

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Significados de la probabilidad en el currículum de matemáticas del Nivel Secundaria en México

Judith Alejandra **Hernández** Sánchez

Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas
México

judith700@hotmail.com

Beatriz Adriana **Rodríguez** González

Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas
México

brodriguez@upz.edu.mx

Eduardo Carlos **Briceño** Solís

Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas
México

ecbs74@gmail.com

Resumen

La multiplicidad de significados de los conceptos matemáticos dota de una complejidad su enseñanza. Varios de estos significados son sugeridos por los planes y programas de estudio sirviendo de referente al profesor; siendo éste el encargado de elegir, organizar y articular los significados que permitirán la comprensión del contenido que se pone en juego. En la presente ponencia se presenta un avance de investigación sobre los significados de la probabilidad identificados en el documento Aprendizajes Clave para la educación integral: Matemáticas Educación Secundaria. Para ello se utiliza la noción de significado propuesto por Rico y como método el análisis de contenido. Los resultados, hasta el momento, dan evidencia de que los significados de la probabilidad potenciados en el currículum de matemáticas mexicano para el Nivel Secundaria son el de probabilidad clásica, frecuencial e intuitiva. Esta última propuesta como un significado que articula el concepto de probabilidad con el de estadística.

Palabras clave: Análisis de Contenido; Currículum Oficial; Educación preuniversitaria; Estocásticos; Contenido Matemático Escolar.

Introducción

El estudio de los significados de un contenido matemático escolar (cme) ha tomado relevancia en los últimos años con estudios como los expuestos en Dolores, Rivera y Moore-Russo (2020), Fernández-Plaza, et al. (2016), Hernández Zamora y Lupiañez (2020) y Silva (2016), por mencionar algunos. Su importancia radica en que una elección y organización adecuada de los significados promueve una mejor comprensión del tema matemático que se pone en juego. Para el caso de la probabilidad, se han realizado investigaciones sobre sus significados en libros de texto (Gómez-Torres, Contreras y Batanero, 2015); episodios de clase (Vásquez, Alsina, Pincheira, Gea, y Chandia, 2020); conocimiento de profesores (Moreno, Cardeñoso y González-García, 2015; Vásquez y Alsina, 2019) y planes y programas de estudio (Gómez y Contreras, 2013; Vásquez y Cabrera, 2022). Sin embargo, estos últimos, se han centrado en el nivel primaria y secundaria de países en su mayoría europeos. Por lo que pesquisas de planes y programas de estudios en países latinoamericanos para el tema de la probabilidad son escasos.

Aunado a lo anterior, se ha identificado que la enseñanza de la probabilidad trae consigo dificultades. Una de ellas es que “ha recibido diversos significados que coexisten en la actualidad; y aunque éstos son complementarios, sus diferencias epistemológicas han sido fuente de debate y de conflictos cognitivos” (Gómez y Contreras, 2013, p. 571). Por tal motivo, en esta ponencia se presenta una investigación en curso que tiene como objetivo general identificar los significados de la probabilidad que se potencian en la propuesta curricular implementada en el 2017 en las escuelas del nivel preuniversitario (primaria, secundaria y medio superior) en México. En este primer avance se presentan algunos de los significados identificados en el currículum de matemáticas del Nivel Secundaria (que atiende estudiantes de 12 a 14 años) utilizando como referente los Aprendizajes Clave para la educación integral: Matemáticas Educación Secundaria (SEP, 2017). Para ello se retoma la noción de significado propuesta por Rico (2012) y como método el Análisis de Contenido de Rico y Fernández-Cano (2013).

Enfoque Teórico

El significado de un concepto matemático, según Rico (2012), está conformado por la terna: estructura conceptual, registros de representación y los contextos que dotan de sentido al contenido en cuestión. La estructura está conformada por dos campos: uno conceptual integrado por tres niveles (hechos, conceptos, estructuras) y las relaciones entre estos; otro procedimental que actúa sobre el primero estableciendo destrezas, razonamientos y estrategias (ver Figura 1). La estructura conceptual presenta aquellos objetos matemáticos que conforman al contenido, pero también aquellos que son fundamento para su desarrollo y las relaciones entre ellos.



Figura 1. Clasificación cognitiva de la estructura conceptual del contenido matemático escolar (realizada con información de Cañadas y Gómez, 2014).

Los registros de representación son los signos que son elegidos para comunicar el contenido y las relaciones entre los mismos; pueden ser simbólico, algebraico, numérico, gráfico, tabular, geométrico o figural. Mientras que los contextos son clasificados en matemáticos o extramatemáticos y están determinados por situaciones, fenómenos o problemas que dotan de sentido al contenido. Estos tres elementos determinan el triángulo semántico de los significados de un concepto matemático escolar (Ver Figura 2).

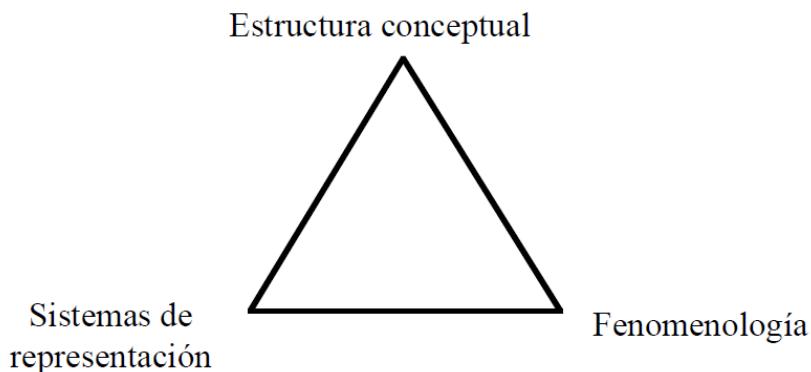


Figura 2. Triángulo semántico de un contenido matemático escolar (Rico, 2012, p. 52).

Método

La terna establecida por Rico (2012) se conforma en las categorías del significado y cada uno de los elementos que la integran permite establecer indicadores para el análisis de contenido bajo las fases establecidas en Rico y Fernández-Cano (2013) según el diagrama de la Figura 3.



Figura 3. Etapas del Análisis de Contenido (realizada con información de Rico y Fernández-Cano, 2013).

En este momento nos encontramos en la fase 4 y se describen a continuación:

1. *Delimitación del corpus*: El documento académico que se analiza es el de Aprendizajes Clave para la educación integral: Matemáticas Educación Secundaria (SEP, 2017). Este documento presenta, las intencionalidades formativas para el campo de las matemáticas del currículum de matemáticas. En este avance nos centramos en aquellos que corresponden al Nivel Secundaria, aunque se rescatan algunos datos de los otros niveles educativos (preescolar y primaria) que conforman el nivel básico. En México el nivel educativo de secundaria corresponde a estudiantes con edades entre 12 y 14 años.
2. *Concretar y localizar la unidad de análisis*: Se utilizó como palabra clave *probabilidad*. El documento está conformado por 272 páginas, encontrando 51 coincidencias; específicamente a partir de la página 157 donde se describe el campo de formación académica respectivo al pensamiento matemático.
3. *Describir e interpretar las categorías*: Se utilizan como categorías del significado de la probabilidad las tres dimensiones de la terna semántica de la Figura 2 y las descripciones expuestas en el enfoque teórico. Estas tres categorías (estructura, representaciones y fenomenología) y sus descripciones permitieron construir una ficha de registro y la identificación de sus componentes para la extracción de la información en el corpus (Ver Tabla 1).
4. *Extracción e interpretación de la información*: para la extracción se evita en lo posible realizar transcripciones, con la finalidad de disminuir la probabilidad de error; en su lugar, se rescatan las imágenes con los fragmentos donde se ubica la palabra *probabilidad*. Cada Fragmento (en imagen) es analizado para identificar las tres categorías del significado a través de sus componentes (Ver Tabla 1)

Tabla 1

Instrumento de recolección con información de fragmento de SEP (2017).

Fragmento (Código):		
En la educación básica, este campo formativo abarca la resolución de problemas que requieren el uso de conocimientos de aritmética, álgebra, geometría, estadística y probabilidad. Asimismo, mediante el trabajo individual y		
Código: Sec_159		
Estructura Conceptual	Registros de Representación	Fenomenología
<i>Campo Conceptual</i> Conocimiento de probabilidad	<i>Campo Procedimental</i> NA	Resolución de problemas

Resultados

En el avance de esta ponencia se presentan la extracción de algunos datos y su interpretación. Se da énfasis a la presentación de algunos fragmentos donde se da evidencia de las componentes y categorías del significado que se han identificado en el documento de Aprendizajes Clave (SEP, 2017) para la noción de probabilidad. Si bien este documento se centra

en el Nivel Secundaria, también sincluye algunos datos sobre el Nivel Preescolar (niños de 3 a 5 años) y Primaria (niños de 6 a 11 años), dado que estos tres niveles corresponden al nivel de educación básica en México.

Algunos de los fragmentos del documento analizado permiten identificar las categorías que conforman el significado de un contenido matemático escolar para el caso del concepto de probabilidad. En el perfil de egreso aparece que “En la educación básica, este campo formativo abarca la resolución de problemas que requieren el uso de conocimientos de aritmética, álgebra, geometría, estadística y probabilidad” (SEP, 2017, p. 159). Aquí se identifica que asociado a la noción de probabilidad se encuentra la resolución de problemas, componente que lo dota de sentido. Así, la resolución de problemas es parte de la fenomenología que acompaña al significado de probabilidad.

De manera complementaria, el propósito 9 establece que el estudiante debe ser capaz de “Calcular la probabilidad clásica y frecuencial de eventos simples y mutuamente excluyentes en experimentos aleatorios” (SEP, 2017, p. 163); siendo esto una intencionalidad formativa que debe cumplirse al terminar la educación secundaria. En este fragmento se establecen dos referentes de la estructura conceptual de la probabilidad, aquellas relativas a los conceptos de **probabilidad clásica y frecuencial**; éstos se asocian con los conceptos de evento simple y experimento aleatorio y la propiedad de eventos mutuamente excluyentes. El campo procedimental a través del verbo **Calcular**, permite articular las componentes antes mencionadas.

Otros significados de la probabilidad dan un peso más importante al campo procedimental. En particular, como **un método** para tratar la incertidumbre (ver Figura 4) y necesario para el estudio de la estadística. De esta manera, se presenta a la incertidumbre como un elemento articulador entre la probabilidad y la estadística. Sin embargo, esta forma de presentar la probabilidad parece establecerla sólo como un concepto que conforma parte del campo procedimental del concepto de la estadística. Lo anterior, podría promover un significado limitado de la probabilidad, dado que está supeditado a ser sólo un antecedente procedimental de la estadística.

4. El estudio de la probabilidad como método para tratar con la incertidumbre.

Es importante que los estudiantes entiendan que el uso de la estadística implica incertidumbre y que es conveniente contar con una forma de medir esa incertidumbre, por ejemplo, el estudio de la probabilidad que ofrece métodos para ello.

Figura 4. Idea fundamental y su descripción para la progresión de aprendizajes para el eje de Análisis de la Información (SEP, 2017, p. 168).

Otro de los resultados interesantes es que el estudio de la probabilidad en el currículum de matemáticas mexicano actual se da a partir del 5 año de primaria, estando ausente en el preescolar y más de la mitad de la formación de primaria. Además, la forma de plantearla es como ya se dijo como un conjunto de métodos, procedimientos y algoritmos que permite medir la incertidumbre en fenómenos aleatorios, utilizando como representación principal la tabular

(Figura 5). Siendo este estudio de la incertidumbre una forma de articular con la noción de la estadística. Este significado entonces determina a la probabilidad como un método de la estadística; es decir la probabilidad forma parte del campo procedimental de la estadística y toma sentido a través de la medición de la incertidumbre. Por lo tanto la incertidumbre es una noción que pertenece al campo conceptual tanto de la probabilidad y la estadística, los fenómenos asociados son aquellos relativos a experimentos aleatorios y la representación más común es la tabular.

PRIMARIA		SECUNDARIA		
TERCER CICLO		1°	2°	3°
5°	6°			
Aprendizajes esperados				
•Determina y registra en tablas de frecuencias los resultados de experimentos aleatorios.		•Realiza experimentos aleatorios y registra los resultados para un acercamiento a la probabilidad frecuencial.	•Determina la probabilidad teórica de un evento en un experimento aleatorio.	•Calcula la probabilidad de ocurrencia de dos eventos mutuamente excluyentes.

Figura 5. Aprendizajes esperados para el tema de probabilidad de quinto y sexto de primaria y para el nivel secundaria (SEP, 2017, p. 168).

Conclusión

Nos encontramos actualmente en la extracción e interpretación de la información recabada, por lo que los resultados presentados son un avance inicial. Hasta el momento se han identificado 3 significados de referencia para el concepto de probabilidad (clásica, frecuencial e intuitiva) para la educación del nivel secundaria. También se ha identificado que la probabilidad se considera parte del campo procedimental de la estadística, teniendo a la incertidumbre como el término articulador del campo conceptual de ambos temas (estadística y probabilidad). Por lo tanto, parece que el significado que se potencia en los primeros años de estudio de la probabilidad (primaria y secundaria) es como un conjunto de cálculos y procedimientos que sirven para el posterior estudio de la estadística. Es decir, la probabilidad es vista no sólo como un concepto asociado a una estructura conceptual (evento simple, experimento aleatorio y eventos mutuamente excluyentes) sino como parte del campo procedimental de la estadística (como un método para tratar la incertidumbre).

Sin embargo, consideramos que la revisión exhaustiva de los Aprendizajes Clave para el caso de la enseñanza de las matemáticas del nivel secundaria y primaria, nos permitirá identificar con mayor precisión y profundidad la estructura conceptual, los signos y los contextos asociados a estos significados; además de establecer la organización en los mismos. Lo anterior, para identificar si existe una articulación entre ellos o en su defecto si la forma en la que se presentan permite potenciar la comprensión del concepto de probabilidad como una noción que por sí sola coexiste como un tema importante de las matemáticas o si su articulación con otros temas como la estadística la limita o es obligatoria.

Es importante mencionar que en México está ausente la enseñanza de la probabilidad en la educación preescolar, su estudio inicia hasta la primaria a la edad de los 10 y 11 años. Este

resultado coincide con lo reportado en Vásquez y Cabrera (2022) donde aseguran que países como Australia, Chile, España, Nueva Zelanda y Singapur, no incluyen la enseñanza de la probabilidad en el nivel infantil (preescolar). Esta situación se considera no adecuada, según lo expresado por Alsina (2012) sobre la necesidad de incluir las ideas fundamentales de la probabilidad y estadística a temprana edad. Por tal motivo, se considera de suma importancia Investigaciones que permitan identificar la presencia de la probabilidad en los currículos que forman a estudiantes en el nivel preuniversitario y la forma en la que se proponen, a través de los significados que se potencian en los planes y programas de estudio en Latinoamérica.

Referencias y bibliografía

- Alsina, Á. (2012). La estadística y la probabilidad en Educación Infantil: conocimientos disciplinares, didácticos y experienciales. *Revista de Didácticas Específicas*, 7, 4-22.
- Cañadas, M. y Gómez, P. (2014). *Apuntes sobre análisis de contenido. Módulo 2 de MAD 3* (manuscrito no publicado). Universidad de los Andes.
- Dolores, C., Rivera, M. y Moore-Russo, D. (2020). Conceptualizations of slope in Mexican intended curriculum. *School Science and Mathematics*, 1(120), 104–115.
- Fernández-Plaza, J., Castro-Rodríguez, E., Estrella, M., Martín-Fernández, E., Rico, L.; Ruiz-Hidalgo, J. F. y Vilchez- Marín, M. (2016). Significado y concepciones de conceptos matemáticos escolares. *Investigación en Educación Matemática XX*, 1(1), 259-268.
- Gómez, E. y Contreras, J. M. (2013). Significados de la probabilidad en el currículo español para la educación primaria. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 571-578). España: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Gómez-Torres, Emilse; Contreras, José Miguel; Batanero, Carmen (2015). Significados de la probabilidad en libros de texto para educación primaria en Andalucía. En Fernández, Ceneida; Molina, Marta; Planas, Núria (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 73-87). España: Universidad de Alicante.
- Hernández, J., Zamora, R. y Lupiáñez, J. (2020). Estudio Comparativo de los significados y expectativas de aprendizaje del límite en tres libros y el currículo oficial. *PNA*, 14 (4), 241-269.
- Moreno, A., Cardeñoso, J., y González-García, F. (2015). Los significados de la probabilidad en los profesores de matemática en formación: un análisis desde la teoría de los modelos mentales. En Flores, Rebeca (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1321-1328). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Rico, L. (2012). Aproximación a la investigación en Didáctica de la Matemática. *Avances de investigación en Educación Matemática*, 1(1), 39-63.
- Rico, L. y Fernández-Cano, A. (2013). Análisis didáctico y metodología de investigación. En L. Rico, J. L. Lupiáñez y M. Molina (Eds.), *Análisis Didáctico en Educación Matemática. Metodología de investigación, formación de profesores e innovación curricular* (pp. 1-22). Comares, S.L.
- SEP (2017). *Aprendizaje Clave para la educación integral: Matemáticas Educación Secundaria*. Secretaría de Educación Pública.
<https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/secundaria/mate/1-LPM-sec-Matematicas.pdf>

- Silva, L. (2016). Los significados de la derivada en un proceso de estudio en la asignatura matemática del DAC-UCLA. Estudio de caso. *Revista científica del decanato experimental de ciencias económicas y empresariales*, 10(1), 85-110.
- Vásquez, C., Alsina, A. (2019). Conocimiento especializado del profesorado de educación básica para la enseñanza de la probabilidad. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 23 (1), 393-419.
- Vásquez, C., Alsina, A., Pincheira, N., Gea, M., Chandia, E. (2020). Construcción y validación de un instrumento de observación de clases de probabilidad. *Enseñanza de las ciencias*, 38 (2), pp. 25-43.
- Vásquez, C. y Cabrera, G. (2022). La estadística y la probabilidad en los currículos de matemáticas de educación infantil y primaria de seis países representativos en el campo. *Educación Matemática*, 34 (2), 245-274