



Una trayectoria hipotética de aprendizaje preliminar para el concepto de distribución binomial en bachillerato

A Preliminary Hypothetical Learning Trajectory for the Concept of Binomial Distribution in High School

 **Francisco Sepúlveda Vega**  | fsepulveda@upn.mx
Universidad Pedagógica Nacional, México

Sofia Paz-Rodríguez  | sofia.paz@cinvestav.mx
Cinvestav, México

Recepción: 16 de febrero de 2026 | Aceptación: 30 de junio de 2026

Resumen

Se presenta una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje preliminar para la introducción de la distribución binomial, alineada con el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior en México y fundamentada en una concepción de la educación estadística que fomenta el razonamiento estocástico utilizando tecnología. La trayectoria se organiza en seis sesiones que integran diversos recursos, como el uso de urnas físicas, árboles de probabilidad y herramientas digitales. La propuesta se constituye como un planteamiento didáctico-curricular que busca abrir un diálogo entre investigadores y docentes con el objetivo de construir, en conjunto, un acercamiento para la enseñanza de la distribución binomial en el bachillerato.

Palabras clave

Distribución binomial, educación estadística, bachillerato, razonamiento estocástico.

 Autor de correspondencia | Francisco Sepúlveda Vega

Sepúlveda Vega, F., & Paz-Rodríguez, S. (2026). Una trayectoria hipotética de aprendizaje preliminar para el concepto de distribución binomial en bachillerato. *Revista Enseñanza de las Matemáticas y Experiencias Docentes*, 2(2), 97–116. <https://doi.org/10.24844/REMEDI/0202.06>

Abstract

A preliminary Hypothetical Learning Trajectory is presented for the introduction of the binomial distribution, aligned with the Common Curricular Framework for High School in Mexico and based on a conception of statistics education that promotes stochastic reasoning through the use of technology. The trajectory is organized into six sessions that integrate a variety of resources, including physical urns, probability tree diagrams, and digital tools. This proposal constitutes an instructional and curricular framework intended to foster dialogue between researchers and teachers, with the aim of collaboratively developing an approach to teaching the binomial distribution in high school.

Keywords

Binomial distribution, statistical education, high school, stochastic reasoning.

Introducción

La estadística se considera una ciencia distinta a las matemáticas y, por ende, requiere también una didáctica específica (Biehler, 1994). Entre las diferencias destacan que en estadística: 1) el contexto desempeña un rol fundamental en el que se recopilan los datos y hacia el cual se derivan las conclusiones; 2) se estudia y analiza la variabilidad propia de los fenómenos aleatorios; 3) los resultados involucran un cierto grado de incertidumbre. Para mediar con la variabilidad y la incertidumbre, la estadística se apoya de la probabilidad; por ello, la enseñanza de la estadística implica también desarrollar un razonamiento probabilístico. A este enfoque que conjuga los razonamientos estadístico y probabilístico se le conoce como estocástico (Batanero & Borovcnik, 2016; Biehler, 1994).

La distribución binomial es una de las distribuciones de probabilidad discreta más importantes y cuyas aplicaciones se encuentran con frecuencia en la vida cotidiana (Sánchez & Landín, 2014). Además, articula y sintetiza varias ideas fundamentales de la probabilidad y la estadística. Sin embargo, a pesar de la diversidad de tecnologías y acercamientos para su enseñanza y sus aplicaciones (García-García et al., 2018), en la mayoría de las aulas mexicanas se sigue enseñando de una manera tradicional que privilegia el cálculo formal y el uso de fórmulas (Gómez-Blancarte et al., 2025).

En este contexto, se presenta una propuesta didáctico-curricular para introducir el concepto de distribución binomial que, al incorporar tecnología digital y otros recursos, busca desplazar el foco del cálculo formal hacia la exploración de conceptos y el desarrollo de una comprensión más profunda de las ideas estadísticas. Si bien se fomenta el trabajo con tareas independientes entre sí, como el lanzamiento de volados (Kazak et al., 2016), el uso de árboles de probabilidad (Sánchez & Landín, 2014) o la simulación de muestreos (García-García et al., 2018), este trabajo propone

la articulación de estos recursos para introducir la distribución binomial y extender su uso a problemas que involucren un número grande de ensayos, aspecto que ha sido poco explorado. La propuesta se organiza como una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje preliminar (THAp) y está diseñada para implementarse en el último semestre del bachillerato, en el contexto del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2025b). Esta propuesta se concibe como un punto de partida curricular que busca abrir un diálogo entre investigadores y docentes con el objetivo de construir en conjunto un acercamiento para la enseñanza de la distribución binomial que, mediante el uso de tecnologías, favorezca el razonamiento estocástico de los estudiantes.

Antecedentes

Diversas investigaciones han analizado cómo los estudiantes construyen el concepto de distribución binomial y el papel de la tecnología digital en su enseñanza. Por ejemplo, Kazak et al. (2016) investigaron cómo estudiantes de primaria (11 años) desarrollan la comprensión de la distribución binomial mediante el uso de simulaciones, el software TinkerPlots 2.0 y la elaboración de gráficas de distribución. A partir de una tarea de “saltos aleatorios de conejitos” en la que debían predecir posiciones finales después de cinco saltos (derecha o izquierda), los autores encontraron que los estudiantes inicialmente se apoyaban en heurísticas como la de representatividad (considerar más probables las secuencias que parecen equilibradas), el enfoque de resultados (asumir que cualquier resultado es posible) y el sesgo de equiprobabilidad (creer que todos los resultados ocurren con la misma frecuencia). Sin embargo, interactuar con simulaciones de un gran número de repeticiones y el uso del software les permitió reconocer la forma de la distribución binomial y comprender que esta depende del número de ramas que conducen hacia cada resultado, acercándose a formular su probabilidad teórica.

Por su parte, Sánchez y Landín (2014) diseñaron una jerarquía de cinco niveles para evaluar el razonamiento de estudiantes de bachillerato sobre la fórmula de probabilidad binomial. Esta jerarquía clasifica las respuestas de los estudiantes desde un Nivel 1, respuestas idiosincrásicas basadas en sesgos cognitivos o intuiciones, hasta un Nivel 5, que implica el uso de la fórmula binomial. Antes de recibir instrucción, las respuestas estaban influenciadas por heurísticas como la representatividad o la ilusión de linealidad. Tras el curso, los estudiantes incorporaron el uso de árboles de probabilidad. No obstante, pocos estudiantes alcanzaron el nivel 5.

García-García et al. (2018) analizaron cómo estudiantes de último año de bachillerato comprenden la distribución binomial mediante tareas de

predicción y asignación de probabilidades apoyadas en simulaciones con el software Fathom. En una fase inicial, los estudiantes lograron predecir las frecuencias esperadas, pero carecían del sentido de variabilidad al asumir que los resultados empíricos coincidían con los teóricos. Tras la exploración con el software, los estudiantes reconocieron que los resultados varían alrededor de los valores esperados, favoreciendo la construcción de la noción de variabilidad y la integración de la probabilidad teórica desde un enfoque frecuencial. Los autores argumentan que, para comprender la distribución binomial, los estudiantes deben integrar la noción de distribución, que implica concebir los datos como un agregado, y reconocer la variabilidad.

Finalmente, Aguiar et al. (2023) analizaron cómo estudiantes universitarios utilizan gráficos de la distribución binomial generados mediante el software Rstudio para comparar el porcentaje de pérdidas entre seis fábricas de tabiques con distintos tamaños de muestra. En un principio, los estudiantes usaron estrategias de proporcionalidad asociadas a la heurística de la ilusión de la linealidad. Esta dificultad comenzó a superarse cuando los estudiantes conceptualizaron que la información provenía de muestras, reconocieron que la variabilidad podría ser modelada mediante factores como el tamaño de la muestra y la hipótesis de una proporción de la población, y comprendieron que la distribución binomial permite comparar muestras de distintos tamaños.

En resumen, reconocemos que: 1) el uso de simulaciones favorece la construcción de una comprensión inicial de la distribución binomial (Kazak et al., 2016); 2) estudiantes de bachillerato y universidad suelen carecer del sentido de variabilidad (García-García et al., 2018) y tienden a abordar los problemas de distribución binomial con intuiciones o sesgos como la heurística de representatividad o la ilusión de linealidad (Aguiar et al., 2023; Sánchez & Landín, 2014); 3) el muestreo repetido es útil para reconocer la variabilidad típica de situaciones binomiales (Kazak et al., 2016); 4) la indagación acerca de cómo abordar problemas de fenómenos binomiales generales sigue siendo incipiente (Fernández Coronado et al., 2022); 5) en estos estudios no se promueve una conexión con la inferencia estadística.

Marco referencial

Razonamiento estocástico y distribución binomial

El razonamiento estadístico implica realizar interpretaciones a partir de datos, involucra el azar, y se sustenta en la comprensión conceptual de ideas fundamentales como la distribución, la media, la dispersión, la incertidumbre, la aleatoriedad y el muestreo (Garfield & Gal, 1999). Por su parte, un razonamiento probabilístico utiliza la lógica y la probabilidad para

gestionar situaciones inciertas y expresar incertidumbre (Biehler, 1994). Se argumenta que el análisis de datos y la probabilidad no pueden ni deben reducirse uno al otro, y más bien, sus relaciones tienen que desarrollarse (Batanero & Borovcnik, 2016). Por lo cual, definimos el razonamiento estocástico como aquel que se apoya en un razonamiento probabilístico para tomar decisiones u obtener conclusiones estadísticas y, por ende, articula ambos razonamientos.

Como distribución de una variable aleatoria discreta, la distribución binomial modela el número de éxitos en un conjunto de ensayos independientes. Puede representarse mediante árboles de probabilidad, aproximarse mediante simulaciones de muestreos con reemplazo desde un enfoque frecuencial, y utilizarse para hacer inferencias estadísticas al estimar y contrastar la proporción de una población a partir de los datos de una muestra.

En esta propuesta utilizamos cuatro significados parciales asociados a la distribución binomial (Fernández Coronado et al., 2022) ordenados de menor a mayor complejidad según el número de casos de análisis: (1) aproximación para problemas de conteo de casos; (2) el estudio de situaciones binomiales particulares; (3) el estudio de fenómenos binomiales generales; (4) aproximación a otras ideas matemáticas probabilísticas como la distribución normal y la ley de los grandes números.

El Marco Curricular

El Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) (SEP, 2025b) es la propuesta que organiza y orienta la enseñanza del bachillerato en México, definiendo los aprendizajes fundamentales para garantizar un perfil de egreso común de los diferentes subsistemas de bachillerato. En este marco, los temas de probabilidad y estadística se introducen en el último semestre del bachillerato. No obstante, en 2023 se propuso su incorporación desde el primer semestre, cambio que se mantuvo únicamente durante dos ciclos escolares. En 2025, se determinó reubicar nuevamente estos contenidos en el último semestre, retomando su organización previa. Este retorno dio lugar a la formulación de un nuevo programa de estudio sobre probabilidad y estadística, cuya implementación está prevista para el 2027, por lo que existe un margen temporal para discutir su adecuada estructuración e introducción en los bachilleratos mexicanos.

El nuevo programa se organiza en torno a una meta educativa: que el estudiante “aplique procedimientos, técnicas y lenguaje matemático para plantear posibles soluciones a problemas derivados de fenómenos naturales o sociales, cuyo comportamiento puede describirse probabilísticamente y

contribuir a una toma de decisiones fundamentada” (SEP, 2025a, p. 24). Esta meta se divide en ocho propósitos y veintitrés contenidos formativos (ver Anexo 1). Al analizar su estructura, se observa una falta de coherencia en la secuencia de los propósitos formativos, y una oscilación entre temas de probabilidad, estadística descriptiva e inferencial.

Asimismo, se incorporan contenidos como teoría de conjuntos, temas de conteo y combinatoria, cuya pertinencia dentro del currículo estadístico ha sido cuestionada. Por otra parte, se introduce la distribución normal sin introducir antes una distribución discreta de probabilidad como la distribución binomial. Finalmente, aunque la meta educativa plantea “una toma de decisiones fundamentada”, no se observa de manera explícita el desarrollo de la inferencia estadística. La distribución binomial es un concepto que puede articular diversos contenidos formativos de este MCCEMS y su uso puede promover el desarrollo del razonamiento estocástico en los estudiantes.

Trayectoria Hipotética de Aprendizaje

Una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA) es un modelo teórico para planificar la enseñanza de conceptos matemáticos y se compone de tres elementos: objetivos de aprendizaje, actividades de aprendizaje y procesos hipotéticos de aprendizaje, estos últimos entendidos como predicciones sobre cómo podría desarrollarse el pensamiento y la comprensión de los estudiantes (Simon, 2020). La THA constituye una guía para la planificación de la enseñanza, ya que propone una secuencia de actividades orientadas a la construcción del aprendizaje, al tiempo que describe posibles formas en que los estudiantes pueden comprender un concepto. Cárcamo y Fuentealba (2023) propusieron el constructo de Trayectoria Hipotética de Aprendizaje preliminar (THAp) para referirse a la trayectoria diseñada antes de ser implementada en el aula. Así, la THAp corresponde a una propuesta inicial elaborada a partir de la revisión de la literatura y de materiales curriculares, que posteriormente puede refinarse a partir de su implementación y análisis.

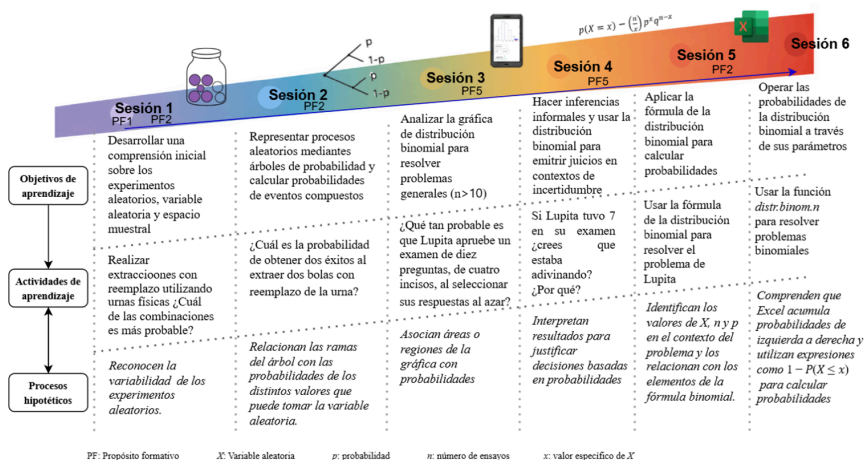
En este artículo, presentamos una THAp para introducir el concepto de distribución binomial en cursos de probabilidad y estadística en el MCCEMS que pretende desarrollar el razonamiento estocástico de los estudiantes. Dos recomendaciones de la investigación en educación estadística son la introducción de las ideas fundamentales de manera informal; y la incorporación de la tecnología en el aula para promover la comprensión conceptual (Batanero & Borovcnik, 2016; Gómez-Blancarte et al., 2025). La propuesta retoma ambas ideas de manera moderada y adecuada al contexto del bachillerato mexicano.

THAp para la distribución binomial

El objetivo de aprendizaje de la THAp es que los estudiantes comprendan y apliquen la distribución binomial con un número elevado de ensayos para la toma de decisiones. En particular, se espera que los estudiantes desarrollen los siguientes Propósitos Formativos (PF) del MCCEMS: reconozcan la variabilidad de los experimentos aleatorios (PF1, ver Anexo 1); identifiquen la relación entre la probabilidad frecuencial y la teórica de un experimento aleatorio con distribución binomial (PF2); identifiquen problemas susceptibles de modelarse mediante la distribución binomial (PF5); comprendan, relacionen y apliquen los árboles de probabilidad, la fórmula y la gráfica de la distribución binomial a problemas que involucren tanto pocos como un gran número de ensayos (PF5); hagan inferencias informales y tomen decisiones con base en un razonamiento probabilístico a través de la distribución binomial (Meta educativa).

Figura 1

THAp para la distribución binomial



La propuesta está prevista para una duración aproximada de dos semanas (6 sesiones de dos horas), y podría utilizarse al inicio del curso. Aunque se organiza en torno a la distribución binomial, permite articular diversos propósitos formativos del MCCEMS, por lo que no se plantea como una trayectoria para un solo contenido. De este modo, el programa puede pensarse como un conjunto de trayectorias que integren múltiples propósitos, lo que permite desarrollar una perspectiva más holística en el tratamiento didáctico de los contenidos. A continuación, se detallan los objetivos, las actividades y los procesos hipotéticos de aprendizaje de cada sesión en el orden que se sugiere su implementación (Figura 1).

Actividad previa

Antes de la primera sesión, el docente solicitará a los estudiantes, organizados en equipos, que construyan en casa una urna que llevarán a clase. Para ello, explicará qué es una urna, cómo puede elaborarse (por ejemplo, el uso de cajas de zapatos) y qué tipo de materiales pueden incluir en ellas (por ejemplo, chicles de dos distintos sabores). Es importante aclarar que cada urna debe incluir dos tipos de objetos distintos. Los objetos deben ser homogéneos en sus características (tamaño, textura, peso, etc.) para garantizar la equiprobabilidad, supuesto implícito del modelo (lo que constituiría una analogía de los resultados de éxito y fracaso). Se recomienda contar con al menos 10 urnas en el aula para acumular una cantidad de muestras considerable.

Sesión 1. Muestreo

La Sesión 1 consiste en la simulación de experimentos aleatorios mediante las urnas construidas por los estudiantes. El objetivo de aprendizaje es que los estudiantes experimenten la variabilidad asociada a la producción de un conjunto de datos y desarrollen una comprensión inicial sobre conceptos fundamentales como experimentos aleatorios, variable aleatoria y espacio muestral. La sesión se divide en dos actividades.

Actividad 1

En esta actividad, se configuran las urnas con proporción $p = \frac{1}{2}$. Al inicio de la actividad, se solicita a los estudiantes que anticipen los posibles resultados al realizar dos extracciones con reemplazo de la urna ($n = 2$) para identificar el espacio muestral. A continuación, se plantea la pregunta: *¿cuál de las combinaciones es más probable?* Después de una breve discusión, los estudiantes extraen 10 muestras con reemplazo de tamaño 2 y, guiados por el docente, registran sus resultados en una tabla (Tabla 1).

Tabla 1

Registro de resultados de extracciones

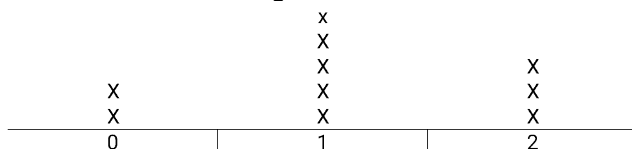
	1	2	Total (X)
1	E	E	2
2	F	E	1
...	...	...	...
10	F	F	0

Nota. E representa éxito y F fracaso.

A continuación, los estudiantes construyen la distribución de las 10 muestras (Figura 2). A partir de estas experiencias, se espera que los estudiantes comiencen a identificar patrones en la frecuencia de los resultados.

Figura 2

Distribución de 10 muestras ($n=2, p=\frac{1}{2}$)



Al final de esta actividad, el docente introduce la notación probabilística a partir de la probabilidad frecuencial, por ejemplo, según la Figura 2, $p(X=0) = \frac{2}{10}$, $p(X=1) = \frac{6}{10}$ o $p(X=2) = \frac{2}{10}$. También hace notar que:

$$\sum_{i=0}^2 p(X=i) = 1$$

Actividad 2

En la segunda actividad, se sugiere que el grupo se divida en dos partes para trabajar con diferentes valores de p y un mismo tamaño de muestra ($n=10$). La mitad del salón trabaja con $p=\frac{1}{2}$ y la otra mitad con $p=\frac{1}{4}$. Antes de comenzar, se pide a los estudiantes que formulen conjeturas sobre la forma de las distribuciones que obtendrá cada grupo. Una vez realizados los muestreos, todos los equipos construyen su tabla y la distribución muestral respectiva. Al final en el pizarrón se construyen dos gráficas, $B(n=10, p=\frac{1}{2})$ y $B(n=10, p=\frac{1}{4})$, con la acumulación de los datos que obtuvo cada equipo.

El docente debe guiar a los estudiantes para que identifiquen la variabilidad inherente a los experimentos aleatorios y comiencen a conocer elementos de la distribución como su forma simétrica y su centro en $\mu=np$.

Sesión 2. Árboles de probabilidad

En concordancia con los primeros dos significados de la distribución binomial (Fernández Coronado et al., 2022), la Sesión 2 tiene como objetivo que los estudiantes representen procesos aleatorios secuenciales mediante árboles de probabilidad y calculen probabilidades de eventos compuestos para desarrollar una comprensión estructurada del cálculo de probabilidades. La sesión inicia con la pregunta: *¿Cuál es la probabilidad de obtener dos éxitos al extraer dos bolas con reemplazo de la urna?* A partir de ello,

el profesor construye el árbol de probabilidad para el caso $n = 2$ y $p = \frac{1}{2}$, explicando paso a paso cómo se generan las ramas y cómo se calculan las probabilidades asociadas a cada resultado. Al final de cada rama el docente escribe:

$$p(E E) = \frac{1}{4}, \quad p(E F) = \frac{1}{4}, \quad p(F E) = \frac{1}{4} \text{ y } p(F F) = \frac{1}{4}$$

Luego se obtiene la distribución de la variable aleatoria X : número de éxitos, es decir,

$$p(X = 0) = \frac{1}{4}, \quad p(X = 1) = \frac{1}{2} \text{ y } p(X = 2) = \frac{1}{4}$$

Los estudiantes identifican la relación entre las ramas del árbol y las probabilidades de los distintos valores que puede tomar la variable aleatoria. Posteriormente, los estudiantes trabajan de manera individual problemas como:

- *¿Qué tan probable es que adivines correctamente el lanzamiento de tres volados?* Para responder, los estudiantes deben desarrollar por su cuenta el árbol de probabilidad B ($n = 3$, $p = \frac{1}{2}$) y calcular sus probabilidades respectivas. En esta fase se introduce la notación y el cálculo de intervalos de probabilidad, por ejemplo, el docente puede preguntar por $p(X \geq 1)$.
- *Al responder al azar dos preguntas de cuatro incisos cada una, y una única respuesta correcta en cada pregunta. ¿Qué tan probable es que aciertes $X = 0$, $X = 1$, $X = 2$ preguntas?* Los estudiantes ahora construyen sus árboles y calculan B ($n = 2$, $p = \frac{1}{4}$).

Sesión 3. Problemas binomiales generales

En concordancia con el tercer significado parcial de la distribución binomial (Fernández Coronado et al., 2022), la Sesión 3 tiene como objetivo que los estudiantes analicen la gráfica de la distribución binomial para resolver problemas generales.

La sesión inicia con una discusión sobre la solución del siguiente problema: *¿Qué tan probable es que Lupita apruebe un examen de diez preguntas de cuatro incisos al seleccionar todas sus respuestas al azar?* A partir de este planteamiento, el docente guía a los estudiantes para identificar que el uso de árboles de probabilidad resulta poco eficiente para valores grandes de n . En particular, para una muestra de tamaño $n = 10$ como la del problema, este método implica construir un árbol con diez niveles de ramificación.

Aquí, se propone introducir la aplicación *Probability Distribution* como herramienta para resolver el problema. Es una aplicación gratuita para dispositivos móviles, disponible en Android e iOS (Figura 3), que permite calcular y visualizar distribuciones de probabilidad de manera muy intuitiva.

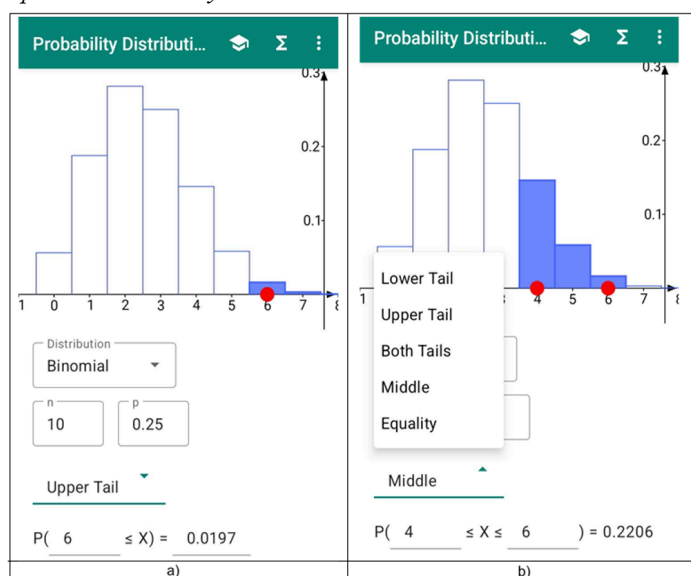
Figura 3*QR de descarga de aplicación Probability Distribution*

Sistema operativo Android



Sistema operativo IOS

Probability Distribution cuenta con un panel en el que se selecciona la distribución con la que se desea trabajar. Una vez seleccionada, la aplicación solicita el tamaño de la muestra n y la probabilidad p (Figura 4a). Asimismo, incluye un menú de opciones que permite seleccionar si se desean calcular probabilidades puntuales o rangos de la distribución, y puntos rojos debajo de las columnas que pueden arrastrarse para ajustar los valores extremos de dichos rangos (Figura 4b). Con esta herramienta los estudiantes utilizan las expresiones de probabilidad del tipo $(P(X > x))$ y $(P(X < x))$ y resuelven problemas generales con el propósito de apropiarse del lenguaje simbólico y desarrollar fluidez en la interpretación de probabilidades en distintos contextos. Así, la herramienta proporciona una solución visual y dinámica a los problemas.

Figura 4*Vista de aplicación Probability Distribution*

En el Anexo 2 se enlistan 10 problemas diferentes que se sugiere trabajar en esta sesión. Los docentes pueden utilizar la calculadora de probabilidad de GeoGebra en lugar de *Probability Distribution*, ya que tiene funcionalidades similares como calcular y visualizar distribuciones de probabilidad de forma interactiva. De esta manera, los docentes pueden proyectar desde la computadora el proceso que deben seguir los estudiantes en su celular.

Sesión 4. Introducción informal a la inferencia

El objetivo de aprendizaje de esta sesión es que los estudiantes hagan inferencias informales y usen la distribución binomial como herramienta para tomar decisiones o emitir juicios en contextos de incertidumbre. A partir del problema planteado en la sesión 3, se propone un cambio en el tipo de preguntas, pasando de calcular probabilidades a interpretar resultados observados. En este sentido, se retoma el contexto del examen de Lupita y se plantea la siguiente situación a los estudiantes: *Si Lupita tuvo 7 en su examen, ¿creen que estaba adivinando? ¿Por qué?*

Estas preguntas buscan promover el razonamiento estocástico, ya que los estudiantes deben analizar la probabilidad de obtener dicho resultado y, con base en ello, emitir inferencias sobre si Lupita pudo haber estado adivinando o no. Se espera que las respuestas consideren esta incertidumbre y utilicen la distribución binomial en cuanto a su forma y medidas de centro como elementos para interpretarla. En particular, una respuesta esperada es que, si Lupita hubiera estado adivinando, la probabilidad de obtener 7 debe ser muy baja, por lo que es más probable que no haya resuelto el examen al azar. Este planteamiento es similar al de una prueba de significación en el que se tiene una hipótesis nula H_0 : Lupita estaba adivinando, y bajo esta hipótesis la probabilidad de que Lupita obtenga 7 o más, $P(X \geq 7) = 0.0035$, correspondería al p -valor. Las inferencias que los estudiantes realizan son informales porque no se espera que alcancen a conocer conceptos como el p -valor o el nivel de significación.

Este cambio en el problema representa también una valiosa oportunidad de evaluar su comprensión de la distribución binomial. En el Anexo 3 se enlistan un conjunto de diez problemas en los que los estudiantes pueden desarrollar un razonamiento estocástico. Al resolverlos se propone que los estudiantes sistematicen el uso de *Probability Distribution*. Sánchez (2023, 2025) argumenta que las nuevas tecnologías permiten abordar estos tipos de problemas haciendo énfasis en la incertidumbre que conllevan (su análisis y cuantificación). Si bien Sánchez se refiere a softwares que permiten simular la variabilidad muestral, proponemos la alternativa de usar la gráfica teórica de la distribución binomial por la dificultad de acceder a softwares como

Fathom o CODAP en las aulas. Conviene destacar que los estudiantes suelen resolver estos problemas a través de razonamientos proporcionales, por lo que es importante que el docente los acompañe en el uso de la distribución binomial para resolverlos y hacer frente a la heurística de la ilusión de la linealidad.

Sesión 5. Fórmula binomial

La actividad de la Sesión 5 tiene como objetivo que los estudiantes comprendan y apliquen la fórmula de la distribución binomial como una herramienta para calcular probabilidades. En esta sesión se institucionaliza el conocimiento de las sesiones anteriores mediante la introducción de la fórmula

$$p(X = x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

explicando su relación con los árboles de probabilidad. La sesión comienza con el ejemplo del cálculo para $B(n = 3, p = \frac{1}{4})$ y $p(X = 2)$. Se continúa con una discusión sobre cómo resolver el problema de Lupita (Sesión 3) utilizando esta misma fórmula. Los estudiantes resuelven el problema con ayuda de las calculadoras en sus celulares:

$$\begin{aligned} p(X \geq 7) &= \sum_{k=7}^{10} \binom{10}{k} \left(\frac{1}{4}\right)^k \left(\frac{3}{4}\right)^{10-k} \\ &= \binom{10}{7} \left(\frac{1}{4}\right)^7 \left(\frac{3}{4}\right)^3 + \binom{10}{8} \left(\frac{1}{4}\right)^8 \left(\frac{3}{4}\right)^2 + \binom{10}{9} \left(\frac{1}{4}\right)^9 \left(\frac{3}{4}\right)^1 + \binom{10}{10} \left(\frac{1}{4}\right)^{10} \left(\frac{3}{4}\right)^0 \\ &= 0.0031 + 0.0004 + 0 + 0 = 0.0035 \end{aligned}$$

Este enfoque se caracteriza por la ausencia de representaciones gráficas y el empleo de propiedades de la distribución. Los estudiantes notarán las dificultades que este enfoque conlleva, en particular al ejecutar una serie extensa de operaciones aumenta el riesgo de cometer errores aritméticos o incluso de ingresar datos incorrectos en la calculadora. Resolver este problema, además de una comprensión de la lógica de la acumulación de probabilidades, requiere de un nivel avanzado de aritmética, como el manejo de paréntesis, exponentes, combinaciones y el factorial.

Sesión 6. Solución con Excel

La sesión 6 tiene como objetivo que los estudiantes aprendan a operar las probabilidades de la distribución binomial a través de sus parámetros y sin el uso de la representación gráfica. Para esto se propone el uso de Excel, en donde, a partir de los parámetros y algunas funciones lógicas se obtienen las probabilidades puntuales y acumuladas. El docente explicará la función *distr.binom.n*, que permite calcular la probabilidad puntual o acumulada. Al

introducir la función en Excel es necesario capturar el número de éxitos, el número de ensayos, la probabilidad de éxito p y finalmente, considerar el valor lógico de VERDADERO para calcular la probabilidad acumulada.

Figura 5

Solución de problema en Excel

fx = =1-DISTR.BINOM.N(6,10,0.25,VERDADERO)				
	C	D	E	F
	=1-DISTR.BINOM.N(6,10,0.25,VERDADERO)			
	DISTR.BINOM.N(núm. éxito, ensayos, prob. éxito, acumulado)			

Se propone resolver de nuevo el problema de Lupita (Figura 5). Dado que Excel arroja probabilidades acumuladas a partir de la cola izquierda de la distribución, los estudiantes deben comprender que para calcular $P(x \geq 7)$ el procedimiento más adecuado es hacer $1 - P(x \leq 6)$. Adicionalmente se propone que los estudiantes utilicen Excel para resolver algunos de los problemas que se presentan en los Anexos 2 y 3.

Este acercamiento requiere un conocimiento sólido sobre la distribución binomial, ya que implica identificar cada elemento del problema. Una ventaja de este método es el uso extendido de Excel en el mundo laboral al que probablemente se incorporarán los estudiantes. Por otro lado, esta sesión está condicionada al acceso a computadoras.

Evaluación

Al concluir las actividades de la sesión 6, se propone la resolución de problemas como los del Anexo 3, mediante los cuales se evalúa la capacidad de reconocer la variabilidad presente en situaciones de incertidumbre, identificar que esta variabilidad puede modelarse mediante una distribución binomial, seleccionar los parámetros adecuados para construir el modelo correspondiente y emitir juicios fundamentados en la probabilidad para razonar estadísticamente.

Discusión y conclusiones

El presente artículo ofrece una propuesta para la enseñanza de la distribución binomial pensada para implementarse en los bachilleratos mexicanos en el contexto del MCCEMS. Además de abordar y entrelazar varios de los propósitos formativos de este marco, la THAp promueve el uso de la tecnología como medio para favorecer una comprensión conceptual más profunda de las ideas estadísticas que subyacen en la resolución de problemas relacionados con dicha distribución. De este modo, se busca ir más allá del cálculo mecánico y, en su lugar, fomentar un

razonamiento estocástico en contextos de incertidumbre a través de la toma de decisiones basadas en probabilidades.

Asimismo, se busca que la propuesta sea flexible y adaptable a las condiciones de cada bachillerato, especialmente en relación con la disponibilidad de recursos tecnológicos tales como computadoras y conexión a internet. Por ello, la THAp contempla el uso de recursos accesibles, como la construcción de urnas físicas y aplicaciones digitales gratuitas para dispositivos móviles. No obstante, si se cuenta con la infraestructura necesaria, algunas actividades podrían implementarse mediante CODAP, particularmente en las sesiones 1, 3 y 4, ya que esta herramienta permitiría realizar en un mismo entorno la simulación, organización y análisis de datos. Sin embargo, su incorporación requeriría realizar ajustes didácticos en la THAp para articular el uso de la herramienta con los objetivos de cada sesión.

Una limitante de esta propuesta es que aún no ha sido implementada. Dado que se trata de una THAp, la propuesta debe entenderse como una primera versión que puede ser discutida, ajustada y validada a partir de su implementación en el aula. En este sentido, la implementación de la THAp permitirá analizar si la secuencia, tal como ha sido formulada, favorece el desarrollo de un razonamiento estocástico y si los recursos propuestos pueden adaptarse a las condiciones reales de cada bachillerato. Otra limitante es que en toda implementación el rol del docente es fundamental y en este artículo no se ha abordado explícitamente. Los conocimientos que un docente necesita para implementar la THAp no se limitan al contenido estadístico o probabilístico, también se requiere que desarrollen conocimientos asociados al uso de las herramientas digitales y cómo estas moldean el razonamiento de los estudiantes. Por un lado, la THAp podría fortalecerse detallando el rol del docente en cada sesión; por otro lado, una propuesta de desarrollo profesional docente coadyuvaría a su viabilidad.

Vemos en la formulación de este nuevo currículo y la presente propuesta la oportunidad para abrir un diálogo entre investigadores y docentes orientado a desarrollar un razonamiento estocástico en los estudiantes de bachillerato.

Referencias

- Aguiar, M. E., Gutiérrez, H., & Vargas, V. (2023). Model-eliciting activity with civil engineering students to solve a problem involving binomial distribution. *Statistics Education Research Journal*, 22(3), Article 3. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i3.431>
- Batanero, C., & Borovcnik, M. (2016). *Statistics and probability in high school*. Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-624-8>

- Biehler, R. (1994). Probabilistic thinking, statistical reasoning, and the search for causes: Do we need a probabilistic revolution after we have taught data analysis? En J. Garfield (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS4)* (p. 40). IASE.
- Cárcamo, A., & Fuentealba, C. (2023). Un modelo para la construcción de trayectorias hipotéticas de aprendizaje preliminares. *Boletim de Educação Matemática*, 37(76), 577–601. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v37n76a10>
- Fernández Coronado, N. A., García-García, J. I., Arredondo, E. H., & Araya Naveas, I. A. (2022). Epistemic configurations and holistic meaning of binomial distribution. *Mathematics*, 10(10), 1748. <https://doi.org/10.3390/math10101748>
- García-García, J., Arredondo, E. H., & Márquez, M. (2018). Desarrollo de la noción de distribución binomial en estudiantes de bachillerato con apoyo de tecnología. *Paradigma*, 39, 92–106. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2018.p92-106.id702>
- Garfield, J., & Gal, I. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning. En L. Stiff (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12* (pp. 207–219). National Council of Teachers of Mathematics.
- Gómez-Blancarte, A. L., Rivera-Pérez, J. G., & Zapata-Cardona, L. (2025). A national study on the teaching of statistics by Mexican college lecturers. *ZDM - Mathematics Education*, 57(7), 1397–1409. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01724-w>
- Kazak, S., Fujita, T., & Wegerif, R. (2016). Students' informal inference about the binomial distribution of "bunny hops": A dialogic perspective. *Statistics Education Research Journal*, 15(2), 46–61. <https://doi.org/10.52041/serj.v15i2.240>
- Sánchez, E. (2023). Análisis de tres problemas de probabilidad utilizados en la investigación. En E. L. Juárez Ruiz, L. A. Hernández Rebollar, & A. Castañeda (Eds.), *Tendencias en la Educación Matemática 2023* (pp. 91–111). SOMIDEM Editorial. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2023/01-05>
- Sánchez, E. (2025). ¿Dónde está la incertidumbre en los problemas de probabilidad? En C. Paredes-Cancino, F. Sepúlveda Vega, D. Clemente Olague, & M. Verástegui Gutiérrez (Eds.), *Memorias 1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica* (pp. 2–7). *Red Mexicana en Educación Estocástica*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15486149>
- Sánchez, E., & Landín, P. R. (2014). Levels of probabilistic reasoning of high school students about binomial problems. En E. J. Chernoff & B. Sriraman (Eds.), *Probabilistic thinking: Presenting plural perspectives* (pp. 581–597). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7155-0_31

- Secretaría de Educación Pública. (2025a). *Pensamiento matemático. Marco curricular común de la educación media superior (Modelo Educativo 2025)*. SEP.
https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/2025/09/C1rup2PyU9-MCC_PENSAMIENTO-MATEMATICO.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2025b). *Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. SEP. <https://dgb.sep.gob.mx/marco-curricular>
- Simon, M. (2020). Hypothetical learning trajectories in mathematics education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 354–357). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_72

Anexo 1: Propósitos y contenidos formativos del MCCEMS

Propósito formativo (PF)	Contenido formativo
1. Entiende la importancia de la recolección y organización de datos en la elaboración de una muestra aleatoria para la explicación de fenómenos naturales y sociales.	• Eventos deterministas y aleatorios • Recolección de datos
2. Identifica la incertidumbre como consecuencia de la variabilidad y, a través de simulaciones, plantea una hipótesis de trabajo para obtener la frecuencia y probabilidad de que suceda un evento.	• Simulaciones probabilísticas • Equiprobabilidad • Frecuencia de los eventos
3. Comprende los conceptos básicos de la teoría de conjuntos para aplicarlos en problemas que le sean presentados.	• Concepto general de conjunto • Notación e igualdad de conjuntos • Subconjunto, conjunto universal y subconjuntos • Representación de conjuntos con diagramas de Venn • Leyes de Morgan
4. Selecciona y aplica una técnica de conteo (permutaciones, combinaciones, reemplazo con y sin orden) para calcular probabilidad en eventos simples y apoyar la toma de decisiones.	• Técnicas de conteo • Probabilidad dependiente e independiente • Probabilidad condicionada
5. Analiza los datos categóricos y cuantitativos a través de algunas de sus representaciones, para realizar gráficas de barras (variables cualitativas) o gráficos de puntos e histogramas (variables cuantitativas).	• Variables estadísticas • Gráficas y su interpretación • Gráficas y tendencias
6. Reconoce algunas problemáticas o fenómenos de interés, para identificar cómo se relacionan entre sí dos o más variables categóricas y dos o más variables cuantitativas.	• Independencia de variables cualitativas • Correlación de variables cuantitativas
7. Extrae información a través del empleo de técnicas de muestreo, valora la importancia de la aleatoriedad al tomar la muestra.	• Población y muestra • Fuentes de información (primarias, secundarias y terciarias) • Métodos de muestreo: aleatorio simple y sistemático
8. Explica un evento aleatorio cuyo comportamiento puede describirse a través del estudio de la distribución normal, para calcular la probabilidad.	• Distribución normal • Medidas de tendencia central • Medidas de dispersión

Anexo 2: Problemas de probabilidad binomial

1. En un videojuego, un jugador gana cada partida con probabilidad ($p = 0.6$). Juega 12 partidas.
¿Cuál es la probabilidad de que gane exactamente 8 partidas?
2. Un jugador encesta un tiro libre con probabilidad ($p = 0.75$). Lanza 15 tiros.
¿Cuál es la probabilidad de que enceste al menos 12?
3. Una fábrica produce focos, y el 5% salen defectuosos. Se inspeccionan 20 focos.
¿Cuál es la probabilidad de que haya exactamente 2 defectuosos?
4. Un estudiante contesta al azar un examen de 16 preguntas con 4 opciones cada una.
¿Cuál es la probabilidad de que acierte menos de 5 preguntas?
5. Se lanza 18 veces una moneda.
¿Cuál es la probabilidad de obtener más de 10 águilas?
6. El 70% de los estudiantes aprueba una materia. Se eligen 14 estudiantes al azar.
¿Cuál es la probabilidad de que al menos 10 aprueben?
7. Una máquina produce piezas con probabilidad ($p = 0.9$) de ser correctas. Se revisan 11 piezas.
¿Cuál es la probabilidad de que todas sean correctas?
8. Se lanza un dado 12 veces.
¿Cuál es la probabilidad de obtener exactamente 3 veces el número 6?
9. Un usuario da “like” a una publicación con probabilidad ($p = 0.3$). Se muestran 20 publicaciones.
¿Cuál es la probabilidad de que dé “like” a menos de 5?
10. Un jugador anota un penal con probabilidad ($p = 0.8$). Cobra 13 penales.
¿Cuál es la probabilidad de que falle a lo más 2?

Anexo 3. Problemas de inferencia

En todos los casos se solicita una justificación por parte de los estudiantes.

1. Un profesor afirma que una moneda es justa ($p = 0.5$). Un estudiante la lanza 20 veces y obtiene 15 caras. ¿Te parece razonable seguir creyendo que la moneda es justa?
2. Una app asegura que el 80% de los usuarios completa un curso. De 15 estudiantes que la usan, solo 8 lo terminan. ¿Esto pone en duda la afirmación de la app?
3. Un jugador dice que anota el 90% de sus penales. En un torneo tira 12 penales y falla 4. ¿Los resultados contradicen lo que dice el jugador?
4. Una fábrica afirma que solo el 2% de sus dulces salen defectuosos. En una muestra de 25 dulces, 3 están defectuosos. ¿Esto contradice lo que dice la fábrica?
5. En un juego, la probabilidad de ganar es ($p = 0.3$). Un jugador juega 18 veces y gana 8. ¿Este resultado parece esperable bajo ese modelo?
6. Se cree que el 60% de los estudiantes prefiere clases en línea. En una muestra de 20 estudiantes, solo 9 dicen preferirlas. ¿Esto contradice la creencia de que el 60% de los estudiantes prefiere clases en línea?
7. Una máquina debería entregar el producto correcto el 95% del tiempo. En 15 compras, falla 2 veces. ¿Te parece que la máquina cumple con lo prometido?
8. En 24 lanzamientos de un dado, el 6 aparece 8 veces. ¿Crees que el dado está cargado?
9. Se estima que el 40% de los usuarios comparte una publicación. En un grupo de 12 usuarios, 9 la comparten. ¿Esto coincide con la estimación?
10. Una vacuna tiene efectividad del 85%. En un grupo de 20 personas vacunadas, 6 se enferman. ¿Esto pone en duda la efectividad anunciada?