

Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza

Teachers' Images about Statistics and its Teaching

Lucía Zapata-Cardona¹
Difariney González Gómez²

La estadística es una disciplina metodológica. No existe por sí misma, sino para ofrecer a otros campos de estudio un conjunto coherente de ideas y herramientas para hacer frente a los datos. (Cobb y Moore, 1997: 801)

Resumen: Este artículo discute las imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. Se partió de sus trayectorias para explicar el origen de las imágenes sobre la estadística y cómo mediante la participación en un programa de formación continua, estas imágenes se fueron transformando. Los participantes de esta investigación fueron 10 profesores en servicio que tenían la responsabilidad de la enseñanza de la estadística en la escuela primaria (6-11 años), secundaria (11-15 años) o media (15-17 años) en instituciones públicas de la ciudad de Medellín, Colombia. Los profesores participaron en un programa de formación continua inspirado en la teoría social del aprendizaje, en el cual diseñaron lecciones de estadística, las llevaron a la práctica y reflexionaron sobre su puesta en escena. Las fuentes de información fueron sus discursos en

Fecha de recepción: 14 de diciembre de 2015. **Fecha de aceptación:** 7 de diciembre de 2016.

¹ Universidad de Antioquia, luzapata@ayura.udea.edu.co

² Universidad de Antioquia, difariney.gonzalez@udea.edu.co

el programa de formación, escritos autobiográficos, escritos reflexivos y entrevistas semi-estructuradas. Los resultados revelaron que los profesores iniciaron con unas imágenes estáticas, técnicas e in-transformables de la estadística, y fueron construyendo imágenes de la estadística como herramienta de indagación empírica.

Palabras clave: *formación continua de profesores, estadística escolar, indagación empírica, teoría social del aprendizaje, imágenes sobre la estadística.*

Abstract: This article discusses teachers' images on statistics and its teaching. It began with their trajectories to explain the formation of images on statistics and how through participation in a professional development program these images were transformed. The participants of this research were 10 in-service teachers who were responsible for teaching statistics either in elementary (6-11 years), middle (11-15 years) or high school (15-17 years) in public schools in Medellín, Colombia. The teachers participated in a professional development program inspired by the social learning theory in which they designed statistical lessons, put them into practice and reflected on the implementation. The sources of information were their discourses in the program, autobiographical writings, reflective writings and semi-structured interviews. The results revealed that teachers began with static, technical, and un-transformable images of statistics and they started to construct images of statistics as a tool for empirical inquiry.

Keywords: *teacher professional development, school statistics, empirical inquiry, social theory of learning, images about statistics.*

PROBLEMA

En el sistema educativo colombiano, la estadística no es un área independiente en el currículo, sino una rama de las matemáticas que, junto con otros cuatro componentes, contribuye a la formación del pensamiento matemático. Así lo establecen los Estándares Básicos de Competencia (Ministerio de Educación Nacional, 2006) y los Lineamientos Curriculares (Ministerio de Educación Nacional, 1998), en los cuales la matemática está compuesta de cinco pensamientos a saber: numérico, espacial, métrico, aleatorio y variacional. Esta configuración del currículo resulta ser un poco problemática para la formación de los profesores que tienen bajo su responsabilidad la enseñanza de la estadística. En

Colombia los profesores que enseñan estadística –en la escuela primaria (6-11 años), secundaria (11-15 años) y media (15-18 años)– han sido formados en programas profesionales de educación matemática con un número importante de cursos para apoyar el componente numérico y variacional, pero un limitado número de cursos para el componente aleatorio. Un estudio realizado en Colombia con profesores que enseñan estadística reveló que la mayoría de ellos solamente tenían un curso de estadística en su formación profesional, y varios no tenían ni un solo curso en sus currículos (Zapata-Cardona y Rocha, 2011) –especialmente aquellos que consiguieron sus títulos profesionales antes de la promulgación de los Lineamientos Curriculares (Ministerio de Educación Nacional, 1998) y los Estándares Básicos de Competencia (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Esta característica en la formación profesional de los profesores que enseñan estadística los deja débilmente preparados para afrontar con éxito los desafíos de la enseñanza. Es posible que la enseñanza de la estadística bajo este escenario de formación de los profesores atienda cercanamente a la epistemología de las matemáticas y pobremente a la epistemología de la estadística. Por ejemplo, un reciente estudio mostró que es común encontrar en las clases de estadística de nuestro sistema educativo que los profesores introducen algoritmos para el cálculo de medidas, seguidos de ejercicios de aplicación de dichos algoritmos (Zapata-Cardona, 2014). Este formato también es apoyado por la estructura de los libros de texto escolar (Zapata-Cardona y Marrugo-Escobar, 2016). De acuerdo con Cobb y Moore (1997) esta forma rompe con los principios epistemológicos de la estadística, en la cual la variación y el contexto real son elementos esenciales. Pues la estadística no es un conjunto de herramientas ingeniosas, su valor viene del uso en contextos reales y –la estadística debería enseñarse como estadística– (Cobb y Moore, 1997: 814). Además, se desperdicia todo el potencial para el desarrollo del *pensamiento estadístico*. Enfocarse en los datos para aplicar algoritmos es mutilar el proceso de investigación empírica –que va desde el planteamiento de problemas, diseño de planes de recolección de información, análisis y conclusiones– y coartar las posibilidades para el desarrollo del pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999). En este estudio discutimos las imágenes que tiene el profesor que enseña estadística sobre la estadística y su enseñanza, y cómo a partir de un programa de formación de profesores esas imágenes se fueron transformando.

MARCO TEÓRICO

DIFERENCIAS ENTRE LAS MATEMÁTICAS Y LA ESTADÍSTICA

La estadística tradicionalmente ha sido enseñada en los salones de clase de nuestro sistema educativo con una fuerte fundamentación matemática en la cual se privilegia la abstracción, la deducción y el manejo de expresiones simbólicas (Zapata-Cardona, 2014). Sin embargo, algunos autores argumentan que si bien la estadística hace uso extensivo de las matemáticas, no puede considerarse un subconjunto de las mismas (Cobb y Moore, 1997; Moore, 2000).

La matemática es una ciencia de naturaleza deductiva donde los argumentos están contruidos a partir de secuencias lógicas de premisas (axiomas e inferencias lógicas) que llevan a una conclusión –también llamada deducción–. La estadística, en cambio, es una ciencia de naturaleza inductiva en la cual las conclusiones surgen de acuerdo con la probabilidad de los argumentos, y a partir de la observación repetida de objetos o eventos de la misma índole. Por ello, se dice que la matemática se centra en el estudio de patrones abstractos donde el contexto oscurece la estructura (por ejemplo, el álgebra y el cálculo proposicional), mientras que la estadística es una herramienta que permite dotar de sentido al mundo donde el contexto aporta significado. En este sentido Groth (2015) afirma:

La mayor parte del discurso matemático se basa en el razonamiento deductivo y el lenguaje de la prueba definitiva, mientras que el discurso estadístico se caracteriza a menudo por el razonamiento inductivo y conclusiones calificadas (4).

Otra diferencia importante entre las matemáticas y la estadística es la condición de certeza. Las matemáticas, por su estructura deductiva, apuntan a respuestas “correctas” –respuestas que están medianamente determinadas–. Mientras que la estadística, por la naturaleza propia de la variación, busca respuestas dentro de un rango razonable pero nunca se espera, por ejemplo, que una distribución muestral sea exactamente igual a otra. Así, “la estadística es de alguna manera, diferente de las matemáticas, particularmente por la incerteza que rodea las conclusiones que se sacan de los datos” (Burgess, 2009: 18).

La diferencia entre las matemáticas y la estadística conlleva a diferencias en el razonamiento matemático y el estadístico. En las matemáticas, por ser una ciencia centrada en el estudio de patrones, el razonamiento matemático involucra

el razonamiento sobre patrones (delMas, 2004). Los patrones abstractos con los que funciona la matemática surgen del mundo real o de los mecanismos internos de la mente humana. Esto se ve claramente en la notación abstracta que usa el álgebra moderna. Aunque la matemática es una creación humana, las entidades a partir de las cuales se construye no existen en el mundo físico, solo en la mente humana. En la actividad de razonamiento matemático el individuo tiene que crear referentes mentales, un proceso que es complejo, puesto que no existen las contrapartes de esas entidades en el mundo físico (delMas, 2004).

En cambio, el razonamiento estadístico está fuertemente vinculado a los datos y al contexto. El contexto podría o no podría jugar un importante rol en el razonamiento matemático. La instrucción matemática puede inicialmente usar contextos familiares para motivar y hacer accesibles a los estudiantes los conceptos abstractos. Cuando los estudiantes eventualmente se han apropiado del objeto matemático, ya no requieren del contexto para razonar con el objeto matemático. El trabajo posterior con el concepto puede ser llevado a cabo desde un punto de vista imaginativo, figurativo y abstracto.

El razonamiento estadístico se demuestra cuando una persona puede explicar por qué se espera un resultado determinado o por qué se ha producido, o explicar por qué es apropiado seleccionar un modelo o representación particular. El razonamiento estadístico también se expresa cuando un modelo seleccionado se prueba para ver si representa un ajuste razonable a un contexto específico (delMas, 2004: 84).

En este proceso de razonamiento estadístico el individuo va y viene entre el mundo abstracto y el mundo concreto. Es por eso que el contexto es esencial. Las conclusiones y las inferencias hacen referencia a un contexto particular.

Estas diferencias epistemológicas entre las matemáticas y la estadística deberían ser tenidas en cuenta a la hora de emprender la enseñanza de la estadística y la formación de profesores de estadística. Algunos autores sugieren que la enseñanza de la estadística debería iniciar con el análisis exploratorio de datos, que prepara a los estudiantes para la comprensión de distribuciones muestrales y para la futura inferencia (Cobb y Moore, 1997); otros sugieren que la estadística debería llegar a las aulas de clase imitando el mismo camino que recorren los profesionales estadísticos en su trabajo diario, es decir siguiendo un ciclo de indagación empírica (Wild y Pfannkuch, 1999). En cualquier caso estas propuestas

alejan la estadística de una visión estática y la conciben como una herramienta de exploración del mundo y de solución a problemas en contextos reales.

LA FORMACIÓN DE PROFESORES

Durante mucho tiempo se ha concebido la formación continua de profesores³ como un proceso en el cual el profesor en ejercicio es un agente pasivo y los formadores de profesores son los encargados de transmitir el conocimiento que han producido en su trabajo investigativo. Esta mirada desconoce el saber de la experiencia del profesor, y al profesor como un intelectual transformativo (Arnaus, 1999). Coherente con estas posturas, la política pública nombra la formación continua de profesores en términos de capacitación, reciclaje, entrenamiento, reconversión y profesionalización. Denominaciones que sugieren que la relación del profesor con la práctica, con el saber, con el orden institucional, proviene del exterior y empobrece el estatuto intelectual de los profesores (Martínez-Boom, 2010). La literatura muestra que los programas de formación de profesores que siguen una racionalidad técnica instrumental (énfasis en sus conocimientos, habilidades y competencias para resolver de manera eficiente e instrumental los problemas de la enseñanza) contribuyen poco a movilizar lo que el profesor hace en el aula de clase, puesto que se le concibe como un técnico, un reproductor, y no como un productor de conocimiento (Alarcão, 1996).

La investigación en formación de profesores reporta varios esfuerzos hacia la formación continua de profesores de estadística. Infortunadamente, muchos de estos esfuerzos se han centrado en refinar el conocimiento disciplinar del profesor. Por ejemplo, Gould y Peck (2004) emprendieron un programa de formación de profesores *on-line* haciendo un marcado énfasis en el conocimiento estadístico. Más adelante tanto Parsian y Rejali (2011) como North, Gal y Zewotir (2014) reportaron experiencias masivas en la formación continua de profesores de estadística. Estas dos últimas experiencias fueron promovidas por los gobiernos locales (Irán y Sud Africa, respectivamente), que convocaron masivamente un gran número de profesores a una serie de talleres en los cuales se hacía énfasis en el conocimiento disciplinar. Uno de los grandes cuestionamientos de los

³ En los documentos oficiales colombianos a la formación continua del profesor también se le llama desarrollo profesional docente (Ministerio de Educación Nacional, s.f.). Tomado de http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-208603_archivo_pdf.pdf

programas de formación masiva es la poca evidencia del impacto en las prácticas de aula (Ponte, 2011). Además, hay un marcado énfasis en el saber disciplinar del profesor, desconociendo que este es solo una de las dimensiones de su conocimiento profesional. Estos programas dejan claro su concepción del profesor como un técnico, un consumidor y un reproductor del conocimiento que otros han generado.

Para fortuna de quienes estamos interesados en la formación continua del profesor, esta visión técnico-instrumental está siendo superada paulatinamente. En la actualidad, la literatura reporta exitosas experiencias de formación continua que miran al profesor de estadística en su dimensión integral, como científico y como profesor, e intentan vincular su formación con su práctica. Estas experiencias han tenido en cuenta el contexto en el cual se desempeñan los profesores, para construir a partir de allí su conocimiento profesional. Por ejemplo, Makar y Fielding-Wells (2011) trabajaron con profesores en servicio, para apoyarlos en el diseño de lecciones de estadística fundamentadas en la indagación. Como resultado, desarrollaron experiencia y confianza en la enseñanza de la estadística. Souza, Lopes y Pfannkuch (2015) llevaron a cabo un programa de formación con 16 profesores voluntarios de escuela media, apoyándolos en el diseño, la reflexión y ajuste de las lecciones de estadística. El programa mostró que ellos mejoraron en la enseñanza de la estadística. Souza, Lopes y Oliveira (2014) desarrollaron un programa para profesores de estadística en educación infantil, y los resultados mostraron un significativo aprendizaje, a pesar de la poca formación estadística con la cual iniciaron el programa. Nacarato y Grando (2014) trabajaron durante tres años con profesores en servicio, desarrollando secuencias de aprendizaje para la enseñanza de la estadística. Los resultados mostraron el aprendizaje de los profesores a partir de su experiencia y de la interacción con otros miembros del grupo, al que se refirieron como *comunidad de investigación*. Este cuerpo de investigaciones mira al profesor como un intelectual transformativo que desarrolla su saber en la experiencia.

Concebimos la formación de profesores como un proceso continuo a lo largo de la vida, como “algo que se cultiva” (Contreras-Domingo, 2013: 132) y que toma en cuenta la acción del profesor en el aula –su saber práctico (Block, Martínez, Mendoza, y Ramírez, 2013)–. La formación del profesor de estadística tiene que “partir de lo vivido para ir más allá; hacer saber a partir de la experiencia significa interrogarse por lo vivido” (Contreras-Domingo, 2013: 132). La formación del profesor debe ser un proceso que vincule el saber de la experiencia y la reflexión sobre la práctica.

El concepto de profesor como práctico reflexivo reconoce la riqueza de la experiencia que reside en la práctica de los buenos profesionales. [...] el profesor hace de su práctica un campo de reflexión teórica estructurado en la acción (Alarcão, 1996: 176).

Coincidimos con Ponte y Chapman (2008) al reconocer que el profesor de estadística debe saber estadística. Sin embargo, esta materia solo es un componente del saber profesional del profesor, el cual está compuesto de una amalgama de saberes.

La conjugación de saberes que proporcionan perspectiva al hacer práctico no proviene siempre de los saberes de la práctica, o de la experiencia. Pero lo importante es que estos diferentes modos de conocer proporcionen recursos que puedan ponerse en uso (Contreras-Domingo, 2013: 134).

Entendemos la formación del profesor vinculada a su desarrollo profesional, que significa comprenderla en su desarrollo de la cultura profesional. Este desarrollo ocurre también en la formación inicial, en su participación en diferentes actividades y en las actividades supervisadas (Levy y Gonçalves, 2014). En nuestra idea de formación, la reflexión es un elemento esencial en la transformación de las prácticas.

EL CONCEPTO DE IMAGEN

Estudiar las imágenes sobre la estadística y su enseñanza se orienta con fundamento en la teoría social del aprendizaje, la cual concibe el aprendizaje y la constitución de la identidad como resultados de la participación de los individuos en comunidades sociales (Wenger, 2001). El individuo y la sociedad se constituyen mutuamente, así como también lo subjetivo se constituye en relación con lo objetivo, lo real con lo virtual, lo concreto con lo abstracto (Levy y Gonçalves, 2014).

Para comprender los procesos de formación de identidad y de aprendizaje, Wenger considera útiles tres modos de afiliación: compromiso, imaginación y alineación. En este trabajo nos centramos en la imaginación como un modo de afiliación que consiste en “crear imágenes del mundo y ver conexiones en el tiempo y en el espacio haciendo extrapolaciones a partir de nuestra propia experiencia” (Wenger, 2001: 216). Las imágenes que los profesores tienen de la

estadística y su enseñanza revelan su relación con el mundo, cómo se ven en el mundo, y dan cuenta de su experiencia, pero a la vez son puntos de partida para la construcción de nuevas imágenes.

La imaginación es un componente importante de nuestra experiencia del mundo y de nuestra sensación del lugar que ocupamos en él. Puede influir mucho en nuestra experiencia de identidad y en el potencial de aprendizaje inherente a nuestras actividades (Wenger, 2001: 218).

Las imágenes que los profesores tienen sobre la estadística y su enseñanza reflejan su historia personal, interfieren en su práctica pedagógica y en las relaciones que establecen con los estudiantes, y con la misma estadística. Sin embargo, al hacer públicas estas imágenes, cuestionarlas y desafiarlas mediante su participación en un programa de formación, esas imágenes pueden trascender. “Imaginación se refiere al proceso de ampliar nuestro yo trascendiendo nuestro tiempo y nuestro espacio y creando nuevas imágenes del mundo y de nosotros mismos” (*idem*).

La imaginación es un proceso creativo de generar nuevas imágenes. La imaginación no es un proceso individual, sino colectivo. “Nuestras prácticas, nuestros lenguajes, nuestros artefactos y nuestras visiones del mundo reflejan nuestras relaciones sociales” (Wenger, 2001: 182). La imaginación y la comunidad no se separan. La imaginación está constituida por la comunidad.

METODOLOGÍA

Para rastrear las imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza nos apoyamos en la teoría social del aprendizaje (Wenger, 2001). En esta teoría, la imagen está directamente relacionada con el aprendizaje como un proceso no solo de saber sino de llegar a ser, y que se da a lo largo de la vida y en comunidades sociales.

Los participantes fueron 10 profesores en servicio con formación profesional en educación matemática, pero que tenían la responsabilidad de la enseñanza de la estadística, en diferentes niveles educativos, dentro de las instituciones de carácter público de la ciudad de Medellín (Colombia) donde ejercían su labor.

La Tabla 1 presenta los participantes⁴ y ofrece detalles sobre su experiencia, formación y nivel educativo en el cual enseñaban.

Tabla 1. Profesores participantes en la investigación.

Nombre	Experiencia docente en años enseñando estadística	Nivel educativo en el que enseña	Estudios de posgrado	Número de cursos de estadística	
				en su formación inicial	en su formación continua
Zaida	13	Secundaria y media*	No	1	1
Juan	1	Primaria	No	1	0
Germán	1	Primaria	Sí	1	1
Daniel	9	Secundaria y media	Sí	1	0
Nancy	2	Secundaria y media	Sí	1	2
Cristina	0	Secundaria y media	No	3	0
Wilson	1	Secundaria y media	Sí	1	0
Elmer	1	Secundaria y media	No	1	0
Francisco	3	Secundaria y media	No	1	0
Andrés	2	Secundaria y media	Sí	1	1

* El sistema educativo colombiano está dividido en los niveles preescolar (0 a 5 años); primaria, que incluye los grados de 1° a 5° (6 a 11 años); secundaria, de 6° a 9° (11 a 15 años), y media vocacional 10° y 11° (15 a 17 años).

Los profesores participaron en un programa de formación enfocado en la enseñanza de la estadística. El programa tuvo una duración de un semestre (primavera 2013), con encuentros semanales de 3 horas, y partió de sus necesidades, intereses y retos en la enseñanza de la estadística. En los encuentros, los profesores planearon lecciones de estadística, las llevaron a la práctica y

⁴ Los nombres son seudónimos, para proteger la identidad de los participantes.

reflexionaron sobre su puesta en escena; también participaron en investigaciones estadísticas que siguieron el ciclo de indagación empírica (Wild y Pfannkuch, 1999) y discutieron noticias estadísticas y artículos académicos. Las agendas de trabajo se encuentran detalladas en el anexo.

A partir de las temáticas propuestas (ver anexo), los profesores tuvieron la oportunidad de hablar sobre su experiencia, su formación, y reflexionar acerca de su práctica. Avanzaron por tareas formativas, que les permitieron: describir, interpretar, confrontar y reconstruir.

Así que después de la descripción de lo que pienso y de lo que hago me será posible encontrar las razones de mis conceptos para mi acción, es decir, interpretar y abrirme al pensamiento y a la experiencia de los otros para, en la confrontación con ellos y yo mismo, ver cómo transformo –y se transforma– mi *praxis* educativa (Alarcão, 1996: 182).

En la producción de datos usamos una combinación de métodos que nos permitió estudiar a profundidad las imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza, y cómo estas se iban transformando a medida que avanzaba el programa de formación. Usamos (1) Grabación en video del programa de formación; (2) Entrevistas semi-estructuradas, para contrastar sus experiencias con la estadística y corroborar información obtenida de otras fuentes; (3) Video clips de lecciones de estadística, que ayudaron a comprender las acciones del profesor en el aula y a estimular la reflexión en el programa de formación; (4) Ideograma, el cual es una herramienta de investigación inspirado en la teoría de los mapas conceptuales (Novak, 2010), donde cada profesor representa gráficamente una idea particular (ejemplo: ¿cómo me veo como profesor de estadística?) y luego la explica al grupo; (5) Autobiografías, para profundizar en sus historias personales y profesionales; (6) Escritos reflexivos orientados por preguntas específicas, y (7) Diarios del investigador, para ir construyendo posibles rutas de análisis. Transcribimos textualmente los encuentros del programa de formación y las entrevistas. Digitalizamos los ideogramas, autobiografías y escritos reflexivos, con el propósito de facilitar el análisis. Utilizamos ATLAS.ti –Software para el Análisis Cualitativo de Datos e Investigación– para organizar, codificar y darle sentido a la información.

En cuanto al análisis, nos centramos en el discurso del profesor (en el sentido descrito por Lerman, 2001) al participar en las tareas formativas del programa de formación, y se complementó con los escritos autobiográficos, escritos reflexivos

y entrevistas. Por ser una construcción social, el discurso del profesor revela rasgos sobre su historia de formación, su experiencia y su práctica. Además, el discurso constituye la conciencia (Lerman, 2001). Las unidades de análisis fueron esas unidades narrativas, “como hilos de vida de las personas que ayudan a explicar la forma en que construyen las historias que viven tanto en su vida personal y en su enseñanza” (Connelly, Clandinin y He, 1997: 671). Nos enfocamos en aquellos fragmentos del discurso en los cuales el profesor hacía referencia a la estadística y su enseñanza; en los fragmentos donde ellos hablaban del “yo soy” (su ser) y del “yo hago”. Se reconstruyeron sus trayectorias a través de las narrativas autobiográficas. Rastrear las imágenes del profesor –como un componente de la identidad– a través del relato, revela la forma en la que hace lectura de los contextos en los cuales se desempeña y la forma como se enfrenta a ellos. Según Rivas-Flores, Sepúlveda-Ruiz y Rodrigo-Muñoz (2000), es la teoría que el sujeto hace de sí mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado presentamos las imágenes que los profesores tenían sobre la estadística y su enseñanza, y la manera en que se fueron transformando, como resultado de la participación en el programa de formación continua.

IMAGEN DE LA ESTADÍSTICA COMO UNA CIENCIA UTILITARISTA E INSTRUMENTAL

Aunque la estadística es una ciencia caracterizada por el indeterminismo y la variación, las imágenes que dilucidaron los participantes cuando inicialmente hablaron de ella y su enseñanza, estuvieron muy lejos de atender a estas características. Al inicio del programa de formación los profesores se refirieron a la estadística como ciencia de los gráficos, de las fórmulas, y como un saber necesario para superar con éxito las pruebas estandarizadas. Los siguientes fragmentos de sus discursos ilustran estas imágenes.

Yo [...] representé con dibujos ciertas inquietudes que tengo frente a la estadística. Hice las gráficas de barras, que es lo que más trabajamos nosotros en la escuela (Germán, encuentro 13 de marzo, 2013).

¿Y qué imágenes llevo yo de la estadística? que era muy desde las ecuaciones, las fórmulas. Que para todo como que había una formulita. [...] Apréndase todo este

montón de ecuaciones y de fórmulas para que las pueda aplicar a la hora del parcial (Germán, entrevista julio 21, 2013).

Ahora miro las pruebas [...] estandarizadas [...] y veo que hay mucho trabajo en análisis de gráficas (Germán, entrevista julio 21, 2013).

Yo trabajo con los muchachos mucho la parte de la gráfica. [En las pruebas estandarizadas] [...] la mayoría de las preguntas son tablas o gráficas, entonces les trabajo mucho eso a mis estudiantes (Daniel, encuentro marzo 13, 2013).

En undécimo [grado once] [la estadística] es como para ayudarles a esos muchachos con lo de las pruebas ICES⁵ [prueba estandarizada a nivel nacional] (Elmer, encuentro marzo 20, 2013).

Estas expresiones fueron recurrentes en el discurso de los profesores y sugirieron una imagen *utilitarista* (pasar el examen, preparar para pruebas estandarizadas) e *instrumental* (para todo hay una fórmula) de la estadística, posiblemente estimulada por una concepción técnica de las matemáticas escolares en las que fueron formados. Las imágenes de la estadística hicieron referencia exclusivamente a una estadística descriptiva –área de la estadística que permite la organización y representación de datos–. Aunque la organización de datos es un elemento importante, no deja de ser un simple componente dentro de la indagación empírica. En la indagación empírica aspectos como la lectura de los contextos, la producción de datos, la variación, la toma de decisiones y la inferencia son tan esenciales como la organización de los datos. Al respecto Wild y Pfannkuch (1999) indican:

La estadística aplicada forma parte de los procesos de recopilación de información y aprendizaje que, en un mundo ideal, es emprendida para informar acerca de decisiones y acciones. Con la industria, la medicina y otros sectores de la sociedad que cada vez más confían en los datos para tomar decisiones (225).

IMAGEN DE LA ESTADÍSTICA COMO UNA CIENCIA DESARTICULADA

A pesar de la importancia de los contextos, la producción de datos, la variación, la toma de decisiones y la inferencia, los profesores no hicieron una sola referencia a ellos. La estadística no fue vista como una ciencia integral y aplicada,

⁵ ICES: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ahora Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.

sino como un conjunto de herramientas y conceptos desarticulados –una estadística mutilada–. Quizá estas imágenes reflejen la única manera que tiene los profesores para relacionarse con la estadística.

Las imágenes reveladas tampoco aludieron a las competencias estadísticas básicas que cualquier ciudadano –estudiante o no– debe tener en relación con la estadística. Usualmente el conjunto de estas competencias es llamado en la literatura *cultura estadística* y se refiere a dos componentes interrelacionados

(a) La capacidad de las personas para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos relacionados con información, o fenómenos estocásticos, que se pueden encontrar en diversos contextos, y cuando sea relevante (b) Su capacidad para hablar o comunicar sus reacciones en relación a tal información estadística, su comprensión del significado de la información, sus opiniones sobre las implicaciones de esta información, o sus preocupaciones respecto de la aceptabilidad de las conclusiones dadas (Gal, 2004: 49).

IMAGEN DE LA ESTADÍSTICA COMO RESULTADO DE LAS EXPERIENCIAS FORMATIVAS

Las imágenes de los profesores sobre la estadística son resultado de una construcción a lo largo de la vida. Ellos también fueron estudiantes de estadística y esas experiencias han sido fundamentales en la forma como entienden y llevan a cabo la enseñanza de la misma.

Cada profesor [...] tiene una visión peculiar de sí mismo. Todo profesor [...] está inmerso en los más diversos contextos (familiar, o laboral, o temporal, o geográfico etc.). Esos ámbitos interfieren en la visión que un profesor [...] tiene sobre sí (Levy y Gonçalves, 2014: 358).

Las imágenes de la estadística son construidas en un proceso de intercepción entre la historia de la persona, su contexto histórico y sus proyectos. Algunos profesores participantes en el programa de formación no tuvieron una experiencia placentera con la estadística. En su discurso dejaron ver que la enseñanza de la estadística que recibieron como estudiantes estuvo orientada al dominio de conceptos, privilegiaba la respuesta correcta y estuvo totalmente ausente de contexto. Por ejemplo, Cristina narró una enseñanza magistral; Juan perdió el único curso

que tomó en la universidad y tuvo que repetirlo; Zaida se mantenía somnolienta en las clases, porque era madre gestante, y Francisco se sentía perdido.

[En grado once] lo poco que recuerdo [...] las medidas de tendencia central. Nunca las entendí. Yo llegaba a clase después de un descanso y la profe ya llevaba medio tablero escrito. Yo me quedaba en las mismas y me dedicaba a copiar [...] [En la universidad] las clases eran demasiado magistrales, yo nunca le vi la aplicación (Cristina, entrevista final, agosto 2013).

[En la universidad] yo tuve que ver estadística dos veces [perdió el primer curso] [...] El trabajo [final del curso] era sobre probabilidad, sobre puras funciones [...]. Yo era perdido. Recuerdo que hasta pagué para que me hicieran el trabajo final de estadística (Juan, entrevista final, junio 14, 2013).

Yo estaba en embarazo y me daba el sueño más grande esa clase a las dos de la tarde. Era difícil para mí [...]. [Las clases] eran muy teóricas, muy magistrales (Zaida, entrevista final, agosto 12, 2013).

Como estudiante universitario me dio muy duro. No tenía ni idea de lo que era [...] estadística. [...] Me tocó investigar, consultar, leer libros de bachillerato porque no tenía esas bases (Francisco, entrevista final, septiembre 18, 2013).

IMAGEN DE LA ESTADÍSTICA COMO UNA CIENCIA *FORMALIZANTE*

El discurso de los profesores también sugiere que su formación estadística estuvo basada en el formalismo matemático y en la deducción, más que en la variación propia de los fenómenos aleatorios para explicar y encontrar respuestas a contextos particulares. Las imágenes que revelaron sobre la estadística estuvieron asociadas al dominio de conceptos y representaciones. Conceptos y representaciones que, en palabras de Radford (2013), fueron *estáticos* –solo tenían que ser aprendidos–, *alienantes* –el saber para un sujeto desposeído de conciencia–, *objetivos* –separado del sujeto que aprende–, *in-transformables* –la tarea de los profesores era transmitirlo–, *sumisos* –se acepta el saber tal cual se presenta–, *técnicos* –basados en un *lenguaje calculatorio formalizante* e inexpressivo.

Los profesores, a lo largo de su formación inicial y del ejercicio de su profesión, se enfrentan a diferentes situaciones que, sin proponérselo, van dando forma a su identidad y a las imágenes que se forman de la ciencia. En su trayectoria como profesor cada individuo va encontrando maneras de cumplir con ciertas tareas y de ejercer la profesión que “se descubren a lo largo del tiempo y a través

de la práctica y la experiencia” (Ojeda, 2008: 5). Esas formas de ejercer la profesión están determinadas por las particularidades de las trayectorias, y suponen la influencia de los procesos socio-históricos. Hay características del profesor que se mantienen en esas trayectorias, las cuales “se reiteran en diferentes momentos de los trayectos, que van de los inicios en la formación hasta el trabajo que realizan en los distintos contextos educativos en los que ejercen la profesión” (Ojeda, 2008: 6).

Las imágenes de una estadística *acabada pero inaplicable*, que los profesores revelaron están en estrecha relación con las formas *impersonales* en las que la aprendieron. El aprendizaje de la estadística tenía un sentido *utilitarista*, “pasar la materia”, “pasar el examen”. La relación que los profesores tenían con el conocimiento estadístico cuando fueron estudiantes estuvo reducida a apropiarse del conocimiento, a digerirlo, a aprender las rutinas y técnicas.

Las imágenes que se tienen sobre la estadística determinan la forma en la que el profesor se relaciona con el objeto de conocimiento, con los estudiantes y con la enseñanza. Esto se hizo evidente cuando los profesores describieron la primera versión de la lección de estadística que planearon dentro del programa de formación. Los siguientes fragmentos ofrecen indicios sobre la temática de la lección y la forma en la cual se pretendía abordar.

Trabajaríamos como tema la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa, sobre todo cómo elaborar tablas de frecuencia. [...] Se le preguntará a todos los estudiantes por la edad, se escribirán los datos en el tablero y a partir de esos datos empezaremos a elaborar la tabla (Francisco y Wilson, encuentro marzo 20, 2013).

Se le entrega a los estudiantes un gráfico, [...] y la actividad es que los estudiantes escriban una noticia con la información que encuentran en ese gráfico (Germán y Andrés, encuentro marzo 20, 2013).

Nosotros seleccionamos [...] el concepto de variable. [...] La idea es entregarles un instrumento a los estudiantes con una encuesta donde se pregunta sobre el hábito de lectura [...] donde se pregunta el género, si es masculino o femenino, el tipo de lectura, la frecuencia con que se lee (Nancy y Elmer, encuentro marzo 20, 2013).

Estos fragmentos sugieren que las lecciones estaban orientadas a temáticas específicas de la estadística descriptiva –elaboración de tablas de frecuencia, interpretación de gráficos y elaboración de encuestas– y al dominio de técnicas. Parecería que la idea de la enseñanza de la estadística estaba asociada con el

dominio de conceptos y procedimientos. Conceptos y procedimientos que también –como ellos los aprendieron– eran *estáticos, alienantes, objetivos, in-transformables* y *sumisos* (como son descritos por Radford, 2013).

IMAGEN DE LA ESTADÍSTICA COMO UNA CIENCIA MUTILADA Y TÉCNICA

En las descripciones de las lecciones, los profesores se centraron de nuevo en los datos y su organización. La organización de los datos es solo un componente de todo el ciclo de indagación empírica. El marco teórico para la indagación empírica (Wild y Pfannkuch, 1999) discute que los profesionales estadísticos tienen una peculiar forma de razonar que podría ser emulada en la enseñanza de la estadística escolar e incluye conocimiento profundo del contexto, necesidad de los datos, *transnumeración*,⁶ variación, y razonamiento con modelos. Los profesionales estadísticos avanzan por un ciclo de investigación que requiere una comprensión aguda de un problema que requiere ser resuelto, la producción de unos datos, unos análisis y unas conclusiones. Al centrar la enseñanza exclusivamente en los datos, se ofrece la imagen de la estadística como una ciencia mutilada y empobrecida. La mayoría de las actividades propuestas por los profesores en la planeación de sus lecciones fueron prefabricadas –atendiendo a esquemas deductivos– y las decisiones importantes sobre la formulación del problema, diseño y producción de datos las tomó el profesor. Esta organización de la enseñanza desaprovecha toda posibilidad para el desarrollo del pensamiento inductivo propio de la estadística.

Las experiencias en la clase de estadística necesitan ir más allá del aprendizaje de procedimientos a métodos que requieran que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda de los procesos estocásticos (delMas, 2004: 91).

Se deja ver en el discurso de los profesores que la relación que establecen con la estadística, con los estudiantes y con su enseñanza, termina reproduciendo las formas en las que fueron enseñados. Formas que según Freire (1997) responden a la política educacional que se seguirá reproduciendo, con sus vicios refinados, en todos los niveles escolares.

⁶ Wild y Pfannkuch (1999) introducen el término *transnumeración* para referirse a las transformaciones numéricas que facilitan la comprensión.

La forma en la que describieron la primera planeación de la lección también dejó ver sus imágenes sobre la labor del profesor. En esas descripciones se logró ver al profesor como un técnico: “un mero aplicador de paquetes curriculares pre-enlatados [...] que ha reducido la labor docente a un conjunto de competencias técnicas” (Alarcão, 1996: 176).

TRANSFORMACIÓN DE LAS IMÁGENES SOBRE LA ESTADÍSTICA Y SU ENSEÑANZA

Las imágenes sobre la estadística y su enseñanza desplegadas en el discurso de los profesores son suficientes para argumentar que la formación del profesor de estadística requiere mucho más que el dominio de una disciplina. No son las tablas, los gráficos, las definiciones y las herramientas estadísticas aisladas del contexto en el cual se producen los que dotan de sentido la enseñanza de la estadística. Es necesario replantear la formación del profesor de estadística. Al respecto, Lopes (2008) afirma que “la formación de profesores, actualmente, no incorpora un trabajo sistemático sobre estocástica, dificultando la posibilidad de que esos profesionales desarrollen un trabajo significativo con esa temática en las aulas de clase” (70).

Nuestra apuesta de formación en comunidades de práctica vinculó la experiencia del profesor y a partir de la reflexión constante sobre su acción, las imágenes de la estadística se iban transformando, pero también su práctica en el aula. En el programa de formación los profesores –con ayuda de sus colegas– resolvieron problemas de su práctica relacionados con la enseñanza, pero también con el conocimiento disciplinar. Este apoyo relacional fue fundamental para construir nuevas imágenes

A partir de un proceso relacional, los docentes internalizan características personales y profesionales con las que se identifican, porque desean poseerlas o las poseen y las ven proyectadas en ellos. Establecen una relación de tipo afectiva: admiración, respecto, simpatía (Ojeda, 2008: 11).

La estructura del programa de formación fue crucial, pues las tareas de formación estaban directamente asociadas con situaciones que los profesores experimentaban en su práctica, y aunque el objetivo del programa era la formación estadística, no concebimos la formación disciplinar por fuera de su desarrollo

profesional. En ese sentido Contreras-Domingo llama la atención sobre las características del conocimiento del profesor.

La práctica educativa y lo que necesitan los docentes para vivirla y realizarla con sentido, esto es, el saber con el que el profesorado sostiene su tarea, no tiene exactamente las mismas cualidades ni características del conocimiento teórico disciplinar, como tampoco se resuelve en muchas ocasiones con su aplicación a la práctica (2013: 126).

Conscientes de la influencia que las experiencias previas como estudiante ejercen en la acción del profesor en el aula, los diseños de la lección y las decisiones que él tomaba en los ajustes a la lección fue el centro de discusión. Así, el programa de formación estuvo fundamentado en el saber de la experiencia del profesor. Entendemos la experiencia del profesor en el mismo sentido de Contreras-Domingo:

El acontecimiento novedoso que requiere ser pensado para preguntarse por su sentido; [...] aquello que nos ocurre, que nos deja huella, que tiene un efecto personal; [...] aquello que hay bajo lo vivido, de tal manera que ha ido labrando una forma de ser y estar ante las situaciones, una consciencia de lo significativo de aquello vivido; [...] está unido al modo de pensarse ante aquello que nos pasa (2013: 129).

El discurso de los profesores dejó ver que el programa de formación fue un elemento importante que contribuyó en la transformación de las imágenes sobre la estadística y su enseñanza. Unos cuestionaron la enseñanza de la estadística como la simple transmisión de información, otros la enseñanza de la estadística ausente de contextos y sin considerar la variabilidad, otros sugirieron que la enseñanza de la estadística debe ir más allá de los conceptos y las definiciones y otros aludieron a la estadística como herramienta para entender el mundo.

[Los encuentros del programa de formación] me invitan a repensar la tarea y labor docente más allá de la mera transmisión de contenidos [...] En la medida que nutramos el saber disciplinar acompañado de una buena reflexión de [las] prácticas [...] es ahí en donde está el valor agregado de estos encuentros (Germán, escrito reflexivo, mayo 9, 2013).

Las prácticas frente a la [enseñanza de la] estadística son repetitivas y en muchos casos descontextualizadas o reducidas a los juegos de azar con cartas, dados y

monedas. [...] Pero se olvida el fondo, que es asumir la vida en ese azar y como la incertidumbre, que es parte de la vida, no se pone en escena (Germán, escrito reflexivo, mayo 9, 2013).

Cuando yo empecé a dar clase estaba como muy soñador y me estaba dejando llevar más por lo teórico. [...] Uno ve actividades, juegos en los que [...] hay conceptos. No necesariamente hay que llegar al tablero [con la] definición. Choca mucho llegar, copiar en el tablero la definición de probabilidad y ahí mismo el ejemplo de las bolsitas de un color y de otro color (Juan, entrevista, junio 14, 2013).

Es importante que nosotros [...] la tomemos [la estadística] como una herramienta para resolver, o para interpretar, [...] o para] comprender mejor ese mundo que nos rodea (Germán, entrevista julio 21, 2013).

Los profesores reconocieron que estas transformaciones se dieron porque la reflexión fue un elemento esencial en el programa y el saber disciplinar no fue abordado aisladamente –como un cuerpo de conocimiento cierto y objetivo–, sino en relación con la práctica y las tensiones manifestadas por los participantes. En este sentido, las transformaciones que se dieron en cada profesor estuvieron asociadas con su historia personal. Es decir, solo se transformaba aquello a lo que se le encontraba sentido en sus trayectorias de formación o en su experiencia. Las transformaciones más profundas, por ejemplo, estuvieron en quienes asumieron el programa de formación con mayor compromiso. Esas transformaciones no fueron homogéneas ni se dieron al mismo tiempo en todos ellos.

Algunos profesores valoraron la estadística como una herramienta para entender el mundo. Esta reflexión cobra sentido a la luz del constructo de *cultura estadística* (Gal, 2004), en el cual se considera la estadística crucial para una ciudadanía educada y competente. Cada día el ciudadano común se ve en la necesidad de leer y entender críticamente el mundo. Diariamente se enfrenta a información publicada por comerciantes, reportes científicos, gobierno, políticos y medios de comunicación, que es fundamental para la toma de decisiones. Si el ciudadano común no es *estadísticamente culto*, caerá preso de la forma en la cual los otros quieran presentarle el mundo para su conveniencia. Para algunos autores la estadística tiene sentido en la práctica, en su uso, en el mundo.

La estadística es en sí misma una colección de modelos abstractos (el término “modelos” es usado en un sentido muy amplio) que permite una eficiente puesta en práctica del uso de prototipos como un método de solución a problemas (Wild y Pfannkuch, 1999: 244).

Otros profesores reconocieron la incertidumbre como una característica diferenciadora de la estadística, y apreciaron la importancia del contexto en su enseñanza. Los profesores venían de una tradición de la enseñanza de la estadística como una transferencia de información –el profesor depositario de conocimientos– en la que tanto la variabilidad y el contexto eran in-visibilizados. Cuando la variabilidad de los fenómenos aleatorios no es considerada, la estadística aparece como una ciencia *estática y determinada* que pierde su capacidad predictiva. Pues en la estimación estadística lo que se busca son rangos de posibles valores (intervalos de confianza) y medidas de incertidumbre (valor-p). No es posible conseguir la respuesta correcta, sino reducir la posibilidad del error en una decisión. Considerar la incerteza en la enseñanza dota a la estadística de su propia naturaleza de indeterminación y variabilidad.

El contexto, en contraste es esencial. El contexto es el que dota de sentido a los datos, y el aprendizaje tiene lugar vinculado al contexto. Las inferencias, conclusiones y predicciones se hacen siempre referidas a un contexto: “el objetivo fundamental de la investigación estadística es el *aprendizaje* en la esfera del *contexto*” (Wild y Pfannkuch, 1999: 225).

El error tipo I (falso positivo) es un claro ejemplo de la importancia del contexto en la inferencia estadística. El error tipo I tiene diferentes implicaciones sociales, de acuerdo al contexto al que se haga referencia. Las consecuencias sociales de *declarar culpable de asesinato a un acusado que en realidad es inocente* son mucho más delicadas que *declarar enfermo de hepatitis a un paciente sano*. La ausencia de contexto mutila el potencial en la enseñanza de la estadística y las posibilidades de pensar estadísticamente.

El árido panorama, libre de contexto, sobre el que están contruidos tantos ejemplos usados en la enseñanza de la estadística asegura que un gran número de estudiantes nunca ven siquiera, y mucho menos se enganchan, en el pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999: 228).

El discurso de los profesores sugiere una transformación de las imágenes sobre la estadística y su enseñanza. Las nuevas imágenes reflejan una mudanza de una ciencia estática, determinada, a una ciencia como herramienta útil para acercarnos al mundo. Los profesores reconocieron el marcado énfasis que le otorgaban al saber técnico y a los ejemplos clásicos –tipo libro de texto–. Su participación en el programa de formación les permitió descubrir que, a partir de actividades en contextos particulares que emularan el ciclo de indagación

empírica, podían surgir conceptos y definiciones. Concluyeron que para enseñar estadística no es suficiente con dominar ese saber técnico, objetivo y alienante, sino que –como lo afirman Cobb y Moore– es necesario encontrar sentido a los datos, a los conceptos y definiciones al hacer una interpretación coherente dentro del contexto (1997). El contexto es crucial en la enseñanza de la estadística, es lo que la hace real, concreta, y lo que la vincula con el mundo.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En este artículo presentamos una discusión acerca de las imágenes sobre la estadística y su enseñanza, que inicialmente sostenían los profesores participantes en un programa de formación. Esas imágenes estaban relacionadas con la estadística como una ciencia utilitarista, instrumental, desarticulada, *formalizante*, mutilada y técnica, con una fuerte influencia de sus experiencias de formación. Posteriormente mostramos cómo esas imágenes se fueron transformando, como producto de su participación en un programa de formación continua inspirado en la teoría social del aprendizaje (en el sentido de Wenger, 2001). En el programa los profesores resolvieron –con ayuda de sus colegas– problemas de su propia práctica, dando lugar a la reflexión sobre la enseñanza de la estadística, pero también sobre el conocimiento disciplinar. La transformación de esas imágenes iniciales dio origen a que su discurso empezara a considerar la variación, la incertidumbre y el contexto como características esenciales de la práctica estadística, la enseñanza de la estadística como una práctica más allá de los conceptos y procedimientos, y la estadística como herramienta para entender el mundo.

Los profesores transformaron su imagen de la estadística a lo largo del programa de formación, atendiendo al proceso de imaginación como un acto creativo. En sus narrativas dieron cuenta de las imágenes de la estadística que habían construido en sus trayectorias como estudiantes y profesores, y cómo el programa de formación a partir de las tareas formativas les permitió cuestionar esas imágenes y adoptar otras mucho más coherentes con la verdadera naturaleza de la estadística. No obstante, esas transformaciones no se dieron de la misma forma ni en el mismo momento en todos ellos. Cuando tuvieron lugar, se vincularon con la experiencia del profesor y sus trayectorias de formación.

Las imágenes que los profesores tienen sobre la estadística y su enseñanza están fuertemente determinadas por su condición de profesores de matemáticas. Ellos son profesores de estadística y al tiempo son profesores de matemáticas.

Pasar de una ciencia fundamentada en el razonamiento deductivo a una caracterizada por el razonamiento inductivo no es algo que hagan con tranquilidad. Muchas veces es profesor de matemáticas con todas sus tensiones e ideales, y una hora más tarde, en otro salón de clase, es profesor de estadística. Esta no es una transición sencilla para él, y tampoco es espontánea. La formación continua para el profesor que enseña estadística, a partir de la reflexión de su propia práctica, es un elemento crucial para esclarecer las diferencias epistemológicas entre la matemática y la estadística, y para organizar la enseñanza en correspondencia con estas diferencias.

En este artículo mostramos una forma alternativa para la formación de profesores que integra su saber y experiencia. Nuestra concepción de la formación continua del profesor es un saber holístico que no solo se centra en su conocimiento disciplinar, sino en las relaciones que se tejen a partir de ese conocimiento hasta llegar a transformar las prácticas de aula.

Los resultados de este estudio aportan elementos para cuestionar la formación inicial de profesores que enseñan estadística. Aunque el estudio fue llevado a cabo con un número reducido de profesores, se encontró un patrón común en torno al excesivo formalismo estadístico con el cual fueron formados. Desde la formación inicial del profesor de matemáticas es necesario abordar la estadística como una poderosa herramienta de indagación y resolución de problemas reales, de lo contrario se seguirá fomentando la estadística como una ciencia estática, alienante, objetiva, sumisa, técnica e in-transformable.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Comité de Investigación de la Universidad de Antioquia (CODI) en su Convocatoria Programática Ciencias Sociales, Humanidades y Artes 2012. Agradecemos a los árbitros anónimos, quienes con sus pertinentes y valiosos comentarios contribuyeron a mejorar este escrito.

REFERENCIAS

Alarcão, I. (1996). *Formação reflexiva de professores: Estratégias de supervisão*. Portugal: Porto Editora.

- Arnaus, R. (1999). La formación del profesorado: un encuentro comprometido con la complejidad educativa. En: A. Pérez-Gómez, J. Barquín-Ruiz & F. Angulo-Rasco. *Desarrollo profesional del docente: política, investigación y práctica* (pp. 599-535). Madrid: Akal.
- Block, D., Martínez, P., Mendoza, T. y Ramírez, M. (2013). La observación y el análisis de las prácticas de enseñar matemáticas como recursos para la formación continua de maestros de primaria. Reflexiones sobre una experiencia. *Educación Matemática*, 25 (2), pp. 31-59.
- Burgess, T. (2009). Statistical Knowledge for Teaching: Exploring it in the Classroom. *For the Learning of Mathematics*, 29 (3), pp. 18-21.
- Cobb, G. W. y Moore, D. S. (1997). Mathematics, Statistics, and Teaching. *American Mathematical Monthly*, 104, pp. 801-823.
- Connelly, F. M., Clandinin, D. J. y He, M. F. (1997). Teachers' Personal Practical Knowledge on the Professional Knowledge Landscape. *Teaching and Teacher Education*, 13 (7), pp. 665-674.
- Contreras-Domingo, J. (2013). El saber de la experiencia en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 78 (3), pp. 125-136.
- delMas, R. C. (2004). A Comparison of Mathematical and Statistical Reasoning. En: D. Ben-Zvi & J. B. Garfield. *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 79-96). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Freire, P. (1997). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Gal, I. (2004). Statistical Literacy: Meaning, Components, Responsibilities. En: D. Ben-Zvi & J. Garfield. *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 47-78). New York, NY: Kluwer Academic Publishers.
- Gould, R. y Peck, R. (2004). Preparing Secondary Mathematics Educators to Teach Statistics. Curricular Development in Statistics Education: International Association for Statistical Education (pp. 278-283).
- Groth, R. (2015). Working at the Boundaries of Mathematics Education and Statistics Education Communities of Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46 (1), pp. 4-16.
- Lerman, S. (2001). Cultural, Discursive Psychology: A Sociocultural Approach to Studying the Teaching and Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 46 (1-3), pp. 87-113.
- Levy, L. F. y Gonçalves, T. O. (2014). O professor (de matemática) e alguns ensaios sobre sua identidade. *Educação Matemática Pesquisa*, 16 (2), pp. 349-368.
- Lopes, C. A. (2008). O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. *Cadernos CEDES*, 28 (74), pp. 57-73.

- Makar, K. y Fielding-Wells, J. (2011). Teaching Teachers to Teach Statistical Investigations. En: C. Batanero, G. Burrill, C. Reading & A. Rossman. *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: a Joint ICMI/IASE Study: the 18th ICMI Study* (pp. 347-358). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-1131-0_33.
- Martínez-Boom, A. (octubre de 2010). La dilución del maestro. *Palabra Maestra/Fundación Empresa Privada*, 10 (25), pp. 4-5.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares: Matemáticas*. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Santa Fe de Bogotá: Revolución Educativa Colombia Aprende.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Políticas y sistema colombiano de formación y desarrollo profesional docente*. Santa Fé de Bogotá. Consultado el 20 de mayo de 2015 en: http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-208603_archivo_pdf.pdf
- Moore, D. (2000). Statistics and Mathematics: Tension and Cooperation. *American Mathematical Monthly*, pp. 615-630.
- Nacarato, A. y Grando, R. (2014). Teachers' Professional Development in a Stochastics Investigation Community. 9th *International Conference on Teaching Statistics-ICOTS 9*. Flagstaff, Arizona.
- North, D., Gal, I. y Zewotir, T. (2014). Building Capacity for Developing Statistical Literacy in a Developing Country: Lessons Learned from an Intervention. *Statistics Education Research Journal*, 13 (2), pp. 15-27.
- Novak, J. (2010). *Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in School and Corporations* (2a. ed.). New York: Routledge.
- Ojeda, M. C. (2008). Rasgos de la identidad del profesor de enseñanza media en su trayectoria de formación y desempeño profesionales. ¿Cómo, cuándo y con quiénes adquiere su condición de profesor? *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (2), pp. 1-14. Consultado el 30 de septiembre de 2015 en: <http://redie.uabc.mx/vol10no2/contenido-ojeda.html>
- Parsian, A. y Rejali, A. (2011). An Experience on Training Mathematics Teachers for Teaching Statistics in Iran. En: C. Batanero, G. Burrill, C. Reading & A. Rossman. *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: a Joint ICMI/IASE Study: the 18th ICMI Study* (pp. 37-40). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-1131_7.
- Ponte, J. P. (2011). Preparing Teachers to Meet the Challenges of Statistics Education. En: C. Batanero, G. Burrill, C. Reading & A. Rossman. *Teaching Statistics in School*

- Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education: a Joint ICMI/IASE Study: the 18th ICMI Study* (pp. 299-309). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-1131_29.
- Ponte, J. P. y Chapman, O. (2008). Preservice Mathematics Teachers' Knowledge and Development. En: L. English, *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2nd ed.) (pp. 225-263). New York, NY: Routledge.
- Radford, L. (2013). Sumisión, alienación y (un poco de) esperanza: hacia una visión cultural, histórica, ética y política de la enseñanza de las matemáticas. *Memorias del I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Rivas-Flores, J. I., Sepúlveda-Ruiz, M. y Rodrigo-Muñoz, P. (2000). El trabajo de los docentes de secundaria: Estudio biográfico de su cultura profesional. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 39, pp. 133-146.
- Souza, A. C., Lopes, C. E. y Oliveira, D. D. (2014). Stochastic Education in Childhood: Examining the Learning of Teachers and Students. *Statistics Education Research Journal*, 13 (2), pp. 58-71.
- Souza, L. d., 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), pp. 112-134.
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67 (3), pp. 223-265.
- Zapata-Cardona, L. (2014). Alcance de las tareas propuestas por los profesores de estadística. *Uni-pluri/versidad*, 14 (1), pp. 53-62.
- Zapata-Cardona, L. y Marrugo-Escobar, L. M. (2016). Critical Citizenship in Colombian Statistics Textbooks. *13 International Congress on Mathematical Education*. Hamburg, Germany.
- Zapata-Cardona, L. y Rocha, P. (2011). Actitudes de profesores hacia la estadística y su enseñanza. *XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática (XIII CIAEM)*. Recife, Brasil.

Anexo

Agendas de trabajo en el programa de formación continua

Encuentro	Agenda de trabajo	Tópicos estadísticos tratados
Marzo 13, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad: ¿Cuál es tu nombre? • Ideograma ¿Cómo me veo como profesor de estadística? 	<ul style="list-style-type: none"> • Representación gráfica de distribuciones de datos (forma, centro, dispersión y datos atípicos). • Variables discretas y distribuciones de variables discretas.
Marzo 20, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación en parejas de una clase de estadística. • Simulación con dados de una carrera de caballos (discusión y reflexión). 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuciones de probabilidad teórica y experimental, enfoque frecuencial y laplaciano. • Espacio muestral. • Concepto de azar.
Abril 3, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión y reflexión sobre los Estándares Básicos de Competencia del Ministerio de Educación Nacional. • Observación, discusión y reflexión sobre un video de una clase de teoría combinatoria llevada a cabo por la profesora Zaida. • Observación y análisis de videos de niños resolviendo tareas sobre combinatoria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teoría Combinatoria.
Abril 10, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión y reflexión sobre la película: "La educación prohibida" https://www.youtube.com/watch?v=-1Y9OqSJKCc • Desarrollo y discusión didáctica sobre una actividad combinatoria: Un pegajoso problema de chicles. • Simulación con manipulativos sobre los posibles resultados obtenidos en un test de falso y verdadero (y de selección múltiple) que se responde solo atendiendo al azar y no al conocimiento del respondiente (discusión y reflexión). • Simulación de una situación en la que un profesor entrega aleatoriamente tres exámenes sin marcar a tres estudiantes (discusión y reflexión). • Observación, discusión y reflexión de un video clip de un profesor enseñando la mediana. • Presentación de avances de una propuesta sobre enseñanza de la estadística (profesora Nancy). 	<ul style="list-style-type: none"> • Combinatoria. • Distribución de probabilidad (teórica y experimental). • Distribución de probabilidad Binomial y Bernoulli. • Medidas de tendencia central. • Esperanza matemática.

Encuentro	Agenda de trabajo	Tópicos estadísticos tratados
Abril 17, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación usando calculadora TI Voyage 200 para el examen de selección múltiple. • Simulación usando tablas de números aleatorios. • Simulación de la actividad de los exámenes sin marcar y comparación con la distribución de probabilidad teórica. • Presentación, discusión y reflexión de avances en las planeaciones de clase de Germán y Andrés. • Lectura, discusión y reflexión sobre la noticia “Encuentran un sitio más alejado que la quinta porra” http://www.elcolombiano.com/historico/encuentran_un_sitio_mucho_mas_lejano_que_la_quinta_porra-DIEC_40254 • Observación, discusión y reflexión sobre un video clip de una profesora enseñando recolección y análisis de datos a partir de la talla del calzado de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación. • Esperanza matemática. • Azar y probabilidad. • Muestreo. • Análisis descriptivo de datos.
Abril 24, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión y reflexión sobre los avances en las planeaciones de clase de los profesores Wilson y Francisco. • Discusión y reflexión sobre la metáfora “La educación bancaria”, de Paulo Freire. • Lectura y discusión sobre la noticia “Facebook ‘likes’ predict personality” [“Los ‘me gusta’ de Facebook predicen la personalidad”] http://www.bbc.com/news/technology-21699305 • Desarrollo y discusión sobre la actividad ¿Hay relación entre la extensión de los brazos y la estatura de una persona? • Uso de TI Voyage 200 para correr modelos de regresión lineal. • Discusión y reflexión sobre una actividad combinatoria propuesta por el profesor Germán. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regresión lineal. • Regresión múltiple.
Mayo 15, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión sobre el escrito reflexivo ¿Cómo la comunidad de práctica me ha permitido pensar en aspectos de la enseñanza de la estadística? • Observación y discusión del video sobre la clase ejecutada por Daniel, acerca de juegos de azar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Azar y probabilidad. • Espacio muestral.

Encuentro	Agenda de trabajo	Tópicos estadísticos tratados
Mayo 22, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de avances sobre la preparación de la clase (Zaida, Francisco, Wilson y Germán). • Discusión del artículo "Pensamiento estadístico en la investigación empírica", de Wild y Pfannkuch. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teoría combinatoria.
Mayo 29, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión y análisis sobre los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación Nacional para el pensamiento aleatorio. • Lectura y discusión de la noticia "igualdad por los pelos" http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/22/actualidad/1358874499_223041.html • Presentación y discusión de avances por parte de los profesores Zaida, Germán y Francisco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Azar y probabilidad. • Variación de las pequeñas muestras.
Junio 5, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura y discusión del artículo "Existe igualdad de género en Hollywood" http://www.losandes.com.ar/article/existe-igualdad-genero-hollywood-695498 • Desarrollo y discusión de la actividad "Evidencia estadística de discriminación". 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación entre variables cualitativas. • Dependencia e independencia estadística. • Inferencia estadística. • Pruebas de hipótesis. • Error tipo I y error tipo II. • Valor-p. • Distribuciones muestrales.
Junio 12, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y discusión de la actividad: Importancia de la selección aleatoria. • Presentación y discusión de una actividad orientada por Juan, en el marco de los juegos de azar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Azar y probabilidad. • Variación de las pequeñas muestras.