

FORMACIÓN VIRTUAL EN ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA Y LA PROBABILIDAD PARA PROFESORES DE MATEMÁTICA EN EJERCICIO DE ARGENTINA

Liliana Mabel Tauber

Universidad Nacional del Litoral. (Argentina)

estadisticabiologiafhuc@gmail.com.ar

Resumen

Se describen las características de una propuesta de formación continua sobre Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística, destinada a profesores de Matemática en ejercicio en diversas instituciones, de gestión pública o privada, de Argentina. Se presenta la estructura general de la Especialización en Enseñanza de la Matemática en la que está inserta la propuesta de formación. A continuación, el diseño didáctico de la misma, detallando: conceptos, actividades y, asistentes didácticos y tecnológicos que se utilizan. Por último, analizamos algunas de las potencialidades y limitaciones de la propuesta.

Palabras Clave: educación estadística, formación de profesores, proyectos

Abstract

The paper describes some characteristics of a proposal of continuing education on Probability and Statistics teaching intended for in-service mathematics teachers from different institutions of public and private management in Argentina. It shows the general structure of the Specialization in Mathematics Teaching, which includes the training proposal. Then, we describe its didactic design in details: concepts, activities and the didactic and technological tools that are used. Finally, we analyze the strengths and restrictions of the proposal.

Key Words: teaching statistics, teacher training, projects

■ Introducción

La enseñanza de Probabilidad y Estadística ha sufrido con el tiempo diversas transformaciones, las cuales se ponen de manifiesto, especialmente en los planes de estudio de las carreras de Nivel Superior, en las que en su gran mayoría, se brinda al menos un curso de Estadística. De una manera contradictoria, estos avances no han quedado plasmados satisfactoriamente en las reformas educativas del nivel Secundario, especialmente en los países de Latinoamérica, en los que aunque se plantean contenidos estocásticos dentro de los diseños curriculares de Matemática, el enfoque que se da a los mismos es de corte puramente algorítmico y totalmente atomizado, dejando de lado el principal objeto de estudio de la Estadística, que es la variabilidad y la aleatoriedad (NAP, 2006).

Esta problemática ha sido detectada en investigaciones previas (Batanero, 2013; Boncompagni y Tauber, 2009; Tauber, Cravero y Redondo, 2013; Tauber, 2014, Pinto, Tauber, Zapata-Cardona, Albert, Ruiz y Mafozoki, 2017) en las que se exponen diversas dificultades en la formación estadística de los profesores, en la comprensión de éstos respecto de las Ideas Fundamentales de la Estadística, así como también en las propuestas que se realizan en los libros de texto que se utilizan en la Escuela Secundaria (Pomilio, Miño, Brignone y Pérez, 2016).

Teniendo en consideración los resultados de éstos y otros trabajos, hemos diseñado un módulo sobre Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística (que designaremos como EPE) dirigido a profesores en ejercicio en el Nivel Secundario, cuyo marco de referencia y características describiremos en las siguientes secciones.

■ Programa de Formación en el que se inserta el Módulo EPE

El Módulo EPE se inserta en el plan de estudios de la Especialización Docente de Nivel Superior en la Enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria, la duración de dicha Especialización es de dos años, mientras que el módulo dura dos meses. Todos los módulos de la Especialización se ofrecen de manera virtual y gratuita, a través de la plataforma del Programa Nacional de Formación Docente “*Nuestra Escuela*”, coordinado desde el Instituto Nacional de Formación Docente (INFD) y el Ministerio de Educación de la Nación (Argentina) (<http://nuestraescuela.educacion.gov.ar/postitulos/>).

Los destinatarios de esta Especialización son profesores de Matemática que se desempeñan en el Nivel Secundario o como formadores en Profesorados de Matemática.

La Especialización consta de 10 módulos, cada uno de ellos tiene una duración bimestral aunque la extensión, en horas, varía en función de los contenidos que se desarrollan. Los mismos son propuestas didácticas diseñadas especialmente para el ámbito virtual cuyo material de referencia ha sido escrito específicamente para esta Carrera.

En cada módulo, el equipo de trabajo está compuesto por un Responsable de Contenido, un Coordinador y un equipo de Tutores. Estos últimos son los mediadores docentes entre la propuesta del módulo y el grupo de cursantes a su cargo, mientras que el Coordinador se encarga de acompañar a los Tutores en todas las actividades inherentes al manejo y puesta a punto del aula virtual y el Responsable de Contenido, se encarga de revisar el material escrito, las actividades planificadas y de resolver las dudas que presentan los tutores en lo referente al contenido, así como de elaborar propuestas de formación continua en el área de competencia de cada módulo destinadas a los Tutores y al Coordinador.

Particularmente, el Módulo EPE tiene una duración de 46 horas distribuidas a lo largo de dos meses, en los que se incluyen seis clases (cada clase se expone y debate virtualmente durante una semana), quedando dos semanas para la elaboración del Trabajo Final que consiste en la elaboración y análisis didáctico de un proyecto estadístico para poner en práctica en el aula de algún curso del Nivel Secundario.

Cabe aclarar que esta experiencia se realiza desde 2015 y continuará hasta 2018 inclusive. El dictado del Módulo se repite cada bimestre y en cada periodo es cursado por un número variable de cursantes, aunque

podemos indicar que en los dos primeros años, han cursado en cada bimestre, entre 300 y 500 profesores residentes en distintos lugares del país.

■ Fundamentos teóricos en los que se basa el Módulo EPE

El Módulo de Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística (EPE) se centra en el desarrollo de las *Ideas Estocásticas Fundamentales* (Goetz, 2008) a través del trabajo por proyectos buscando promover el *Sentido y la Cultura Estadística* (Batanero, 2013).

Cuando hablamos de *Sentido Estadístico*, nos referimos a establecer relaciones entre los elementos de la *Alfabetización, el Razonamiento y el Pensamiento estadístico* (Gal, 2004), desde la comprensión profunda de las *Ideas Estocásticas Fundamentales* (Batanero y Díaz, 2011).

En este sentido, adoptamos la concepción de *ideas fundamentales* creada por Bruner (1960), quien indica que, en Educación (de una determinada disciplina) se deberían seguir las líneas principales que ofrece la Ciencia relacionada. En coincidencia con lo que plantea Goetz (2008), una tesis básica de esta concepción radica en que es posible enseñar los principios básicos de una disciplina, independientemente de la edad y del origen social de los destinatarios. Al adoptar este enfoque no sólo nos referimos al contenido de la Educación Estocástica sino también a la actitud que es característica, por ejemplo, para “*hacer Estadística*”. Es decir, cuando se “*hace Estadística*”, la actitud principal que deberíamos tener o fomentar (tanto en profesores como en alumnos) es la actitud crítica y la de hacernos preguntas, como por ejemplo: los datos que nos presenta el periódico, ¿son confiables?, ¿quién los obtuvo?, ¿en qué circunstancias?

Dado que consideramos que este tipo de actitud en Estadística es más importante que cualquier concepto o contenido, lo hemos tomado como una de las premisas que sirvieron de ejes organizadores para la propuesta realizada en el Módulo EPE. Es así que la organización no se centró en conceptos específicos sino que, tanto el desarrollo de las clases como las propuestas de actividades y de evaluación continua, estuvieron centradas en las Ideas Estocásticas Fundamentales (particularmente en: variación, aleatoriedad, distribución, resúmenes y probabilidad) y en la generación de distintos tipos de *razonamientos estocásticos* (Wild, Pfannkuch y Regan, 2011) centrados en la postura crítica que hemos mencionado antes.

En este sentido, la propuesta didáctica que desarrollamos a lo largo de cada clase y del material escrito específicamente para éstas (Instituto Nacional de Formación Docente y Tauber, 2015), se centra en distintos bloques que agrupa Ideas Estocásticas Fundamentales, considerando diversas dimensiones o componentes del *Razonamiento Estadístico* identificadas por Gal, 2004; Ben-Zvi y Garfield, 2004, Wild, Pfannkuch y Regan, 2011, entre otros, los cuales describiremos brevemente a continuación:

- a. *Para razonar estadísticamente necesitamos los datos.* Como indica Moore (1992), el objeto de la Estadística es el razonamiento a partir de datos empíricos. Los datos no son números, sino números en un contexto. Tener en cuenta esto implicará que, a la hora de sacar conclusiones sobre un problema o una pregunta, no podemos hacerlo desde la experiencia personal o desde lo anecdótico sino que necesitamos basarnos en la evidencia, la cual estará disponible sólo si tenemos datos que respalden nuestras conclusiones. Además, como plantea Escudero (2014), esos datos deberán tener cierto grado de confiabilidad. Por lo tanto, hemos planteado actividades asociadas a este tipo de razonamiento en

las que los cursantes deben producir sus propios datos a través de mecanismos aleatorios utilizando simulaciones on-line, teniendo que plantear previamente algunas preguntas de investigación que pudieran responderse a partir de la obtención de esos datos, para luego analizar el alcance de los mismos.

- b. *Para comprender la evidencia que proporcionan los datos necesitamos explorarlos y resumirlos.* Wild y Pfannkuch (1999) han resumido la afirmación anterior con el término *Transnumeración*, que indica la comprensión que surge cuando se cambia de un tipo de representación a otra de los datos (por ejemplo, de una tabla a un gráfico o a la inversa). Indican además que, al contemplar un sistema real desde la perspectiva de modelización, puede haber tres tipos de *Transnumeración*:
- al pasar de los datos brutos a una representación (tabular o gráfica) que permita extraer sentido de los mismos a través de la exploración y de la búsqueda de ajuste de modelos;
 - a partir de las medidas que “capturan” las cualidades o características principales del mundo real,
 - al comunicar el significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros.

Las distintas actividades planteadas a lo largo de las clases del Módulo EPE, promueven la utilización de distintos tipos de resúmenes y buscan problematizar sobre la adecuación de los mismos a las preguntas planteadas y al tipo de datos recolectados.

- c. *Para comprender la evidencia basada en los datos necesitamos identificar la variación observada y determinar su origen.* La recolección de datos que cumpla este requisito y las conclusiones o conjeturas que se deriven de ellos, requieren de ciertos modos de comprensión de la variación que siempre existe en la realidad y que se transmite a los datos que representan esa realidad. Siguiendo a Batanero y Díaz (2011), la Estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación y aprender del contexto. Por lo tanto, debemos promover formas de razonar que permitan determinar cuáles pueden ser las fuentes de variación (por ejemplo: variación en el muestreo, variación debida a factores, variación aleatoria, etc.), así como de la incertidumbre originada por la variación cuyas fuentes no quedan explicadas. Esto último genera razonamientos estocásticos más avanzados; por lo tanto, en la enseñanza, deberíamos comenzar generando razonamientos basados en la variación aleatoria o en el muestreo. En este sentido, los cursantes del Módulo EPE han tenido que planificar situaciones didácticas que permitan generar este tipo de razonamiento y las preguntas asociadas. Estas planificaciones, en ocasiones han sido realizadas de manera grupal y en la evaluación final, la deben realizar de manera individual.
- d. *Para comprender la realidad representada por nuestros datos necesitamos razonar a partir de modelos estocásticos.* La Estadística es esencialmente un proceso de modelización atravesado por la presencia de la aleatoriedad. En consecuencia, para razonar sobre los datos estadísticos y para poder encontrar tendencias, debemos analizar si nuestros datos se ajustan o aproximan a algún modelo probabilístico. En este sentido, el razonamiento basado en modelos probabilísticos, hace necesario conocer los supuestos teóricos en los que se basan dichos modelos. Otra necesidad que se hace imperiosa, es buscar formas para que el sujeto pueda diferenciar entre modelo y realidad. La utilización de simulaciones virtuales y también, de distintos software estadísticos, permitió que los cursantes del Módulo pudieran vivenciar situaciones en los que debían modelizar y además, analizar las virtudes y dificultades que pueden plantearse en el aula cuando proponemos este tipo de situaciones.

- e. *Para comprender la evidencia que brindan nuestros datos necesitamos integrar los conceptos estadísticos y el contexto del cual los obtuvimos.* Los datos en un contexto son la razón de ser de la Estadística. En consecuencia, lograr la integración coherente entre los conceptos estocásticos y el contexto es un componente esencial del razonamiento estadístico. A lo largo de la propuesta, se ha trabajado con diversas bases de datos reales, analizando las definiciones metodológicas de las variables incluidas y debatiendo sobre las complejidades que se presentan cuando debemos definir variables para obtener datos que nos permitan responder las preguntas planteadas. De esta manera se pone en evidencia la complejidad de la construcción de los datos estadísticos y la importancia de considerar tanto el contexto como las preguntas sobre las que se pretende dar respuestas a través de los datos.

Es así que, semanalmente se plantean actividades que buscan evaluar el proceso de los cursantes a partir del estudio colaborativo entre pares, del análisis y la elaboración de prácticas que integren de manera reflexiva las Ideas Estocásticas Fundamentales en el aula de matemática del Nivel Secundario, teniendo siempre como objetivo central formar alumnos *estadísticamente cultos* (Batanero y Díaz, 2011) y buscando integrar las nuevas tecnologías disponibles. En todas estas actividades, se propone utilizar algún asistente tecnológico, los cuales resumimos en la Tabla 1.

■ Propósitos y Alcances del Módulo EPE

Los propósitos de EPE se centran en facilitar un recorrido de reflexión pedagógica y de producción crítica para que los cursantes accedan a conceptos teóricos del campo de la Educación Estocástica y puedan ponerlos en práctica a la hora de analizar, planificar y evaluar su dinámica y su impacto en los procesos de enseñanza. En este sentido, las clases propuestas buscan profundizar en las Ideas Estocásticas Fundamentales (Goetz, 2008) a través del análisis crítico de artículos y de videos (Escudero, 2014 y Rosling, 2012, entre otros) centrados en esta temática, presentando además ejemplos de propuestas didácticas que se desarrollan alrededor de tales ideas.

Asimismo, las actividades de las tres primeras semanas, pretenden enfatizar en la construcción de preguntas de investigación que permitan generar proyectos estadísticos para trabajar con los alumnos de Nivel Secundario, en los que se puedan integrar diversas herramientas tecnológicas, como por ejemplo: simuladores o applets específicos para la enseñanza de la Probabilidad y la Estadística (Tauber y Cravero, 2012; Tauber, Bianchi y Cravero, 2014), software libre como Gapminder (www.gapminder.org) y análisis de datos basados en variables disponibles en línea (Gapminder, ONU, Banco Mundial, IPEC), entre otros.

Clase/Temática	IEF/Conceptos	Tipo de actividad	Asistentes didácticos	Herramientas Informáticas
1: Contextualización de la EE y de sus conceptos claves	Alfabetización, Razonamiento y Pensamiento Estadístico Concepciones	Individual y Grupal	Videos	Foro de Discusión
2: IEF (Parte I)	Datos y modelos	Grupal	Texto + Gapminder	Foro de discusión +

				Pizarra Electrónica
3: IEF (Parte II)	Distribuciones Probabilidad Aleatoriedad Variación	Grupal	Applets en línea	Foro de discusión + Documento compartido Drive
4: Tratamiento de las IEF en el aula de Matemática	IEF en los diseños curriculares	Individual	Bases de datos en línea Applets	
5: La enseñanza de Probabilidad y Estadística a través de proyectos	Elaboración de Proyectos estadísticos	Individual	Applets en línea	Foro de consulta
6: Recursos para la enseñanza de Probabilidad y Estadística	Bases de datos y ejemplos de proyectos ejecutados			Foro de consulta
Tabla 1: Secuenciación de actividades por clase en el Módulo EPE				

■ Temáticas de las clases y actividades que se proponen en el Módulo EPE

En la Tabla 1, resumimos las temáticas y las Ideas Estocásticas Fundamentales (que designamos con IEF) que se plantean en cada clase, el tipo de actividad, considerando que puede ser individual o grupal, los asistentes didácticos que se utilizan para el desarrollo de la clase o para la resolución de la actividad y las herramientas informáticas que sirven de apoyo para la elaboración de la actividad en el aula virtual.

Tanto las problemáticas desarrolladas en cada clase como las actividades planteadas giran alrededor de un bloque de IEF, los cuales han sido divididos en tres: datos y modelos, distribuciones y probabilidad, aleatoriedad y variación. Las actividades promueven la reflexión de los docentes acerca del tratamiento de tales ideas en el aula, a través de la resolución de proyectos, en los cuales puedan integrarse los distintos tipos de razonamientos que hemos descrito antes. Estas actividades son de resolución grupal y promueven el trabajo colaborativo, incluyendo una actividad inicial que profundiza en las preconcepciones de los docentes en relación con la enseñanza de la disciplina. Como evaluación de la experiencia, cada cursante, debe elaborar un trabajo final individual en el que pueda integrar los bloques de IEF a través de la elaboración de un proyecto para ser implementado en el aula de un curso de nivel Secundario de su propia elección.

■ Reflexiones Finales

Luego de dos años de trabajo y diez ediciones del Módulo EPE, hemos podido ofrecer formación continua en el área a unos 4000 docentes de matemática de todo el país. La mayoría de ellos ha indicado que su formación estadística era escasa o nula (un 80%) y que esta propuesta les ha permitido ampliar su conocimiento en el área, así como también han podido expresar sus temores respecto de encarar la

enseñanza de Probabilidad y Estadística. Por otra parte, hubo muchos de ellos que se han animado a implementar los proyectos elaborados a lo largo del módulo.

Consideramos que esta experiencia ha permitido a los docentes conocer muchos contenidos estocásticos que no habían aprendido en sus experiencias de formación previas, pero aun así pensamos que no es suficiente para lograr fomentar el pensamiento estadístico en profesores que deberían promover la *Cultura Estadística* de sus alumnos.

Es por ello que, en futuros trabajos, prevemos realizar un análisis de contenido de una muestra de actividades elaboradas por los cursantes con el fin de detectar problemáticas específicas asociadas a las distintas IEF en las que deberíamos profundizar en la formación.

■ Referencias bibliográficas

Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: componentes y desarrollo. En: *Probabilidad Condicionada. Revista de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria, N° 1, Vol. 1.*

Batanero, C. y Díaz, C. (2011). *Estadística con Proyectos*. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical Literacy, Reasoning and Thinking: goals, definitions and challenges. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, pp. 3-15.

Boncompani, L. y Tauber, L. (2009). Lectura e interpretación de resúmenes estadísticos en futuros profesores de matemática. En: *Actas del XXXVII Coloquio Argentina de Estadística*. Sociedad Argentina de Estadística. Catamarca.

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Escudero, W. (2014). *Qué es (y qué no es) la Estadística. Usos y abusos de una disciplina clave en la vida de los países y las personas*. 1ª edición. Colección Ciencia que ladra. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores Argentina.

Gal, I. (2004) Statistical Literacy. Meanings, Components, Responsibilities. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 47-78). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Goetz, S. (2008). Fundamental ideas and basic beliefs in Stochastics. Theoretical Aspects and Empirical Impressions from the Education of Student Teachers. Recuperado el 10 de noviembre de 2014 de: <http://fplfachdidaktik.univie.ac.at/fileadmin/contributiongoetzrevised.pdf>.

Instituto Nacional de Formación Docente y Tauber, L. (2015). Clase 2: Ideas estocásticas fundamentales en la enseñanza de probabilidad y estadística. Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística. Especialización docente de Nivel Superior en la Enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.

Ministerio de Educación de la Nación. Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Enero de 2006.

- Moore, D. (1992). Teaching Statistics as a respectable subject. In F. & S Gordon (Eds.), *Statistics for the twenty-first century*. MAA notes, N 26, pp. 14-25. Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Pinto, J.; Tauber, L.; Zapata-Cardona, L.; Albert, A.; Ruiz, B. y Mafozoki, J. (2017) Alfabetización Estadística en Educación Superior. En: *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 30, 227-235.
- Pomilio, C.; Miño, M.; Brignone, N y Pérez, A. (2016). Análisis de actividades sobre estadística descriptiva en libros de educación media: ¿Qué se pretende que los estudiantes aprendan? En: *Educacao Matematica Pesquisa. Revista do programa de Estudos Pos-Graduados em Educacao Matematica*.
- Rosling, H. (2012) Hans Rosling revela nuevas ideas sobre la pobreza. *Charla TED*. Recuperado el 30 de agosto de 2017 de: https://www.ted.com/talks/hans_rosling_reveals_new_insights_on_poverty/transcript?language=es#t-1028136
- Tauber, L. (2014). Argumentos utilizados por profesores de matemática para explicar conceptos asociados a la idea de aleatoriedad. En: *Actas de IV Encuentro de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Análisis de Datos, Cartago, Costa Rica*.
- Tauber, L.; Bianchi, M. y Cravero, M. (2014). Utilización de Applets para favorecer la construcción de ideas fundamentales de la inferencia estadística informal. En: *Memorias del IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos*. Costa Rica.
- Tauber, L.; Cravero, M. y Redondo, Y. (2013). Evaluación de errores de profesores de matemática en tareas de Alfabetización Estadística y de Razonamiento Estadístico. En: *Probabilidad Condicionada. Revista de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria, N° 1, Vol. 1*.
- Tauber, L. y Cravero, M. (2012). Generación de las ideas fundamentales de la Alfabetización Estadística a través del trabajo con proyectos. *Serie B: Trabajos de Matemática, N° 61, pp. 93-106*. Córdoba: FAMAF. Universidad Nacional de Córdoba.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.
- Wild, C.; Pfannkuch, M. y Regan, M. (2011). Towards more accesible conceptions of statistical inference. In: *Journal Research of Statistical Society, 174, part 2, pp. 247-295*.