolección de datos, la comprensión y la modelización de la variabilidad, los dispositivos de representación de datos, el diseño de experimentos y encuestas, la resolución de problemas y los procesos de mejora (Blanco, 2004:155)¹

Este enfoque y esta visión se sistematizaron y resumieron, al inicio de la década de los años 90 del siglo pasado, en las directrices que aprobó el Comité conjunto de la ASA y la Asociación Americana de Matemáticas (MAA) para la reforma curricular (Cobb, 1992). En este informe se propone que las recomendaciones siguientes deberían ser aplicadas a cualquier curso cuyo objetivo sea introducir al alumnado en la Estadística:

1. Enfatizar los elementos del pensamiento propiamente estadístico.
 - La necesidad de los datos. La importancia de la producción de los datos.
 - La omnipresencia de la variación. La medida y la modelización de la variación.
2. Incorporar más datos y conceptos, menos "recetas" y demostraciones. Siempre que sea posible, automatizar los cálculos y las representaciones gráficas. Un curso introductorio, por tanto, debería:
 - Incorporar de modo muy importante datos reales (no simplemente realistas).
 - Enfatizar los conceptos estadísticos centrales (p.e. causalidad vs. asociación, estudios observaciones vs. experimentales, estudios longitudinales vs. transversales).

¹ Los trabajos de Peña, Prat y Romero (1990), Aparicio (2000) o Solanas *et al.* (2002) documentan en nuestro país una visión sobre la enseñanza de la Estadística afín a la expuesta.

- Implicar hacer uso de ordenadores más que de rutinas de cálculo.
 - Conceder una importancia secundaria a las demostraciones formales.
3. Promover el aprendizaje activo del alumnado a través de alternativas a la clase magistral (discusiones y resolución grupal de problemas, prácticas experimentales, demostraciones basadas en datos generados en el aula, presentaciones escritas y orales, proyectos).

Las recomendaciones del comité conjunto ASA/MAA tuvieron una amplia difusión y un notable impacto en los años 90 (Cobb, 1993) y las derivaciones instructivas de la concepción de la Estadística como disciplina en fuerte evolución siguieron recibiendo atención (puede verse en este sentido Bessant y MacPherson, 2002).

Iniciado el siglo XXI la ASA promueve y financia una iniciativa para crear un conjunto actualizado de directrices (*Guidelines for Assessment and Instrucion in Statistics Education- GAISE*) que tiene como resultado la publicación en el año 2005 de un informe especialmente referido a la enseñanza introductoria en el nivel universitario (ASA, 2005). Estas recomendaciones retoman y expanden el informe previo de la ASA/MAA y el trabajo de Moore (1997) e incluyen:

1. Enfatizar la alfabetización estadística (*statistical literacy*) y el desarrollo del pensamiento estadístico.
2. Usar datos reales.
3. Enfatizar la comprensión de conceptos más que el mero conocimiento de procedimientos.
4. Promover el aprendizaje activo.
5. Usar la tecnología para explorar conceptos y analizar datos.
6. Usar la evaluación para mejorar y valorar el aprendizaje.

Recientemente las directrices han sido actualizadas atendiendo a los profundos cambios habidos en los últimos 10 años tanto en la práctica estadística como en los escenarios en los que se enseña (ASA, 2016), aunque se mantiene lo esencial de la propuesta. Esta directrices constituyen un buen resumen de cuál es la visión de la ASA acerca de lo que debería constituir una introducción a la Estadística hoy.

La propuesta incluye una serie de grandes objetivos generales que resumen lo que el alumnado debería saber y entender al acabar un primer curso de Estadística.

1. Ser consumidores críticos de los resultados estadísticos de los que informan los medios de comunicación, reconociendo si los mismos se derivan razonablemente del estudio y los análisis realizados.
2. Poder reconocer preguntas para las que podría ser útil un proceso de investigación estadística y poder dar respuesta a las mismas mediante un proceso de investigación.

3. Producir resúmenes gráficos y numéricos e interpretar lo que los gráficos indican y no indican.
4. Reconocer y poder explicar el papel central de la variabilidad en el campo de la estadística.
5. Reconocer y poder explicar el papel central de la aleatoriedad en el diseño de estudios y la derivación de conclusiones
6. Adquirir experiencia en el uso de modelos estadísticos, incluidos modelos multivariados.
7. Demostrar comprensión y capacidad de usar las ideas básicas de la inferencia estadística en diversos contextos, incluyendo tanto lo referido al test de hipótesis como a la estimación intervalar.
8. Poder interpretar y obtener conclusiones de *salidas de resultados* estándar de programas de análisis estadístico.
9. Ser conscientes de los aspectos éticos asociados a un uso razonable y solvente de la práctica estadística.

La consecución de estos objetivos requiere obviamente el aprendizaje de algunas técnicas estadísticas, pero el dominio de procedimientos específicos no se considera tan importante como la comprensión de conceptos estadísticos y de los principios que subyacen a tales técnicas. Es por esta razón que la propuesta no incluye una recomendación de los tópicos concretos que deberían ser cubiertos, sino más bien algunas líneas de actuación que deberían ser aplicadas a cualquier curso y con cierta independencia de la selección concreta de sus contenidos. Esta aproximación se concreta en 6 recomendaciones, que como se verá, señalan una clara continuidad con los enfoques descritos hasta el momento.

1. Centrar la enseñanza en el pensamiento estadístico.
 - Enseñar la Estadística como un proceso investigador de resolución de problemas y toma de decisiones.

Se insta a organizar la enseñanza enfatizando el ciclo de indagación estadística, de modo que a lo largo de todo el curso el profesorado ilustre el proceso completo para cada actividad o ejemplo presentado, partiendo de la cuestión que motiva la indagación y la consideración de los datos que requiere su respuesta, pasando por las tareas de análisis hasta llegar al establecimiento de las conclusiones y nuevas direcciones derivadas de las mismas. Se entiende que tratar el proceso de investigación al inicio del curso para desarrollar a continuación los distintos temas de una manera compartimentada no ayuda al alumnado a ver y comprender el *mapa general*. Se recomienda el uso de proyectos completos o de actividades sobre diferentes etapas del ciclo de investigación a lo largo del curso, así como el trabajo sobre casos reales de investigaciones realizadas que muestren el contexto y el proceso general que implica un estudio estadístico.

- Proporcionar experiencia al alumnado con el pensamiento multivariado.

Se recomienda superar la visión simplificada que proporciona un tratamiento exclusivamente univariado de los problemas tratados en un curso introductorio, pues no capacita al alumnado para enfrentarse posteriormente a los problemas reales que articulan sus propios campos de estudio. Introducir al alumnado en el trabajo sobre casos que incorporan tres o más variables no necesariamente requiere introducir formalmente el tratamiento de técnica avanzadas para la modelización (p.e. regresión múltiple). Un uso adecuado de las representaciones gráficas o técnicas tales como la estratificación pueden ser suficientes.

2. Enfatizar la comprensión conceptual.

- Se reconoce la dificultad que entraña procurar que el alumnado desarrolle un nivel de comprensión no superficial de los conceptos e ideas estadísticas más importantes en un curso introductorio. Se insta entonces a focalizar la enseñanza en la comprensión de los conceptos clave ilustrados en un número reducido de técnicas más que cubrir un amplio abanico de procedimientos y a minimizar las tareas de cálculo.

3. Integrar datos reales con un contexto y un propósito.

- El uso de datos reales contextualizados se entiende crucial en la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística, puesto que proporciona al alumnado una experiencia genuina de análisis estadístico y también ilustra la utilidad de la disciplina. El trabajo sobre una base de datos exige lógicamente la presentación de un contexto que incluya cómo y por qué se recogieron los datos. El alumnado entonces debería practicar destrezas vinculadas con la formulación de buenas preguntas y su respuesta apropiada, teniendo en cuenta tanto el origen de los datos como su análisis.

4. Promover el aprendizaje activo.

- Se recomienda combinar la clase magistral con una variedad de actividades de carácter práctico.

5. Usar la tecnología para explorar conceptos y analizar datos.

- Se asume que puesto que la tecnología ha cambiado drásticamente la práctica de la Estadística también debe cambiar qué y cómo se enseña. La derivada más inmediata es la liberación de tiempo dedicado a las rutinas de cálculo y la posibilidad de trabajar con grandes bancos de datos. Pero específicamente se insta a un uso de la tecnología que ayude al aprendizaje de conceptos y al modo de pensar y proceder en la investigación estadística. Particularmente se previene sobre un uso centrado en la exclusiva generación rápida de resultados (p.e. haciendo un uso intenso de actividades de exploración guiadas por la cuestión “qué pasa si...”). Aunque se recomienda el aprendizaje de algún programa específico de análisis estadístico cuando sea posible, también se

insta a incorporar a la enseñanza aplicaciones útiles para visualizar conceptos y apoyar la comprensión de ideas abstractas mediante simulación.

6. Usar la evaluación para mejorar y valorar el aprendizaje.
 - Se recomienda diversificar los procedimientos de evaluación e incorporar actividades de evaluación con fines formativos.

El informe también señala algunos temas que podrían ser omitidos en un curso introductorio: teoría de la probabilidad, construcción manual de gráficos y Estadística descriptiva básica, uso de tablas estadísticas y formación avanzada en programas de análisis estadístico.

Las directrices de la ASA son ampliamente conocidas en el contexto universitario anglosajón y hay cierta evidencia de su impacto sobre la enseñanza.

Recientemente Dunn, Carey, Farrar, Richardson y McDonald (2017) revisaron 25 conocidos libros de texto de introducción a la Estadística (con propósito general, no aplicado a disciplinas particulares) para evaluar el grado en que habían incorporado las tres recomendaciones más relevantes del informe GAISE publicado en 2005 (pensamiento y alfabetización estadística, uso de datos reales y énfasis en los conceptos sobre los procedimientos). La recomendación relativa al uso de la tecnología se describió pero no se valoró. De acuerdo con este trabajo la mayoría de los libros de texto parecen haber adoptado razonablemente bien las recomendaciones, tanto en sus exposiciones como en los ejercicios. Los libros incluyen particularmente bien el uso de datos reales contextualizados y promocionan la alfabetización estadística mediante actividades sistemáticas a lo largo de todo el curso. También se identifica una tendencia clara, aunque menos acusada, a primar la explicación de conceptos frente a los procedimientos y a proporcionar material orientado al desarrollo del pensamiento estadístico.

Aunque ciertamente el análisis de libros de texto puede proporcionar sólo indicadores indirectos de qué y cómo se enseña realmente en las aulas, no deja de ser una clave de interés para analizar en qué dirección parece efectivamente avanzarse. Por nuestra parte, hemos podido comprobar cómo algunos libros de texto indican expresamente en sus introducciones la adopción de las recomendaciones de la ASA en su planteamiento y en su desarrollo (p.e. Larson y Farber, 2014; Mann, 2010; Utts, 2015). Y es realmente ya una práctica habitual que los textos publicados en los últimos años destinados a su uso en los cursos introductorios tengan asociadas páginas *web* de recursos con bases de datos, *applets* y otros materiales adicionales para la realización de actividades, prácticas y proyectos.

Recursos útiles para la actualización y la innovación en la enseñanza de la Estadística

En esta apartado se presenta un inventario de recursos útiles para diseñar y desarrollar propuestas docentes o innovaciones en la enseñanza introductoria de la Estadística alineadas con las orientaciones presentadas en el epígrafe anterior, aunque ciertamente sin afán de exhaustividad. Por tanto, para su identificación y selección se ha tomado como marco el conjunto de las seis directrices de la ASA ya expuestas. Particularmente la estrategia de búsqueda y selección de dichos recursos obedeció a los siguientes criterios:

- Fuentes generales de información promovidas o asociadas a la propia ASA o a organizaciones e iniciativas nítida y explícitamente alineadas con esta visión sobre la enseñanza. Se incluyen aquí revistas arbitradas destinadas al profesorado, o de clara utilidad para la enseñanza, y repositorios *on line* de materiales didácticos.
- Recursos específicos con utilidad directa para desarrollar las directrices propuestas por la ASA. Concretamente la revisión se focalizó en las directrices 2 (énfasis en la comprensión conceptual) y 3 (integración de datos reales), aunque los recursos seleccionados incorporan en ambos casos de modo transversal la orientación del uso de la tecnología presente en la directriz 5 (uso de la tecnología para explorar conceptos y analizar datos).

En la confección de este inventario hemos primado la selección de recursos de fácil acceso para el profesorado, por lo que a la mayoría de ellos se puede acceder de forma libre y gratuita, aunque no es siempre el caso y para algunos es preciso algún tipo de suscripción.

Fuentes generales de información

1. Revistas arbitradas sobre enseñanza de la Estadística

- *Journal of Statistics Education*

Revista oficial de la ASA sobre educación estadística que publica artículos de investigación y experiencias didácticas, principalmente en el nivel universitario y en el último año de la secundaria post-obligatoria. Proporciona por tanto una visión de la enseñanza nítidamente alineada con las directrices de la ASA. Entre otras, por ejemplo, tiene una sección fija denominada “*Data Sets and Stories*” que incluye conjuntos de datos que pueden ser descargados junto con su descripción e indicaciones del tipo de uso que puede hacerse de ellos en la enseñanza y de los conceptos estadísticos que se ilustrarían mejor con el conjunto de datos (directriz 5 de la ASA). La revista tiene también un servicio de información asociado. Pueden consultarse los números hasta el año 2015 en (<http://www.amstat.org/publications/jse/>). Actualmente es publicada por Taylor & Francis y puede ser consultada en la dirección: <http://tandfonline.com/toc/ujse20/current>. Proporciona material muy útil para el diseño de actividades.

- *Technology Innovations in Statistics Education- TISE*
(http://escholarship.org/uc/uclastat_cts_tise)

Promovida por el Departamento de Estadística de la Universidad de California (UCLA), publica trabajos de tres tipos: artículos de investigación (empíricos o centrados en desarrollos teóricos), *position papers* y trabajos de innovación que describen aplicaciones a la enseñanza de la Estadística de nuevas tecnologías, o el uso innovador de tecnologías existentes. Constituye una fuente de información excelente para tener noticia de innovaciones y desarrollos recientes vinculados con el uso didáctico de herramientas tecnológicas. Proporciona materiales especialmente útiles para un desarrollo actualizado de la directriz 5 de la ASA.

- *Teaching Statistics*
(<http://www.teachingstatistics.co.uk/>)

Publicación británica de orientación práctica destinada al profesorado y centrada en la etapa de educación secundaria y primer curso universitario, por lo que con cierta frecuencia ofrece materiales de interés para cursos introductorios. Incluye, entre otras, una sección que bajo el título *Practical Activities* publica propuestas de prácticas en el aula tipo *hands-on*; y bases de datos interesantes con sus aplicaciones en la enseñanza en la sección *Data Bank*. En estas dos secciones, por tanto, se encuentran propuestas específicamente alineadas con las directrices 3 y 4 de la ASA.

- *Otras revistas de interés: Significance*
(<https://www.significancemagazine.com/>)

Es una revista oficial y un sitio web conjunto de la *Royal Statistical Society* (RSS) británica y la ASA. Publica artículos escritos por estadísticos destinados a una audiencia amplia interesada en el análisis e interpretación de datos. La revista no publica artículos académicos en el sentido tradicional. Más bien los trabajos se centran en ilustrar cómo el uso de la Estadística puede esclarecer problemas o aportar una perspectiva mejorada de un asunto de relevancia social, por ejemplo. Su utilidad para proporcionar recursos didácticos es ciertamente menos inmediata que en los tres casos anteriores, pero ofrece materiales muy interesantes para comentar en el aula noticias, plantear casos de uso y aplicación del razonamiento estadístico, etc.

2. Repositorios on line de recursos para la enseñanza

- *Statistics Education Web* (STEW)
(<http://www.amstat.org/education/stew/>)

Se trata de un recurso *on line* de la ASA que proporciona planes de lecciones de clase, revisados por pares antes de su publicación, para profesores de secundaria, pero una buena parte de las actividades propuestas para los últimos cursos son muy interesantes, pueden ser adaptadas fácilmente e inspirar útilmente aplicaciones para un curso universitario introductorio. Los planes de clase se organizan entorno al proceso de resolución de problemas estadísticos (formulación del problema, diseño y desarrollo del plan de recogida de datos, análisis gráfico y numérico e interpretación en el contexto del problema original). Sus propuestas se ajustan especialmente bien al desarrollo de la directriz 1 de la ASA.

- *The Consortium for Undergraduate Statistics Education- CAUSE*
(<http://www.causeweb.org>)

En la página de esta organización nacional estadounidense se reúnen muchos recursos que pueden ser muy útiles en general para preparar y mantener actualizado un curso introductorio de Estadística alineado con las directrices de la ASA. Se pueden hacer búsquedas por tipo de actividad y por tema estadístico. Algunos apartados de especial interés para diseñar actividades y lecciones son, entre otros: *Analysis Tools* (reúne *software* y herramientas *on line*, como *applets*), *Data sets* (con indicaciones de cómo pueden ser usados para la enseñanza), *Laboratories* (con actividades de lápiz y papel y asistidas con ordenador) y *Lecture Examples* (con ideas y sugerencia para las clases).

- *International Association for Statistical Education – IASE* (<https://iase-web.org/>)

Esta asociación es la sección de educación del *International Statistical Institute* (ISI) y mantiene una página de interés general para la enseñanza de la Estadística. Es de utilidad más específica para un curso introductorio el repositorio de recursos agrupados por el *International Statistical Literacy Project* (ISLP) cuyo objetivo es promocionar la alfabetización estadística en un sentido amplio (<https://iase-web.org/islp/>).

Recursos específicos

1. Recursos específicos para simulaciones y demostraciones (directrices 2 y 5)

En este grupo incluimos recursos que facilitan el diseño o el desarrollo de actividades orientadas a trabajar en la comprensión de conceptos e ideas estadísticas especialmente centrales y/o difíciles para los alumnos, frecuentemente ligadas a la probabilidad y a la inferencia.

Un tipo de actividades características en este sentido son aquellas basadas en la *simulación* con el objetivo de presentar de un modo intuitivo (visualizar) algunos conceptos frecuentemente asociados a errores persistentes. Para ello pueden usarse *applets* de simulación, muchas de ellas disponibles *on line*.

Un ejemplo-tipo estaría ligado a la ilustración del concepto de distribución muestral. La simulación puede ayudar a captar un significado correcto y más ajustado. El ejercicio puede dividirse en dos partes. Inicialmente se solicita al alumnado que anticipe su respuesta a varias cuestiones vinculadas a la forma, centro y variabilidad de la distribución muestral de una media bajo diversos escenarios (suponiendo población normal, asimétrica positiva, uniforme...) y considerando dos tamaños muestrales dispares (p.e. $n=10$ y $n=100$). Una vez han contestado y justificados sus respuestas se trabaja con la simulación para explorar las respuestas normativas. Mediante la comparación y discusión de los resultados se espera que el alumnado gane en comprensión y revise en su caso concepciones erróneas. Un recurso útil para desarrollar este tipo de actividad, con versiones en castellano para muchas de sus herramientas, puede encontrarse en: <http://www.rossmanchance.com/applets/>). Una aplicación sencilla para esta actividad también puede verse en: https://gallery.shinyapps.io/CLT_mean/.

Otros escenarios podrían estar referidos al concepto de intervalo de confianza o a la lógica del contraste de hipótesis. Un buen ejemplo de este tipo de actividad aplicado a la diferencia de medias, que combina *simulación física* (hecha *a mano*) y simulación informatizada puede verse en ASA (2016:45-51). En este ejemplo los datos de referencia ya están cargados en el conjunto de *applets* que pueden encontrarse en: <http://lock5stat.com/statkey>.

Una alternativa más general está representada por el uso de *Shiny*, una plataforma de aplicaciones web para R creada por Rstudio (<http://shiny.rstudio.com/>), que facilita el desarrollo de *applets* para docentes familiarizados con R. Para una descripción general de su uso en las clases puede verse Potter, Wong, Alcaraz y Chi (2016).

También pueden ser muy útiles las demostraciones y simulaciones exclusivamente *físicas* cuando están bien diseñadas. Una propuesta de actividad práctica interesante y sencilla orientada a la mejorar la comprensión del concepto de intervalo de confianza es la presentada recientemente por Wang, Reich y Horton (2017, en prensa).

Igualmente pueden ser incluidos aquí recursos que facilitan actividades diseñadas para introducir al alumnado en la comprensión de escenarios que exigen considerar más de dos variables (pensamiento multivariado) y en conceptos e ideas importantes asociados a la comprensión de la paradoja de Simpson. Una propuesta didáctica interesante sobre la paradoja es la propuesta por Taylor y Mickel (2014), que incluye una base de datos que permite la aplicación de conceptos y procedimientos para resolver y tomar decisiones fundadas sobre un problema real. En este mismo sentido también nos parece muy interesante el uso didáctico del gráfico de visualización propuesto por Gaviria y González (2014), *the steelyard graph*.

2. Fuentes para la obtención de datos (directrices 3 y 5)

Aunque ya hemos dado noticia de algunas fuentes de datos asociadas a revistas o repositorios, citamos aquí algunas adicionales, entre las muchas disponibles, dado el papel central que tiene en el planteamiento de la APA la integración de datos reales con un contexto y un propósito. Incluimos tanto recursos de carácter general como otros con una utilidad más específica en el área de las Ciencias Sociales, del Comportamiento y de la Educación.

Un primer grupo está representado por fuentes cuyo objetivo u origen es primariamente didáctico. En él pueden incluirse:

- *Data and Story Library* - DASL (<http://dasl.datadesk.com/>).
- *OzDASL - Australasian Data and Story Library* (www.statsci.org/data/).

Ambas proporcionan datos que se caracterizan brevemente en un estudio o escenario. Se trata por lo general de bases de datos de pequeño tamaño. Los estudios de referencia son frecuentemente antiguos pero pueden ser útiles para ilustrar procedimientos o para ejercicios de aplicación a desarrollar por el alumnado.

Además, como comentamos anteriormente, los libros de texto norteamericanos de introducción a la Estadística publicados en los últimos años enfatizan el uso de datos reales, incluyendo el trabajo con grandes bases de datos, por lo que incluyen de diversos modos acceso a las bases usadas en los casos prácticos y ejercicios presentados a lo largo del manual (véase p.e. los excelentes manuales de Moore, Notz y Fligner, 2015 o Utts, 2015). Citamos aquí un recurso de especial utilidad por su carácter gratuito y de libre acceso: Diez, D. M., Barr, C. D. y Çetinkaya-Rundel, M. (2015) *OpenIntro Statistics*, (3rd edition). Disponible en: <https://www.openintro.org/index.php>.

Se trata de un manual acompañado de alrededor de 100 bases de datos (mayoritariamente reales, algunas con datos simulados) asociados a los ejercicios del texto, por lo que se pueden usar para trabajar distintos temas, procedimientos y técnicas concretas. El manual en formato PDF, los archivos de datos en formato CVS y otros materiales complementarios (como diapositivas para las presentaciones de clase,

en inglés, pero editables en Word) pueden encontrarse en la página *web* citada, que además tiene otros recursos interesantes para la enseñanza.

Un segundo grupo de fuentes útiles está representado por las propias instituciones u organizaciones que generan datos y permiten acceso a los mismos. En los últimos años las políticas vinculadas al *Open Data* han multiplicado las posibilidades de acceso y cabe esperar que éstas se vean progresivamente incrementadas. Citamos aquí a título estrictamente ilustrativo algunas direcciones que permiten acceder *on line* a bases de datos de interés y descargarlas, tanto de ámbito internacional como nacional.

- *Consortium of European Social Science Data Archives*
(<https://CESSDA-Resources/>)

Bajo el apartado *Resources*, se reúnen un buen número de *links* a organismos e iniciativas que permiten obtener datos brutos originales en el contexto de estudios de diverso tipo, incluidas investigaciones de corte experimental.

Por ejemplo el *catálogo de datos* da acceso a diversas instituciones nacionales que alojan datos de investigación que pueden ser en muchos casos descargados con relativa facilidad y analizados y estudiados en el contexto del estudio real que los generó. Es el caso del *UK Data Service* (<https://discover.ukdataservice.ac.uk/>), donde pueden encontrarse investigaciones para las que está disponible tanto la publicación a que dio lugar como los datos, frecuentemente en formato *xlsx*. También incluye acceso a otras iniciativas con datos públicos que pueden ser descargados, junto con la documentación asociada. Es el caso de las siguientes: *European Social Survey – ESS* (<http://www.europeansocialsurvey.org/>) o *International Social Survey Programme- ISSP* (<http://www.issp.org/menu-top/home/>).

- *OECD Databases*.
(<http://stats.oecd.org/index.aspx>)

Este sitio de la OCDE permite acceder a multitud de datos generados por la organización, ordenados por categorías. Se pueden descargar en diversos formatos, tales como *xlsx* y ficheros de texto *CSV*.

- Plataforma *online* de análisis de los datos de estudios del Centro de Investigaciones Sociológicas - CIS
(<http://www.analisis.cis.es/cisdb.jsp>)

Desde esta aplicación *web* se puede acceder a la información completa de los estudios, de las preguntas que los componen y a las series temporales del CIS. Por ejemplo, para multitud de estudios se puede descargar su ficha técnica y el cuestionario usado, los datos en *ASCII* y un fichero de sintaxis para su lectura en *SPSS*. Muy útil para el análisis de datos reales de estudios de encuesta.

- Instituto Nacional de Evaluación Educativa- INEE
(<http://www.mecd.gob.es/inee/portada.html>)

Aloja una treintena de bases de datos asociadas a estudios evaluativos y trabajos llevados a cabo por el Instituto. Aunque frecuentemente las bases son algo complejas

para su manejo directo por el alumnado, creemos que pueden ser útiles si se trabajan previamente simplificando su estructura para ajustarla a objetivos asumibles en un curso introductorio.

Por último y en tercer lugar, cabe destacar el uso de datos procedentes de revistas científicas con políticas *Open Data*. Efectivamente ya hay revistas que han comenzado a publicar en abierto los datos asociados al estudio descrito en el artículo que publican. Por ejemplo, en el ámbito de las Ciencias de Comportamiento es el caso de *Psychological Science* (<http://journals.sagepub.com/home/pss>). Esta puede ser en el medio plazo una excelente fuente para acceder a datos reales vinculados a problemas de investigación para trabajar con los alumnos.

Consideraciones finales

El objetivo de este trabajo ha sido ofrecer una visión panorámica de las orientaciones y del enfoque adoptados por la comunidad estadística anglosajona sobre la enseñanza introductoria de la Estadística hoy, con énfasis en la visión de la ASA. Para ello hemos revisado las publicaciones más relevantes de la ASA en materia de enseñanza, hemos identificado fuentes generales de información didáctica alineadas con sus orientaciones y, finalmente, seleccionado recursos docentes específicamente útiles para el desarrollo de algunas de sus directrices. Las fuentes generales de información que se han seleccionado, particularmente las promovidas directamente por la ASA, procuran tanto una visión de conjunto del tipo de enseñanza que se trata de promover como herramientas para desarrollar el conjunto de las directrices propuestas. En la selección de recursos específicos se ilustra con mayor detalle el tipo de actividades de enseñanza-aprendizaje y de apoyos didácticos útiles para tres de las seis directrices de la ASA (2, 3 y 5). Ciertamente el inventario mostrado es limitado, pero en conjunto creemos que puede proporcionar información tanto general como específica suficiente para aquellos que no estén familiarizados con la propuesta. Por ejemplo, para las directrices 1, 4 y 6 el lector puede encontrar lecturas, recursos y herramientas útiles en las fuentes generales de información, como ya se ha indicado.

Finalmente, queremos terminar señalando algunos nuevos caminos para la innovación en la enseñanza de la Estadística más referidos al tratamiento del contenido disciplinar. Es el caso de los recientes enfoques en la enseñanza de la inferencia basados en la simulación (Rossman y Chance, 2014; Tintle, Chance, Cobb, Roy *et al.*, 2015). Los métodos de computación intensiva mediante simulación para la realización de inferencias han ido ganando presencia en las propuestas de enseñanza de la Estadística en el nivel introductorio y han comenzado a incluirse parcial o totalmente, por ejemplo, en los manuales y libros de texto (véase p.e. Diez, Barr y Cetinkaya-Rundel, 2014; Lock *et al.*, 2012; Tintle, Chance, Cobb, Rossman *et al.*, 2015). Baste este último apunte como reflexión final sobre la necesidad de mantener una mirada atenta y de futuro sobre los desarrollos tanto disciplinares como metodológicos en un área docente actualmente en fuerte evolución.

Referencias bibliográficas

- American Statistical Association (2005). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE). College Report*. Alexandria, VA: American Statistical Association. Recuperado de: <http://www.amstat.org/education/gaise> [Último acceso: enero de 2018].
- American Statistical Association (2015). ASA Statement on the Role of Statistics in Data Science. *Amstat News*, 460(9). Recuperado de: <http://magazine.amstat.org/blog/2015/10/01/asa-statement-on-the-role-of-statistics-in-data-science/> [Último acceso: enero de 2018].
- American Statistical Association (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE). College Report 2016*. Alexandria: American Statistical Association. Recuperado de: <http://www.amstat.org/education/gaise> [Último acceso: enero de 2018].
- Aparicio, F. (2000). Hints for the improvement of quality teaching in introductory statistics courses. *European Journal of Engineering Education*, 25(3), 263-281. <https://doi.org/10.1080/030437900438694>
- Bessant, K.C., MacPherson, E.D. (2002). Thoughts on the origin, concepts and pedagogy of Statistics as a “separate discipline”. *The American Statistician*, 56(1), 22-28. <https://doi.org/10.1198/000313002753631321>
- Blanco, A. (2004). Enseñar y aprender Estadística en las titulaciones universitarias de Ciencias Sociales: apuntes sobre el problema desde una perspectiva pedagógica. En Torre, J.C. y Gil, E. (Eds.). *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (pp. 143-190). Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas.
- Brown, E.N., Kass, R.E. (2009). What is statistics? (with discussion). *American Statistician*, 63(2), 105–23. <https://doi.org/10.1198/tast.2009.0019>
- Cobb, G. (1992). Teaching Statistics. In Steen, L.A. (Ed.). *Heeding the Call for Change: Suggestion for Curricular Action* (pp.3-43). Washington D.C.: Mathematical Association of America.
- Cobb, G. (1993). Reconsidering Statistics Education: A National Science Foundation Conference. *Journal of Statistics Education*, 1(1). Recuperado de: <http://www.amstat.org/publications/jse/v1n1/cobb.html> [Último acceso: enero de 2018].
- Cope, B., Kalantzis, M. (2016). Big Data Comes to School: Implications for Learning, Assessment, and Research. *AERA Open*, 2(2). <https://doi.org/10.1177/2332858416641907>
- Diez, D. M., Barr, C. D., Cetinkaya-Rundel, M. (2014). *Introductory Statistics with Randomization and Simulation* (1st ed.). OpenIntro. Recuperado de: <https://www.openintro.org> [Último acceso: enero de 2018].
- Dunn, P. K., Carey, M. D., Farrar, M. B., Richardson, A. M., McDonald, C. (2017). Introductory Statistics Textbooks and the GAISE Recommendations. *The American Statistician*, 71(4), 326-335. <https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1251972>

- Fienberg, S.E. (2014). What is Statistics? *Annual Review of Statistics and Its Application*, 1, 1-9. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-022513-115703>
- Gaviria, J.L., González, C. (2014). The steelyard graph (Cover). *Educational Measurement. Issues and Practice*, 33, 3,1-2.
- Gould, R. (2010). Statistics and the modern student. *International Statistical Review*, 78(2), 297-315. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2010.00117.x>
- Larson, R., Farber, B. (2014). *Elementary Statistics: Picturing the World* (5th edition). New York: Pearson Higher Ed.
- Lindsay, B.G., Kettenring, J., Siegmund, D.O. (2004). A report on the future of statistics. *Statistical Science*, 19(3), 387-413. <https://doi.org/10.1214/088342304000000404>
- Lock, R., Lock, P., Lock, K., Lock, E., Lock, D. (2012). *Statistics: Unlocking the power of data* (1st edition.). Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons.
- Mann, P. S. (2010). *Introductory statistics*. (7th edition). New York: John Wiley & Sons.
- Mayer-Schnberger, V., Cukier, K. (2013). *Big Data: a revolution that will transform how we live, work and think*. New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing.
- Moore, D.S. (1997). New pedagogy and new content: the case of statistics (with discussion). *International Statistical Review*, 65(2), 123-165. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1997.tb00390.x>
- Moore, D.S., Notz, M.A., Fligner, W.I. (2015). *The Basic Practice of Statistics* (7th edition). New York: W.H. Freeman.
- Peña, D., Prat, A., Romero, R. (1990). La enseñanza de la Estadística en las Escuelas Técnicas. *Estadística Española*, 32(123), 147-200.
- Potter, G., Wong, J., Alcaraz, I., Chi, P. (2016). Web Application Teaching Tools for Statistics Using R and Shiny. *Technology Innovations in Statistics Education*, 9(1). Recuperado de: <http://escholarship.org/uc/item/00d4q8cp> [Último acceso: enero de 2018].
- Rossmann, A., Chance, B. (2014). Using Simulation-based Inference for Learning Introductory Statistics. *WIREs Computational Statistics*, 6, 211-221. <https://doi.org/10.1002/wics.1302>
- Science (2011). *Dealing with data*. Special Online Collection, 311. Recuperado de: <http://www.sciencemag.org/site/special/data/> [Último acceso: enero de 2018].
- Solanas, A., Díaz de la Cebosa, A., Fauquet, J., Núñez, M.I., Salafranca, L. (2002). La enseñanza de la Estadística en las Ciencias del Comportamiento a inicios del siglo XXI. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 4(2), 157-183.
- Taylor, S. A., Mickel, A. E. (2014). Simpson's Paradox: A Data Set and Discrimination Case Study Exercise. *Journal of Statistics Education*, 22(1). Recuperado de: <https://www2.amstat.org/publications/jse/v22n1/mickel.pdf> [Último acceso: enero de 2018].
- The Economist (2010). *The data deluge*. Recuperado de: <http://www.economist.com/printedition/2010-02-27>.

- Tintle, N., Chance, B., Cobb, G., Rossman, A., Roy, S., Swanson, T., VanderStoep, J. (2015). *Introduction to Statistical Investigations* (1st edition.). Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons.
- Tintle, N., Chance, B., Cobb, G., Roy, S., Swanson, T., VanderStoep, J. (2015). Combating Anti-statistical Thinking using Simulation-based Methods through the Undergraduate Curriculum. *The American Statistician*, 69(4), 362-370. <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1081619>
- Utts, J. (2015). *Seeing through Statistics*. (4th edition). Stanford, CA.: Cengage Learning.
- Utts, J., Horton, N.I (diciembre, 2016). *The role of Statistics in Data Science, and vice versa*. Presentation at the Roundtable on Data Science Post-Secondary Education. National Academics of Science. Washington D.C. Recuperado de: http://sites.nationalacademies.org/DEPS/BMSA/DEPS_175092 [Último acceso: enero de 2018].
- Wang, X., Reich, N. G., Horton, N. J. (2017, en prensa). Enriching students' conceptual understanding of confidence intervals: An interactive trivia-based classroom activity. *The American Statistician*. <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1305294>

Artículo concluido el 28 de Enero de 2018

Blanco, A. (2018). Directrices y recursos para la innovación en la enseñanza de la Estadística en la universidad: una revisión documental. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 251-267.

<https://doi.org/10.4995/redu.2018.9372>

Ángeles Blanco Blanco

Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Educación

medinam@uji.es

Profesora titular de universidad. Departamento de Investigación y Psicología en Educación.