

La enseñanza-aprendizaje de las reglas de probabilidad: El papel del profesor y sus decisiones



Beatriz Rodríguez González^{1, 2}, Alejandro Rosas Mendoza², Isaías Miranda Viramontes²

¹Departamento de Negocios Internacionales, Universidad Politécnica de Zacatecas, Plan del Pardillo S/N, Parque Industrial, Fresnillo, Zacatecas

² Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Col. Irrigación. Del. Miguel Hidalgo, C. P. 11500, CDMX, México.

E-mail: betyrogo9@hotmail.com

(Recibido el 25 de agosto de 2018, aceptado el 30 de noviembre de 2018)

Resumen

En este escrito se presenta un análisis de la diversa bibliografía que se ha generado, en torno al papel del profesor en la enseñanza aprendizaje de la estadística, y las decisiones que toma. El trabajo se ha dividido en las secciones: las decisiones de los profesores; el aprendizaje de la estadística y su didáctica; el aprendizaje como forma de participación; entornos donde se ha aplicado el modelo de comunidades de práctica; exploración de metodologías aplicadas en estudios de caso, en el marco de comunidades de aprendizaje. El análisis de cada una de ellas nos ha permitido encontrar que, la mayoría de las propuestas se realizan para el nivel de educación secundaria, y que los resultados, en cuanto al aprendizaje, no son completamente satisfactorios, entre otros resultados.

Palabras clave: Reglas de probabilidad, decisiones de profesores, enseñanza de la estadística.

Abstract

This paper presents an analysis of the diverse bibliography that has been generated, around the role of the teacher in the teaching of statistics and the decisions he makes. The work has been divided into sections: the decisions of teachers; the learning of statistics and its didactics; learning as a form of participation; environments where the model of communities of practice has been applied; exploration of methodologies applied in case studies, within the framework of learning communities. The analysis of each one of them has allowed us to find that, most of the proposals are made for the secondary level, and that the results in terms of learning, are not completely satisfactory, among other results.

Keywords: Probability rules, teacher decisions, teaching statistics.

PACS: 01.40.-d, 01.40.gb, 01.40.Ha.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Algunos investigadores en matemática educativa, han estudiado las decisiones de los profesores, tomadas durante las clases, y en el contexto de actividades realizadas en el aula. Estas decisiones están explicadas por diversos factores: 1) ¿Cómo los profesores conciben la estructura de las matemáticas? 2) ¿Qué conocen acerca del contenido?; y, 3) ¿Cuáles estrategias didácticas consideran que son las mejores para mejorar el aprendizaje de los estudiantes?

Iniciamos con una revisión de la literatura, en torno a las decisiones de los profesores, como factores que influyen en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en general, y en particular, de la Estadística. Se realiza una exploración de las metodologías aplicadas en estudios de caso, en el marco de Comunidades de Aprendizaje.

II. DECISIONES DE LOS PROFESORES

Algunas investigaciones en educación matemática [1, 2, 3, 4] se han centrado en el proceso de toma de decisiones del profesor, en el aula. En estas investigaciones se evidencian los factores de influencia de las decisiones, en la práctica institucional, y ofrecen marcos para analizar las decisiones de los profesores.

Para Bishop y Whitfield [5], los estudios sobre la preparación del profesor ponen el énfasis en el conocimiento teórico, y no en las habilidades prácticas necesarias para la gestión de clase. De hecho, los autores caen en la cuenta de que durante el proceso de enseñanza (específicamente en clase), ocurren incidentes, y el docente necesita “salvar” estas situaciones de forma práctica. Así, las decisiones tomadas por el profesor pueden provocar diferentes rumbos de la enseñanza, dependiendo de cada situación en particular. Bishop [1] hace referencia a las

decisiones de la siguiente manera: “pareciera que las decisiones son el corazón del proceso de enseñanza”. Es decir, no existe una lección que no implique una decisión, y depende de esas decisiones, el adecuado entrenamiento en la práctica.

Se observa en la investigación de Bishop y Whitfield [5], la formalización de las decisiones pre-clase, durante clase. Las decisiones pre-clase son aquellas tomadas antes de entrar en el aula, e incluyen: objetivos, contenido, metodologías y materiales.

Curiosamente, los autores no formalizan las decisiones post-clase en su marco de investigación.

El marco que describen los autores, se puede explicar mediante un diagrama de flujo, que incluye: experiencia, creencias y valores, objetivos, decisiones, situaciones de enseñanza, y decisión-acción. El profesor se prepara, mediante la experiencia adquirida, dentro de esta preparación, intervienen sus creencias y valores. Además de los objetivos curriculares, entran en juego los propios objetivos que se fija el docente, que son, en donde entran en juego las decisiones. Considerando todas estas piezas en la clase, se crea una situación de enseñanza, que conlleva la toma de decisiones y acciones, dependiendo del rumbo que toma la lección.

Shavelson aborda las decisiones del profesor, desde el punto de vista de la psicología cognitiva [2, 6, 7, 8]. Por un lado, Shavelson y Stern [8] conciben la toma de decisiones del profesor, como aquello que engloba sus pensamientos, juicios y decisiones. Dentro de esta concepción, los profesores integran la información de: los estudiantes, el currículo, y ambientes de escuela y del aula, pasan por un filtro, a través de sus creencias y concepciones de un tema en particular, para llegar a un juicio o decisión sobre el cual, basar su comportamiento. Al igual que Bishop [1], Shavelson notó que, los maestros experimentados actuaban bajo un esquema que, vinculaba las situaciones y las acciones de enseñanza, para que, la mayoría de las decisiones se tomarán automáticamente. Según el autor, existe un proceso de evaluación y retroalimentación, en donde, los juicios y las decisiones que se han tomado forman parte de la experiencia, y en consecuencia, tienen influencia en las decisiones posteriores.

El interés por el estudio de las decisiones, también lo manifiestan Ponte y Chapman [9], en sus estudios de Psicología en Educación Matemática, realizados acerca del sobre el conocimiento y práctica en una comunidad de profesores, durante el periodo 1977-2005. Los investigadores encontraron que, de manera implícita o explícita, existe una correlación entre las creencias de los profesores y sus decisiones [9]; véase también [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Estas creencias han demostrado ser uno de los factores de mayor influencia, sobre lo que el profesor hace en clase. Ponte y Chapman [9] reconocen la necesidad de estudiar cómo esos factores se manifiestan en contextos reales: “entre los hallazgos en investigación, se ha encontrado que las categorías del conocimiento matemático del profesor y sus creencias, no se pueden considerar independientes, y se ven reflejadas en la práctica” (p. 485).

Ponte y Quaresma [17] manifiestan que el concepto de enseñanza en la práctica no ha sido discutido en profundidad. Los autores han encontrado que son diferentes, dependiendo de los niveles educativos, el estatus socioeconómico y habilidades de los estudiantes, los diferentes currículos y los temas que se traten en matemáticas.

Estas prácticas son consideradas actividades socialmente organizadas, que toman en cuenta, el significado que los mismos participantes otorgan a lo que ellos hacen (Ponte y Quaresma, [17]). La naturaleza de actividad, según los autores, está relacionada con lo que motiva al profesor para impartir su clase, lo que origina ciertos propósitos para entender una actividad. Es importante identificar los problemas y oportunidades en el quehacer docente en acción ya que, esto da lugar a que, las decisiones se mantengan o cambien, de acuerdo a los planes originales [18].

Ponte, Mata-Pereira y Quaresma [19] han desarrollado un marco, para analizar las discusiones que se generan en clase, haciendo una distinción, entre las acciones del profesor directamente relacionadas con temas en matemáticas, de aquellas que están relacionadas con la gestión del aprendizaje. Los autores centran su atención en las acciones relacionadas con los aspectos matemáticos; distinguen fundamentalmente cuatro tipos: 1) fomentar la discusión; 2) apoyar o guiar a los estudiantes, para que resuelvan una tarea mediante preguntas u observaciones, que señalen (de manera explícita o implícita) la ruta que pueden seguir; 3) sugerir, dar información adicional o presentar argumentos que validen las respuestas de los estudiantes, y 4) Retar a los estudiantes para que produzcan nuevas representaciones, interpreten un argumento, establezcan conexiones, formulen un razonamiento o una evaluación.

La práctica profesional del profesor ha sido marco de dos elementos básicos: las tareas propuestas a los estudiantes, y el proceso de comunicación que toma lugar en el salón de clases [20]. Las tareas, por un lado, se pueden clasificar en dos tipos: rutinarias aquellas que ayudan a identificar, recordar y recurrir a un método; y las tareas que son consideradas un reto. En éstas, existen una variedad de estrategias que permiten comparar y evaluar, lo que da pie a interesantes discusiones, ya que las tareas requieren un esfuerzo adicional, para formular una nueva estrategia de solución. El otro elemento básico es el proceso de comunicación [21, 22]. Un aspecto fundamental de la comunicación son las preguntas planteadas por el profesor.

Bishop y Goffree [21] discuten el proceso de negociación de significados matemáticos, que lleva a los estudiantes a establecer nuevas conexiones entre sus ideas; y lo que, lleva al profesor a reconocer sus puntos de vista, en ocasiones impredecibles. Por otro lado, Franke, Kazemi y Battey [22] enfatizan la importancia de los procesos que apoyan el desarrollo del lenguaje de los estudiantes, por ejemplo, diciendo la misma idea de forma diferente, sin utilizar un lenguaje matemático tan formal.

Marcos o propuestas conceptuales para el estudio de la toma de decisiones derivado de las investigaciones, y en un

contexto más práctico, se han desarrollado marcos teóricos o propuestas conceptuales, con los cuales se busca entender, como los profesores toman decisiones. Un ejemplo de cómo la teoría ayuda a esclarecer, el rol que juegan las creencias y el conocimiento, en la enseñanza, fue desarrollada por Schoenfeld en 1998. En su teoría, Schoenfeld hace referencia a las creencias, como opiniones relacionadas con la resolución de problemas, que pueden afectarla favorable o desfavorablemente. El autor analiza algunas creencias del profesor, y asevera que ayudar a un alumno con deficiencia intelectual, deberá despertarle su curiosidad dormida, motivarlo y transmitirle deseos de logro y de superación.

Algo que se destaca en la teoría de Schoenfeld [23] es que, usualmente las creencias de los profesores están condicionadas, por la forma en que a ellos les enseñaron matemáticas, en el colegio o en la universidad.

Stockero y Van Zoest [24] explican, cómo los conceptos permiten descubrir la naturaleza de las decisiones del docente. Usando la definición de “pivotal teaching moment” como: “instante en la clase, en el cual, una interrupción provoca en el profesor, la oportunidad de modificar su instrucción para cambiar la naturaleza de la comprensión del estudiante” (p. 127). Estos investigadores aseveran que, las decisiones que toman los profesores, en ese momento, en el que el estudiante ha decidido interrumpir, tienen un impacto en el aprendizaje.

En la misma línea de investigación que Stockero y Van Zoest [24], Ponte y Quaresma [17], encuentran dos elementos clave que llevan a los profesores a tomar decisiones: las tareas asignadas a los estudiantes, y la forma en que manejan los profesores la comunicación en el salón. Los autores proponen que, las respuestas incorrectas, y las dificultades para encontrar las palabras adecuadas para explicar sus resultados, evocan las decisiones del docente en la práctica.

Para el caso de profesores de estadística, Eichler [25] utiliza el modelo curricular de Stein, Remillard y Smith [26], como marco teórico para explorar la relación entre la planeación del docente, lo que realmente hacen en el aula y lo que los estudiantes aprenden. Explorando qué es lo que hace el profesor en el aula, Eichler cae en la cuenta que, es el resultado de la interpretación del currículo [25], y asume a través de un análisis exploratorio que, la práctica del profesor en el aula es el resultado de la interpretación del currículo prescrito por instituciones o gobiernos nacionales.

De acuerdo con Stein *et al* [26], esta interpretación es concebida como “la intención de enseñar del profesor”.

Eichler [25] afirma que, sin la intención del profesor y la práctica en clase, el currículo no jugaría un rol significativo para explicar las diferencias entre docentes (p. 183). El autor concuerda, por un lado, con algunos investigadores que han documentado al respecto que, existen diferentes formas de enseñar un mismo tema [27, 28, 29]. Y por otro, con la observación de Sullivan y Mousley [30]: “muchas de las nuevas decisiones tomadas en el salón de clases, son respuesta a la reacción del profesor, ante las diferentes circunstancias” (p. 147). Al respecto, Schoenfeld [23] afirma: “las situaciones que

toman lugar en el aula están conformadas fundamentalmente por factores sociales, económicos y organizacionales” (p. 5).

Estas características contextuales de la práctica en el aula permiten a Sullivan y Mousley [30], y a otros investigadores [31, 32, 33], asumir que las decisiones que se toman en el salón de clases, suelen ser un tema de investigación complicado (concuerdan con el comentario de Konrad Krainer en [34], p. 369) acerca de la complejidad de este tipo de investigaciones en el contexto de la enseñanza). Para resolver estas dificultades, los investigadores se han centrado en las distintas relaciones que surgen entre la interacción del profesor y alumno. Al respecto, Morgan [35] puntualiza: “para tratar de entender las prácticas de los individuos, es necesario comprender cómo estas prácticas e individuos, relacionan sus estructuras sociales en las que están situados” (p. 131). El autor propone apoyarse en perspectivas sociales, que ofrecen la posibilidad de estudiar la influencia de las estructuras sociales, en las prácticas de los individuos.

Tomando en cuenta los estudios de Morgan [35], se asume que, las reuniones de academia son un ejemplo de una práctica social, donde los profesores toman decisiones que ayudan a mejorar las prácticas institucionales. Al respecto, Franke, Kazemi y Battey [22] “consideran el acto de la enseñanza, como el involucramiento en diferentes prácticas que suceden entre personas, y que va más allá de lo que sucede en el aula” (p. 226).

Los autores muestran cómo las prácticas de los profesores fuera del aula, influyen en su práctica institucional. Su investigación atiende las decisiones de los profesores y sus prácticas, tomando en cuenta la interacción del docente en otros escenarios. Para reconocer ahora las dificultades del aprendizaje de la estadística, y su didáctica en el campo de la matemática, se analiza a continuación el interés de algunos investigadores [36, 37, 38, 39, 40, 41] en el campo.

III. EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA Y SU DIDÁCTICA EN EL CAMPO DE LA MATEMÁTICA

El interés de diversos investigadores, en la enseñanza de la estadística [36, 37, 38, 39, 40, 41], se debe a que se han encontrado dificultades, para que los estudiantes logren comprender procedimientos y conceptos formales, relacionados principalmente con el azar [37, 42]. A pesar de los esfuerzos realizados, como cambios en el contenido que incluyan más análisis y menos probabilidad, con un aprendizaje más activo [43], los resultados que se obtienen en cuanto al aprendizaje de estos temas todavía no son satisfactorios [44, 45]. Además, la investigación sobre la presentación de la probabilidad, en los libros de texto es muy escasa, y se concentra principalmente en la educación secundaria [46].

Es posible encontrar como problema relevante en cualquier nivel, la transición del análisis de datos en la estadística descriptiva, a la estadística inferencial [43, 38].

También se han realizado estudios que indican que, los estudiantes tienen problemas, al momento de razonar acerca de conceptos como: distribuciones probabilísticas y representaciones gráficas de distribuciones [36]. De hecho, por algunos años, se pensó en eliminar el contenido de temas como el de probabilidad, en la formación universitaria, por considerarlos poco atractivos para el alumnado; afortunadamente, la mayoría de las carreras los incluyen en sus currículos [47].

Para superar dificultades como: poco uso de simuladores, escaso análisis de datos y un aprendizaje pasivo; se ha pretendido transformar la enseñanza de la estadística, por medio de: la modificación de contenidos, de estrategias didácticas, y del uso de la tecnología en el aula de clases [48, 37, 39, 49, 47]. En el caso específico de los temas relacionados con eventos de azar, elaborar propuestas didácticas eficientes, para ayudar a mejorar la comprensión de los contenidos, representa un reto para los profesores de estadística [42]. El contexto en el que el estudiante aprende y hace estadística es muy cambiante, depende de situaciones económicas, sociales y culturales, por ello es cierto que, elaborar propuestas eficientes depende en gran parte del docente.

Ahora bien, el trabajo del profesor de estadística incluye: cumplir competencias culturales, relaciones afectivas, habilidades de comunicación e imaginación; todas ellas fundamentales para una práctica efectiva [50]. Las habilidades del docente requieren el uso apropiado de actividades, en un contexto basado en el conocimiento y en la aplicación de juicios profesionales [50]. Un cambio propuesto por Cohen y Ball [51] es: hacer de las prácticas docentes el eje de su preparación profesional. Su investigación muestra un conjunto de argumentos para que la práctica de la enseñanza se centre no sólo en las tareas propias de la misma, sino también en: convicciones, conocimientos, orientaciones, compromisos y participación [51]. Es decir, el trabajo del profesor se ha venido transformando en una práctica más dinámica, que contribuye a la mejora del aprendizaje, a través de un compromiso hacia el estudiante.

IV. EL APRENDIZAJE COMO FORMA DE PARTICIPACIÓN

Mejorar el aprendizaje de las matemáticas y la estadística, está fundamentalmente relacionado con el desarrollo de la enseñanza; a su vez, la enseñanza se desenvuelve a través de un proceso de aprendizaje, en el que profesores y otros actores involucrados, se cultivan en prácticas en las que participan [32].

Una forma de explicar la enseñanza, dentro de una teoría de aprendizaje, es verla como un proceso mismo de aprendizaje [32]. El aprendizaje implica a su vez participación en una agrupación, dejando de ser considerado como la adquisición de conocimiento por parte de individuos, para ser reconocido como un proceso de participación social [52]. Si se centra el interés en la participación, se descubre que ésta tiene profundas

repercusiones, para lo que significa comprender y apoyar el aprendizaje. En el caso de los individuos significa que, el aprendizaje consiste en participar y contribuir a las prácticas de sus comunidades [53].

Existen un número importante de investigaciones, que giran en torno al aprendizaje y la participación, en comunidades o agrupaciones que tienen el objetivo de mejorar la enseñanza como Buysse, Sparkman y Wesley [54], Edwards [55], Jesús Rodríguez [56], entre otros. Estas investigaciones están basadas en la teoría social de aprendizaje, de comunidades de práctica de Etienne Wenger, quien argumenta que, todos pertenecemos a comunidades de práctica y que éstas cambian el curso de nuestra vida [53]. El mismo Wenger define las comunidades de práctica, como historias compartidas de aprendizaje.

A continuación, se revisan algunos entornos en los que se ha aplicado el modelo de comunidades de práctica, con el objetivo de: explorar los resultados encontrados, el marco en el que se ubican las investigaciones, y algunas metodologías aplicadas, que permiten visualizar parte de la literatura que existe, concerniente al tema de comunidades de práctica.

V. ENTORNOS DONDE SE HA APLICADO EL MODELO DE COMUNIDADES DE PRÁCTICA

Buysse, Sparkman y Wesley [54] hacen una revisión del modelo de comunidades de práctica, como marco de integración, entre la investigación en educación y la práctica. Además de definir las comunidades de práctica, y describir la práctica reflexiva y el aprendizaje situado como aproximaciones teóricas, las autoras analizan las aplicaciones del modelo, desde la literatura existente; y ofrece sugerencias, para transformar los métodos tradicionales de investigación conducida, en práctica educativa [54].

De la investigación anterior, es pertinente resaltar las alternativas que plantean comenzar un proceso que requiere conducir la profesión docente ofreciendo nuevas formas, que tienen implicaciones en la práctica. Entre ellas destacan:

1. Incorporar una comunidad de práctica en la investigación ya existente, así como actividades de práctica.
2. Preparar profesionales a los futuros profesionales que se sientan obligados a sacrificar el conocimiento autogenerado o empíricamente derivado de sus resultados.
3. Finalmente, buscar nuevas formas para inculcar la importancia en la participación en comunidades de práctica, en nuestras universidades [54] (p. 274).

Algunos autores [55, 57, 58, 59, 60] retoman las implicaciones en la práctica, de Buysse *et al* [54], sobre la comprensión de lo que es –a menudo denominado– “aprendizaje por medio de la participación”. Edwards [55] advierte que la participación no sólo se debe de ver como una forma de comportamiento, y es inminente reconocer el potencial cognitivo y socio-cultural del aprendizaje, a través de la misma. La autora define al aprendizaje como: la

forma en que interpretamos y podemos actuar en nuestros mundos (hace referencia a nuestros entornos: social, laboral, emocional). Además, ella reconoce que es una definición profundamente cognitiva, que registra los cambios en los estados mentales y que permite conectar el conocimiento y la emoción [55]. La autora concluye que, la idea de participación se basa en mentes que resuelven problemas y que están comprometidas con el mundo. Mentes creativas e ingeniosas, que la educación necesita para su desarrollo [55], el aprendizaje es nuestro actuar en un entorno, en el que podamos contribuir al conocimiento participando con los demás. Mediante esta participación, nos comprometemos con el mundo social, emocional y laboral, en el momento en el que nos desprendemos de nuestra experiencia, vivencias y saber, e invertimos estas variables en el compromiso con los otros. Esta participación debe ser positiva y contribuir a mejorar las experiencias futuras, sobre la base de nuevas ideas y generación de nuevas prácticas.

Por último, una investigación que no está basada en la teoría de comunidades de práctica, sino en una comunidad de aprendizaje, es la que realiza Jesús Rodríguez [56]. Él se plantea el objetivo de dar respuesta a cuatro cuestiones basadas en comunidades de aprendizaje. Primero, pretende definir qué son las comunidades de aprendizaje, cuáles son sus fundamentos y qué prácticas desarrollan los centros transformados en comunidad. Segundo, se pregunta si la formación inicial de los futuros docentes incluye contenidos relacionados con estas prácticas educativas. En tercer lugar, analiza las posibilidades de la formación permanente del profesorado en ese ámbito. Por último, trata de dar respuesta a la pregunta, ¿cuáles son los pasos que debe seguir un centro educativo para transformarse en una comunidad de aprendizaje?

Este autor [56] sigue las aportaciones de autores como Freire, Bruner, Habermas y Vygotsky proponiendo el modelo dialógico como el más apropiado para el aprendizaje. Utiliza las comunidades de aprendizaje como un modelo de organización, de los centros educativos que pretenden dar respuesta a dos prioridades: mejorar el rendimiento académico y resolver los problemas de convivencia. Los grupos interactivos, el diálogo igualitario, y la participación de la comunidad en el funcionamiento de los centros educativos comunitarios, constituyen las Actuaciones Educativas de Éxito que se aplican en las comunidades de aprendizaje [56].

Entre los resultados de su investigación encontramos: una propuesta de calidad para la mejora del rendimiento y la convivencia, una comunidad de aprendizaje que surge como una respuesta educativa igualitaria, y una buena práctica con metas compartidas:

1. El modelo dialógico propuesto por las comunidades de aprendizaje, presenta numerosas evidencias que lo destacan como una propuesta de calidad para la mejora del rendimiento y la convivencia en los centros educativos.

Este modelo parte del supuesto que, las comunidades de aprendizaje emergen del convencimiento de que las aulas albergan sólo parte de las interacciones en las que los alumnos viven y aprenden. Es por eso, que cualquier

modelo educativo con intención de éxito debe programar y aprovechar el aprendizaje que surge de las interacciones entre todos los agentes sociales y educativos.

2. Las comunidades de aprendizaje surgen como una respuesta educativa igualitaria, para conseguir una sociedad de la información. A través de la participación, se trata de mejorar la calidad de la enseñanza que reciben los estudiantes.

3. Los centros educativos que aplican las mejores prácticas inclusivas, son aquellos donde la participación de todos los miembros de la comunidad tienen metas compartidas. No son eficaces aquellas prácticas en las que, las familias y profesorado avanzan por distintos caminos.

Esta última investigación, se basa en una comunidad de aprendizaje definida en 1972, por Freire, como un grupo de personas que aprende en conjunto, utilizando herramientas comunes en un mismo entorno. Similar a la definición de Wenger [61], donde estos grupos son denominados comunidades, que adquieren su aprendizaje colectivo en prácticas sociales. Las ideas de Wenger y Freire comparten similitudes como: llevar a cabo prácticas sociales, en pro de un mejor aprendizaje; mejorar la calidad de la enseñanza; y mejorar la convivencia.

En resumen, algunos de los entornos donde se ha aplicado el modelo de comunidades de práctica, han sido a propuestas educativas y sociales, donde se pretende integrar la investigación en educación y la práctica. Las investigaciones tienen las mismas similitudes que se encuentran en los conceptos de Wenger [61] y Freire, además de formar grupos interactivos que dialogan y participan en una comunidad. La presente investigación se desarrolla en un entorno educativo, donde se analiza la práctica social entre profesores, tomando en cuenta, el modelo de comunidades de Wenger y sus características. Sin embargo, no se descartan las ideas de Freire, que comparte la comunidad de práctica, en donde los grupos aprenden en conjunto.

A continuación, se exploran algunas metodologías que utilizan el marco de comunidades de práctica. El objetivo es describir el carácter de los métodos que han sido empleados, y retomar estas investigaciones, para desarrollar la metodología de la propia investigación.

VI. EXPLORACIÓN DE METODOLOGÍAS APLICADAS EN ESTUDIOS DE CASO, EN EL MARCO DE COMUNIDADES DE APRENDIZAJE

El aprendizaje es resultado de un proceso social que requiere negociación y solución de problemas, a través de otros [62]. A su vez, el trabajo es considerado como una actividad social, donde los individuos son vistos como parte de comunidades en las cuales, sus experiencias compartidas se convierten en aprendizaje [63].

Se han realizado estudios en el campo de las matemáticas, donde algunos autores como Goos, Galbraith y Renshaw [57], Linehan y McCarthy [58], Lotter, You y Peters [59], Jaworski [2009] coinciden con las afirmaciones

anteriores, y realizan estudios de caso, donde el aprendizaje es un proceso que se da en una comunidad que participa.

Goos, Galbraith y Renshaw [57] desarrollan un programa de investigación en educación matemática, basada en los conceptos clave de la teoría social de comunidades de práctica, tomando en cuenta, las circunstancias en las que la comunicación incide en el aprendizaje, y EN la naturaleza inherentemente social y cultural de la cognición, en sí misma.

Su investigación se centra en: cómo una clase de matemáticas puede desarrollarse en un aula, que permite que las prácticas, valores y creencias de las comunidades de matemáticos, se reflejen en la enseñanza; y de las comunidades de alumnos se conviertan en aprendizaje. Los autores son pertinentes con el surgimiento de un movimiento, de reformas internacionales en educación matemática, que promueve las nociones de comunicación, colaboración y prácticas, que contrastan con la enseñanza tradicional [57].

En el estudio longitudinal, que desarrollan en distintas aulas de Matemáticas de nivel medio, intervienen cuatro profesores y sus estudiantes. En el segundo año, continúan tres de los mismos profesores involucrados en el proyecto.

A lo largo de su investigación, se estudia la interacción entre colegas matemáticos, y estudiantes.

Múltiples métodos fueron utilizados por los autores, como parte de la metodología de la investigación. Se recopilaron datos sobre las características de interacción en el aula. Al inicio de cada año, se aplicaron cuestionarios a los estudiantes, durante el curso se administraron tareas para obtener información sobre las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas, las percepciones de las prácticas en el aula y el conocimiento metacognitivo. En el primer año del proyecto, al menos diez lecciones fueron grabadas en video en cada aula. El segundo año incluyó un periodo de dos semanas de observación intensiva, durante el cual, cada lección de una unidad del programa de estudio fue grabada en video. El objetivo era observar las interacciones profesor-alumno y alumno-alumno. De estas interacciones observadas a través de dos años de estudio, Goos, Galbraith y Renshaw [57] formulan cinco supuestos acerca del aprendizaje de las matemáticas; que desde su punto de vista, son cruciales para crear una cultura de comunidades de investigación matemática. Estos supuestos son: 1. El pensamiento matemático es un acto que se apoya en los procesos de especialización, generalización y justificación; 2. Los procesos de investigación matemática se acompañan por hábitos de reflexión y monitoreo individual; 3. El pensamiento matemático se desarrolla a través de la formación del profesor en procesos de investigación; 4. El pensamiento matemático puede ser generado y probado por los estudiantes a través de la participación entre pares; 5. Desentrañar las relaciones familiares ayuda a los estudiantes a adoptar las costumbres de la comunicación matemática:

“...el pensamiento matemático puede ser generado y probado por estudiantes a través de la participación de asociación entre pares [...]. El profesor interactúa para formar una estructura social entre los estudiantes,

preguntando cómo explicarían y justificarían sus ideas y estrategias entre ellos mismos [...]. Los estudiantes se reúnen en grupos informales para monitorear su progreso, buscan la retroalimentación en otras ideas, y explican sus propias opiniones a otros compañeros [57] p. 56.

Otra investigación llevada a cabo por Linehan y McCarthy [58], afirma que el aprendizaje en el aula, visto como un proceso comunitario que transforma la participación en prácticas sociales, ha servido de soporte a las predominantes concepciones mentalistas y abstractas, que han proliferado en el aprendizaje de las matemáticas. Estos autores tienen el objetivo, de estudiar las posibilidades de participación que involucran el aprendizaje en el aula, observando en primer plano, las prácticas de participación entre alumnos y profesores. Del mismo modo que Goos *et al* [57], Linehan y McCarthy [58] centran la atención, en la participación de estudiantes y docentes.

Aunque estos últimos autores, no se enfocan en el estudio de creencias, ambas investigaciones parten del supuesto que se conoce la concepción de lo que es una comunidad.

Los datos de la investigación de Linehan y McCarthy [58] fueron recolectados a través de visitas semanales, a una clase de cuarto año de primaria. La clase estaba compuesta por 27 niñas, entre nueve y diez años. Se realizaron observaciones semanales, y dieciséis entrevistas con estudiantes y profesores, dentro y fuera del aula. El estudio comenzó cuando la clase está trabajando con fracciones. En la primera parte de la investigación, los datos fueron recolectados a través de notas y cintas de audio. Las notas fueron grabadas en cada una de las visitas; y los registros se transcribieron dos meses después de las mismas. El proceso de recolección de datos y su interpretación, se realizaron de forma iterativa, para realizar un análisis de los resultados [58].

Una vez realizado el estudio, estos autores concluyen que, se debe considerar más la capacidad de respuesta individual, de los que conforman una comunidad de práctica. A medida que los individuos se agrupan para realizar actividades conjuntas, se crea y reconstruye el contexto en el que ellos participan:

Podemos pensar que las prácticas comunitarias e individuales emergen mutuamente de relaciones particulares, que suponen los contextos socioculturales e históricos de los cuales emergen. Relaciones en las cuales, los conflictos y el control pueden necesariamente surgir como parte de un proceso de negociación, que se convierte en una comunidad que participa [58] p. 146.

Linehan y McCarthy [58] encuentran relaciones entre las comunidades que se ven influenciadas por contextos históricos y socioculturales, donde interviene un proceso de negociación. Y concluyen, al igual que Goos *et al* [57], que la comunicación incide en el aprendizaje. Ambos trabajos utilizan una metodología cualitativa, que utiliza como herramienta de recolección de datos: cuestionarios, entrevistas, tareas, videograbaciones y registros, que se transcriben para lograr una mejor interpretación de los datos. Una vez descritas estas metodologías y las herramientas, que permitieron a los autores realizar el

análisis de datos, se observa el trabajo de Lotter, Yow y Peters [59], a diferencia de las investigaciones anteriores, hace un estudio en el que se investiga el impacto del trabajo en equipo, de un grupo de docentes de secundaria que imparten Matemáticas, sin analizar a los estudiantes. Esta práctica se desarrolla bajo un modelo de desarrollo profesional, con instructores que construyen una comunidad de práctica, para indagar como el aprendizaje de los docentes incide en la enseñanza. Este modelo de desarrollo profesional comienza con dos semanas en el período de verano en el instituto, y continua con cuatro sesiones de seguimiento, durante el año académico de los docentes, por parte de los entrenadores participantes.

La participación de los profesores en este programa de desarrollo profesional es a través de: la enseñanza del contenido que se observa alrededor de la investigación y seguimiento de las lecciones; la práctica docente con estudiantes de secundaria; la reflexión de la enseñanza dirigida para mejorar el aprovechamiento de los estudiantes de secundaria; y la calidad de la implementación de investigación en el aula [59]. Según estos autores, las experiencias en el desarrollo profesional, que preparan a los profesores para mejorar su conocimiento y el dominio de los contenidos, ayudan a construir un lenguaje compartido, para reformar y acelerar los cambios en la instrucción del conocimiento. Al igual que Barab, Barnett y Squire [64, 59] examinan el potencial del aprendizaje en una comunidad de práctica, basada en un programa de desarrollo profesional. Estos programas hacen a los docentes capaces de participar en relaciones, que proliferan en la enseñanza; donde, ellos adoptan al alumno como un agente en su propia colaboración que es influenciada no sólo la motivación del alumno, de sentirse incluido, sino por las estructuras inherentes de la experiencia que éste adquiere [65].

Una vez llevado a cabo el programa de desarrollo profesional, se observa que las comunidades de práctica son dinámicas comunidades de aprendizaje, conformadas a través del compromiso con otros, dentro y fuera de la misma comunidad [59]. La idea está basada en Wenger [61], quien describe tres dimensiones que caracterizan a las comunidades de práctica: compromiso mutuo, iniciativa en conjunto, y repertorio compartido a través de un grupo de personas trabajando juntas, para negociar significados.

Lotter, Yow y Peters [59] afirman conforme a sus resultados, que las comunidades de práctica pueden influenciar el uso de nuevas estrategias educacionales e incidir en el entendimiento de los conceptos matemáticos.

Construir una comunidad de confianza puede tomar tiempo, y es necesario, para los docentes, sentirse cómodos compartiendo sus fortalezas y debilidades, ya que, éstas ayudan a realizar cambios en sus clases [59]. Los resultados muestran que, no todos los profesores participantes modifican su instrucción o creencias en un periodo mayor a dos semanas, por lo que, estas estrategias necesitan tiempo y maduración.

Para concluir, en recientes artículos, Bárbara Jaworski [32, 66, 60] se ha enfocado en el estudio de comunidades de investigación, y su incidencia en el desarrollo de la

enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En esta investigación se utilizan dos marcos de investigación: la teoría de Wenger [61], basada en comunidades de práctica, y la teoría de investigación, basada en las ideas de Vigotsky [67] de actividad y mediación [60]. La autora realiza un estudio longitudinal del desarrollo de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, a través de la participación entre profesores y alumnos de nivel superior. En su metodología, emplea la planificación, observación y análisis de la enseñanza-aprendizaje y sus progresos. Y recolecta datos a través de: la planeación de clase del profesor, de trabajos de los estudiantes, sus tareas, y entrevistas a ellos, además de focus group. Se utilizan en la investigación recursos como grabaciones de clases, para reflexionar acerca de la práctica docente [60].

Las investigaciones utilizan diversas metodologías, la observación se caracteriza por estar presente en cada una de ellas. Son utilizados recursos como: video grabaciones, grabaciones, toma de notas, entrevistas a profesores y alumnos; todos ellos, con el objetivo de indagar cómo es que se aprende en una comunidad que participa, y cómo ese aprendizaje se refleja en la enseñanza.

VII. CONCLUSIONES

Una vez que se ha analizado la literatura, que corresponde a la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad, se ha encontrado que: muchas de las propuestas se realizan para educación secundaria; que los resultados en cuanto al aprendizaje no son completamente satisfactorios, [44, 45]; y que es necesario modificar los contenidos, por medio de estrategias didácticas. Además, existe dificultad para entender los conceptos estadísticos, principalmente los que están relacionados con el azar [37, 42]).

Añadido a esto, se encuentra que, en investigaciones relacionadas con el estudio de las decisiones del profesor, como la de Bishop y Whitfiel [5] se formalizan las decisiones pre-clase y durante clase, su investigación es retomada por Borko, Roberts y Shavelson [4] y por el mismo Bishop y Whitfiel [5] 20 años después, a mediados de los 90. Las decisiones post-clase no entran dentro de un marco de investigación que, aunque no es objetivo de este trabajo, puede marcar un referente para un estudio en el futuro.

Se observa también, que varios estudios han usado la teoría social de aprendizaje de Wenger [61], para explorar qué sucede con la enseñanza en la práctica [54, 68, 69, 70]. En una investigación en proceso, elegimos considerar esta teoría, pues es útil para analizar las decisiones de los profesores en reuniones de academia, y su relación con lo que se enseña en el aula. Al elegir una teoría social, este estudio pretende mostrar cómo este enfoque puede ayudar a entender la práctica de los profesores de estadística. Nos apoyamos en los conceptos de Wenger, de práctica: cosificación y participación, para interpretar las decisiones de los profesores, y la conexión que existe entre éstas y las actividades de enseñanza.

REFERENCIAS

- [1] Bishop, A. J., *Decision-making, the intervening variable*, Educational Studies in Mathematics **7**, 41-47 (1976).
- [2] Shavelson, R. J., *What is the basic teaching skill?* Journal of Teacher Education **24**, 144-151 (1973).
- [3] Shulman, L. S. and Elstein, A. S., *Studies of problem solving, judgment, and decision making: Implications for educational research*, Review of Research in Education (1975).
- [4] Borko, H., Roberts, S. A. and Shavelson, R., *Teachers' decision making from Alana J. Bishop to today*, Critical Issues Mathematics Education, 37-67 (2008).
- [5] Bishop, A. J. and Whitfield, R. C., *Situations in teaching*, (McGraw-Hill, Maidenhead Berkshire, England, 1972).
- [6] Shavelson, R. J., *Teachers' decision making, The psychology of teaching methods*, Seventy-Fifth Yearbook of the National Society for the Study of Education, Part I, 372-414 (1976).
- [7] Borko, H., Cone, R., Russo, N. A. and Shavelson, R. J., *Teachers' decision making. Research on teaching: Concepts, findings, and implications*, 136-160 (1979).
- [8] Shavelson, R. J. and Stern, P., *Research on teachers' pedagogical thoughts, judgments, decisions, and behavior*, Review of Educational Research **51**, 455-498 (1981).
- [9] Ponte, J. P. and Chapman, O., *Mathematics teachers' knowledge and practices, Handbook of research on the psychology of mathematics education*, 461-494 (2006).
- [10] Beswick, K., *Teachers' beliefs that matter in secondary mathematics classrooms*, Educational Studies in Mathematics **65**, 95-120 (2007).
- [11] Beswick, K., *Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice*, Educational Studies in Mathematics **79**, 127-147 (2012).
- [12] Cross, D., *Alignment, cohesion, and change: Examining mathematics teachers' belief structures and their influence on instructional practices*, Journal of Mathematics Education **12**, 325-346 (2009).
- [13] Ernest, P., *The impact of beliefs on the teaching of Mathematics*, Mathematics teaching: The state of the art, 249-254 (1989).
- [14] Lloyd, G., *Mathematics teachers' beliefs and experiences with innovative curriculum material. The role of curriculum in teacher development, Beliefs: A hidden variable in mathematics education* **31**, 149-159 (2002).
- [15] Thompson, A. G., *Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research, Handbook of research in mathematics teaching and learning*, 127-146 (1992).
- [16] Ponte, J. P., *Teachers' knowledge, practice, and identity: essential aspects of teachers' learning*, Journal of Mathematics Teacher Education **14**, 413-417 (2011).
- [17] Ponte, J. P. and Quaresma, M., *Teachers' professional practice conducting mathematical discussions*, Educational Studies in Mathematics **93**, 51-66 (2016).
- [18] Schoenfeld, A., *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications*. (Rutledge, New York, 2010).
- [19] Ponte, J. P., Mata-Pereira, J. and Quaresma, M., *Ações do professor na condução de discussões matemáticas*, Quadrante **22**, 55-81 (2013).
- [20] Ponte, J. P., *Gestão curricular em Matemática. O professor e o desenvolvimento curricular*, 11-34 (2005).
- [21] Bishop, A. J. and Goffree, F., *Classroom organization and dynamics, Perspectives on mathematics education*, 309-365 (1986).
- [22] Franke, M. L., Kazemi, E. and Battey, D., *Understanding teaching and classroom practice in mathematics, Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 225-256 (2007).
- [23] Schoenfeld, A., *Toward a theory of teaching-in-context*, Issue in Education **4**, 1-94 (1998).
- [24] Stockero, S. and Van Zoest, L., *Characterizing pivotal teaching moments in beginning mathematics teachers' practice*, Journal of Mathematics Teacher Education **16**, 125-147 (2013).
- [25] Eichler, A., *Statistics teachers and classroom practices. Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education*, 175-186 (2011).
- [26] Stein, M. K., Remillard, J. and Smith, M. S., *How curriculum influences student learning, Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 319-369 (2007).
- [27] Burgess, T., https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/rt08/T2P12_Burgess.pdf. Consultado el 30 de noviembre de 2017.
- [28] Sensevy, G., Schubauer-Leoni, M-L., Mercier, A., Ligozat, F. and Perrot, G., *An attempt to model the teacher's action in the mathematics class*, Educational Studies in Mathematics **59**, 153-181 (2005).
- [29] Morgan, C., *Understanding practices in mathematics education: structure and text*, Educational Studies in Mathematics **87**, 129-143 (2014).
- [30] Sullivan, P. and Mousley, J., *Thinking teaching: seeing mathematics teachers as active decision makers*, Making sense of mathematics teacher education, 147-163 (2001).
- [31] Jaworski, B., *Grappling with complexity: Co-learning in inquiry communities in mathematics teaching development*, Proceedings of the 28 Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education **1**, 17-36 (2004).
- [32] Jaworski, B., *Theory and Practice in Mathematics Teaching Development: Critical Inquiry as a mode of Learning in Teaching*, Journal of Mathematics Teacher Education **9**, 187-211 (2006).
- [33] Potari, D. and Jaworski, B., *Tackling complexity in mathematics teaching development: Using the teaching triad as a tool for reflection and analysis*, Journal of Mathematics Teacher Education **5**, 351-380 (2002).
- [34] Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F. L. and Novotna, J., *Reflections on an emerging field: Researching mathematics teacher education*, Educational Studies in Mathematics **60**, 359-381 (2005).

- [35] Morgan, C., *Understanding practices in mathematics education: Structure and text*, Educational Studies in Mathematics **87**, 129-143 (2014).
- [36] Delmas, R., Garfiel, J. and Ann, O., *Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics*, Statistics Education Research Journal **6**, 28-58 (2003).
- [37] Batanero, C., *Significados de la probabilidad en la educación secundaria*, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa **8**, 247-263 (2005).
- [38] Tauber, L., Sánchez, V. and Batanero, C., *Students' reasoning about the normal distribution, The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, 257-276 (2004).
- [39] Barragués, J., Guisasola, J. and Morais, A., *Concepciones de los estudiantes de primer ciclo de universidad sobre estimación de la probabilidad*, Educación Matemática **17**, 55-85 (2005).
- [40] Vallecillos, A., *Inferencia estadística y enseñanza: Un análisis didáctico del contraste de hipótesis*. (Comares, Granada, 1996).
- [41] Batanero, C., Godino, J. D., Grenn, D. R., Holmes, P. and Vallecillos, A., *Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts*, International Journal of Mathematics Education in Science and Technology **25**, 527-547 (1994).
- [42] Jones, G. A., Langrall, C. W. and Money, E. S., *Research in probability. Responding to classroom realities, The Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 909-955 (2007).
- [43] Moore, D. S., *New pedagogy and new content: The case of statistics*, International Statistics Review **65**, 123-155 (1997).
- [44] Garfield, J. and Ahlgren, A., *Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research*, Journal for Research in Mathematics Education **19**, 44-63 (1988).
- [45] Garfield, J., Hogg, B., Schau, C. and Whittinghill, D., http://ww2.amstat.org/meetings/jsm/2000/usei/usei_1st.PDF. Consultado el 30 de octubre de 2017.
- [46] Torres, E., Batanero, C. and Contreras, J., *Procedimientos probabilísticos en libros de texto de matemáticas para educación primaria en España*, Epsilon **31**, 25-42 (2013).
- [47] Friz, M., Sanhueza S. and Figueroa, E., *Concepciones de los estudiantes para profesor de Matemáticas sobre las competencias profesionales implicadas en la enseñanza de la Estadística*, Revista Electrónica de Investigación Educativa **13**, 113-131 (2011).
- [48] Antoch, J. and Cihák, M., *Teaching probability at secondary schools using computers*, LXII Session of the International Statistical Institute. Bulletin of the ISI **56**, 1009-1016 (2007).
- [49] Barragués, J. and Guisasola, J., *Una propuesta para la enseñanza de la probabilidad en la universidad, basada en la investigación didáctica*, Educación Matemática **21**, 127-162 (2007).
- [50] Ball, D. and Forzani, F., *The work of teaching and challenge for teaching education*, Journal of Teacher Education **60**, 497-511 (2009).
- [51] Cohen, D. and Ball, D., *Instruction, capacity and improvement*. (Consortium for Policy Research in Education, Philadelphia, 1999).
- [52] Lave, J., *Teaching, as learning, in practice*, Mind, culture and activity **3**, 149-164 (1996).
- [53] Wenger, E., *Comunidades de Práctica* (Paidós, Madrid, 2001).
- [54] Buysse, V., Sparkman, K. and Wesley, P., *Communities of Practice: Connecting what we know with what we do*, Exceptional Children **3(69)**, 263-277 (2003).
- [55] Edwards, A., *Let's get beyond community and practice: The many meanings of learning by participating*, The Curriculum Journal **1**, 49-65 (2005).
- [56] Rodríguez, J., *Comunidades de aprendizaje y formación del profesorado*, Tendencias pedagógicas, 67-86 (2012).
- [57] Goos, M., Galbraith, P. and Renshaw, P., *Establishing a community of practice in a secondary mathematics classroom*, Learning Mathematics **13**, 36-69 (1999).
- [58] Linehan, C. and McCarthy, J., *Reviewing the "Community of Practice" Metaphor: An analysis of control relations in a primary school classroom*, Mind, culture and activity **2**, 129-147 (2001).
- [59] Lotter, C., Yow, J. and Peters, T., *Building a community of practice around inquiry instruction through a professional development program*, International Journal of Science and Mathematics Education **12**, 1-23 (2012).
- [60] Jaworski, B., *The practice of (university) mathematics teaching: Mediational inquiry in a community of practice or an activity system*, Proceedings of CERME 6 Working Group 9. (Institute National de Recherche Pédagogique, Lyon, 2009).
- [61] Wenger, E., *Communities of Practice: Learning, meaning, and identity*, (Cambridge University Press, UK, 1998).
- [62] Stein, D., *Situated learning in adult education*. Report No. ED418250. (Clearinghouse on Adult Career and Vocational Education, Columbus, 1998).
- [63] Arjan, R., *Team or community of practice, virtual teams that works. Creating conditions for virtual teams effectiveness* 292-306 (2003).
- [64] Barab, S., Barnett, M. and Squire, K., *Developing an empirical account of a community of practice: characterizing the essential tensions*, The journal of the learning sciences **11**, 489-542 (2002).
- [65] Cook, K. and Buck, G., *Pre service elementary teachers'. Experience in a community of practice through a place-based inquiry*, International Journal of Environmental & Science Education **9**, 111-132 (2014).
- [66] Jaworski, B., *Development of the mathematics teacher educator and its relation to teaching development*. The international handbook of mathematics teacher education volume 4: The mathematics teacher educator as a developing professional, 335-361 (2008).
- [67] Vygotsky, L. S., *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (Crítica, Barcelona, 1978).

Beatriz Rodríguez, Alejandro Rosas Mendoza, Isaías Miranda Viramontes

[68] Goos, M. and Bennison, A., *Developing a communal identity as beginning teachers of mathematics: Emergence of an online community of practice*, Journal of mathematics teacher education **8**, 41-60 (2008).

[69] Llinares, S., *Participation and reification in learning to teach: The role of knowledge and beliefs*, Beliefs: A

hidden variable in mathematics education? **31**, 195-209 (2002).

[70] Goos, M., *Sociocultural perspectives in research on and with mathematics teachers: A zone theory approach*, ZDM Mathematics education **45**, 521-533 (2013).