

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

Propuesta didáctica en estadística y probabilidad para estudiantes de secundaria enfocada en un contexto social de segregación urbana en Costa Rica

Greivin **Ramírez** Arce
Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica
gramirez@itcr.ac.cr
Freddy **Ulate** Agüero
Programa Educativo Casa Ilori, Carpio
Costa Rica
freddy5594@gmail.com

Resumen

El principal objetivo de esta investigación es la generación de planeamientos didácticos con problemas y situaciones de probabilidad y estadística que puedan ser implementados por profesores del ciclo diversificado (16 años) en instituciones educativas de La Carpio u otras con condiciones similares. Los problemas son diseñados por el investigador, tomando en cuenta el contexto social de dicha comunidad. Para ello, se formulan problemas y se diseñan situaciones estocásticas mediante la identificación y análisis de problemáticas sociales de Carpio. Estas se someten a validación de investigadores expertos en didáctica de la matemática, psicología y sociología. Luego, se elabora una guía para el estudiante con 16 hojas de trabajo y una guía para el profesor con una descripción del material elaborado, un resumen teórico, y una propuesta de abordaje para su utilización en la enseñanza de la probabilidad y estadística. Se evidencia la necesidad de problematizar aún más las situaciones propuestas a los estudiantes.

Palabras clave: Propuesta didáctica, estadística, probabilidad, educación secundaria, segregación urbana.

Abstract

The main objective of this research is the generation of didactic plans with problems and situations of probability and statistics that can be implemented by teachers of the diversified cycle (16-year-old) in educational institutions of La Carpio or others with

similar conditions. The problems are designed by the researcher, taking into account the social context of said community. For this, problems are formulated and stochastic situations are designed through the identification and analysis of Carpio's social problems. These are submitted to validation by expert researchers in the didactics of mathematics, psychology and sociology. Then, a student guide is prepared with 16 worksheets and a teacher's guide with a description of the material prepared, a theoretical summary, and an approach proposal for its use in the teaching of probability and statistics. The need to further problematize the situations proposed to the students is evident.

Keywords: Didactic proposal, statistics, probability, secondary education, urban segregation.

Introducción y justificación

Se presenta una propuesta didáctica con problemas y situaciones de probabilidad y estadística, que pueden ser implementados por profesores en instituciones educativas ubicadas en regiones de segregación urbana, para estudiantes de aproximadamente 16 años.

Esta propuesta es una de las primeras investigaciones costarricenses en el campo de la didáctica de la probabilidad y la estadística con diseño de problemas contextualizados en temas estocásticos asociada a una zona urbano-marginal.

Esta guía pretende ser un granito de arena de apoyo en esta área para los estudiantes de esta comunidad de la Carpio, pues según INCAE & SIF AIS (2018) hay un analfabetismo del 8.3% en adultos y una escolaridad promedio de 5 años. Solo el 11.1% de los habitantes cuenta con estudios de educación superior. Se estima una densidad de población 918 habitantes por kilómetro cuadrado y según la edición digital del periódico La Nación en el periodo 2000 – 2007 arrojó un promedio de 3.43 noticias por semana. Muchas de las personas que logran surgir educativa y económicamente emigran de la comunidad a otras zonas del país menos conflictivas.

Se pretenden trabajar problemas matemáticos asociados a diversos contextos sociales tales como: la importancia del estudio y el trabajo, cultura ambiental para el desarrollo sostenible, delitos e infracciones de ley y otras problemáticas menores tales como: percepciones sociales, demografía, ruido y migración. Se utilizan estos escenarios pues se considera que son problemáticas tangibles y significativas para estudiantes de un lugar como La Carpio.

Estos problemas serán abordados de acuerdo a 3 grandes temas de probabilidad y estadística: representaciones gráficas y tabulares, medidas de tendencia central y variabilidad y cálculo de probabilidades.

Para el contexto que crecen estos habitantes Shaughnessy (1992) menciona dos cuestiones interesantes: ¿varían los errores y las estimaciones de probabilidad y estadística entre las culturas? ¿Qué pueden hacer los maestros e investigadores ante la falta de conocimiento conceptual en estocástica y ante las creencias e ideas erróneas?

En la investigación de Mejía y Sierra (2013) se realiza un estudio de campo en estudiantes de secundaria (undécimo grado) de un colegio en Bogotá, Colombia, donde pretenden analizar la influencia de la estructura y el contexto en la resolución de problemas de probabilidad condicional. En este caso, el contexto está caracterizado como social, industria y diagnóstico médico, y la estructura está asociado con el enunciado verbal y la presentación de los datos en las situaciones de probabilidad condicional.

En el estudio de Carraher et al. (1985) se elabora un análisis sobre el uso cotidiano de la matemática por parte de niños y jóvenes trabajadores (que no asisten a la escuela) en transacciones comerciales del sector informal como ventas ambulantes, trabajos manuales en Recife, Brasil. El objetivo de esta investigación es la comparación de situaciones matemáticas en contexto informal como problemas dentro de un ambiente formal. Se destaca la supremacía del cálculo aritmético en aquellos infantes descolarizados.

Al promover situaciones estocásticas en el marco de la realidad social de La Carpio surgen preguntas como:

- ¿Qué tipo de problemas estocásticos, en el contexto de La Carpio, pueden resolver estudiantes de décimo año (16 años de edad aproximadamente)?
- ¿Qué sugerencias brindan expertos en didáctica de la matemática, psicología y sociología sobre buenas prácticas para el desarrollo de situaciones contextualizadas en zonas de segregación urbana?
- ¿Cuáles podrían ser las formas de razonamiento que manifiesten los estudiantes de décimo año de la comunidad La Carpio al resolver estos problemas estocásticos relacionados con su entorno?

Marco Teórico

Se pretende proponer situaciones didácticas basadas en los tópicos de estadística y probabilidad de décimo año (ciclo diversificado) del Ministerio de Educación Pública (MEP) de Costa Rica.

Habilidades Ministerio de Educación Pública

Las actividades se basan en las siguientes habilidades generales (MEP, 2012, p.431-437).

- Utilizar las medidas de posición para resumir y analizar la información proveniente de un grupo de datos cuantitativos.
- Analizar la importancia del uso de medidas relativas de tendencia central dentro de los análisis comparativos de información.
- Emplear las propiedades básicas de la probabilidad en situaciones concretas.
- Utilizar las probabilidades y las medidas estadísticas para favorecer la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.
- Resolver problemas vinculados con el análisis de datos y el manejo de la aleatoriedad dentro del contexto estudiantil.

La comunidad de La Carpio

La ciudadela conocida como “La Carpio”, es una comunidad ubicada en el distrito La Uruca dentro de la provincia de San José, Costa Rica. De acuerdo con Brenes (2010) surge de la toma de terrenos pertenecientes a la Caja Costarricense de Seguro Social, realizada entre los años 1993 y 1994. Su nombre alude al apellido de unos de los organizadores de la toma de terrenos. La problemática de la Carpio abarca el desmedido crecimiento demográfico, segregación urbana, mala planificación de vivienda, mal manejo de desechos, excesivo ruido en algunas zonas, inseguridad ciudadana, poco acceso a servicios básicos, inmigración, difícil inserción al mercado laboral, poca escolaridad de la población, falta de zonas de recreación y presencia fuerte y negativa de la comunidad en los medios de comunicación.

Formas de razonamiento: heurísticas

Batanero (2001) indica que hay explicaciones para el uso de las heurísticas o estrategias a la hora de enfrentar una tarea estocástica: i) son procesos mentales que reducen la complejidad de un problema, de tal forma que sea accesible para el sujeto que lo está resolviendo, ii) presentan errores representacionales que ocasionan deficiencias al percibir los problemas y iii) existe una falta de motivación al indagar y seleccionar la información.

En ocasiones, las personas en su quehacer cotidiano, no muestran un razonamiento estocástico correcto cuando hacen inferencias de forma intuitiva en diversas actividades inciertas, esto pues nunca han aprendido o conocido sobre las leyes de la probabilidad, en lugar de usar un cálculo de probabilidad o uso de criterios estadísticos, confían en reglas parcialmente simples llamadas heurísticas, que son las que guían sus juicios. Además, se pueden ver alteradas por el contexto cultural en el que se vive. Así, el conocimiento de las concepciones y formas de razonamiento de los alumnos es un punto clave para asegurar el éxito de las nuevas propuestas curriculares en estocástica dentro de la educación secundaria.

Marco metodológico

Paradigma de investigación

El paradigma de la investigación fue mixto.

Cualitativo. Se busca la descripción contextual y la categorización de los fenómenos sociales que afectan la comunidad de La Carpio para así diseñar el material didáctico. También se analiza las respuestas de los estudiantes a las situaciones planteadas y los comentarios, correcciones y observaciones de los investigadores expertos al material elaborado.

Cuantitativo. Se busca analizar, medir y validar las guías didácticas elaboradas mediante una escala de Likert que evalúe aspectos como su aplicabilidad, claridad, coherencia, contexto, consistencia, innovación, organización y pertinencia.

Grupos de validación y producto final

Grupo de estudiantes para plan piloto. Dos grupos de profesores en formación, uno de nueve estudiantes y otro de 21 estudiantes que estaban tomando su primer curso de Probabilidad y Estadística en las carreras del Bachillerado de Enseñanza de la Matemática en dos universidades públicas diferentes. Su promedio de edad rondaba los 21.5 años.

Investigadores expertos. En total 32 investigadores expertos, nacionales e internacionales, en didáctica de la matemática, psicología y sociología colaboraron en la revisión brindando sugerencias, comentarios y correcciones al material elaborado.

Hojas de trabajo. El diseño final del material didáctico consiste en dos documentos: Guía para el profesor ([clic de acceso](#)): contiene la descripción del contexto de la comunidad de La Carpio, un glosario, una explicación de aspectos curriculares y didácticos para la utilización del material en la enseñanza de la probabilidad y estadística en estudiantes de 10° año de La Carpio, las respuestas de los ejercicios y los archivos adjuntos necesarios para la ejecución de las actividades.

Guía para el estudiante ([clic de acceso](#)): consiste en 16 Hojas de trabajo con un título sugestivo para cada actividad, además de un documento con la teoría de los temas abordados y un glosario de los términos utilizados.

Resultados de validación de las guías de trabajo

Aplicación del plan piloto

Con base en los resultados del plan piloto se corrigieron algunos ejercicios, se amplió el espacio de respuesta y se mejoró la redacción de las instrucciones. Además, se constató las posibles dificultades que un estudiante podría presentar a la hora de resolver las actividades propuestas. Luego de aplicar estas observaciones se formuló la tercera versión de las guías de trabajo para aplicarlo a la validación de expertos.

Guía de validación de expertos

Los expertos se agruparon en parejas de manera aleatoria de tal manera que dos expertos validarán una guía. A los expertos que colaboraron en la investigación se les contactó vía correo electrónico.

La elección de los criterios de validación se describen a continuación:

Tabla 1
Criterios de validación

Indicador	Criterio
Aplicabilidad	Es de fácil aplicación.
Claridad	El lenguaje con el que esta formulada la situación-problema es claro.

Coherencia	Hay relación entre el objetivo de la investigación y la situación-problema.
Contexto	Está contextualizado a la situación poblacional.
Consistencia	Está basada en aspectos teóricos.
Innovación	Está acorde a los temas actuales de investigación en Educación Estadística y es un aporte.
Organización	Hay una organización lógica.
Pertinencia	El contenido es pertinente de acuerdo a la habilidad esperada.

Fuente: Chávez. 2021.

Resultados de la validación

Después de obtener las puntuaciones proporcionadas por los 32 expertos, se promedió la calificación de cada Hoja de trabajo de acuerdo a la puntuación asignada por los dos expertos en cada indicador. Se ordenaron los resultados de izquierda a derecha de manera descendente de acuerdo al promedio de cada uno. También se calculó la desviación estándar y el promedio general de todos los indicadores. Se ordenaron cada uno de ellos ascendentemente de arriba hacia abajo. Todo esto se muestra en la figura 1:

		Hoja de Trabajo		2		6		5		14		9		12							
		Experto		E3	E4	E11	E12	E9	E10	E27	E28	E17	E18	E23	E24	σ	\bar{x}				
Indicador	Aplicabilidad	4	5	4.5	5	2	3.5	4	4	4	3	-	3	5	4	4.5	-	5	5	1.51	4.31
	Pertinencia	2	5	3.5	5	5	5	5	2	3.5	4	-	4	2	2	2	1	2	1.5	1.58	4.13
	Organización	2	5	3.5	5	3	4	5	4	4.5	4	-	4	3	3	3	2	1	1.5	1.42	3.93
	Claridad	3	5	4	4	4	4	5	2	3.5	1	-	1	2	4	3	2	5	3.5	1.43	3.9
	Contexto	4	5	4.5	5	2	3.5	4	4	4	4	-	4	2	2	2	1	1	1	1.6	3.87
	Innovación	4	4	4	5	2	3.5	5	4	4.5	4	-	4	2	1	1.5	1	1	1	1.74	3.87
	Coherencia	4	5	4.5	5	2	3.5	4	2	3	4	-	4	2	1	1.5	2	2	2	1.72	3.61
	Consistencia	3	4	3.5	5	3	4	4	2	3	4	-	4	2	2	2	2	1	1.5	1.59	3.59
					4		3.9		3.8		3.5		2.4		2.1						

Figura 1. Indicadores ordenados con número de guía y expertos.

Con base en los resultados del análisis estadístico, los criterios de revisión de las situaciones problema fueron:

- Indicadores cuya puntuación promedio sea menor a 4 y cuya desviación estándar sea mayor a 1.6.
- Ítems con puntuación promedio menor a 4.
- Experto o expertos cuya calificación promedio fue menor a 3.

En general, la valoración que recibieron las guías didácticas fue positiva. Algunos comentarios de los expertos:

Experto E4:

Que estás muy bien, y qué bonito este tipo de iniciativas, para que exista en el aula una apropiación de la realidad social y dejemos al fin de ver el espacio de la clase como algo desconectado de la vida real, me gustó mucho en ese sentido.

Experto E25:

La guía didáctica está redactada y estructurada de forma apropiada para el perfil del estudiante típico costarricense que cursa sus estudios en décimo grado. El contenido es coherente con la habilidad a desarrollar y cumple con los lineamientos establecidos para el programa de estudios por parte del MEP. También, destaca la contextualización de la guía respecto del contexto real en que se desenvuelven los estudiantes, esa es una gran virtud. (...) El proyecto está acorde a las tendencias internacionales de la Investigación en la Educación Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos.

Sin embargo, tomando en cuenta los criterios de revisión se puede señalar que:

- Los criterios de contexto, innovación, coherencia y consistencia presentaron una puntuación promedio menor a 4 y una desviación estándar mayor a 1, 6.
- Las Hojas de Trabajo 2, 5, 6, 9, 12, 14 presentaron una puntuación promedio menor a 4.
- Los expertos E3, E10, E12, E17, E18, E23, E24 brindaron una calificación promedio menor a 3.

Modificaciones de acuerdo a los indicadores. Una síntesis con respecto a los criterios de validación analizados, los comentarios de los expertos y la modificación que se realiza en la versión final de las hojas de trabajo se muestra a continuación:

Tabla 2
Observaciones y modificaciones por indicador

Indicador	Síntesis de las observaciones de los expertos	Modificaciones generales
Contexto	Se remarca en enseñanza tradicional, el uso del contexto no varía eso.	Se añaden preguntas adicionales que analizan los resultados de los cálculos matemáticos y examinan sus implicaciones en el contexto social.
Innovación	Se remarca en enseñanza tradicional: teoría y ejercicios. Se debe problematizar más.	Se cambia el formato del trabajo: de folleto de ejercicios a Hojas de Trabajo. La teoría se le adjunta a la guía del docente. Se problematiza en función de las situaciones-problema.
Coherencia	El problema es de estadística o de probabilidad, no de ambos.	El título de la investigación sugería que a los expertos iban a evaluar problemas en ambas áreas: Probabilidad y Estadística. Sin embargo, debido a la extensión del trabajo solo se les asignó una de las áreas.
Consistencia	Algunas correcciones en los aspectos teóricos.	Se realizan ajustes en la visualización de las gráficas, se modifican algunas tablas, se corrige la teoría, se revisan las soluciones, se modifica el espacio de respuesta. Se añade un glosario de palabras.

Fuente: elaboración propia.

Algunas de las valoraciones de los expertos por actividades que fueron atendidas en la versión final de la guía del profesor ([clic de acceso](#)) y la guía del estudiante ([clic de acceso](#)) son los siguientes:

Experto E3, hora de trabajo 2:

Deben modificarse los términos: “empleado en casas particulares”, “gráfico”. El contexto podría ampliarse. La reflexión debe ampliarse para que el “actúe” tenga más sentido.

Experto E10, hora de trabajo 5:

Sugiero que partan de situaciones cotidianas sugeridas, pidan a los estudiantes que realicen investigaciones y luego que se realicen estudios a partir de los datos recolectados.

Experto E9, hora de trabajo 6:

La habilidad se puede plantear en términos de dos habilidades y no como una sola, primeramente, resumir y en otra habilidad interpretar.

Experto E17, hora de trabajo 9:

Se deja de lado variables como: ¿es mucha basura para el 'área de acopio? ¿a qué distancia del basurero viven los habitantes de la comunidad? ¿cantidad de población versus cantidad de basura emitida? Entre otros.

Experto E18, hora de trabajo 9:

Es importante llevar al estudiante a la necesidad del análisis estadístico como una herramienta que me permite establecer propuestas de solución “fundamentadas” a las problemáticas dadas.

Experto E28, hora de trabajo 14:

Está dejando de lado la equiprobabilidad que es requisito. Más contexto, que es un punto caliente, que repercusiones tiene vivir ahí.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Una de las dificultades para la evaluación de las guías didácticas es el sesgo que pueden presentar las personas lectoras. A muchos les pareció incómodo, extraño, incluso inconveniente hablar de manera tan abierta sobre temas como: violencia, drogadicción, xenofobia, entre otros; pero justamente uno de los propósitos de este trabajo es visibilizar dichas problemáticas sociales latentes en la comunidad.

Uno de los grandes aportes de esta investigación, es el abordaje matemático de problemas sociales en contexto urbano – marginales; que permite a los estudiantes de la comunidad hagan conciencia sobre problemáticas que para ellos han sido normalizadas pero que en realidad forman parte de ambientes nocivos. Parte de la investigación es generar un tipo de activismo social desde el ámbito educativo ante tantas necesidades que se presentan.

Recomendaciones

El docente que haga uso de este material debe tomar su tiempo para profundizar en el conocimiento del contexto de la comunidad que, en muchos sentidos, es distinto al contexto del país. Debe ser sensible ante las respuestas de los estudiantes y cuidar que los alumnos no incurran en burlas o comentarios inapropiados.

Construir materiales similares desde edades tempranas con el fin de que estén familiarizados a problematizar las situaciones que se enfrentan en el diario vivir.

Cuidar que la toma de datos por parte de los estudiantes surja de fuentes confiables y que su análisis sea con el objetivo de solventar dificultades que se presentan.

Referencias y bibliografía

- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Universidad de Granada, España: Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Carraher, D., Nunez, T., Schliemann, A. (1985). *Mathematics in the streets and schools*. British Journal of Developmental Psychology, 3 (1), 21-29. Great Britain.
- Chávez, G. (2021). *Elementos de conocimiento de la alfabetización estadística observados en el razonamiento inferencial informal de estudiantes de educación media*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de los Lagos.
- INCAE Business School & SIFAIS (2018). *Bienestar Colectivo en La Carpio*.
- Mejía, G. y Sierra, L. (2013). *Influencia del contexto en el proceso de resolución de problemas de probabilidad condicional en estudiantes de grado once*. Tesis de Maestría. Departamento de Matemática, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programas de estudios en Matemática*. San José, Costa Rica.
- Shaughnessy, J. (1992). *Research in probability and statistics: Reflection and Directions* en Grouws D.A, New York: Macmillan Publishing Company.