

## PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE PROFESORES EN PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Jesús E. Pinto Sosa<sup>1</sup>, Lucía Zapata-Cardona<sup>2</sup>,  
Liliana Mabel Tauber<sup>3</sup>, Hugo Alvarado Martínez<sup>4</sup>, Blanca Ruiz Hernández<sup>5</sup>.  
Universidad Autónoma de Yucatán<sup>1</sup>, Universidad de Antioquia<sup>2</sup>,  
Universidad Nacional del Litoral<sup>3</sup>, Universidad Católica de la Santísima Concepción<sup>4</sup>, Instituto  
Tecnológico de Monterrey<sup>5</sup>.  
(México<sup>1,5</sup>, Colombia<sup>2</sup>, Argentina<sup>3</sup>, Chile<sup>4</sup>)  
psosa@correo.uady.mx, luzapata@ayura.udea.edu.co, estadisticamatematicafhuc@gmail.com,  
alvaradomartinez@ucsc.cl, bruiz@itesm

### Resumen

En esta ocasión, la Red Latinoamericana de Investigación en Educación Estadística (RELIEE), pretende abordar la problemática de la formación y actualización de profesores. Si bien en Latinoamérica el avance de la investigación sobre el profesor de Probabilidad y Estadística va en crecimiento constante, no es así en cuanto al conocimiento de programas y resultados de intervención para la mejora de la práctica docente en el aula. Se comparten propuestas y experiencias de implementación en cuatro países latinoamericanos, lo que permitirá documentar y difundir diferentes alternativas de interés para los profesores y responsables de la actualización o desarrollo profesional docente.

**Palabras clave:** formación de profesores, educación estadística, estadística, profesor de estadística, currículo

### Abstract

In this paper, the Latin-American Research Network on Statistical Education (RELIEE), seeks to address the problem of teacher's training and professional development. In Latin America, the advance in research on the teacher of Probability and Statistics is growing steadily; however, it's not the same in terms of knowledge on teacher training programs and intervention results to improve teaching practice in the classroom. We share proposals and implementation of experiences in four Latin American countries, which will allow documenting and disseminating different alternatives of interest for teachers and for those who are in charge of teachers' upgrading and professional development.

**Key words:** teacher education, statistics education, statistics, statistics professor, curriculum

### ■ Introducción

En los últimos 10 años, los resultados de investigación en países latinoamericanos como Argentina, Colombia, México y Chile, por citar algunos, han reportado la necesidad de la formación y actualización de los profesores en Probabilidad y Estadística, en los diferentes niveles educativos. Tal como señala Pinto

(2010), esto puede ser atribuible a la inexistencia de programas que promuevan, no sólo la actualización pedagógica general, sino también la profesionalización de la enseñanza y aprendizaje de la Probabilidad y Estadística. Una necesidad que ha sido también reconocida por los profesores.

Por otro lado, la investigación en Iberoamérica sobre la implementación e intervención de programas de mejoramiento docente en Educación Estadística y sus resultados, es incipiente.

Nuestra comunidad educativa latinoamericana es consciente de ello y para esta ocasión correspondió explorar, conocer, analizar y discutir sobre experiencias de intervención de programas de formación y actualización de profesores en el ámbito de la Educación Estadística. El propósito de este artículo es presentar los avances de cuatro experiencias de investigación e intervención en el ámbito de la formación y actualización de profesores de Probabilidad y Estadística en Latinoamérica. Esto nos permitió conocer no sólo los fundamentos teóricos que subyacen en las propuestas, sino además, sus características de operación, valorar los resultados obtenidos, así como comprender más la práctica del profesor, sus necesidades y retos que enfrentar en los próximos años.

Ciclos formativos de actualización y formación de profesores en el desarrollo del sentido estadístico (Chile)

El Marco Curricular de Matemática de Chile actualizó su plan de formación en el eje de Datos y Azar, desplazando algunos contenidos a la educación primaria y por otro lado ampliando nuevos conceptos con mayor profundización en la educación secundaria. Frente a este escenario surgen cuestiones de desarrollo e investigación como ¿qué dificultades de argumentación y modelización en probabilidades presentan los profesores de matemática? Y ¿qué estadísticas se deben enseñar para introducir un objeto estocástico?

En la Octava región de Chile, se han llevado a cabo cinco *ciclos formativos de actualización y formación de profesores en el desarrollo del sentido estadístico*, a través de *Talleres* (originalmente conocidos como *Workshops*) cuya implementación ha tenido como base el análisis de las ideas estadísticas fundamentales para explicitar el conocimiento especializado del contenido, el razonamiento estadístico, la resolución de problemas, seguido de un análisis de los procesos estadísticos y posteriormente socializar con los profesores los conflictos semióticos puestos en juego. Los *Talleres* y módulos propuestos, se han llevado a cabo bajo el auspicio del Departamento de Matemática y Física Aplicadas de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, y dirigidos a la comunidad educativa de profesores. Los cinco ciclos formativos implementados fueron los siguientes:

1. *Taller I-2014*: Escuela de Verano en Didáctica de la Matemática. Módulos: Datos y azar y su didáctica- Tópicos de datos y azar.
2. *Taller II-2015*: Escuela de Verano en Didáctica de la Matemática. Módulos: Datos y azar y su didáctica- Tópicos de datos y azar.
3. *Taller III-2016*: Azar y Probabilidades. Módulos: Descubriendo la aleatoriedad- El lenguaje de los gráficos estadísticos- Comprensión de los significados de la Probabilidad- Instrumentos de evaluación para datos y azar- Modelos de Probabilidad en situaciones cotidianas.
4. *Taller IV-2016*: Resolución de Problemas de Probabilidad y Estadística en la Escuela. Módulos: Resolución de problemas de probabilidad- Exploración de distribuciones de medias de medias muestrales con recursos informáticos.

5. *Taller V-2017: Estadística por Proyectos. Módulos: Estadística por proyectos en estudiantes de secundaria- Descubriendo los significados de la probabilidad- análisis exploratorio de datos con Excel- Introducción a la inferencia estadística- Foro Panel:*

Alfabetización estadística y su desarrollo en la escuela. La experiencia de los *Talleres* implementados, algunos en colaboración con especialistas del grupo RELIEE, ha permitido la reflexión de un grupo de profesores de matemática en torno a la práctica docente de la enseñanza de la Probabilidad y Estadística en la escuela y de los desafíos de apropiarse de nuevos conocimientos presentes en el currículo de Estadística (Bastías, Alvarado y Retamal, 2017; Cid, Retamal y Alvarado, 2017).

Con base en los resultados obtenidos, se confirma el interés de continuar con los ciclos formativos para mejorar el desarrollo profesional del profesor de Matemática y de los aprendizajes de los estudiantes de los distintos niveles educativos en el conocimiento didáctico-estocástico; pero con la necesidad de que estos sean más extensos. Asimismo, se tiene previsto para 2018, indagar en la elaboración de un marco metodológico que permita analizar el proceso de estudio de la alfabetización estadística en jóvenes motivados y con habilidades en matemática que no han tenido las oportunidades de fortalecer sus competencias matemáticas en ambientes aleatorios.

#### Formación de profesores de estadística como intelectuales transformativos (Colombia)

Muchos de los profesores que actualmente tienen la responsabilidad de la enseñanza de la estadística en Colombia han sido formados bajo un paradigma técnico —énfasis en sus conocimientos, habilidades y competencias para resolver de manera eficiente e instrumental los problemas de la enseñanza (Zapata-Cardona y González Gómez, 2017)—. El profesor aprende ciertos conceptos y procedimientos estadísticos para luego reproducirlos en la enseñanza. No obstante, esta mirada técnica es restrictiva tanto en términos de la formación disciplinar como del desarrollo profesional del profesor, pues lleva consigo la visión de la estadística como una ciencia terminada, utilitarista, instrumental y *formalizante*, y el desarrollo profesional como una forma de refinar el conocimiento disciplinar. Para superar estas limitaciones, hemos incursionado en la formación, tanto inicial como continuada, de profesores de matemáticas con fundamento en las *investigaciones estadísticas* (Zapata-Cardona, 2016) que no solo centran su atención en refinar el conocimiento disciplinar del profesor sino también el conocimiento didáctico en escenarios reales (llamados crisis sociales por Skovsmose, 1999). Las investigaciones estadísticas es una propuesta de formación holística que busca impactar la acción del profesor en el aula y su pensamiento estadístico (MacGillivray y Pereira-Mendoza, 2011; Wild y Pfannkuch, 1999), pero al tiempo aportar a la *ciudadanía crítica*. Un ejemplo de este tipo de investigaciones está propuesto en Franklin y Mulekar (2006) quienes estudiaron las temperaturas promedio del planeta durante 100 años buscando evidencia estadística de calentamiento global. Otros ejemplos de investigaciones estadísticas están en Zapata-Cardona (2016).

En Colombia los lineamientos para el diseño de currículos institucionales de matemáticas (Ministerio de Educación Nacional, 1998; 2006) contempla un componente de manejo de datos y probabilidad. No obstante, muchos profesores se sienten pobremente preparados cuando tienen que asumir este reto (Zapata-Cardona y Rocha Salamanca, 2011). Para apoyar tanto la formación inicial como continuada de profesores que enseñan estadística se diseñó dos propuestas de formación que se han venido implementando y refinando en los últimos cuatro años y que se describen a continuación.

*Seminario de didáctica de la estadística.* Este es un curso en la modalidad de seminario en el cual los profesores en formación avanzan por investigaciones estadísticas fundamentadas en situaciones críticas de la sociedad (producción de basuras, cambio climático, indicadores de pobreza etc...) para robustecer la comprensión de conceptos estadísticos en contextos particulares (Pfannkuch, 2011) y generar reflexiones sobre el componente didáctico. Además, los profesores en formación diseñan investigaciones estadísticas para la escuela primaria y secundaria. El seminario tiene un fuerte componente teórico, pero también un importante componente práctico.

*Formación de profesores de estadística en ejercicio.* Los profesores en ejercicio participan en investigaciones estadísticas pero su gran desafío es diseñar, implementar, evaluar y reformular esas investigaciones estadísticas. En esta propuesta hay un fuerte componente de discusión y reflexión con los pares académicos. Es una propuesta de trabajo colaborativo en la cual los profesores asumen conjuntamente las tensiones de su práctica y proponen soluciones de naturaleza didáctica como una comunidad de práctica (De Oliveira Souza, Lopes, y Pfannkuch, 2015).

Razonamientos de profesores de matemática asociados a las ideas de aleatoriedad y modelo (*Argentina*)

En Argentina, a partir de 2011, se inició una reforma en el Nivel Secundario (NAP, 2006), la misma promueve el trabajo con datos y con modelos desde la construcción de un sentido crítico de los mismos y basado en el trabajo con proyectos multidisciplinarios (NIC, 2016). Como consecuencia, surge la necesidad de brindar formación a los profesores de Matemática que, en su mayoría, han recibido una enseñanza escasa o nula en el área. Es así que, al momento de diseñar una propuesta de formación, hemos considerado algunas problemáticas detectadas en diversas investigaciones previas que dan cuenta de:

- las concepciones inadecuadas de los profesores en relación con la aleatoriedad y los modelos asociados (Tauber, 2014),
- los errores, dificultades y, en ocasiones la falta de conocimiento que presentan los profesores en relación con conceptos del análisis de datos (Pfannkuch, 2007),
- el enfoque de los libros de texto, centrado en procedimientos y algoritmos (Pomilio, Miño, Brignone y Pérez, 2016).

A partir de estos resultados se diseñó tres propuestas de formación para profesores de Matemática, a las cuales nos referiremos a continuación:

1. Curso de extensión a distancia “*Alfabetización Estadística en la escuela obligatoria argentina*” (Cravero, Redondo y Tauber, 2012), desarrollado virtualmente a través del Centro Multimedial de Educación a Distancia de la Universidad Nacional del Litoral. Fue la primera experiencia que permitió a los cursantes elaborar proyectos estadísticos para el Nivel Secundario, centrados en las ideas fundamentales de: Distribución, Datos, Variables y Resúmenes estadísticos.
2. *Módulo de Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística (EPE)* es un módulo obligatorio, bimestral y virtual (INFD y Tauber, 2015; Tauber y Redondo, 2016), que se desarrolla en el marco de una Especialización Docente de Nivel Superior en Enseñanza de la Matemática en la Educación Secundaria y que depende del Instituto Nacional de Formación Docente (INFD). El propósito de este módulo fue el de facilitar un recorrido de reflexión pedagógica y de producción crítica que

permitió a los cursantes fortalecer su formación en torno a conceptos estocásticos y a su implementación didáctica.

3. En 2018 se iniciará el desarrollo de dos módulos, que se dictarán en el marco de una Especialización en Didáctica de la Matemática. Los mismos pretenden abordar: la construcción del sentido estocástico, las particularidades de la elaboración, contrastación y validación de conjeturas y, el problema de la falta de articulación entre los conceptos probabilísticos y estadísticos.

#### La enseñanza de la Estadística con proyectos a nivel universitario (*México*)

En México, las investigaciones o la publicación de los resultados sobre programas de actualización con profesores de Probabilidad y Estadística, tanto en educación media superior o superior, son poco conocidos. Diferentes estudios han dado cuenta de las necesidades específicas de actualización de profesores en estos niveles educativos (ej. Leiria, González y Pinto, 2015; Pinto, Andueza, Canto, 2016). Con base en lo anterior, a mediados de 2015 se inició el estudio *Estadística con proyectos (EstPro)*, cuya finalidad última es definir e implementar un programa de formación y actualización docente a través de la *EstPro*. Algunos resultados de la investigación pueden verse en Flores y Pinto (2017). El sustento teórico y conceptual de *EstPro* recae en los estudios de Wild y Pfannkuch (1999), Burgess (2008), las recomendaciones emitidas en la *Guía para la evaluación y la enseñanza de la educación Estadística* (GAISE por sus siglas en inglés) por Franklin, et al (2007); así como las orientaciones del *Proyecto Internacional sobre Alfabetización Estadística* (ISLP, por sus siglas en inglés, disponible en: <https://iase-web.org/islp/>).

De 2016 a 2017, se han implementado tres talleres de actualización con profesores en ejercicio, cuya finalidad ha sido presentarles los elementos para trabajar la *EstPro* en sus aulas. Esto ha permitido identificar y comprender más el *conocimiento en uso* que tienen los profesores, así como las necesidades específicas de actualización. Producto de este trabajo, surgió la *Guía para el diseño de proyectos en Estadística*, cuya versión actual ha sido mejorada a partir de los comentarios de los propios docentes. Actualmente se está diseñando varios trayectos formativos, a modos de diplomados, que ofrezcan alternativas dirigidas a docentes en ejercicio y que deseen mejorar y profesionalizar más la enseñanza de la Probabilidad y Estadística. Se trata de ciclos de talleres, cuyos itinerarios de aprendizajes tendrán como características: a) problematización a partir de situaciones hipotéticas y reales de enseñanza y aprendizaje, b) trabajo colaborativo, c) revisión de experiencias e informes, y d) reflexión sobre la práctica docente. Se estima que comience su implementación en 2018, y de manera gradual se ofrezca bajo la modalidad presencial, mixta y no presencial.

#### ■ Conclusión

La preocupación por generar espacios de formación y actualización de profesores en los 4 países de América Latina se ha visto reflejada en nuestro grupo de discusión. Desde diferentes perspectivas, las propuestas no sólo se enfocan a la adquisición de conocimientos de manera aislada y compartimentalizada, sino también al énfasis en los diferentes elementos que caracterizan el razonamiento estadístico y el sentido estocástico, y que subyacen y sostienen al conocimiento abstracto; tales como la vinculación entre el sentido práctico y teórico de la probabilidad, el enlace entre la estadística y la

probabilidad, la importancia del contexto y la oportunidad de retomar escenarios reales de nuestro entorno, la validación de conjeturas y un constante transitar entre el trabajo con los datos y la construcción de modelos.

El uso de recursos como la resolución de problemas, las investigaciones estadísticas o los proyectos estadísticos pretenden la discusión y comprensión de conceptos estadísticos más allá de su propia definición.

Las propuestas también tienen en común el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje de los profesores con un ambiente que propicia la reflexión sobre la forma en que están adquiriendo el conocimiento. En una relación de recíproca retroalimentación, se busca que los profesores no sólo mejoren su razonamiento estadístico sino también su actividad docente dentro del aula.

Las propuestas aquí descritas se caracterizan por una reflexión profunda de los expositores basada en los resultados de investigación en didáctica, pero también en su experiencia como formadores de profesores y profesores de estadística. Esto, a su vez, genera mayores aportes a la investigación en didáctica de la estadística y a la formación y desarrollo profesional de profesores. Sin embargo, la experiencia vivida dentro del grupo de discusión con los profesores asistentes reflejó una necesidad muy grande de una mayor difusión de estas propuestas para que puedan ser implementadas tanto en las diversas ciudades, como en esos lugares remotos con escasos recursos y medios de comunicación, que abundan en nuestra América Latina.

#### ■ Referencias bibliográficas

- Bastias, H. Alvarado, H. y Retamal, L. (2017). Explorando el significado intuitivo de probabilidad en profesores de matemática. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M.M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en: [enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html)
- Burgess, T. (2008). Teacher knowledge for teaching statistics through investigations. En C. Batanero, G. Burril, C. Reading & A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education*. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference. Monterrey: ICMI y IASE.
- Cid, N., Retamal, P. y Alvarado, H. (2017). Un estudio inicial sobre conocimientos de probabilidad binomial en profesores de matemática. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M.M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en: [enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html)
- Cravero, M.; Redondo, Y. y Tauber, L. (2012). *Alfabetización Estadística en la escuela secundaria obligatoria argentina*. CEMED: Universidad Nacional del Litoral.
- De Oliveira Souza, L., Lopes, C. E., y Pfannkuch, M. (2015). Collaborative Professional Development for Statistics Teaching: A Case Study of Two Middle-School Mathematics Teachers. *Statistics Education Research Journal*, 14(1), 112-134.
- Flores, A. y Pinto, J. (2017). Características de la enseñanza de la Estadística por proyectos. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* Vol. 30. CLAME.

- Franklin, C., y Mulekar, M. (2006). Is Central Park warming? *Mathematics Teacher*, 99(9), 600-605.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., y otros. (2007). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A pre-K-12 curriculum framework. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Instituto Nacional de Formación Docente y Tauber, L. (2015). *Módulo de enseñanza de la 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 de la Nación.
- Instituto Nacional de Formación Docente y Tauber, L. (Enero, 2016). Ministerio de Educación de la Nación. Núcleos de Aprendizaje Prioritarios.
- Instituto Nacional de Formación Docente y Tauber, L. (Abril, 2016). Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos.
- MacGillivray, H., y Pereira-Mendoza, L. (2011). Teaching statistical thinking through investigative projects. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading, *Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/IASE Study* (págs. 109–120). Springer Science+Business Media. doi:10.1007/978-94-007-1131-0\_14
- Ministerio de Educación Nacional . (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Santa Fe de Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares Matemáticas*. Santa Fe de Bogotá: MEN.
- Leiria, A., González, M. y Pinto, J. (2015). Conocimiento del profesor sobre pensamiento estadístico. *PNA Revista de investigación en didáctica de la matemática*, 10 (1), pp. 25-52. Disponible en: [http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Leiria2015PNA10\(1\)Conocimiento.pdf](http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Leiria2015PNA10(1)Conocimiento.pdf). ISSN 1887-3987 (en línea).
- Pinto, J. (2010). *Conocimiento didáctico del contenido sobre la representación de datos estadísticos: Estudios de casos con profesores de estadística en carreras de psicología y educación*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, España.
- Pinto, J., Andueza, Z. y Canto, P. (2016). Uso de la evaluación formativa en temas de estadística. *Debates en Evaluación y Currículum/ Congreso Internacional de Educación Evaluación*, 2 (2), pp. 2878-2888. Disponible en: <http://posgradoeducacionuatx.org/pdf2016/C087.pdf>. ISSN: 2448-6574 (en línea).
- Pfannkuch, M. (2007). Year 11 students' informal inferential reasoning: a case study about the interpretation of box plots. *Mathematics Education*. V. 2, N. 3, 149 -167.
- Pfannkuch, M. (2011). The Role of Context in Developing Informal Statistical Inferential Reasoning: A Classroom Study. *Mathematical Thinking & Learning*, 13(1/2), 27-46. doi:10.1080/10986065.2011.538302
- 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? *Educacao Matematica Pesquisa. Revista do programa de Estudos Pos-Graduados em Educacao Matematica*.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. (P. Valero, Trad.) Bogotá: Una Empresa Docente (Trabajo original publicado en 1994).

- Tauber, L. (2014) Argumentos utilizados por profesores de matemática para explicar conceptos asociados a la idea de aleatoriedad. En: *Memorias IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos*. Cartago, Costa Rica.
- Tauber, L. y Redondo, Y (2016). Propuesta de formación virtual en enseñanza de la Estadística y la Probabilidad para profesores de matemática en ejercicio. En: *Actas de XX Jornadas Nacionales de Educación Matemática*. Valparaíso, Chile.
- Wild, C., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223–265.
- Zapata Cardona, L. (2016). *¿Estamos promoviendo el Pensamiento Estadístico en la enseñanza?* 2° Encuentro Colombiano de Educación Estocástica, Bogotá, agosto 10 al 12, 2016.
- Zapata-Cardona, L. y González Gómez, D. (2017). Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. *Revista Educación Matemática*, 29, (1), 61-89.
- Zapata-Cardona, L., y Rocha Salamanca, P. (2011). Actitudes de profesores hacia la estadística y su enseñanza. *XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática - CIAEM*. Recife.