

<h1>Del dato al sistema: descubriendo las distribuciones muestrales</h1>

Ingeniería | Ingeniería de sistemas | Aprendizaje Basado en Problemas

Descripción

Este plan de clase aborda las distribuciones muestrales en el contexto de Estadística II para estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, los estudiantes analizarán situaciones relacionadas con el rendimiento de servidores, la latencia de aplicaciones, la disponibilidad de servicios y la calidad de datos obtenidos mediante muestreo.

El problema central será determinar hasta qué punto una muestra permite inferir características de una población tecnológica sin medir todos sus elementos. A partir de datos reales o simulados, los estudiantes construirán y compararán distribuciones muestrales, analizarán el comportamiento de la media y la proporción muestral, estimarán errores estándar y aplicarán el Teorema Central del Límite. También interpretarán resultados obtenidos mediante hojas de cálculo o herramientas de programación.

El aprendizaje será activo y colaborativo: los estudiantes formularán hipótesis, diseñarán procedimientos de muestreo, simularán muestras, argumentarán decisiones y comunicarán conclusiones técnicas. La propuesta fortalece competencias propias de Ingeniería de Sistemas, como el análisis de datos, la toma de decisiones basada en evidencia, la validación de resultados y la comunicación de hallazgos. Al finalizar, podrán evaluar si una muestra es suficiente y si sus resultados son confiables para apoyar decisiones sobre sistemas informáticos.

Objetivos de Aprendizaje

- **Explicar** el concepto de distribución muestral y diferenciarlo de la distribución de una población y de una muestra individual.
- **Construir** mediante procedimientos manuales y herramientas digitales distribuciones muestrales de medias y proporciones.
- **Aplicar** el Teorema Central del Límite y calcular el error estándar para analizar el comportamiento de estadísticos muestrales.
- **Comparar** el efecto del tamaño de muestra sobre la variabilidad y la aproximación a una distribución normal.
- **Interpretar y argumentar** conclusiones estadísticas aplicadas al rendimiento y disponibilidad de sistemas informáticos.

Recursos Necesarios

- Computador o dispositivo con acceso a internet para cada pareja o grupo.

- Proyector y pizarra física o digital.
- Hojas de cálculo: Microsoft Excel o Google Sheets.
- Entorno opcional de programación: Google Colab con Python, utilizando NumPy, pandas y Matplotlib.
- Cuatro conjuntos de datos impresos o digitales sobre latencia, disponibilidad, tiempos de respuesta y fallos de servidores.
- Calculadora científica, regla, hojas blancas y marcadores.
- Plantilla de trabajo ABP con secciones: problema, datos, hipótesis, procedimiento, resultados y conclusión.
- Rúbrica de análisis de distribuciones muestrales y lista de cotejo para el trabajo colaborativo.
- Video breve, de tres a cinco minutos, sobre monitoreo de rendimiento en servicios digitales.
- Tarjetas de salida y formulario digital en Google Forms o Microsoft Forms.

Requisitos Previos

- Reconocer población, muestra, parámetro y estadístico.
- Calcular e interpretar media, varianza, desviación estándar y proporción.
- Utilizar operaciones básicas y funciones estadísticas en una hoja de cálculo.
- Comprender conceptos elementales de probabilidad y distribución normal.
- Interpretar gráficos de barras, histogramas, medidas de tendencia central y dispersión.
- Trabajar colaborativamente y comunicar resultados mediante lenguaje matemático y técnico.

Actividades

Sesión 1: ¿Una muestra puede representar el rendimiento de un sistema?

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos.

Propósito de la sesión: Introducir el problema de inferir el comportamiento de una población tecnológica a partir de muestras y activar los conocimientos previos necesarios.

Activación de conocimientos previos

Docente: Proyecta la pregunta: “Un servicio recibe 10 000 solicitudes durante una hora. ¿Es necesario medir el tiempo de respuesta de las 10 000 solicitudes para saber si el sistema cumple un promedio menor a 200 milisegundos?”.

Solicita una respuesta individual y luego pide que la justifiquen en parejas.

Estudiantes: Identifican la población, proponen una muestra y mencionan posibles riesgos de seleccionar pocos datos o elegirlos de manera sesgada.

Motivación y contextualización

Docente: Presenta un video breve sobre monitoreo de servicios digitales y plantea el reto: “El equipo de operaciones debe decidir si escala la infraestructura. Solo dispone de muestras de tiempos de respuesta. ¿Qué tan confiable es su decisión?”.

Estudiantes: Registran dos preguntas que necesitarían responder para tomar la decisión.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 100 minutos.

Actividad 1. Formulación del problema y clasificación de datos

Objetivo específico: Explicar la diferencia entre población, muestra, parámetro, estadístico y distribución muestral.

Organización: Grupos de 3 o 4 estudiantes. **Tiempo:** 25 minutos.

Docente: Entrega el caso: “Una plataforma de comercio electrónico registró los tiempos de respuesta de 5000 solicitudes. Por limitaciones de almacenamiento, el analista selecciona muestras aleatorias de 25 solicitudes para estimar el promedio del sistema”. Indica que no deben comenzar calculando, sino definir qué se desea conocer.

- Identifiquen la población y la unidad de observación.
- Determinen cuál es el parámetro de interés.
- Propongan tres muestras posibles de tamaño 25.
- Indiquen qué estadístico se calcularía en cada muestra.
- Respondan: “¿Qué cambiaría si se obtuvieran 1000 muestras distintas de tamaño 25?”.

Producto: Tabla de conceptos y mapa inicial que relacione población, muestra, parámetro y estadístico.

Rol del docente: Observa si confunden muestra con distribución muestral y pregunta: “¿El promedio de una muestra es fijo o puede cambiar?” y “¿Qué conjunto de valores se formaría al repetir el muestreo?”.

Actividad 2. Construcción manual de una distribución muestral

Objetivos específicos: Construir una distribución muestral y comparar estadísticos obtenidos de distintas muestras.

Organización: Grupos de 3 o 4 estudiantes. **Tiempo:** 35 minutos.

Docente: Entrega una población pequeña de tiempos de respuesta, en milisegundos: 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 y 150. Solicita que formen todas las muestras posibles de tamaño 2 sin reemplazo o, si el grupo es numeroso, al menos diez muestras seleccionadas con un procedimiento aleatorio.

- Calculen la media de cada muestra.
- Ordenen las medias obtenidas.
- Construyan una tabla de frecuencias de las medias.
- Calculen la media de las medias muestrales.
- Comparen la media de las medias con la media poblacional.
- Respondan: “¿Por qué las medias muestrales no son todas iguales?”.

Producto: Tabla de muestras, medias muestrales, gráfico de puntos y conclusión de cinco líneas.

Rol del docente: Verifica los cálculos y guía la interpretación sin resolver el problema. Pregunta: “¿Qué representa cada punto del gráfico?” y “¿Qué información se pierde al observar solo una muestra?”.

Actividad 3. Simulación inicial con hoja de cálculo

Objetivos específicos: Construir una distribución muestral con una herramienta digital y relacionarla con un problema de sistemas.

Organización: Parejas. **Tiempo:** 40 minutos.

Docente: Proporciona una hoja de cálculo con 1000 tiempos de respuesta simulados. Explica las funciones ALEATORIO.ENTRE, PROMEDIO, CONTAR.SI y las herramientas de gráfico. Indica:

- Seleccionen repetidamente 10 observaciones y calculen su media.
- Repitan el procedimiento 100 veces, registrando cada media.
- Construyan un histograma de las medias.
- Repitan con muestras de tamaño 30.
- Comparen la dispersión de ambas distribuciones.
- Escriban una hipótesis sobre qué ocurriría con muestras de tamaño 100.

Producto: Dos histogramas, una tabla comparativa y una hipótesis escrita.

Rol del docente: Apoya la configuración de la hoja de cálculo y pregunta: “¿Qué diferencia observan entre la distribución original y la distribución de medias?” y “¿Qué tamaño de muestra parece producir resultados más estables?”.

Diferenciación: Los estudiantes que requieren apoyo reciben una plantilla con fórmulas y un ejemplo resuelto. Quienes terminan antes simulan tamaños 5, 10, 30 y 100 y calculan la desviación estándar de las medias.

Transición: El docente solicita que cada grupo coloque sus gráficos en una galería y anuncia que en la siguiente sesión se explicará matemáticamente la forma y variabilidad observadas.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos.

Síntesis y reflexión

Docente: Construye en la pizarra una definición colectiva de distribución muestral a partir de las producciones. Solicita un ticket de salida con las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la diferencia entre una muestra y una distribución muestral?
- ¿Qué evidencia observaste sobre el efecto del tamaño de muestra?
- ¿Qué aspecto del procedimiento de muestreo todavía necesitas aclarar?

Retroalimentación: Revisa dos respuestas anónimas, corrige confusiones frecuentes y destaca que una distribución muestral describe el comportamiento de un estadístico al repetir el muestreo.

Transferencia y tarea: Cada estudiante debe buscar un ejemplo real de muestreo en una empresa tecnológica y señalar población, muestra, parámetro y estadístico. La siguiente sesión comenzará con la socialización de estos ejemplos.

Sesión 2: El comportamiento de la media muestral

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos.

Propósito de la sesión: Analizar las propiedades de la distribución muestral de la media y relacionarlas con la estabilidad de las mediciones de rendimiento.

Activación y conexión

Docente: Solicita a tres estudiantes que compartan sus ejemplos de muestreo tecnológico. Luego plantea: “Si dos equipos toman muestras distintas del mismo sistema, ¿deben obtener exactamente el mismo promedio?”.

Estudiantes: Argumentan usando los conceptos de variabilidad muestral y estadístico.

Motivación

Docente: Presenta dos reportes ficticios del mismo servidor: uno con muestras de 10 solicitudes y otro con muestras de 100. Pregunta cuál reporte utilizarían para decidir si se requiere optimización y por qué.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 100 minutos.

Actividad 1. Descubrimiento de las propiedades de la media muestral

Objetivos específicos: Explicar la media y el error estándar de una distribución muestral.

Organización: Grupos de 3 o 4. **Tiempo:** 30 minutos.

Docente: Entrega una población con media conocida de 250 milisegundos y desviación estándar de 60 milisegundos. Solicita que predigan, antes de calcular, la media y la dispersión de la distribución de medias para muestras de tamaño 9, 25 y 100.

- Escriban una predicción para cada tamaño de muestra.
- Utilicen las expresiones $\mu_{\bar{x}} = \mu$ y $\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$.
- Interpreten cada resultado en el contexto del tiempo de respuesta.
- Expliquen qué significa que el error estándar disminuya.

Producto: Tabla de predicciones, cálculos e interpretación técnica.

Rol del docente: Formula preguntas como: “¿La media muestral está centrada en la media poblacional?” y “¿Por qué aumentar n reduce la variabilidad, pero no necesariamente elimina sesgos?”.

Actividad 2. Laboratorio de simulación del Teorema Central del Límite

Objetivos específicos: Aplicar el Teorema Central del Límite y comparar distribuciones muestrales con diferentes tamaños.

Organización: Parejas. **Tiempo:** 40 minutos.

Docente: Entrega una base de datos con tiempos de respuesta sesgados hacia la derecha. En Excel o Python, indica que deben generar 1000 medias muestrales para $n = 4, 16, 36$ y 100 .

- Seleccionen muestras aleatorias con reemplazo.
- Calculen la media de cada muestra.
- Construyan histogramas para los cuatro valores de n .
- Calculen media, desviación estándar y asimetría visual.
- Describan en qué momento la forma se aproxima a una campana.
- Indiquen si la aproximación normal es adecuada para n pequeño y para n grande.

Producto: Informe gráfico de una página con los cuatro histogramas y tres conclusiones.

Rol del docente: Revisa que se diferencie la forma de la población de la forma de la distribución muestral y pregunta: “¿El Teorema Central del Límite afirma que la población se vuelve normal?”.

Actividad 3. Problema de decisión sobre capacidad de servidores

Objetivos específicos: Interpretar resultados de una distribución muestral para argumentar una decisión de ingeniería.

Organización: Grupos de 4. **Tiempo:** 30 minutos.

Docente: Presenta el problema: “Un proveedor afirma que el tiempo promedio de respuesta de su API es menor o igual a 300 ms. Un equipo toma una muestra de 36 solicitudes, obtiene una media de 315 ms y conoce $\sigma = 72$ ms”.

Cada grupo debe responder:

- Calcular el error estándar.
- Explicar qué tan variable puede ser la media muestral.
- Determinar si una sola muestra basta para rechazar la afirmación.
- Proponer dos datos adicionales que solicitarían antes de decidir.

Producto: Recomendación técnica de máximo 200 palabras sustentada en cálculos.

Rol del docente: Promueve el razonamiento prudente y diferencia evidencia estadística de una conclusión absoluta.

Diferenciación: Para estudiantes que necesitan apoyo se ofrece una tabla de símbolos y unidades. Para quienes avanzan rápidamente se solicita comparar $n = 36$ con $n = 144$ y explicar el cambio en el error estándar.

Transición: Los grupos intercambian sus informes y verifican si las conclusiones son coherentes con los cálculos del otro grupo.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos.

Síntesis y retroalimentación

Docente: Pide completar la frase: “Al aumentar el tamaño de muestra, la distribución de la media muestral...”.

Después presenta tres afirmaciones y solicita clasificarlas como verdaderas o falsas:

- La media de las medias muestrales tiende a μ .
- El error estándar es igual a σ multiplicado por $\sqrt{n}$.
- El Teorema Central del Límite describe el comportamiento de estadísticos muestrales.

Reflexión: “¿Qué cálculo comprendí mejor?”, “¿Qué evidencia de la simulación respalda el Teorema Central del Límite?” y “¿Qué error de interpretación debo evitar?”.

Transferencia y tarea: Recalcular el caso de la API para $n = 64, 100$ y 225 , y explicar cuál tamaño de muestra recomendarían para reducir la variabilidad de la media.

Sesión 3: Distribuciones muestrales de proporciones y calidad del servicio

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos.

Propósito de la sesión: Extender el análisis desde medias hacia proporciones, especialmente para estudiar disponibilidad, fallos y cumplimiento de acuerdos de nivel de servicio.

Activación de conocimientos previos

Docente: Plantea: “De 200 solicitudes, 14 fallaron. ¿Qué proporción de fallos se estimaría? ¿Cambiaría el resultado si se analizaran otras 200 solicitudes?”. Solicita que calculen la proporción y expliquen su variabilidad esperada.

Estudiantes: Resuelven individualmente y comparan sus respuestas en parejas.

Motivación y contextualización

Docente: Explica que las empresas tecnológicas monitorean indicadores como porcentaje de errores, disponibilidad y usuarios satisfechos. Presenta el reto: “El equipo debe verificar si la tasa real de fallos supera el 5%”.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 100 minutos.

Actividad 1. De eventos tecnológicos a proporciones muestrales

Objetivos específicos: Construir y explicar distribuciones muestrales de proporciones.

Organización: Grupos de 3 o 4. **Tiempo:** 30 minutos.

Docente: Entrega tarjetas con 20 resultados binarios de solicitudes: éxito o fallo. Solicita que cada grupo forme cinco muestras de tamaño 10 y cinco de tamaño 20.

- Calculen $\hat{p}$ para cada muestra.
- Organicen los valores en una tabla.

- Representen la distribución de proporciones.
- Comparen su centro con la proporción de fallos de las 20 observaciones.
- Describan qué ocurre con la variabilidad cuando el tamaño aumenta.

Producto: Tabla, gráfico y explicación de la variabilidad observada.

Rol del docente: Pregunta: “¿Qué representa $\hat{p}$?” y “¿Por qué una proporción también puede variar de muestra en muestra?”.

Actividad 2. Simulación de la proporción de fallos

Objetivos específicos: Aplicar la media, la proporción y el error estándar en una herramienta digital.

Organización: Parejas. **Tiempo:** 35 minutos.

Docente: Indica que simulen un sistema cuya probabilidad real de fallo es $p = 0,05$. En Excel utilizarán BINOM.INV o una suma de resultados binarios; en Python podrán utilizar NumPy.

- Generen 1000 muestras de tamaño 20.
- Calculen la proporción de fallos de cada muestra.
- Repitan para $n = 100$ y $n = 400$.
- Construyan histogramas y calculen el promedio de las proporciones.
- Estimen el error estándar usando $\sqrt{p(1-p)/n}$.
- Comparen la dispersión observada con la teórica.

Producto: Hoja de resultados con histogramas, errores estándar y conclusiones.

Rol del docente: Verifica el uso adecuado de p y $\hat{p}$, y pregunta: “¿Qué valor debe emplearse cuando la proporción poblacional no se conoce?”.

Actividad 3. Caso ABP: cumplimiento del SLA

Objetivos específicos: Interpretar una proporción muestral y argumentar una recomendación técnica.

Organización: Grupos de 4. **Tiempo:** 35 minutos.

Docente: Entrega el caso: “El SLA establece que la tasa de fallos debe ser inferior al 5%. En una muestra aleatoria de 400 transacciones se observaron 28 fallos”. Indica que elaboren un análisis para el comité de calidad.

- Calculen $\hat{p}$.
- Estimen el error estándar usando $\hat{p}$ como aproximación.
- Expliquen si la diferencia entre 7% y 5% podría deberse al muestreo.
- Identifiquen supuestos necesarios: independencia, aleatoriedad y tamaño suficiente.
- Redacten una recomendación: mantener el sistema, ampliar el monitoreo o intervenir de inmediato.

Producto: Diapositiva técnica con cálculo, supuestos, interpretación y decisión.

Rol del docente: Realiza preguntas socráticas y evita que los estudiantes confundan proporción muestral con proporción poblacional.

Diferenciación: Se proporciona una guía visual con las fórmulas a quienes lo necesiten. Los estudiantes que terminan antes analizan el efecto de una muestra sesgada tomada solo en horas de baja demanda.

Transición: Cada grupo expone su recomendación en 60 segundos; el docente registra en la pizarra los supuestos que se repiten y los conecta con la siguiente sesión, dedicada a integrar medias, proporciones y decisiones.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos.

Síntesis y reflexión

Docente: Solicita elaborar un cuadro comparativo con media muestral y proporción muestral, incluyendo estadístico, centro, error estándar y aplicación en sistemas.

Preguntas metacognitivas:

- ¿Qué diferencia conceptual existe entre $\bar{x}$ y $\hat{p}$?
- ¿Qué supuesto podría invalidar la interpretación de la distribución muestral?
- ¿Cómo justificaría ante un equipo de operaciones la necesidad de aumentar n ?

Retroalimentación: Utiliza la lista de cotejo y comunica a cada grupo una fortaleza y un aspecto por mejorar.

Transferencia y tarea: Preparar una propuesta de problema final utilizando datos de latencia, fallos o disponibilidad, indicando población, parámetro, tamaño de muestra y estadístico de interés.

Sesión 4: Integración, análisis y defensa de una decisión estadística

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos.

Propósito de la sesión: Integrar los conceptos estudiados y aplicarlos en la resolución completa de un problema de ingeniería de sistemas.

Activación

Docente: Presenta tres tarjetas: “media de una muestra”, “distribución de medias” y “media poblacional”. Solicita que los estudiantes las ordenen y expliquen la relación entre ellas.

Estudiantes: Justifican el orden y corrigen colectivamente las relaciones incorrectas.

Motivación

Docente: Plantea el desafío final: “El director de infraestructura debe decidir si migrar una aplicación a nuevos servidores. Ustedes son el equipo de análisis y solo disponen de muestras”.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 100 minutos.

Actividad 1. Reto integrador de distribución muestral

Objetivos específicos: Aplicar y comparar distribuciones muestrales de medias y proporciones.

Organización: Grupos de 4. **Tiempo:** 45 minutos.

Docente: Entrega el caso: “Durante una semana se registraron 12 000 tiempos de respuesta. La desviación estándar histórica es 80 ms. Una muestra aleatoria de 64 solicitudes tiene media de 285 ms. Además, 18 de 300 transacciones presentaron error. El objetivo es verificar si el promedio supera 270 ms o si la tasa de errores supera 5%”.

- Definan dos problemas estadísticos independientes.
- Identifiquen parámetros y estadísticos.
- Calculen los errores estándar de la media y la proporción.
- Construyan una distribución muestral simulada para cada estadístico.
- Comparen el resultado con los valores de referencia.
- Indiquen las limitaciones del análisis y qué información adicional solicitarían.

Producto: Informe técnico de dos páginas con cálculos, gráficos, supuestos y recomendación.

Rol del docente: Observa la selección de fórmulas, pregunta por las unidades y exige que cada conclusión se relacione con el contexto del sistema.

Actividad 2. Revisión por pares y mejora del informe

Objetivos específicos: Evaluar la calidad de un análisis estadístico y mejorar la argumentación.

Organización: Parejas de grupos. **Tiempo:** 25 minutos.

Docente: Entrega una rúbrica con criterios de precisión conceptual, exactitud de cálculos, interpretación, visualización y justificación de supuestos.

- Intercambien los informes.
- Marquen una evidencia clara para cada criterio.
- Escriban una pregunta crítica sobre la conclusión.
- Propongan una mejora concreta.
- Devuelvan el informe y permitan que el grupo autor incorpore las correcciones.

Producto: Rúbrica diligenciada y versión corregida del informe.

Rol del docente: Modela una retroalimentación respetuosa y verifica que los comentarios se basen en evidencias.

Actividad 3. Defensa ejecutiva de la decisión

Objetivos específicos: Interpretar y argumentar conclusiones estadísticas aplicadas a una decisión de ingeniería.

Organización: Plenaria. **Tiempo:** 30 minutos.

Docente: Solicita a cada grupo una presentación de tres minutos y un minuto para preguntas. Deben responder: “¿Qué decisión recomiendan?”, “¿Qué resultado de la distribución muestral respalda su recomendación?” y “¿Qué riesgo existe si la muestra no representa a la población?”.

Estudiantes: Presentan gráficos, explican el error estándar, distinguen resultados muestrales de parámetros y responden preguntas de sus compañeros.

Producto: Presentación oral y defensa de la recomendación.

Rol del docente: Evalúa con la rúbrica, registra evidencias y formula preguntas de profundización sobre tamaño de muestra, sesgo y generalización.

Diferenciación: Los estudiantes que requieren apoyo pueden utilizar una plantilla de presentación con frases guía. Quienes terminan antes calculan cómo cambiaría la decisión con un tamaño de muestra doble o con una muestra sesgada.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos.

Síntesis final

Docente: Construye con el grupo un organizador final con cuatro ideas: estadístico, distribución muestral, error estándar y efecto del tamaño de muestra. Después solicita completar individualmente un ticket de salida.

- Define distribución muestral en tus propias palabras.
- Explica cuándo utilizarías la distribución muestral de una media y cuándo la de una proporción.
- Describe una evidencia que demuestre el efecto de aumentar el tamaño de muestra.
- Indica qué criterio utilizarías para decidir si una conclusión estadística es confiable.

Retroalimentación: El docente entrega una retroalimentación global sobre errores comunes, reconoce las mejores argumentaciones y aclara dudas finales. Los estudiantes realizan una autoevaluación de su aporte al equipo.

Transferencia: Se relacionan los aprendizajes con pruebas A/B, monitoreo de disponibilidad, análisis de logs, control de calidad de software y evaluación de modelos de aprendizaje automático. Como reto opcional, cada estudiante deberá analizar una muestra de datos de un sistema real y presentar una breve interpretación de su distribución muestral.

Evaluación

Evaluación del aprendizaje

Tipo y momentos de evaluación

- **Diagnóstica:** En la Fase de Inicio de la Sesión 1, mediante la pregunta sobre las 10 000 solicitudes y la identificación de población, muestra, parámetro y estadístico.
- **Formativa:** Durante las actividades de desarrollo de las cuatro sesiones, mediante observación directa, revisión de tablas, simulaciones, gráficos, cálculos, informes parciales y preguntas de orientación.

- **Sumativa:** En la Sesión 4, durante el informe técnico y la defensa ejecutiva del reto integrador, complementadas con el ticket de salida final.

Criterios de evaluación vinculados con los objetivos

- **Identificación conceptual:** Diferencia correctamente población, muestra, parámetro, estadístico y distribución muestral. Vinculado con el objetivo 1.
- **Construcción y representación:** Organiza datos, construye distribuciones muestrales y utiliza adecuadamente tablas, histogramas o gráficos de puntos. Vinculado con el objetivo 2.
- **Aplicación matemática:** Calcula e interpreta la media de la distribución muestral y el error estándar, aplicando el Teorema Central del Límite cuando corresponde. Vinculado con el objetivo 3.
- **Análisis del tamaño de muestra:** Compara la variabilidad para distintos tamaños de muestra y explica sus consecuencias. Vinculado con el objetivo 4.
- **Argumentación contextual:** Formula conclusiones prudentes y técnicamente justificadas para problemas de rendimiento, disponibilidad o fallos de sistemas. Vinculado con el objetivo 5.

Instrumentos sugeridos

- Lista de cotejo para conceptos y procedimientos de las Sesiones 1 y 2.
- Guía de observación para colaboración, participación y formulación de preguntas.
- Rúbrica analítica para el informe técnico final y la defensa ejecutiva.
- Coevaluación del informe entre pares en la Sesión 4.
- Autoevaluación individual sobre el aprendizaje y la contribución al equipo.
- Ticket de salida al finalizar cada sesión.

Evidencias de aprendizaje

- Mapa conceptual inicial y clasificación de población, muestra, parámetro y estadístico.
- Tablas y gráficos de distribuciones muestrales construidas manualmente.
- Simulaciones digitales de medias y proporciones para distintos tamaños de muestra.
- Interpretaciones escritas sobre el Teorema Central del Límite y el error estándar.
- Recomendaciones técnicas sobre tiempos de respuesta y cumplimiento de SLA.
- Informe integrador con cálculos, visualizaciones, supuestos, limitaciones y decisión final.
- Presentación oral y defensa argumentada ante preguntas del grupo.

Ponderación sugerida

- Participación, trabajo colaborativo y actividades formativas: 20%.
- Simulaciones y productos parciales de las Sesiones 1 a 3: 30%.
- Informe técnico integrador: 30%.
- Defensa ejecutiva, reflexión individual y ticket de salida final: 20%.

