

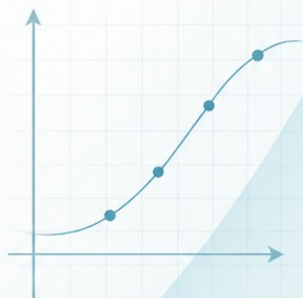
MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA

EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Tecnología Educativa, TIC, TAC y TEP
para la Innovación del Aprendizaje

Conocimientos • herramientas • estrategias
para transformar la educación superior

Santiago Alexander Rojas Porras
Luis Andrés Hidalgo Bonifaz
María Karina Pilzso Pin
Jacqueline Elizabeth Guangasi Tirado
César Fernando Molina Chacón



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2$$



MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

**Tecnología Educativa, TIC, TAC y TEP
para la Innovación del Aprendizaje**

*Conocimientos • herramientas • estrategias
para transformar la educación superior*

Propósito de la obra

Articular razonamiento matemático, alfabetización estadística, pensamiento computacional y tecnologías educativas para diseñar experiencias universitarias en las que el estudiante interprete, modele, argumente y tome decisiones con datos.

Créditos

Autores

Santiago Alexander Rojas Porras

Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador

Correo electrónico: santiagorojas@uti.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2789-1437>

Luis Andrés Hidalgo Bonifaz

Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador

Correo institucional: andres.hidalgo@upec.edu.ec

Correo personal: andreshidalgo13245@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3635-5877>

María Karina Piloza Pin

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Correo institucional: maria.piloza@uleam.edu.ec

Correo personal: kari_esm@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1033-1377>

Jacqueline Elizabeth Guangasi Tirado

Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ecuador

Correo electrónico: jguangasi.istt@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9085-4285>

César Fernando Molina Chacón

Unidad Educativa Hna. Inés Arango Velásquez, Ecuador

Correo electrónico: fernando.molina@educacion.gob.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9179-6513>

Indexación

Dirección y Coordinación Editorial: Sara Díaz Villacís

Revisión de contenido Christian Armendáriz PhD

Revisión pedagógica: Fabrizzio Andrade PhD (c)

© ® Derechos de Copia y Propiedad Intelectual

Maquetación y Diseño de portada: *Sara Díaz V*

Libro bajo revisión técnica y didáctica de pares

Guayaquil - Ecuador

Septiembre del 2026



Descarga:

<https://liveworkingeditorial.com/product/978-9942-580-96-2/>

Enlace del DOI:

<https://doi.org/10.63792/978-9942-580-96-2>



Certificado de autenticidad



CÁMARA
ECUATORIANA
DEL LIBRO



ISBN: 978-9942-580-96-2



9 789942 580962



Google Play
Books

Primera edición: 2026

Esta obra se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Se permite la reproducción y distribución no comercial, siempre y cuando se cite la fuente original y no se realicen obras derivadas.

Impreso y distribuido digitalmente.



Índice general

Créditos	III
Indexación	IV
Índice general	VI
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras	XV
Prólogo	XVII
Resumen	XX
Abstract	XXI
Resumo	XXII
Introducción	1
UNIDAD 1. FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICAS, ESTADÍSTICA Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA.....	4
1.1 Aprender matemáticas en la educación superior.....	4
1.2 Matemáticas, modelización y resolución de problemas.....	6
1.3 Representaciones matemáticas y visualización	8
1.4 Pensamiento computacional y pensamiento algorítmico ..	10
1.5 Estadística como razonamiento con datos	12
1.6 Gráficos, tablas y comunicación estadística	14
1.7 TIC, TAC y TEP para el aprendizaje cuantitativo	16
1.8 GeoGebra, Scratch y hojas de cálculo: criterios de uso ..	18

1.9 Retroalimentación, evaluación y autorregulación	21
1.10 Diseño de tareas universitarias con datos y tecnología	22
1.11 Inclusión, accesibilidad y diversidad de trayectorias.....	24
1.12 Síntesis aplicada: una secuencia integrada	26
1.13 Actividad integradora de la Unidad 1.....	28
1.13.1 Estudio de caso	28
1.13.2 Preguntas de autoevaluación	28
1.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 1	30
1.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 1.....	35
1.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad 1	39
UNIDAD 2. MATEMÁTICAS APLICADAS Y MODELIZACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	46
2.1 Del razonamiento matemático a la modelización de situaciones reales	46
2.2 Lenguaje algebraico y representación de relaciones cuantitativas.....	48
2.3 Ecuaciones, sistemas de ecuaciones y resolución de problemas.....	49
2.4 Funciones y modelos para interpretar fenómenos.....	51
2.5 Proporcionalidad, porcentajes, tasas y variación.....	52

2.6 Geometría y pensamiento espacial con herramientas digitales	53
2.7 Matemática financiera aplicada a contextos universitarios y profesionales	54
2.8 Pensamiento algorítmico para la resolución de problemas matemáticos	55
2.9 GeoGebra, Scratch y recursos digitales para la experimentación matemática	57
2.10 Inteligencia artificial como apoyo al aprendizaje matemático	58
2.11 Evaluación y retroalimentación digital en matemáticas	59
2.12 Proyecto integrador: modelización matemática de un problema del entorno	60
2.13 Actividad integradora de la Unidad 2.....	62
2.13.1 Estudio de caso	62
2.13.2 Preguntas de autoevaluación	63
2.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 2	64
2.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 2.....	71
2.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad 2....	75
UNIDAD 3. ESTADÍSTICA APLICADA, ANÁLISIS DE DATOS Y TOMA DE DECISIONES	81

3.1 El pensamiento estadístico en la formación universitaria	81
3.2 Datos, variables, población, muestra y unidades de análisis.....	83
3.3 Organización y preparación de datos para el análisis	84
3.4 Distribuciones de frecuencias y representación tabular...	85
3.5 Medidas de tendencia central: interpretación y selección	86
3.6 Medidas de posición y variabilidad.....	87
3.7 Visualización de datos y construcción de gráficos estadísticos.....	88
3.8 Introducción a la probabilidad y razonamiento bajo incertidumbre	89
3.9 Asociación entre variables e introducción a la correlación	90
3.10 Excel y hojas de cálculo para el análisis estadístico.....	91
3.11 Interpretación crítica de resultados y comunicación basada en datos	92
3.12 Proyecto estadístico: de la pregunta a la comunicación de resultados	93
3.13 Actividad integradora de la Unidad 3.....	94
3.13.1 Estudio de caso	94
3.13.2 Preguntas de autoevaluación	95

3.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 3	96
3.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 3.....	103
3.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad 3..	107
UNIDAD 4. TIC, TAC Y TEP PARA LA INNOVACIÓN DEL APRENDIZAJE MATEMÁTICO Y ESTADÍSTICO.....	115
4.1 Tecnología educativa y transformación de la enseñanza cuantitativa.....	115
4.2 De las TIC a las TAC: tecnología orientada al aprendizaje	116
4.3 TEP: participación, producción y empoderamiento mediante el conocimiento	117
4.4 Diseño de ambientes digitales para matemáticas y estadística.....	118
4.5 Aprendizaje basado en problemas con herramientas digitales	119
4.6 Aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo con datos	120
4.7 Gamificación y recursos interactivos en el aprendizaje cuantitativo.....	121
4.8 Inteligencia artificial generativa aplicada a matemáticas y estadística.....	122
4.9 Retroalimentación automática y aprendizaje adaptativo	123

4.10 Evaluación digital, integridad académica y uso responsable de IA.....	125
4.11 Analítica del aprendizaje y seguimiento del progreso estudiantil	125
4.12 Diseño de una experiencia innovadora TIC-TAC-TEP para educación superior.....	126
4.13 Actividad integradora de la Unidad 4.....	128
4.13.1 Estudio de caso	128
4.13.2 Preguntas de autoevaluación	129
4.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 4	130
4.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 4.....	136
4.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad 4 ..	141
Conclusiones generales.....	149
Recomendaciones para la práctica docente.....	150
Glosario	151
Anexos didácticos	153
Anexo A. Ficha para diseñar un problema matemático	153
Anexo B. Ficha para analizar un conjunto de datos	154
Anexo C. Lista de cotejo para gráficos estadísticos	155
Anexo D. Matriz TIC-TAC-TEP	156
Anexo E. Lista de verificación para respuestas de IA.....	157

Anexo F. Rúbrica general para proyecto cuantitativo 158

Guía para la implementación docente..... 159

Referencias bibliográficas 161

Índice de tablas

Tabla 1. Lectura conceptual de medidas descriptivas .	14
Tabla 2. Selección básica de representaciones estadísticas.....	16
Tabla 3. Criterios para seleccionar herramientas digitales	20
Tabla 4. Matriz de diseño de una actividad cuantitativa integrada.....	27
Tabla 5. Matriz de validación de un modelo matemático	50
Tabla 6. Comparación didáctica de herramientas para matemática aplicada	58
Tabla 7. Rúbrica breve para el proyecto de modelización	61
Tabla 8. Diccionario mínimo de variables.....	83
Tabla 9. Comparación de medidas descriptivas.....	87
Tabla 10. Criterios para una visualización estadística ..	90
Tabla 11. Matriz de cierre de un proyecto estadístico ..	94
Tabla 12. Matriz TIC-TAC-TEP para una actividad cuantitativa.....	119

Tabla 13. Criterios de uso responsable de IA en matemáticas y estadística.....	123
--	-----

Tabla 14. Panel básico para seguimiento del aprendizaje	126
---	-----

Tabla 15. Verificación de la evidencia	148
--	-----

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de aprendizaje cuantitativo: del problema a la interpretación	8
Figura 2. Componentes operativos del pensamiento computacional.....	12
Figura 3. TIC, TAC y TEP como funciones de una actividad educativa	18
Figura 4. Ruta de lectura estadística orientada a decisiones.....	23
Figura 5. Ciclo de modelización matemática	47
Figura 6. Representaciones de una función	52
Figura 7. Secuencia del pensamiento algorítmico	56
Figura 8. Integración de herramientas para experimentar matemáticamente	59
Figura 9. Ciclo del razonamiento estadístico.....	82
Figura 10. Ruta de preparación de datos	85
Figura 11. Selección de una representación estadística	89
Figura 12. De asociación a interpretación prudente	91

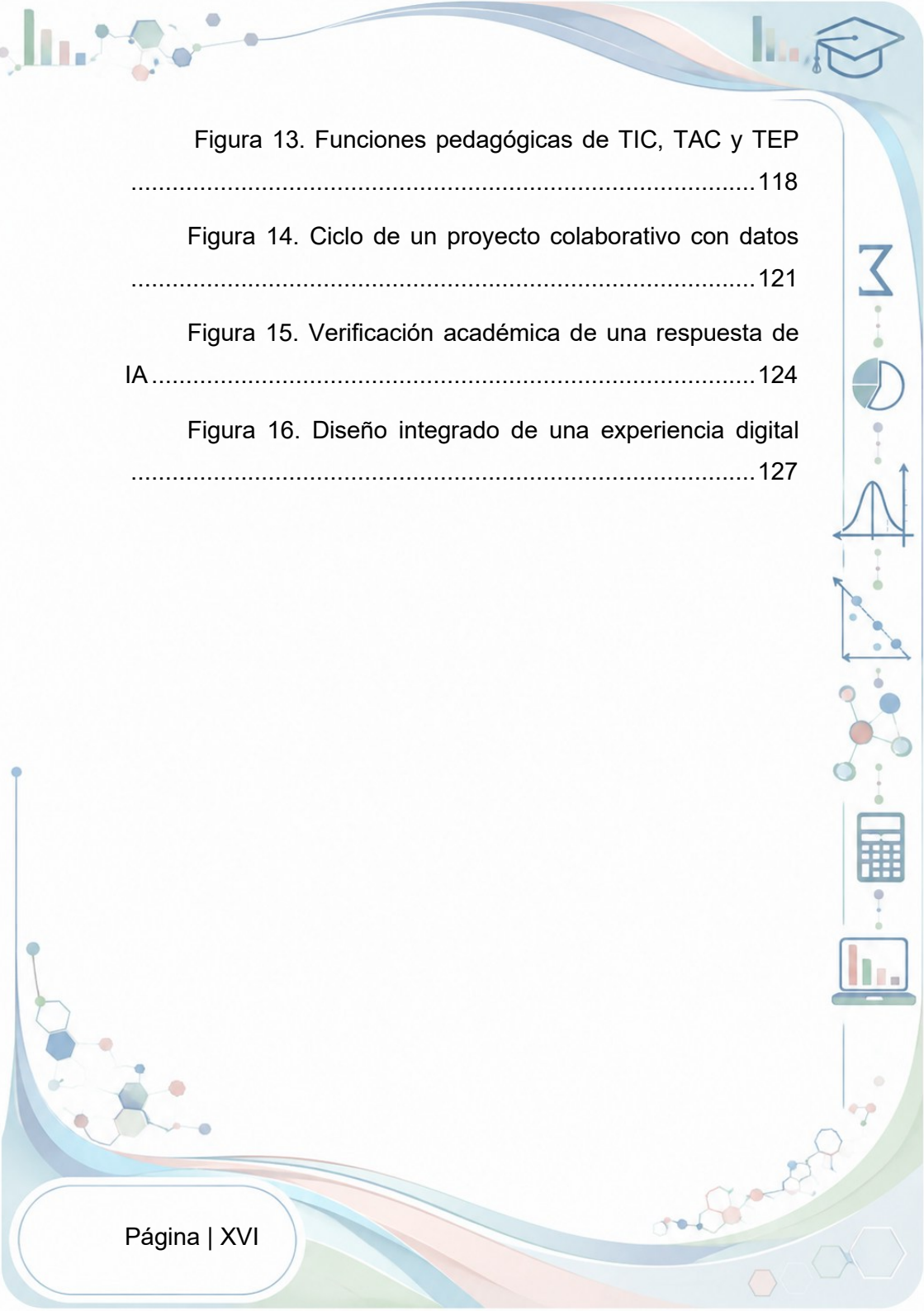


Figura 13. Funciones pedagógicas de TIC, TAC y TEP	118
Figura 14. Ciclo de un proyecto colaborativo con datos	121
Figura 15. Verificación académica de una respuesta de IA	124
Figura 16. Diseño integrado de una experiencia digital	127



Prólogo

La enseñanza universitaria de las matemáticas y la estadística se encuentra en una situación particular: dispone de más recursos digitales que en cualquier etapa anterior, pero la abundancia tecnológica no garantiza comprensión.

El desafío consiste en decidir qué representaciones, problemas, datos y herramientas permiten que un estudiante pase de ejecutar procedimientos a explicar por qué funcionan, cuándo son pertinentes y qué límites tienen. En ese tránsito, la tecnología deja de ser un accesorio y se convierte en un medio para explorar regularidades, contrastar conjeturas y producir evidencias de aprendizaje. (Álvarez et al., 2025).

La literatura reciente sobre pensamiento computacional muestra una convergencia útil para la educación matemática. La descomposición de problemas, la identificación de patrones, la abstracción y el diseño de procedimientos pueden integrarse con tareas matemáticas sin convertir la asignatura en un curso de programación.

Irawan et al. (2024), al examinar las tendencias de investigación del campo, sitúan esta relación como una línea creciente; a su vez, Chytas et al. (2024) estudian su incorporación en lecciones de cálculo mediante GeoGebra, lo que desplaza la discusión desde la tecnología en sí hacia la actividad matemática que la herramienta hace posible. (Irawan

et al., 2024; Chytas et al., 2024). En estadística ocurre algo semejante. La hoja de cálculo, los entornos virtuales y los proyectos con datos permiten dedicar menos tiempo a operaciones repetitivas y más a la interpretación, siempre que el diseño didáctico conserve el sentido de las medidas y de las representaciones.

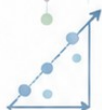
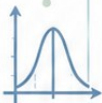
Ccama (2024) analizó el uso de Excel para aprender medidas de posición y variabilidad con estudiantes universitarios mediante un diseño cuasiexperimental. Dávila y Alcívar (2024), desde otra perspectiva, proponen problemas de la vida cotidiana como base para la enseñanza estadística, reforzando la necesidad de situar los cálculos en preguntas comprensibles. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Esta obra se organiza desde esa premisa. La Unidad 1, desarrollada en esta primera entrega, establece los fundamentos para enseñar matemáticas y estadística en educación superior con una lógica de comprensión, resolución de problemas, pensamiento computacional y uso pedagógico de TIC, TAC y TEP.

Las tablas, figuras, actividades y preguntas de aplicación no sustituyen la explicación conceptual; la acompañan. El lector encontrará una propuesta que busca ser utilizable en carreras diversas y, al mismo tiempo, suficientemente rigurosa para que cada decisión didáctica pueda justificarse con

literatura académica reciente. (Dos Santos et al., 2025; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Σ



Resumen

Matemáticas y estadística en la educación superior aborda la formación cuantitativa universitaria como una práctica de razonamiento, modelización, interpretación de datos y toma de decisiones apoyada por tecnologías educativas. La obra integra los conceptos de TIC, TAC y TEP con pensamiento computacional, retroalimentación automática, hojas de cálculo, entornos dinámicos y estrategias basadas en problemas y proyectos. La Unidad 1 desarrolla los fundamentos del aprendizaje matemático y estadístico, la relación entre representaciones, la resolución de problemas, el razonamiento lógico, la alfabetización de datos, el pensamiento algorítmico y criterios para seleccionar herramientas digitales. Se evita presentar la tecnología como finalidad autónoma: cada recurso se vincula con una acción cognitiva y con una evidencia de aprendizaje. La propuesta se sustenta en investigaciones recientes sobre GeoGebra, Scratch, Excel, educación estadística, pensamiento computacional y formación docente, con énfasis en el contexto de la educación superior y en la transferencia de los aprendizajes a problemas académicos y profesionales. (Álvarez et al., 2025; Almeida et al., 2025; Ccama, 2024).

Palabras clave: matemáticas; estadística; educación superior; pensamiento computacional; TIC; TAC; TEP; innovación educativa; resolución de problemas; alfabetización de datos.



Abstract



Mathematics and Statistics in Higher Education approaches university quantitative education as a practice of reasoning, modeling, data interpretation, and decision-making supported by educational technologies. The book integrates ICT, LKT and PET perspectives with computational thinking, automatic feedback, spreadsheets, dynamic environments, and problem- and project-based strategies. Unit 1 develops the foundations of mathematical and statistical learning, the relationship among representations, problem solving, logical reasoning, computational thinking, data literacy, descriptive measures, visualizations, and criteria for selecting digital tools. The subsequent units deepen applied mathematical modeling, statistical data analysis, and the pedagogical integration of technologies in higher education. Technology is not treated as an end in itself: each resource is linked to a cognitive action and to observable evidence of learning. The proposal draws on recent research on GeoGebra, Scratch, Excel, statistical education, computational thinking, and teacher education, with emphasis on transfer to academic and professional problems.

Keywords: mathematics; statistics; higher education; computational thinking; ICT; LKT; PET; educational innovation; problem solving; data literacy.

Resumo

Matemática e Estatística na Educação Superior aborda a formação quantitativa universitária como uma prática de raciocínio, modelagem, interpretação de dados e tomada de decisões apoiada por tecnologias educacionais. A obra integra as perspectivas TIC, TAC e TEP com pensamento computacional, retroalimentação automática, planilhas eletrônicas, ambientes dinâmicos e estratégias baseadas em problemas e projetos. A Unidade 1 desenvolve os fundamentos da aprendizagem matemática e estatística, a relação entre representações, a resolução de problemas, o raciocínio lógico, o pensamento computacional, a alfabetização de dados, as medidas descritivas, as visualizações e os critérios para selecionar ferramentas digitais. As unidades seguintes aprofundam a modelagem matemática aplicada, a análise estatística de dados e a integração pedagógica das tecnologias na educação superior. A tecnologia não é apresentada como finalidade autônoma: cada recurso é relacionado a uma ação cognitiva e a uma evidência observável de aprendizagem. A proposta apoia-se em pesquisas recentes sobre GeoGebra, Scratch, Excel, educação estatística, pensamento computacional e formação docente, com ênfase na transferência para problemas acadêmicos e profissionais.

Palavras-chave: matemática; estatística; educação superior; pensamento computacional; TIC; TAC; TEP; inovação educacional; resolução de problemas; alfabetização de dados.



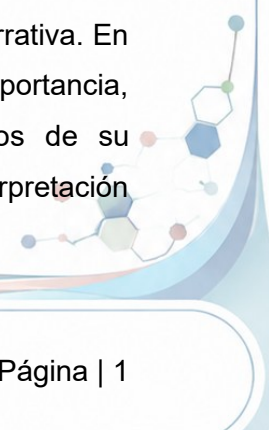
Introducción



En muchas carreras universitarias, las matemáticas y la estadística funcionan como lenguajes de apoyo para comprender fenómenos, estimar magnitudes, comparar alternativas y justificar decisiones. El problema aparece cuando la enseñanza reduce ese lenguaje a una secuencia de fórmulas desconectadas de preguntas reales. La evidencia revisada por Rojas et al. (2024) sobre aprendizaje basado en problemas en matemáticas para administración pública resulta pertinente porque sitúa el conocimiento matemático dentro de decisiones y situaciones de aplicación, en lugar de limitarlo a ejercicios aislados. (Rojas et al., 2024).



La estadística exige además una alfabetización específica: reconocer qué dato se necesita, cómo se obtiene, de qué población procede, qué representa una medida y qué inferencias son razonables. Sagala y Corica (2024) analizan el contexto de las tareas estadísticas propuestas en libros de secundaria y recuerdan, desde el diseño de tareas, que el contexto no debe actuar como simple decoración narrativa. En educación superior este criterio cobra mayor importancia, porque el estudiante debe aprender a leer datos de su disciplina y a distinguir entre cálculo correcto e interpretación válida. (Sagala & Corica, 2024).

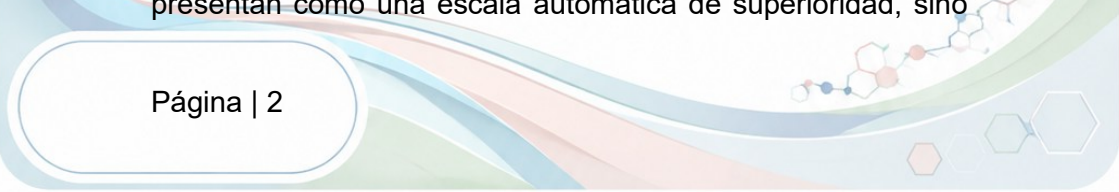




Las tecnologías amplían las posibilidades de representación. GeoGebra permite vincular expresiones simbólicas, gráficos y objetos dinámicos; Scratch hace visible la lógica de una secuencia mediante bloques programables; Excel facilita organizar datos, automatizar cálculos y construir representaciones. Sin embargo, una herramienta solo adquiere valor educativo cuando modifica de manera productiva lo que el estudiante puede observar, probar, explicar o comunicar. Molina-Ayuso et al. (2024) muestran el potencial de Scratch para trabajar geometría junto con pensamiento computacional, mientras Almeida et al. (2025) estudian tareas con retroalimentación automática en GeoGebra y su relación con autorregulación, comprensión conceptual y pensamiento computacional. (Molina-Ayuso et al., 2024; Almeida et al., 2025).



El marco TIC-TAC-TEP ayuda a ordenar esta discusión. TIC identifica el acceso y uso de tecnologías de información y comunicación; TAC desplaza la atención hacia tecnologías empleadas para aprender y construir conocimiento; TEP incorpora la dimensión de participación, producción y empoderamiento. En este libro se utilizan como categorías pedagógicas para preguntar, ante cada recurso, qué información moviliza, qué aprendizaje hace posible y qué capacidad de participación o creación desarrolla. No se presentan como una escala automática de superioridad, sino

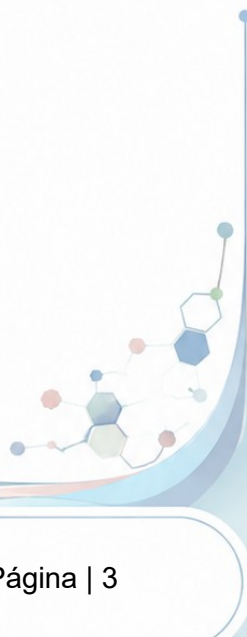




como lentes complementarias para planificar. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).



La Unidad 1 se concentra en los fundamentos que sostendrán las unidades posteriores. Primero se examina qué significa aprender matemáticas y estadística en la universidad. Después se estudian las representaciones, la resolución de problemas, el razonamiento lógico y el pensamiento computacional. Finalmente se abordan la alfabetización estadística, las medidas descriptivas, las visualizaciones, las tecnologías educativas y el diseño de experiencias con TIC, TAC y TEP. El propósito es que el lector disponga de criterios para enseñar contenidos cuantitativos sin separar concepto, procedimiento, interpretación y tecnología. (Jiménez & Carmona, 2024; Terán, 2024).



UNIDAD 1. FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICAS, ESTADÍSTICA Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Resultados de aprendizaje de la unidad

Al finalizar la unidad, el lector podrá: distinguir comprensión conceptual, procedimiento e interpretación; diseñar problemas con múltiples representaciones; integrar pensamiento computacional en tareas matemáticas; interpretar medidas y gráficos estadísticos; y seleccionar TIC, TAC y TEP de acuerdo con la evidencia de aprendizaje esperada.

1.1 Aprender matemáticas en la educación superior

Aprender matemáticas en la universidad implica construir relaciones entre conceptos, procedimientos y situaciones. Un estudiante puede ejecutar una derivada, resolver un sistema o calcular un porcentaje sin comprender qué representa el resultado en el problema. Por eso, la enseñanza debe observar al menos tres evidencias: si el estudiante sabe operar, si puede explicar la relación matemática utilizada y si reconoce cuándo esa relación es pertinente. Vilchez-Guizado y Ramón-Ortiz (2024) estudian la influencia del pensamiento computacional y visual en el aprendizaje matemático universitario, una combinación que refuerza la necesidad de



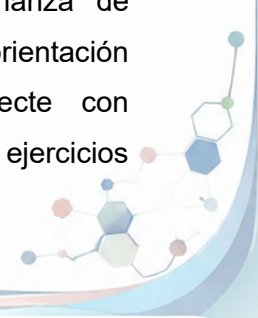
trabajar con representaciones y procesos de razonamiento, no únicamente con respuestas finales. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).



La comprensión se fortalece cuando el estudiante puede trasladar una idea entre registros. Una función puede aparecer como expresión algebraica, tabla, gráfica o descripción verbal; una proporción puede representarse como razón, porcentaje, pendiente o comparación entre magnitudes. El paso entre estas formas obliga a identificar qué se conserva y qué cambia. En una clase universitaria, pedir dos representaciones del mismo objeto suele revelar errores que permanecen ocultos cuando solo se solicita un cálculo. (Chytas et al., 2024).



El razonamiento matemático también necesita espacio para la incertidumbre productiva. Resolver un problema no significa recordar de inmediato una fórmula, sino decidir qué información es relevante, ensayar una estrategia y revisar si el resultado tiene sentido. Rojas et al. (2024) vinculan el aprendizaje basado en problemas con la enseñanza de matemáticas en administración pública; esa orientación permite que la actividad cuantitativa se conecte con decisiones y no se reduzca a una colección de ejercicios mecánicos. (Rojas et al., 2024).



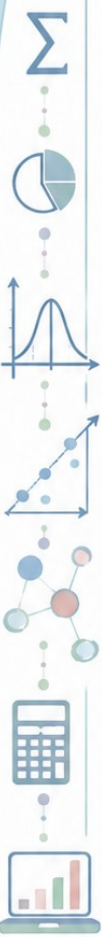


Una práctica docente coherente distingue error de fracaso. El error puede convertirse en evidencia sobre la representación que el estudiante está utilizando, el supuesto que no identificó o el procedimiento que generalizó de manera indebida. La retroalimentación, por tanto, debe señalar dónde se rompe el razonamiento y ofrecer una oportunidad de revisión. Dos Santos et al. (2024) analizan el desarrollo colaborativo de recursos de evaluación con feedback automático para matemáticas, mostrando el interés actual por diseñar retroalimentaciones que acompañen el proceso y no solo califiquen el producto. (Dos Santos et al., 2024).

1.2 Matemáticas, modelización y resolución de problemas

La modelización comienza antes del cálculo. Exige delimitar el fenómeno, seleccionar variables, establecer relaciones y decidir qué simplificaciones son aceptables. En una tarea de costos, por ejemplo, la ecuación no aparece sola: surge de reconocer componentes fijos y variables, unidades de medida y condiciones de validez. Esta forma de trabajo ayuda a que la matemática universitaria se acerque a la lógica de las profesiones, donde los datos rara vez llegan organizados como un ejercicio de libro. (Mullo et al., 2025).

El pensamiento computacional aporta un vocabulario útil para describir esta actividad. Descomponer permite separar



un problema amplio en partes; reconocer patrones ayuda a reutilizar relaciones; abstraer permite ignorar detalles que no afectan la solución; y diseñar algoritmos obliga a explicitar una secuencia. Jiménez y Carmona (2024) sitúan la integración del pensamiento computacional dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, lo que favorece una lectura del problema basada en acciones cognitivas observables. (Jiménez & Carmona, 2024).

La resolución de problemas no requiere siempre programación. Puede desarrollarse con papel, discusión, calculadora, hoja de cálculo o software dinámico. Lo importante es que el estudiante tenga que decidir. Guerra y Cruz (2025) examinan herramientas digitales para potenciar pensamiento computacional en educación secundaria; aunque su contexto no es universitario, el principio transferible es que la herramienta debe organizar una actividad de análisis, construcción y comprobación, no sustituirla. (Guerra & Cruz, 2025).

En educación superior conviene trabajar con problemas abiertos de alcance controlado. Un problema puede admitir más de una estrategia, pero debe tener criterios claros para evaluar la calidad del razonamiento. El docente puede valorar la identificación de variables, la coherencia de los supuestos, la precisión del procedimiento, la interpretación y la revisión



del resultado. Esta estructura evita que la creatividad se confunda con ausencia de rigor. (Montero, 2025).

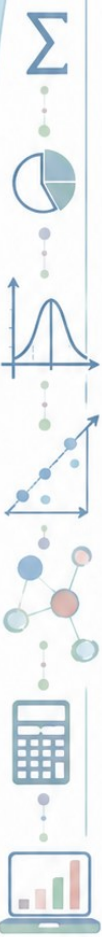
Figura 1. Ciclo de aprendizaje cuantitativo: del problema a la interpretación



Fuente: Elaboración propia a partir de Mullo et al. (2025) y Jiménez y Carmona (2024).

1.3 Representaciones matemáticas y visualización

La visualización matemática permite observar relaciones que una expresión simbólica puede ocultar. En cálculo, mover



un parámetro y observar el cambio de una gráfica facilita discutir continuidad, crecimiento o aproximación. Chytas et al. (2024) desarrollaron una intervención de pensamiento computacional en lecciones de cálculo con GeoGebra; el interés didáctico de este tipo de entorno reside en vincular acciones sobre objetos con consecuencias visibles que después deben explicarse matemáticamente. (Chytas et al., 2024).

Una representación visual no es automáticamente comprensible. El estudiante necesita aprender a leer ejes, escalas, intervalos, unidades y convenciones. También debe reconocer cuándo una gráfica distorsiona una comparación o cuándo una imagen sugiere una relación que los datos no justifican. Por eso, la visualización debe ir acompañada de preguntas de interpretación: qué cambia, cuánto cambia, respecto de qué referencia y bajo qué condiciones. (Bustamante et al., 2024).

El uso de representaciones múltiples permite diseñar secuencias de aprendizaje más ricas. Una tarea puede iniciar con una situación verbal, continuar con una tabla de valores, pasar a una gráfica y terminar con una expresión. El orden puede invertirse para obligar al estudiante a reconstruir la situación. Esta variación evita que la solución dependa de reconocer la forma superficial del ejercicio. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

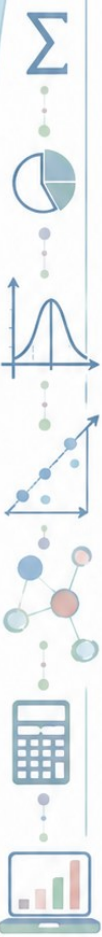


Las herramientas digitales son especialmente útiles cuando permiten manipular representaciones y recibir una respuesta inmediata del sistema. Almeida et al. (2025) describen tareas de retroalimentación automática en GeoGebra y reportan mejoras vinculadas con participación, resolución de problemas, visualización espacial y pensamiento algorítmico en experiencias de formación docente. El aporte no está en automatizar la respuesta final, sino en convertir la interacción con el objeto matemático en una oportunidad de autorregulación. (Almeida et al., 2025).

1.4 Pensamiento computacional y pensamiento algorítmico

El pensamiento computacional se ha consolidado como un campo de investigación relacionado con la educación matemática. El análisis bibliométrico de Irawan et al. (2024), centrado en publicaciones entre 2009 y 2023, permite observar la expansión de esta relación y la diversidad de enfoques utilizados. Para la docencia universitaria, el concepto resulta útil cuando se traduce en prácticas concretas: formular procedimientos, representar datos, automatizar operaciones repetitivas, probar casos y depurar errores. (Irawan et al., 2024).

Álvarez et al. (2025) revisan conjuntamente pensamiento computacional y pensamiento crítico, dos capacidades que



conviene articular. Un algoritmo puede ser eficiente y, al mismo tiempo, estar basado en supuestos incorrectos; una salida numérica puede ser precisa sin responder a la pregunta planteada. La formación cuantitativa debe enseñar a construir procedimientos y también a interrogarlos: qué datos usan, qué omiten, qué sesgos pueden introducir y qué interpretación admite el resultado. (Álvarez et al., 2025).

El pensamiento algorítmico hace visible la secuencia de una solución. Montero (2025) revisa retos, estrategias y oportunidades de su incorporación en matemáticas de secundaria. En educación superior, escribir un algoritmo en lenguaje natural antes de usar software puede ser una actividad valiosa: obliga a identificar entradas, operaciones, decisiones y salidas. Después, el estudiante puede comparar ese esquema con una fórmula de Excel, un script o una construcción dinámica. (Montero, 2025).

La programación por bloques ofrece una entrada accesible para representar procesos. Molina-Ayuso et al. (2024) utilizaron Scratch para trabajar contenidos geométricos junto con pensamiento computacional. La lección para el nivel universitario no es trasladar sin cambios una actividad de primaria, sino reconocer que los bloques permiten hacer explícita la lógica de repetición, condición, variable y secuencia, conceptos que también aparecen en modelización,



estadística y automatización de cálculos. (Molina-Ayuso et al., 2024).

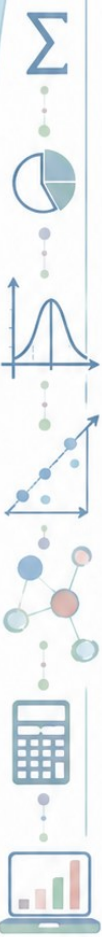
Figura 2. Componentes operativos del pensamiento computacional



Fuente: elaboración propia a partir de Álvarez et al. (2025) y Montero (2025).

1.5 Estadística como razonamiento con datos

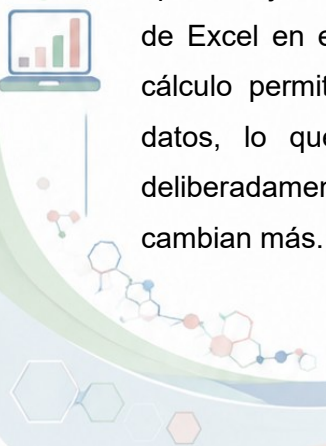
La estadística no empieza con la media ni termina con una gráfica. Empieza con una pregunta que requiere datos y continúa con decisiones sobre qué observar, cómo medir, cómo organizar y cómo interpretar. En la universidad, esta perspectiva es esencial porque las asignaturas estadísticas suelen servir a campos profesionales diferentes. Terán (2024)



revisa experiencias de enseñanza de estadística en universidades dentro del contexto internacional, lo que subraya la diversidad de escenarios en los que el conocimiento estadístico debe ser transferible. (Terán, 2024).

Una medida de tendencia central resume, pero también oculta. La media puede ser útil para comparar grupos, aunque es sensible a valores extremos; la mediana describe una posición central resistente; la moda identifica frecuencia y puede aplicarse a variables cualitativas. Agudelo (2024) aborda la enseñanza cultural y social de estas medidas, recordando que su sentido depende de los datos y del contexto en el que se interpretan. En educación superior, cada cálculo debería ir acompañado de la pregunta: ¿qué característica del conjunto resume y qué información deja fuera? (Agudelo, 2024).

La variabilidad es necesaria para evitar conclusiones engañosas. Dos grupos pueden compartir una media y diferir ampliamente en dispersión. Ccama (2024) estudió el aprendizaje de medidas de posición y variabilidad con apoyo de Excel en estudiantes universitarios. El uso de la hoja de cálculo permite recalcular con rapidez cuando cambian los datos, lo que abre una oportunidad didáctica: modificar deliberadamente un valor extremo y observar qué medidas cambian más. (Ccama, 2024).



La estadística también exige reconocer la procedencia de los datos. Antes de interpretar un porcentaje conviene identificar población, muestra, unidad de análisis, variable y forma de recolección. Dávila y Alcívar (2024) proponen una estrategia basada en problemas de la vida cotidiana para enseñar estadística; este enfoque favorece que la selección de técnicas responda a una pregunta real y no a la mera presencia de números. (Dávila & Alcívar, 2024).

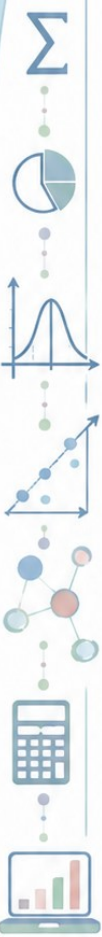
Tabla 1. Lectura conceptual de medidas descriptivas

Medida	Pregunta responde	que	Precaución didáctica
Media	¿Cuál es el valor promedio?		Revisar efecto de valores extremos.
Mediana	¿Cuál es el valor central ordenado?		Interpretar posición, no frecuencia.
Moda	¿Qué valor/categoría se repite más?		Puede no existir o ser múltiple.
Rango	¿Qué amplitud hay entre extremos?		Depende solo de mínimo y máximo.
Desviación estándar	¿Cuánto se dispersan los valores alrededor de la media?		Interpretarla junto con escala y contexto.

Fuente: elaboración propia con base en Agudelo (2024) y Ccama (2024).

1.6 Gráficos, tablas y comunicación estadística

Una tabla organiza valores; una gráfica selecciona relaciones para hacerlas visibles. Elegir entre barras, líneas, sectores, histogramas o diagramas de dispersión implica comprender el tipo de variable y la pregunta de análisis.



Bustamante et al. (2024) estudian errores en la construcción de gráficos de barras por estudiantes, una evidencia relevante porque muestra que producir una gráfica correcta requiere decisiones sobre escala, categorías, proporcionalidad y rotulación. (Bustamante et al., 2024).

La lectura crítica de gráficos debe enseñarse de manera explícita. El eje truncado puede exagerar diferencias; las áreas pueden inducir comparaciones incorrectas; un gráfico tridimensional puede dificultar la lectura; y una escala temporal irregular puede alterar la percepción de tendencia. La alfabetización estadística universitaria incluye detectar estas decisiones y justificar si una representación comunica de forma fiel los datos. (Alsina & Vásquez, 2024).

El contexto de la tarea condiciona la interpretación. Sagala y Corica (2024) analizan el contexto de tareas estadísticas en libros de secundaria y ofrecen un punto de apoyo para revisar materiales universitarios: un contexto auténtico no se limita a cambiar nombres o escenarios, sino que determina qué datos importan y qué interpretación es razonable. Una gráfica sobre empleo, salud, ventas o aprendizaje debe leerse con las unidades y restricciones propias de ese campo. (Sagala & Corica, 2024).

En una actividad universitaria, una buena práctica consiste en pedir al estudiante que produzca dos representaciones del

mismo conjunto de datos y argumente cuál comunica mejor la respuesta a una pregunta específica. La evaluación puede considerar exactitud, legibilidad, correspondencia con el tipo de variable y calidad de la interpretación. Así, el gráfico deja de ser un producto decorativo y se convierte en una decisión analítica. (Ríos Bedoya, 2024).

Tabla 2. Selección básica de representaciones estadísticas

Propósito	Representación posible	Pregunta de control
Comparar categorías	Barras	¿Las categorías y escalas están claramente rotuladas?
Observar evolución	Líneas	¿Los intervalos temporales son comparables?
Examinar distribución	Histograma	¿Los intervalos de clase son adecuados?
Explorar asociación	Dispersión	¿Se evita interpretar asociación como causalidad?

Fuente: elaboración propia a partir de Bustamante et al. (2024) y Sagala y Corica (2024).

1.7 TIC, TAC y TEP para el aprendizaje cuantitativo

Las TIC proporcionan infraestructura para acceder, procesar y comunicar información. En matemáticas y estadística incluyen calculadoras, hojas de cálculo, sistemas algebraicos, plataformas virtuales y recursos de visualización. Su presencia, sin embargo, no define por sí sola una innovación. Una clase puede digitalizar el mismo ejercicio



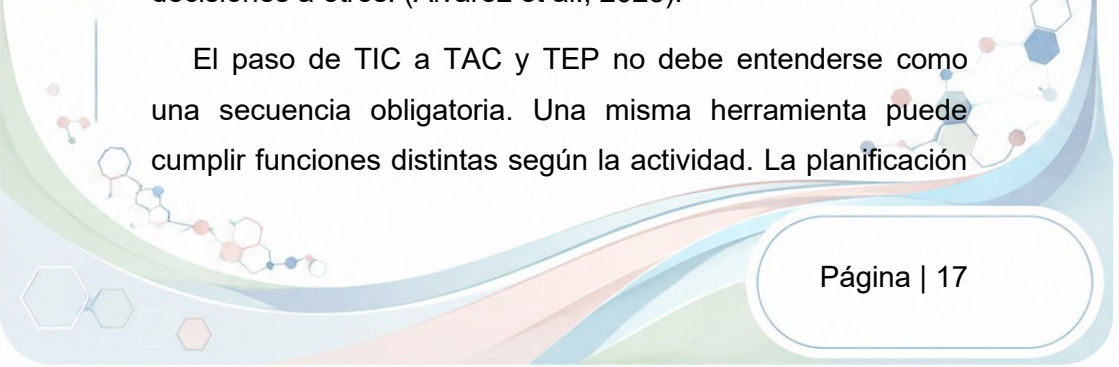
repetitivo sin modificar la actividad cognitiva del estudiante. El criterio de selección debe comenzar por el aprendizaje esperado y no por la novedad de la herramienta. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).



La categoría TAC permite preguntar cómo una tecnología se transforma en herramienta para aprender. Un foro puede servir como TIC para intercambiar mensajes, pero se convierte en TAC cuando la consigna obliga a comparar estrategias, justificar resultados o corregir interpretaciones. Una hoja de cálculo es TAC cuando el estudiante manipula datos para comprender una relación y no solo cuando sustituye a la calculadora. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).



Las TEP añaden una dimensión de participación y producción. En un curso cuantitativo, el estudiante puede construir un tablero de datos, elaborar una explicación pública de una gráfica, documentar un procedimiento reproducible o colaborar en la revisión de una solución. La participación adquiere valor cuando implica responsabilidad sobre la calidad de la información y capacidad para comunicar decisiones a otros. (Álvarez et al., 2025).



El paso de TIC a TAC y TEP no debe entenderse como una secuencia obligatoria. Una misma herramienta puede cumplir funciones distintas según la actividad. La planificación

docente debe identificar la acción del estudiante, la evidencia que producirá y el criterio con el que se evaluará. Esa relación entre propósito, actividad y evidencia evita que la tecnología se incorpore por acumulación. (San Román, 2024).

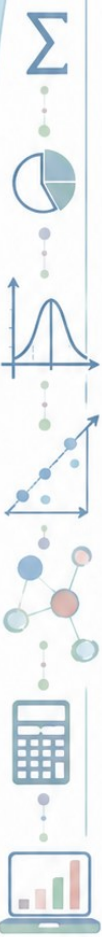
Figura 3. TIC, TAC y TEP como funciones de una actividad educativa



Fuente: Elaboración propia para esta obra.

1.8 GeoGebra, Scratch y hojas de cálculo: criterios de uso

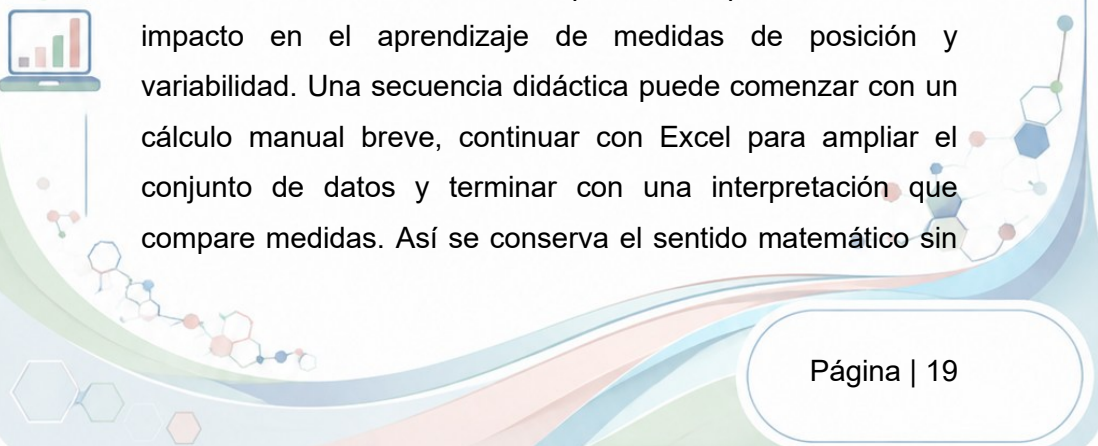
GeoGebra resulta especialmente pertinente cuando el objetivo requiere relacionar objetos simbólicos y visuales. En cálculo, geometría o álgebra, la manipulación dinámica puede



utilizarse para formular conjeturas que después deben justificarse. Chytas et al. (2024) ofrecen evidencia de una intervención en cálculo donde el pensamiento computacional se integra con GeoGebra. La herramienta es más valiosa cuando la tarea incluye predicción, exploración y explicación, no cuando solo reproduce una gráfica ya conocida. (Chytas et al., 2024).

Scratch permite representar procesos mediante bloques y observar el efecto de cada instrucción. Castillo et al. (2024) abordan la integración de inteligencia artificial y Scratch en la enseñanza de matemáticas en secundaria, relacionándola con pensamiento computacional y resolución de problemas. Para el nivel universitario, Scratch puede utilizarse en cursos iniciales o de formación docente para hacer visible la lógica de algoritmos, simulaciones sencillas y construcciones geométricas. (Castillo et al., 2024).

La hoja de cálculo tiene una ventaja distinta: trabaja con datos tabulares y fórmulas replicables. Ccama (2024) encontró un escenario cuasiexperimental para analizar su impacto en el aprendizaje de medidas de posición y variabilidad. Una secuencia didáctica puede comenzar con un cálculo manual breve, continuar con Excel para ampliar el conjunto de datos y terminar con una interpretación que compare medidas. Así se conserva el sentido matemático sin



dedicar la mayor parte del tiempo a operaciones repetitivas. (Ccama, 2024).

Ninguna de estas herramientas debería convertirse en requisito universal. La selección depende del contenido, del nivel de los estudiantes, de la accesibilidad, del tiempo de aprendizaje de la interfaz y de la evidencia que se desea obtener. Donoso (2025), al estudiar la percepción de futuros profesores de matemática sobre su preparación para impartir pensamiento computacional y programación, introduce una dimensión frecuentemente omitida: la capacidad docente condiciona la calidad de la integración tecnológica. (Donoso, 2025).

Tabla 3. Criterios para seleccionar herramientas digitales

Herramienta	Fortaleza didáctica	Uso recomendable
GeoGebra	Representaciones dinámicas y múltiples	Explorar relaciones, parámetros, geometría y cálculo.
Scratch	Secuencias, variables, condiciones y repetición	Explicitar algoritmos y modelar procesos.
Excel/hoja de cálculo	Datos tabulares, fórmulas y gráficos	Analizar datos, simular cambios y automatizar cálculos.
Aula virtual	Organización, comunicación evidencias	Secuenciar actividades, retroalimentar y documentar progreso.

Fuente: síntesis de Chytas et al. (2024), Molina-Ayuso et al. (2024), Ccama (2024) y Puga Quispe y Quispe Champi (2024).



1.9 Retroalimentación, evaluación y autorregulación



La evaluación cuantitativa debe hacer visible el razonamiento. Una respuesta correcta puede proceder de una estrategia frágil, mientras una respuesta incorrecta puede contener una idea valiosa con un error localizado. Por eso, las tareas deben pedir procedimientos, explicaciones, representaciones o decisiones, según el resultado de aprendizaje. La retroalimentación es más útil cuando identifica la naturaleza del error y orienta una revisión concreta. (Dos Santos et al., 2024).

Almeida et al. (2025) estudian tareas de retroalimentación automática en matemáticas con GeoGebra y las vinculan con autorregulación, comprensión conceptual y pensamiento computacional. La automatización puede ofrecer información inmediata sobre ciertas acciones, pero no reemplaza la retroalimentación docente en aspectos como argumentación, interpretación o validez de supuestos. El diseño más sólido combina respuestas automáticas para comprobaciones delimitadas con revisión humana de los procesos complejos. (Almeida et al., 2025).

La autorregulación aparece cuando el estudiante puede comparar su desempeño con un criterio y decidir qué corregir. En matemáticas, una lista de comprobación puede incluir



unidades, dominio, coherencia del signo y magnitud; en estadística, puede incluir tipo de variable, elección de medida, escala del gráfico y alcance de la conclusión. Estos criterios convierten la revisión en una actividad enseñable. (Álvarez et al., 2025).

La tecnología facilita múltiples intentos, pero el número de intentos no garantiza aprendizaje. Conviene pedir al estudiante que explique qué cambió entre una respuesta y la siguiente. Esa breve metacognición permite distinguir ensayo aleatorio de revisión razonada y produce una evidencia que el docente puede utilizar para ajustar la enseñanza. (Dos Santos et al., 2024).

1.10 Diseño de tareas universitarias con datos y tecnología

Una tarea de calidad comienza con una acción cognitiva clara. Verbos como calcular, representar, comparar, justificar, estimar, modelar o decidir producen evidencias diferentes. Si el propósito es interpretar variabilidad, una actividad centrada solo en aplicar fórmulas será insuficiente; si el propósito es modelar, el estudiante debe tomar decisiones sobre variables y supuestos. La tecnología se incorpora después de definir esa acción. (Dávila & Alcívar, 2024).



El aprendizaje basado en proyectos ofrece un marco útil para estadística y probabilidad porque permite trabajar con un ciclo completo de preguntas, datos, análisis y comunicación. Procel et al. (2024) presentan una estrategia pedagógica de aprendizaje basado en proyectos para estos contenidos. En educación superior, el proyecto puede adaptarse a la disciplina: satisfacción de usuarios, tiempos de proceso, indicadores ambientales, costos, rendimiento académico o datos experimentales. (Procel et al., 2024).

Figura 4. Ruta de lectura estadística orientada a decisiones

RUTA DE LECTURA ESTADÍSTICA



La lectura estadística transforma datos en información útil para comprender situaciones y tomar decisiones fundamentadas.

Fuente: elaboración propia a partir de Dávila y Alcívar (2024).



El problema debe ser suficientemente auténtico para requerir interpretación, pero suficientemente delimitado para ser abordable con los conocimientos disponibles. Una buena consigna especifica el producto esperado y los criterios de calidad sin dictar todos los pasos. Así, el estudiante conserva espacio para decidir y el docente puede evaluar el proceso de manera transparente. (Ríos Bedoya, 2024).

La actividad puede culminar con una comunicación breve para una audiencia definida. Explicar un resultado a un directivo, un paciente, un cliente o un compañero obliga a seleccionar información y traducirla sin deformarla. Esta transferencia constituye una evidencia de comprensión que complementa el cálculo y conecta la formación cuantitativa con el desempeño profesional. (Terán, 2024).

1.11 Inclusión, accesibilidad y diversidad de trayectorias

La educación superior reúne estudiantes con experiencias matemáticas muy distintas. Algunos llegan con dominio procedimental y poca capacidad de interpretación; otros comprenden situaciones pero muestran inseguridad frente a la notación. Un diagnóstico inicial breve puede identificar estas diferencias y evitar que el curso suponga conocimientos homogéneos. La inclusión no consiste en reducir el nivel, sino



en ofrecer rutas de acceso y apoyos que permitan alcanzar los mismos resultados esenciales. (Zambrano et al., 2024).



Las herramientas digitales pueden reducir o aumentar barreras. Una visualización interactiva puede apoyar la comprensión, pero una interfaz compleja puede consumir recursos cognitivos que deberían dedicarse al contenido. Zúñiga et al. (2025) estudian herramientas digitales de matemáticas para estudiantes con TDAH; aunque el contexto específico no debe generalizarse sin cautela, el trabajo recuerda la importancia de seleccionar recursos con instrucciones claras, estímulos pertinentes y una carga visual controlada. (Zúñiga et al., 2025).



En entornos virtuales, la organización del curso forma parte de la accesibilidad. Puga Quispe y Quispe Champi (2024) estudian enseñanza y aprendizaje en e-learning, mientras Villagaray Crisostomo (2024) relaciona satisfacción con enseñanza virtual y actitud hacia el aprendizaje. Para una asignatura cuantitativa, la estructura debe permitir localizar ejemplos, datos, fórmulas, actividades y retroalimentación sin navegación innecesaria. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).



La accesibilidad también implica ofrecer representaciones alternativas. Una gráfica necesita una explicación textual; una fórmula debe acompañarse de significado de variables y

unidades; un video requiere un recurso equivalente para quien no pueda utilizarlo en ese momento. Estas decisiones benefician a estudiantes con necesidades específicas y, al mismo tiempo, mejoran la claridad general del material. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

1.12 Síntesis aplicada: una secuencia integrada

Una secuencia integrada puede comenzar con una pregunta profesional sencilla: ¿qué patrón muestran los tiempos de atención de un servicio y qué decisión sería razonable? El estudiante recibe o recolecta datos, identifica variables, organiza la información y construye un resumen descriptivo. Después compara medidas de tendencia central y dispersión, elabora una gráfica y explica qué representación comunica mejor el hallazgo. La matemática y la estadística aparecen como herramientas para responder una pregunta, no como pasos independientes. (Dávila & Alcívar, 2024).

En una segunda fase, la hoja de cálculo automatiza cálculos y permite explorar escenarios. El docente puede modificar algunos valores para que el estudiante observe el efecto sobre media, mediana y dispersión. Esta manipulación convierte la tecnología en TAC porque se utiliza para aprender una relación. Si el grupo publica un tablero, documenta el procedimiento y recibe observaciones de otros, la misma actividad incorpora una dimensión TEP. (Ccama, 2024).

El pensamiento computacional puede hacerse explícito pidiendo al estudiante que describa el algoritmo seguido: entrada de datos, limpieza, cálculo, selección de gráfica, comprobación e interpretación. La actividad no necesita código para desarrollar esta competencia. Si se dispone de un entorno de programación, el algoritmo puede traducirse posteriormente a instrucciones ejecutables y compararse con el procedimiento de la hoja de cálculo. (Jiménez & Carmona, 2024).

La evaluación final debería reunir producto y proceso. El informe o tablero muestra el resultado; una breve defensa explica las decisiones; y una autoevaluación identifica qué error fue corregido y por qué. Esta combinación permite valorar precisión matemática, lectura estadística, uso tecnológico y capacidad de argumentación, los cuatro ejes que sostienen la unidad. (Almeida et al., 2025; Procel et al., 2024).

Tabla 4. Matriz de diseño de una actividad cuantitativa integrada

Componente	Decisión docente	Evidencia del estudiante
Problema	Definir una pregunta auténtica y delimitada.	Reformula la pregunta e identifica variables.
Matemática	Seleccionar relaciones y procedimientos pertinentes.	Modela y justifica operaciones.
Estadística	Definir resumen y representación adecuados.	Interpreta medidas y gráficos.

Tecnología

Elegir herramienta por su función cognitiva.

Usa el recurso y explica qué aporta.

Comunicación

Definir audiencia y formato.

Presenta una conclusión sustentada en datos.

Fuente: elaboración propia con base en Rojas et al. (2024), Procel et al. (2024) y Almeida et al. (2025).

1.13 Actividad integradora de la Unidad 1

1.13.1 Estudio de caso

Caso de aplicación

Seleccione un conjunto pequeño de datos relacionado con una asignatura o campo profesional. Formule una pregunta, identifique las variables, calcule al menos dos medidas descriptivas, construya una representación gráfica y explique qué decisión puede sostenerse con los datos. Después describa el procedimiento como algoritmo en lenguaje natural y señale qué parte de la actividad corresponde a TIC, TAC y TEP.

Producto esperado: informe de 3 a 5 páginas con tabla de datos, una gráfica, interpretación de medidas, algoritmo del procedimiento y reflexión sobre el uso de la tecnología. La evaluación debe priorizar la coherencia entre pregunta, datos, procedimiento e interpretación, además de la corrección del cálculo. (Procel et al., 2024).

1.13.2 Preguntas de autoevaluación

Reúnanse en grupos de al menos 3 estudiantes y preparen 10 diapositivas para responder a las siguientes preguntas:



1. ¿Qué diferencia existe entre ejecutar un procedimiento matemático y comprenderlo?

2. ¿Por qué una representación gráfica necesita interpretación y no solo construcción?

3. ¿Cómo se relacionan descomposición, abstracción y diseño de algoritmos con la resolución de problemas?

4. ¿Qué información puede ocultar una media si no se analiza la variabilidad?

5. ¿Qué criterios permiten escoger entre un gráfico de barras, una línea y un diagrama de dispersión?

6. ¿Cuándo una hoja de cálculo funciona como TAC y no únicamente como TIC?

7. ¿Qué aportaría una dimensión TEP a una actividad de análisis de datos?

8. ¿Qué ventajas y límites tiene la retroalimentación automática en matemáticas?

9. ¿Por qué la selección de una herramienta digital debe realizarse después de definir el aprendizaje esperado?

10. ¿Qué evidencias permitirían evaluar conjuntamente razonamiento matemático, interpretación estadística y uso tecnológico?



1.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 1

Este laboratorio amplía los fundamentos de la unidad mediante situaciones que integran razonamiento matemático, lectura de datos, pensamiento computacional y selección crítica de tecnología. Las actividades no buscan añadir extensión por repetición, sino ofrecer oportunidades para que el estudiante explique decisiones, compare representaciones y produzca evidencias verificables. (Álvarez et al., 2025; Jiménez & Carmona, 2024).

Caso 1. Del enunciado al modelo

Se presenta una situación de asignación de recursos con cantidades, restricciones y una meta. Antes de calcular, el estudiante identifica qué datos son relevantes, cuáles funcionan como condiciones y qué cantidad se desea determinar. Después representa la situación mediante una tabla, una expresión y un esquema verbal. La comparación permite observar que una misma relación puede expresarse de varias formas. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

La fase de validación solicita comprobar si la respuesta respeta unidades y restricciones. El estudiante debe señalar además un dato que, si cambiara, obligaría a modificar el modelo. Esta pregunta evita que la solución se perciba como una fórmula universal. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?
- ¿Qué parte requiere juicio humano?

Caso 2. Lectura crítica de una visualización

El estudiante recibe dos representaciones del mismo conjunto de datos con escalas distintas. Debe describir primero qué impresión produce cada una y luego revisar ejes, unidades y proporciones. El objetivo es separar el dato de la decisión gráfica y reconocer cómo el diseño puede amplificar o reducir visualmente una diferencia. (Bustamante et al., 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

La actividad termina con una reconstrucción del gráfico y una explicación dirigida a una audiencia universitaria no especializada. La explicación debe indicar qué conclusión está respaldada y cuál sería una inferencia excesiva. (Bustamante et al., 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?

- ¿Qué parte requiere juicio humano?

Caso 3. Descomposición y algoritmo

Se propone un problema que requiere varias operaciones encadenadas. El estudiante lo descompone en entradas, transformaciones y salida; después escribe un algoritmo en lenguaje natural. La secuencia se prueba con un caso sencillo antes de trasladarla a una hoja de cálculo o entorno programable. (Montero, 2025; Irawan et al., 2024).

El docente introduce deliberadamente un error en una condición. Los estudiantes deben localizarlo, explicar su efecto y corregirlo. La depuración se convierte así en una práctica de razonamiento y no solamente en una técnica de programación. (Montero, 2025; Irawan et al., 2024).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?
- ¿Qué parte requiere juicio humano?

Caso 4. Estadística desde una pregunta

Un pequeño conjunto de datos se entrega sin instrucciones de cálculo. El estudiante debe formular una pregunta



descriptiva, identificar variables y decidir qué tabla, medida o gráfico ayudaría a responderla. Esta inversión del procedimiento evita que la estadística comience por una función del software. (Ríos Bedoya, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

La conclusión debe incluir una limitación relacionada con el tamaño, procedencia o alcance de los datos. La calidad del producto se valora por la coherencia entre pregunta, análisis e interpretación. (Ríos Bedoya, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?
- ¿Qué parte requiere juicio humano?

Caso 5. Comparación de herramientas

Una misma relación matemática se explora manualmente, mediante GeoGebra y con una hoja de cálculo. El estudiante registra qué aporta cada vía: comprensión del procedimiento, visualización dinámica o exploración de múltiples escenarios.

No se busca declarar una herramienta superior, sino reconocer funciones distintas. (Chytas et al., 2024; Ccama, 2024).

El informe final debe recomendar una herramienta para una actividad concreta y justificarla desde el aprendizaje esperado. La facilidad de uso puede ser un criterio, pero no sustituye la evidencia pedagógica. (Chytas et al., 2024; Ccama, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?
- ¿Qué parte requiere juicio humano?

Caso 6. Verificación de una solución automática

Se entrega una respuesta generada automáticamente a un problema cuantitativo. El estudiante reconstruye los pasos, comprueba datos y operaciones y clasifica cualquier problema encontrado como error de cálculo, supuesto no declarado,

selección inadecuada de método o interpretación excesiva. (Castillo et al., 2024; Almeida et al., 2025).

El cierre consiste en redactar una solución corregida y explicar qué comprobaciones permiten defenderla. La actividad establece desde el inicio del libro que automatizar no elimina la responsabilidad de verificar. (Castillo et al., 2024; Almeida et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Entregue la representación o procedimiento utilizado, una comprobación independiente, una interpretación de máximo 180 palabras y una limitación de la solución.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión conceptual antecede al cálculo?
- ¿Qué representación ayuda a comprobar la respuesta?
- ¿Qué cambiaría si se modifica una condición?
- ¿Qué parte requiere juicio humano?

1.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 1

a) Representaciones y traducción matemática

El taller parte de una situación verbal y solicita construir una tabla, una expresión algebraica y una representación gráfica. Los estudiantes comparan qué información hace visible cada forma y localizan posibles contradicciones entre ellas. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).



Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

b) Pensamiento computacional sin programar

Los estudiantes descomponen un problema, reconocen patrones, eliminan información irrelevante y escriben una secuencia de solución. Solo después discuten cómo podría automatizarse. El objetivo es mostrar que el pensamiento



computacional no depende de una aplicación específica. (Álvarez et al., 2025; Jiménez & Carmona, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

Datos, gráficos e interpretación

Se analiza una tabla breve y se producen dos gráficos posibles. El grupo debe elegir cuál comunica mejor la pregunta, justificar escalas y redactar una conclusión que no

exceda los datos. (Bustamante et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

TIC, TAC y TEP en una misma actividad

Una actividad convencional se rediseña en tres niveles: acceso y comunicación mediante TIC, aprendizaje activo mediante TAC y producción/participación mediante TEP. Cada cambio debe vincularse con una evidencia concreta. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).



Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

1.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad

1

Práctica guiada: Múltiples representaciones de un problema

Una situación cuantitativa puede comprenderse mediante lenguaje verbal, símbolos, tablas y gráficos. En esta práctica



el estudiante recibe un problema relacionado con consumo, rendimiento o distribución de recursos y debe reconstruirlo en las cuatro representaciones. El objetivo no es repetir la misma información, sino identificar qué aspecto se vuelve más visible en cada forma. La expresión simbólica resume relaciones; la tabla permite inspeccionar valores; la gráfica muestra tendencias; y la explicación verbal obliga a conservar el significado de las variables. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024; Álvarez et al., 2025).

Después de construir las representaciones, se introducen dos valores de prueba. El estudiante comprueba que todas producen resultados compatibles y explica cualquier discrepancia. La fase de revisión es esencial porque permite detectar errores de escala, unidades o traducción algebraica que podrían pasar inadvertidos si solo se utiliza una representación. Finalmente se solicita una breve reflexión sobre cuál representación utilizaría para enseñar el concepto a un compañero y cuál emplearía para realizar cálculos. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024; Álvarez et al., 2025).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.



Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: De los datos a una afirmación defendible

Se entrega una tabla pequeña con observaciones de una situación académica. El estudiante debe formular tres afirmaciones: una puramente descriptiva, una interpretación contextual y una afirmación que no pueda sostenerse con esos datos. Esta comparación hace visibles los límites entre observar, interpretar e inferir. Después selecciona una medida o gráfico que respalde la afirmación descriptiva y explica por qué resulta pertinente. (Ríos Bedoya, 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

La discusión grupal revisa denominadores, unidades y procedencia de la información. El estudiante debe señalar qué dato adicional necesitaría para responder una pregunta más ambiciosa. Esta práctica instala un hábito que será retomado en la unidad estadística: ninguna técnica compensa una

pregunta mal formulada o datos que no corresponden al alcance de la conclusión. (Ríos Bedoya, 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

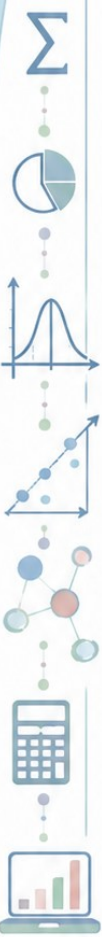
Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Descomposición, patrón y abstracción



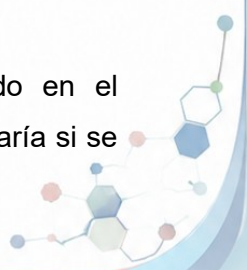
El docente presenta un problema con información relevante e irrelevante. Los estudiantes trabajan primero de manera individual para separar datos necesarios, restricciones y objetivo. Después comparan sus decisiones y construyen una versión simplificada del problema. La abstracción se entiende aquí como una decisión razonada sobre qué conservar, no como eliminar contexto de manera automática. (Jiménez & Carmona, 2024; Irawan et al., 2024).

En una segunda fase se ofrecen tres problemas estructuralmente semejantes con contextos distintos. El grupo identifica el patrón común y propone una secuencia general de solución. La práctica concluye al discutir qué parte podría automatizarse y qué parte seguiría requiriendo interpretación humana. Así se vinculan pensamiento matemático y pensamiento computacional sin reducir este último a escribir código. (Jiménez & Carmona, 2024; Irawan et al., 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.



Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Selección pedagógica de tecnología

Se comparan tres recursos disponibles para una misma actividad: una hoja de cálculo, un entorno de geometría dinámica y un recurso programable. El estudiante analiza qué contenido permite explorar cada herramienta, qué conocimientos previos exige y qué evidencia produce. La consigna prohíbe justificar la elección únicamente por facilidad, popularidad o novedad. (Chytas et al., 2024; Molina-Ayuso et al., 2024; Ccama, 2024).

El producto final es una matriz donde se relacionan resultado de aprendizaje, acción del estudiante, herramienta, evidencia y posible dificultad. El grupo defiende una elección y propone una alternativa de baja tecnología que conserve el objetivo si el recurso digital no estuviera disponible. Esta comparación ayuda a entender la tecnología como medio y no como centro del diseño didáctico. (Chytas et al., 2024; Molina-Ayuso et al., 2024; Ccama, 2024).



Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.



Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.



Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.



Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.



Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

UNIDAD 2. MATEMÁTICAS

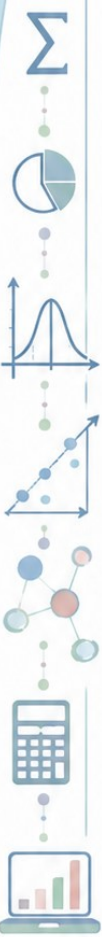
APLICADAS Y MODELIZACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Resultados de aprendizaje de la unidad

Al finalizar la unidad, el lector podrá: formular y validar modelos matemáticos a partir de situaciones reales; representar relaciones mediante lenguaje algebraico, ecuaciones y funciones; aplicar proporcionalidad, geometría y matemática financiera con interpretación contextual; describir procedimientos mediante pensamiento algorítmico; y seleccionar GeoGebra, Scratch, hojas de cálculo o inteligencia artificial de acuerdo con la evidencia de aprendizaje y los criterios de verificación requeridos.

2.1 Del razonamiento matemático a la modelización de situaciones reales

La modelización matemática comienza cuando una situación deja de tratarse como un enunciado cerrado y se convierte en un sistema que debe ser interpretado. El estudiante necesita reconocer magnitudes, relaciones, restricciones y supuestos antes de operar. En esta perspectiva, resolver no equivale a localizar una fórmula, sino a construir una representación suficientemente útil del fenómeno. Mullo et al. sitúan el pensamiento computacional como apoyo interdisciplinario para la resolución de problemas matemáticos; esa relación resulta especialmente productiva cuando la descomposición y la abstracción se utilizan para decidir qué elementos del contexto deben formar parte del modelo. (Mullo et al., 2025).



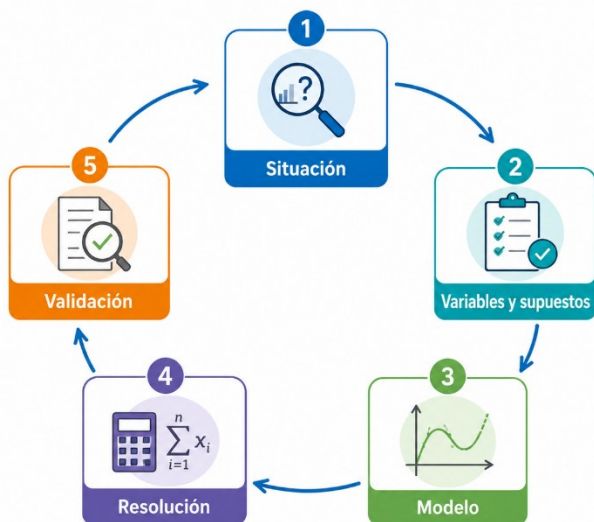
Una actividad universitaria de modelización puede partir de costos, consumo energético, crecimiento de una población, tiempos de espera o rendimiento de un proceso. El contexto determina las variables y también los límites de la conclusión. Rojas et al. muestran la pertinencia del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza matemática vinculada con administración pública, donde la operación cuantitativa adquiere sentido al sostener una decisión. El valor didáctico está en pedir al estudiante que justifique por qué una relación matemática representa razonablemente la situación. (Rojas et al., 2024).

El modelo debe revisarse después del cálculo. Una respuesta numérica puede ser algebraicamente correcta y, sin embargo, incompatible con unidades, dominio o condiciones reales. La revisión de plausibilidad obliga a volver al problema y comparar la salida del modelo con el fenómeno. Esta fase conecta razonamiento matemático y pensamiento crítico, articulación que Álvarez et al. identifican como relevante en su revisión sobre capacidades para la era digital. (Álvarez et al., 2025).

En el aula conviene separar explícitamente cuatro momentos: comprensión del problema, formulación del modelo, resolución y validación. Esa separación no pretende imponer un algoritmo rígido; permite observar dónde se produce una dificultad. Si el estudiante calcula bien pero modela mal, necesita una retroalimentación distinta de quien plantea adecuadamente el modelo y comete un error operativo. (Jiménez & Carmona, 2024).

Figura 5. Ciclo de modelización matemática

Ciclo de modelización matemática

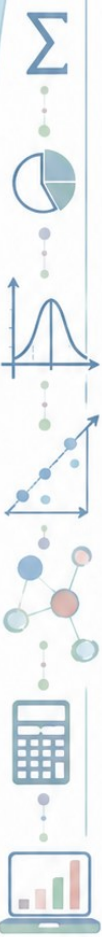


Fuente: elaboración propia a partir de Mullo et al. (2025) y Álvarez et al. (2025).

2.2 Lenguaje algebraico y representación de relaciones cuantitativas

El lenguaje algebraico permite condensar relaciones que en lenguaje cotidiano resultan extensas. Su enseñanza universitaria mejora cuando cada símbolo conserva un referente: variable, unidad y condición. Traducir una situación verbal a una expresión obliga a distinguir cantidades conocidas, incógnitas y relaciones. Esta traducción es una forma de abstracción y constituye un puente natural hacia el pensamiento computacional. (Jiménez & Carmona, 2024).

Las equivalencias algebraicas deben trabajarse como transformaciones que preservan relaciones, no como reglas aisladas. Pedir al estudiante que explique qué propiedad



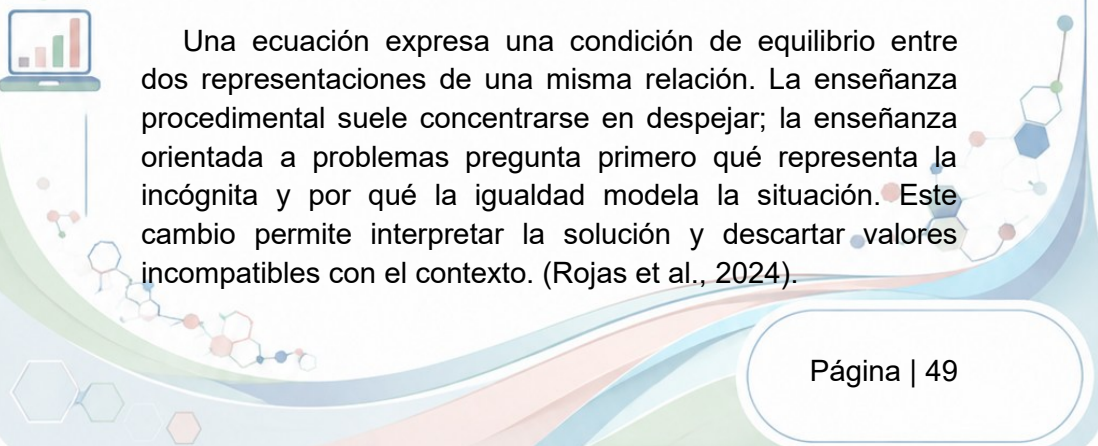
autoriza cada transformación ayuda a detectar procedimientos memorizados sin comprensión. La representación gráfica o tabular puede utilizarse como comprobación independiente de una expresión simbólica. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Los entornos dinámicos permiten modificar parámetros y observar consecuencias. Chytas et al. incorporan GeoGebra en una intervención de cálculo relacionada con pensamiento computacional. Una aplicación didáctica consiste en variar coeficientes y solicitar predicciones antes de visualizar el resultado; así, la herramienta contrasta una conjetura en vez de sustituirla. (Chytas et al., 2024).

En carreras no matemáticas, el álgebra adquiere mayor sentido cuando se vincula con indicadores propios del campo. Una fórmula de productividad, concentración, costo o rendimiento puede analizarse identificando qué ocurre si una variable aumenta mientras las demás permanecen constantes. Esta lectura funcional prepara el trabajo posterior con modelos y datos. (Mullo et al., 2025).

2.3 Ecuaciones, sistemas de ecuaciones y resolución de problemas

Una ecuación expresa una condición de equilibrio entre dos representaciones de una misma relación. La enseñanza procedimental suele concentrarse en despejar; la enseñanza orientada a problemas pregunta primero qué representa la incógnita y por qué la igualdad modela la situación. Este cambio permite interpretar la solución y descartar valores incompatibles con el contexto. (Rojas et al., 2024).



Los sistemas de ecuaciones son especialmente útiles cuando varias condiciones deben satisfacerse simultáneamente. Problemas de mezcla, asignación de recursos, costos o equilibrio pueden mostrar por qué dos o más relaciones necesitan resolverse de manera conjunta. La representación gráfica permite además interpretar soluciones únicas, inexistentes o múltiples. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

El pensamiento algorítmico ayuda a describir los pasos de resolución sin convertirlos en una receta ciega. Montero analiza retos y oportunidades de este pensamiento en la enseñanza matemática. En educación superior, pedir un pseudocódigo verbal del procedimiento puede revelar decisiones que quedan ocultas en una sucesión de operaciones. (Montero, 2025).

La comprobación debe incorporarse como parte de la solución. Sustituir el resultado en las condiciones originales y revisar unidades desarrolla hábitos de verificación transferibles a hojas de cálculo, programación y análisis estadístico. El estudiante aprende que obtener un número no cierra el problema: debe demostrar que ese número satisface las condiciones planteadas. (Álvarez et al., 2025).

Tabla 5. Matriz de validación de un modelo matemático

Criterio	Pregunta de revisión	Evidencia
Variables	¿Cada variable está definida y tiene unidad?	Definiciones y unidades explícitas
Supuestos	¿Qué condiciones simplifican la situación?	Lista de supuestos
Cálculo	¿El procedimiento es reproducible?	Operaciones o archivo
Validación	¿El resultado satisface el problema?	Comprobación y límites

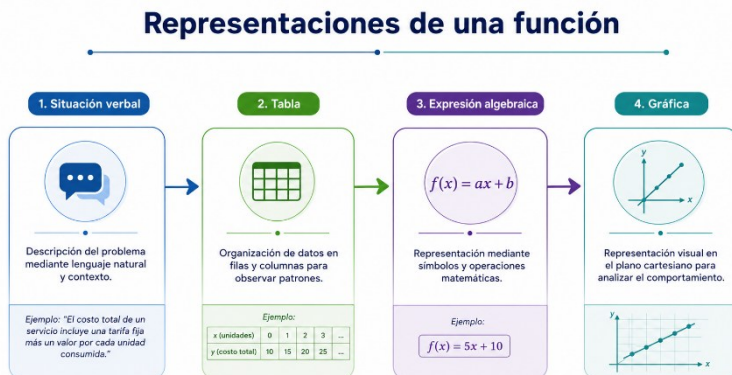
2.4 Funciones y modelos para interpretar fenómenos

La noción de función permite estudiar dependencia y variación. Más que presentar familias de funciones como un catálogo, conviene relacionarlas con patrones: crecimiento constante, proporcionalidad, aceleración, saturación o cambio porcentual. La tabla, la gráfica y la expresión algebraica ofrecen información diferente sobre el mismo comportamiento. (Chytas et al., 2024).

En un entorno dinámico, el estudiante puede comparar cómo cambia una gráfica al modificar parámetros. Chytas et al. muestran un uso de GeoGebra en cálculo que integra actividad matemática y pensamiento computacional. La manipulación es pedagógicamente productiva cuando va acompañada de predicciones, explicaciones y validación simbólica. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Los modelos funcionales requieren discutir dominio y rango en términos del contexto. Una función puede estar definida algebraicamente para muchos valores que carecen de significado en la situación real. Esta restricción obliga a conectar la matemática formal con la interpretación profesional. (Mullo et al., 2025).

Figura 6. Representaciones de una función



Fuente: elaboración propia a partir de Chytas et al. (2024).

Comparar dos modelos sobre un mismo fenómeno ayuda a comprender que modelizar implica elegir. El estudiante puede analizar cuál se ajusta mejor a determinadas condiciones, qué supuestos introduce y en qué intervalo resulta razonable. Esta discusión evita presentar el modelo como una copia exacta de la realidad. (Álvarez et al., 2025).

2.5 Proporcionalidad, porcentajes, tasas y variación

Porcentajes y tasas aparecen en prácticamente todas las disciplinas, pero su familiaridad puede ocultar errores conceptuales. Un aumento del 20 % seguido de una reducción del 20 % no devuelve necesariamente el valor inicial. Trabajar estos casos obliga a identificar la base sobre la que se calcula cada porcentaje. (Rojas et al., 2024).



Las tasas relacionan magnitudes y conservan unidades que deben interpretarse. Velocidad, productividad, incidencia o costo por unidad no son solo cocientes: expresan una comparación cuyo significado depende del numerador y denominador. El análisis dimensional constituye una herramienta sencilla para revisar resultados. (Ccama, 2024).

Las hojas de cálculo permiten construir escenarios con variaciones porcentuales sucesivas. El estudiante puede modificar tasas y observar efectos acumulados, pero debe explicar la fórmula utilizada. Esta combinación entre automatización e interpretación evita que Excel se convierta en una caja negra. (Álvarez et al., 2025).

En evaluación, resulta más informativo plantear una decisión que pedir únicamente un cálculo. Comparar dos ofertas, analizar un descuento encadenado o interpretar una tasa obliga a comunicar el significado del resultado y a justificar qué alternativa conviene bajo determinadas condiciones. (Dávila & Alcívar, 2024).

2.6 Geometría y pensamiento espacial con herramientas digitales

La geometría combina propiedades formales con razonamiento visual. Un dibujo puede sugerir una relación, pero la demostración exige justificarla. Las herramientas dinámicas permiten mover puntos y conservar restricciones, haciendo visible qué propiedades permanecen invariantes. (Molina-Ayuso et al., 2024).

Molina-Ayuso et al. estudian Scratch como herramienta para trabajar geometría y pensamiento computacional. Aunque su investigación se desarrolla en primaria, aporta una

idea transferible: programar una construcción obliga a traducir propiedades geométricas a secuencias, giros, distancias y repeticiones. (Grizioti et al., 2024).

En educación superior, GeoGebra puede utilizarse para explorar transformaciones, lugares geométricos, vectores y relaciones espaciales. El estudiante debería formular primero una conjetura y después usar la construcción para examinar casos; finalmente debe argumentar por qué el patrón observado se sostiene. (Chytas et al., 2024).

El pensamiento espacial es relevante en ingeniería, arquitectura, ciencias de la salud y análisis de datos. Por eso, las tareas geométricas pueden vincularse con escalas, planos, trayectorias, áreas, volúmenes o representaciones tridimensionales, evitando una geometría desligada de usos disciplinares. (Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

2.7 Matemática financiera aplicada a contextos universitarios y profesionales

La matemática financiera ofrece un contexto fértil para trabajar porcentajes, funciones y modelización. Interés simple y compuesto, cuotas y valor temporal del dinero pueden abordarse como relaciones entre capital, tasa y tiempo, evitando memorizar fórmulas sin comprender la estructura. (Dávila & Alcívar, 2024).

Una hoja de cálculo permite comparar escenarios de financiamiento y visualizar cómo pequeñas diferencias de tasa producen efectos acumulados. El aprendizaje aparece cuando el estudiante explica la lógica de la fórmula y reconoce los



supuestos, no cuando se limita a copiar funciones del programa. (Ccama, 2024).

Las tareas pueden incorporar decisiones: elegir entre alternativas de crédito, analizar un plan de ahorro o comparar costos totales. El estudiante debe distinguir tasa nominal, periodo y base de cálculo según los datos proporcionados, manteniendo prudencia cuando la información sea insuficiente. (Rojas et al., 2024).

Este tipo de problemas también permite discutir alfabetización cuantitativa. Comprender una tasa y sus consecuencias constituye una competencia de ciudadanía y de desempeño profesional, por lo que la comunicación del resultado debe ser clara y acompañarse de límites y condiciones. (Álvarez et al., 2025).

2.8 Pensamiento algorítmico para la resolución de problemas matemáticos

El pensamiento algorítmico exige describir una solución como secuencia finita de acciones. Esta explicitación favorece la revisión: cada paso puede examinarse, modificarse y comprobarse. Montero destaca estrategias y oportunidades para su incorporación en matemáticas, mientras Jiménez y Carmona analizan la integración más amplia del pensamiento computacional en los procesos de enseñanza-aprendizaje. (Montero, 2025).

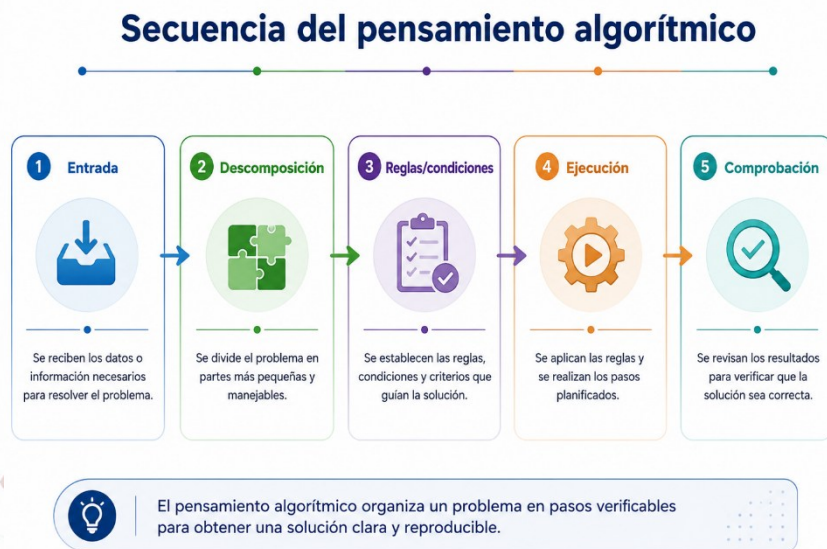
Un algoritmo matemático debe incluir condiciones de entrada y criterios de salida. Por ejemplo, calcular una medida no consiste solo en aplicar una fórmula: primero se verifica el tipo de dato, luego se ejecuta el procedimiento y finalmente se

interpreta. Esta lógica prepara al estudiante para automatizar tareas sin perder control conceptual. (Jiménez & Carmona, 2024).

La depuración constituye una práctica educativa valiosa. En lugar de entregar siempre algoritmos correctos, el docente puede presentar una secuencia con un error y pedir que se localice. El estudiante debe explicar qué consecuencia produce el fallo y cómo corregirlo. (Irawan et al., 2024).

Cuando el algoritmo se traduce a Scratch, Excel o un lenguaje de programación, la herramienta actúa como medio de verificación. La comparación entre procedimiento manual y automatizado ayuda a comprender qué operaciones realiza realmente el sistema. (Molina-Ayuso et al., 2024).

Figura 7. Secuencia del pensamiento algorítmico





Fuente: elaboración propia a partir de Montero (2025) y Jiménez y Carmona (2024).

2.9 GeoGebra, Scratch y recursos digitales para la experimentación matemática



La experimentación digital permite generar numerosos casos con rapidez. En GeoGebra, cambiar un parámetro puede mostrar una familia completa de comportamientos; en Scratch, modificar una instrucción altera una secuencia visible. Estas posibilidades son útiles cuando la actividad exige comparar, conjeturar y explicar. (Chytas et al., 2024).

Grizioti et al. estudian pensamiento computacional al servicio de la educación matemática mediante modelos 3D programables en MaLT2. El trabajo muestra una relación entre programación, representación y actividad matemática que ayuda a superar la idea de que programar es un objetivo separado del contenido. (Grizioti et al., 2024).

Castillo et al. integran inteligencia artificial y Scratch en la enseñanza matemática de secundaria. Para educación superior, la transferencia debe realizarse con cautela, pero el estudio sirve para discutir cómo una herramienta programable puede apoyar resolución de problemas y pensamiento computacional. (Castillo et al., 2024).

El criterio docente debe ser económico: usar la herramienta cuando permite una observación, simulación o retroalimentación difícil de obtener de otro modo. Si el recurso añade complejidad sin mejorar la evidencia de aprendizaje, su uso no está justificado. (Donoso, 2025).

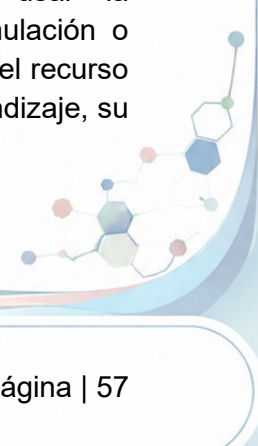


Tabla 6. Comparación didáctica de herramientas para matemática aplicada

Herramienta	Uso principal	Evidencia esperada
GeoGebra	Explorar relaciones y parámetros	Conjetura + explicación
Scratch	Representar secuencias y condiciones	Algoritmo ejecutable
Excel	Escenarios y cálculos repetibles	Modelo tabular + interpretación
IA generativa	Generar o revisar alternativas	Auditoría y verificación

Fuente: síntesis de Chytas et al. (2024), Molina-Ayuso et al. (2024), Ccama (2024) y Castillo et al. (2024).

2.10 Inteligencia artificial como apoyo al aprendizaje matemático

La inteligencia artificial puede apoyar la generación de ejemplos, la explicación alternativa de procedimientos y la retroalimentación inicial, pero sus respuestas requieren verificación. En matemáticas, una solución persuasiva puede contener un supuesto incorrecto o una transformación inválida. La actividad educativa debe conservar una instancia de comprobación independiente. (Castillo et al., 2024).

Castillo et al. estudian la integración de IA y Scratch en enseñanza matemática. El interés para el nivel superior está en diseñar tareas donde el estudiante evalúe la respuesta de la herramienta: reconstruir el procedimiento, identificar errores, comparar estrategias y justificar una solución. (Álvarez et al., 2025).

La IA también puede utilizarse para producir variantes de un problema, siempre que el docente revise datos, coherencia y nivel de dificultad. La variación puede apoyar práctica diferenciada, pero no sustituye la selección pedagógica ni la responsabilidad sobre el contenido. (Almeida et al., 2025).

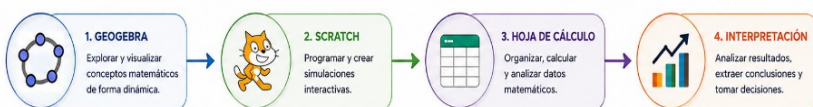
Una regla útil consiste en pedir evidencia que la herramienta no pueda resolver por el estudiante sin que este comprenda: defensa oral, interpretación contextual, comparación de métodos, explicación de un error o reconstrucción de decisiones. Así, la evaluación se concentra en el razonamiento. (Donoso, 2025).

Figura 8. Integración de herramientas para experimentar matemáticamente

Secuencia del pensamiento algorítmico



Integración de herramientas para experimentar matemáticamente



Fuente: elaboración propia a partir de Chytas et al. (2024), Molina-Ayuso et al. (2024) y Ccama (2024).

2.11 Evaluación y retroalimentación digital en matemáticas

La evaluación formativa necesita información sobre el proceso. Dos Santos et al. analizan recursos de evaluación

con feedback automático para matemáticas, mientras Almeida et al. estudian tareas automáticas en GeoGebra. Ambos trabajos permiten considerar la retroalimentación inmediata como apoyo, siempre que esté vinculada con errores identificables y oportunidades de revisión. (Dos Santos et al., 2024).

Una retroalimentación útil no debería limitarse a indicar correcto o incorrecto. Puede señalar una condición incumplida, sugerir revisar una representación o pedir comprobar un caso. El objetivo es devolver al estudiante al razonamiento. (Almeida et al., 2025).

Las plataformas digitales permiten registrar intentos y cambios. Esa información puede utilizarse para que el estudiante describa qué modificó y por qué. La explicación entre intentos convierte la repetición en evidencia de autorregulación. (Álvarez et al., 2025).

En problemas abiertos, la evaluación automática tiene límites claros. La pertinencia de un supuesto, la interpretación de un resultado y la calidad de una argumentación requieren juicio humano. El diseño equilibrado reserva la automatización para comprobaciones delimitadas y mantiene revisión docente para decisiones complejas. (Donoso, 2025).

2.12 Proyecto integrador: modelización matemática de un problema del entorno

El proyecto integrador reúne las decisiones trabajadas en la unidad. El estudiante selecciona un problema de alcance manejable, identifica variables y formula una representación matemática. Debe justificar supuestos y explicar qué

información se pierde al simplificar la situación. (Mullo et al., 2025).

El producto puede incluir una hoja de cálculo o construcción dinámica que permita explorar escenarios. La herramienta debe acompañarse de una descripción del algoritmo y de una comprobación manual parcial que muestre comprensión del procedimiento. (Ccama, 2024).

La presentación final requiere interpretar el resultado para una audiencia definida. Esta condición obliga a traducir expresiones y gráficos a un lenguaje comprensible sin perder precisión. (Rojas et al., 2024).

La evaluación puede organizarse alrededor de cinco criterios: formulación del problema, coherencia del modelo, corrección matemática, validación e interpretación. La calidad tecnológica se valora por su contribución al análisis y no por sofisticación visual. (Álvarez et al., 2025).

Tabla 7. Rúbrica breve para el proyecto de modelización

Dimensión	Logro esperado	Alerta
Problema	Pregunta delimitada y relevante	Problema genérico o ambiguo
Modelo	Relaciones justificadas	Fórmula sin explicación
Validación	Comprobación independiente	Solo resultado final
Comunicación	Interpreta y declara límites	Conclusión sin condiciones

Fuente: elaboración propia a partir de Rojas et al. (2024) y Álvarez et al. (2025).

Síntesis integradora de la Unidad 2

La unidad integra modelización, álgebra, ecuaciones, funciones, proporcionalidad, geometría, matemática financiera y pensamiento algorítmico bajo un mismo criterio: el procedimiento debe conservar el significado de las variables y terminar con una validación contextual. Las herramientas

digitales se justifican cuando permiten explorar escenarios, contrastar representaciones o comprobar resultados, no cuando sustituyen la explicación matemática.

2.13 Actividad integradora de la Unidad 2

2.13.1 Estudio de caso

Caso de aplicación

Seleccione una situación del entorno universitario o profesional que pueda expresarse mediante relaciones cuantitativas, por ejemplo costos, crecimiento, asignación de recursos o comparación de alternativas. Defina variables y unidades, construya una representación algebraica o funcional, resuelva el modelo y compruebe el resultado por una segunda vía. Incorpore una herramienta digital para explorar al menos un escenario alternativo y explique qué supuestos condicionan la validez de la solución.

Producto esperado: informe de 3 a 5 páginas con formulación del problema, variables y supuestos, modelo matemático, procedimiento de solución, comprobación, representación gráfica o tabular, análisis de un escenario alternativo y una recomendación contextualizada. La evaluación debe priorizar la coherencia del modelo, la validación y la interpretación, además de la corrección operativa. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

2.13.2 Preguntas de autoevaluación

Reúnanse en grupos de al menos 3 estudiantes y preparen 10 diapositivas para responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué decisiones deben tomarse antes de convertir una situación real en ecuaciones o funciones?
2. ¿Cómo se comprueba que un modelo matemático representa de manera razonable el problema planteado?
3. ¿Qué criterios permiten elegir entre un modelo lineal, proporcional o de crecimiento porcentual?
4. ¿Por qué el dominio y el rango deben interpretarse también desde las condiciones del contexto?
5. ¿Qué errores pueden aparecer al trabajar con porcentajes, tasas o unidades temporales distintas?
6. ¿Qué aporta una construcción geométrica dinámica y qué aspectos todavía requieren justificación matemática?
7. ¿Qué comprobaciones son necesarias antes de comparar alternativas de financiamiento?
8. ¿Cómo contribuye el pensamiento algorítmico a hacer verificable un procedimiento matemático?
9. ¿Qué criterio usaría para decidir entre GeoGebra, Scratch, una hoja de cálculo o una herramienta de IA?

10. ¿Qué evidencia demostraría que el estudiante comprende el modelo y puede comunicar sus límites?

2.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 2

Este laboratorio consolida la modelización matemática mediante situaciones en las que el estudiante debe formular relaciones, resolverlas, comprobarlas y comunicar sus límites. Los casos combinan funciones, algoritmos, geometría, matemática financiera y auditoría de respuestas automáticas para que la tecnología opere como apoyo a la exploración y a la verificación.

Caso 1. Costos y punto de equilibrio

Una microempresa universitaria analiza un producto con costo fijo mensual de 1 800 unidades monetarias, costo variable de 6 por unidad y precio de venta de 15. El problema consiste en determinar cuántas unidades deben venderse para cubrir los costos y cómo cambia la decisión si el precio o el costo variable se modifica. Antes de operar, el estudiante define la variable x como número de unidades y construye las funciones de costo e ingreso. (Rojas et al., 2024; Mullo et al., 2025).

El modelo básico es $C(x)=1800+6x$ e $I(x)=15x$. El equilibrio aparece cuando ambas expresiones son iguales. Resolver $1800+6x=15x$ produce $x=200$. La interpretación es más importante que el despeje: con 200 unidades el ingreso y el costo coinciden; por debajo existe pérdida según el modelo y por encima aparece margen positivo. Debe recordarse que el



modelo supone costos y precio constantes en el intervalo analizado. (Rojas et al., 2024; Mullo et al., 2025).



La hoja de cálculo puede utilizarse para crear escenarios con precios de 13, 14 y 15, o costos variables diferentes. El estudiante predice primero la dirección del cambio y después comprueba. Esta secuencia convierte la automatización en instrumento de análisis y no en sustituto del razonamiento. (Rojas et al., 2024; Mullo et al., 2025).

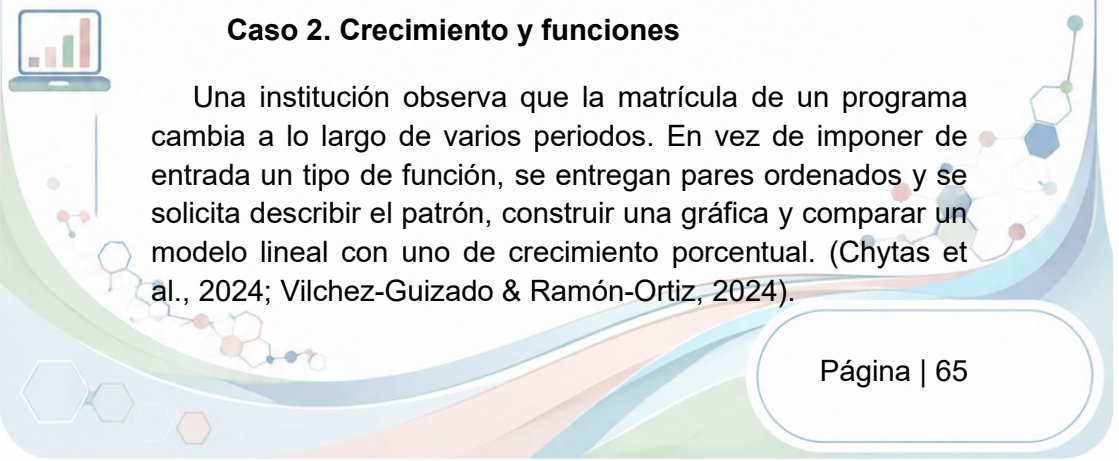
Evidencia de aprendizaje

Producto: tabla de escenarios, gráfica de costo e ingreso y una recomendación de máximo 150 palabras que indique condiciones y límites del modelo.

Preguntas para discusión

- 
- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
 - ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
 - ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
 - ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 2. Crecimiento y funciones



Una institución observa que la matrícula de un programa cambia a lo largo de varios periodos. En vez de imponer de entrada un tipo de función, se entregan pares ordenados y se solicita describir el patrón, construir una gráfica y comparar un modelo lineal con uno de crecimiento porcentual. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

El estudiante debe explicar qué característica de los datos apoyaría cada modelo. Si los incrementos absolutos son aproximadamente constantes, la función lineal ofrece una primera aproximación; si lo que se mantiene es una razón de crecimiento, un modelo multiplicativo puede ser más pertinente. El ejercicio muestra que elegir una función es una decisión interpretativa. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

GeoGebra o una hoja de cálculo permiten superponer modelos y examinar diferencias. La actividad debe incluir una discusión sobre extrapolación: que un modelo describa bien un intervalo observado no garantiza que conserve validez indefinidamente. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: gráfica comparativa, ecuaciones utilizadas y explicación de por qué se selecciona un modelo dentro del intervalo disponible.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 3. Algoritmo para una tarifa escalonada

Se plantea una tarifa que cambia según intervalos de consumo. El estudiante debe representar la regla mediante condiciones y después convertirla en pseudocódigo. El problema obliga a distinguir secuencia de decisión y cálculo. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

El pseudocódigo debe declarar entrada, comprobar el intervalo correspondiente, ejecutar la fórmula y producir una salida con unidades. Después puede implementarse con una función condicional en hoja de cálculo o mediante bloques en Scratch. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

La depuración se trabaja entregando un algoritmo que clasifica incorrectamente los valores situados exactamente en los límites. El estudiante localiza la condición defectuosa, propone la corrección y explica qué usuarios serían afectados. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: diagrama de decisión, pseudocódigo, implementación digital y dos casos de prueba, uno de ellos situado en un límite.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 4. Geometría dinámica

El estudiante construye un triángulo con una condición geométrica y explora qué magnitudes permanecen invariantes al mover sus vértices dentro de las restricciones. Antes de utilizar el software formula una conjetura. (Molina-Ayuso et al., 2024; Grizioti et al., 2024).

La construcción dinámica permite generar numerosos casos, pero la observación no equivale a demostración. La segunda parte exige explicar mediante propiedades geométricas por qué la relación observada debería conservarse. (Molina-Ayuso et al., 2024; Grizioti et al., 2024).

Una extensión puede traducir la construcción a Scratch mediante movimientos, giros o repeticiones. Comparar ambas herramientas permite discutir qué representación hace visible cada una. (Molina-Ayuso et al., 2024; Grizioti et al., 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: captura o archivo de construcción, conjetura inicial, explicación matemática y reflexión breve sobre el aporte de la herramienta.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 5. Comparación de financiamiento

Se comparan dos alternativas de financiamiento con tasas y periodos distintos. La tarea exige homogeneizar unidades temporales antes de comparar y explicar por qué una tasa aparentemente menor no garantiza menor costo total. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

El estudiante construye una tabla de pagos o de crecimiento del saldo según los datos proporcionados. Debe identificar qué supuestos son necesarios y abstenerse de inventar comisiones o condiciones ausentes. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

La hoja de cálculo permite realizar análisis de sensibilidad. Modificar tasa, plazo o pago inicial muestra cómo las decisiones se relacionan y evita interpretar una única simulación como respuesta universal. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: cuadro comparativo, escenario base, escenario alternativo y recomendación condicionada a los datos disponibles.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 6. Auditoría de una respuesta de IA

Se entrega una solución matemática producida por una herramienta generativa. El estudiante no debe aceptar ni rechazar la respuesta por su origen: reconstruye cada transformación y comprueba el resultado por una vía independiente. (Castillo et al., 2024; Álvarez et al., 2025).

La auditoría distingue error aritmético, error algebraico, supuesto no declarado e interpretación incorrecta. Esta clasificación convierte la revisión en aprendizaje disciplinar. (Castillo et al., 2024; Álvarez et al., 2025). Después se solicita redactar una versión corregida y explicar qué evidencia permite confiar en ella. La actividad puede incluir una comprobación gráfica o numérica. (Castillo et al., 2024; Álvarez et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Producto: tabla de auditoría con paso, verificación, hallazgo y corrección; defensa oral de dos minutos.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

2.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 2

a) Modelización de costos y recursos

El taller parte de una situación con costos fijos, costos variables y una restricción de recursos. El estudiante define variables y unidades, formula el modelo, anticipa el efecto de modificar un parámetro y utiliza una representación gráfica o tabular para contrastar su predicción. La solución debe terminar con una recomendación condicionada a los supuestos del modelo. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

b) Funciones y cambio

Los estudiantes reciben una serie breve de pares ordenados y comparan dos modelos posibles. Deben justificar qué patrón apoya cada función, identificar el intervalo en el que la representación resulta razonable y analizar cómo cambia la conclusión cuando se modifica un parámetro. GeoGebra o una hoja de cálculo se utilizan para contrastar predicciones, no para elegir el modelo de manera automática. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

c) Algoritmos y depuración

El taller transforma una regla matemática por tramos en un algoritmo con entradas, condiciones, operaciones y salida. Cada equipo diseña casos de prueba, incluyendo valores situados en los límites, intercambia el procedimiento con otro grupo y documenta los errores detectados. La depuración debe explicar por qué fallaba la condición y cómo la corrección modifica el resultado. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

d) Geometría y visualización

Se propone una construcción geométrica dinámica que permita formular una conjetura y observar invariantes al modificar la figura. Después de explorar varios casos, el estudiante debe justificar la relación mediante propiedades geométricas y distinguir claramente evidencia visual de demostración. La actividad concluye comparando qué información hace visible la herramienta digital y qué razonamiento permanece a cargo del estudiante. (Molina-Ayuso et al., 2024; Grizioti et al., 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

2.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad

2

Práctica guiada: Modelo, solución y validación

El estudiante recibe una situación con costos fijos y variables, pero antes de construir ecuaciones debe explicar qué representa cada magnitud y en qué intervalo tiene sentido. Se formula un modelo, se resuelve y se comprueba mediante sustitución. Luego se modifica una condición para observar si el procedimiento conserva validez. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

La parte final compara solución matemática y decisión contextual. Un valor puede satisfacer una ecuación y, sin embargo, ser inviable por restricciones no incorporadas. El estudiante identifica al menos una limitación del modelo y redacta una recomendación condicionada a los supuestos. (Mullo et al., 2025; Rojas et al., 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Funciones y sensibilidad

Se construye una función sencilla con dos parámetros y se estudia cómo cambia su comportamiento al modificar cada uno por separado. Antes de utilizar GeoGebra o una hoja de cálculo, el estudiante anticipa dirección y magnitud aproximada del cambio. La herramienta se usa después para contrastar la predicción. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

La actividad concluye con una comparación de escenarios y una discusión sobre extrapolación. Se pide indicar hasta qué punto los valores analizados permiten sostener la conclusión y qué información sería necesaria para ampliar el intervalo del modelo. (Chytas et al., 2024; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.



Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Algoritmo verificable

Un procedimiento matemático se transforma en pseudocódigo que incluye entrada, condiciones, operaciones, salida y casos de prueba. Cada pareja intercambia su algoritmo con otra y trata de ejecutarlo literalmente. Las ambigüedades encontradas se registran y corrigen. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

La práctica demuestra que escribir un algoritmo exige precisión distinta de comprender informalmente un procedimiento. La depuración se utiliza como instancia de

explicación: no basta corregir el paso, debe indicarse por qué fallaba y qué tipo de entrada reveló el problema. (Montero, 2025; Molina-Ayuso et al., 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?



Práctica guiada: Matemática financiera con escenarios



Se comparan alternativas de ahorro o financiamiento utilizando periodos y tasas claramente especificados. El estudiante homogeneiza unidades temporales, construye una tabla y analiza sensibilidad frente a cambios de tasa o plazo. No se incorporan costos que no estén presentes en los datos. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

El informe diferencia cálculo y recomendación. La recomendación debe estar condicionada por los supuestos y reconocer que una decisión financiera real puede depender de factores que el modelo académico no incluye. Esta cautela fortalece el uso responsable de la modelización. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?



UNIDAD 3. ESTADÍSTICA

APLICADA, ANÁLISIS DE DATOS Y

TOMA DE DECISIONES



Resultados de aprendizaje de la unidad

Al finalizar la unidad, el lector podrá: distinguir población, muestra, unidad de análisis y tipos de variables; organizar y depurar datos de forma documentada; seleccionar e interpretar distribuciones, medidas de tendencia central, posición y variabilidad; construir visualizaciones pertinentes; razonar con probabilidad y asociación sin confundir correlación con causalidad; y comunicar resultados y limitaciones con apoyo de hojas de cálculo.

3.1 El pensamiento estadístico en la formación universitaria

La estadística universitaria debe enseñar a razonar con variabilidad e incertidumbre. Terán revisa experiencias internacionales de enseñanza universitaria de estadística, un campo donde el cálculo solo adquiere sentido cuando responde a preguntas sobre datos. El estudiante necesita reconocer qué evidencia puede obtener de un conjunto de observaciones y qué afirmaciones exceden esa evidencia. (Terán, 2024).

El pensamiento estadístico conecta pregunta, producción de datos, análisis e interpretación. Ríos Bedoya trabaja el fortalecimiento del pensamiento estadístico mediante resolución de problemas con enfoque crítico social. Esta

orientación ayuda a entender que los datos proceden de decisiones de medición y que sus conclusiones tienen consecuencias. (Ríos Bedoya, 2024).

Una formación estadística sólida distingue descripción de explicación. Un patrón observado puede justificar una comparación, pero no necesariamente una relación causal. Esta distinción debe aparecer desde las primeras actividades para evitar que el estudiante aprenda técnicas antes que límites de inferencia. (Sagala & Corica, 2024).

El docente puede iniciar con conjuntos pequeños que permitan cálculo manual y discusión, y después ampliar el volumen mediante software. La secuencia conserva el significado de las medidas y aprovecha la tecnología para explorar más casos. (Ccama, 2024).

Figura 9. Ciclo del razonamiento estadístico



Fuente: elaboración propia a partir de Ríos Bedoya (2024) y Dávila y Alcívar (2024).

3.2 Datos, variables, población, muestra y unidades de análisis

Antes de calcular, es necesario establecer de qué o de quién se habla. Población, muestra y unidad de análisis delimitan el alcance de una descripción. Una media obtenida de una muestra no debe presentarse automáticamente como característica exacta de toda la población. (Molina Serrano, 2024). Las variables se distinguen por la naturaleza de sus valores y por el tipo de comparación que admiten. Esta clasificación condiciona tablas, gráficos y medidas. Enseñarla mediante datos reales resulta más útil que memorizar definiciones aisladas. (de Alencar & Diaz, 2024).

La procedencia del dato forma parte de su significado. Una encuesta, un registro administrativo y una medición experimental producen evidencias con propiedades distintas. Jadallah aborda la encuesta dentro de la formación matemática-estadística de futuros docentes, mostrando la importancia de conectar recolección y cálculo. (Jadallah, 2024).

Una ficha de datos bien diseñada debe conservar nombre de variable, definición operacional, unidad, tipo y valores permitidos. Esta práctica sencilla prepara al estudiante para análisis reproducibles y reduce errores al utilizar hojas de cálculo. (Dávila & Alcívar, 2024).

Tabla 8. Diccionario mínimo de variables

Campo	Descripción	Ejemplo
Nombre	Identificador claro y único	tiempo_estudio
Definición	Qué representa	Horas de estudio semanal
Tipo	Naturaleza de la variable	Cuantitativa continua
Unidad/categorías	Escala de registro	Horas
Valores válidos	Reglas de control	0 a 80

Fuente: elaboración propia a partir de Dávila y Alcívar (2024).

3.3 Organización y preparación de datos para el análisis

Los datos rara vez llegan listos para analizar. Pueden contener valores faltantes, categorías escritas de formas diferentes, duplicados o unidades inconsistentes. Preparar los datos es una decisión analítica porque cada corrección debe conservar trazabilidad. (Ccama, 2024).

En una hoja de cálculo conviene separar datos originales de datos transformados. Esta práctica permite revisar cambios y evita sobrescribir la evidencia inicial. Ccama muestra el uso de Excel en aprendizaje estadístico universitario; su potencial aumenta cuando se enseña también una organización responsable del archivo. (San Román, 2024).

Codificar variables cualitativas requiere documentar qué significa cada código. El número asignado a una categoría no convierte automáticamente esa variable en cuantitativa. Esta distinción evita cálculos sin sentido. (Dávila & Alcívar, 2024).

La preparación puede convertirse en actividad de aprendizaje: entregar una pequeña base con errores deliberados y pedir al estudiante que construya un registro de limpieza. La evaluación se centra en la justificación de cada decisión. (Ríos Bedoya, 2024).

Figura 10. Ruta de preparación de datos

Ruta de preparación de datos



Fuente: elaboración propia a partir de Ccama (2024).

3.4 Distribuciones de frecuencias y representación tabular

Una distribución de frecuencias organiza observaciones para mostrar concentración y diversidad. En variables cualitativas, las categorías deben ser mutuamente comprensibles; en variables cuantitativas continuas, la construcción de intervalos introduce decisiones que afectan la forma visible de la distribución. (Alsina & Vásquez, 2024).

La frecuencia relativa facilita comparaciones entre grupos de tamaños distintos. Expresarla como proporción o porcentaje requiere mantener claro el denominador. Una tabla bien rotulada debe permitir reconstruir qué representa cada valor. (Sagala & Corica, 2024).

Los intervalos de clase no deberían elegirse mecánicamente. Intervalos demasiado amplios ocultan estructura; demasiado estrechos producen ruido. El estudiante

puede comparar dos agrupaciones del mismo conjunto para observar cómo cambia la lectura. (Molina Serrano, 2024).

Las tablas constituyen una representación analítica, no un depósito de números. El título, las unidades y las categorías deben responder a la pregunta de estudio y preparar la visualización posterior. (de Alencar & Diaz, 2024).

3.5 Medidas de tendencia central: interpretación y selección

La media resume todos los valores mediante una operación sensible a extremos. La mediana utiliza el orden y resulta resistente ante observaciones alejadas. La moda informa sobre frecuencia. Elegir entre ellas exige comprender la distribución y la pregunta. (Agudelo, 2024).

Agudelo aborda la enseñanza de medidas de tendencia central desde una perspectiva cultural y social. Ese enfoque recuerda que una medida no debe separarse del significado de los datos. Una media salarial, por ejemplo, puede comunicar una imagen distinta de la mediana cuando existe fuerte asimetría. (Ccama, 2024).

Comparar medidas en un mismo conjunto es más formativo que calcularlas por separado. El estudiante puede explicar por qué difieren y qué característica de la distribución produce esa diferencia. (Dávila & Alcívar, 2024).

La hoja de cálculo facilita modificar valores y observar la sensibilidad de cada medida. El docente puede introducir un extremo deliberadamente y pedir una explicación del cambio antes y después de recalcular. (Alsina & Vásquez, 2024).

3.6 Medidas de posición y variabilidad

Las medidas de posición permiten ubicar observaciones dentro de una distribución; las de variabilidad describen cuánto difieren los datos. Sin dispersión, dos conjuntos con igual media pueden parecer equivalentes cuando no lo son. (Ccama, 2024).

Ccama analiza específicamente el aprendizaje de medidas de posición y variabilidad mediante Excel en universidades públicas de Cusco. La herramienta permite explorar con rapidez cómo cambia el rango, la varianza o la desviación cuando se modifican observaciones. (Agudelo, 2024).

La desviación estándar debe interpretarse en la escala de la variable y junto con la media y la forma de la distribución. Presentarla como un número aislado favorece una comprensión meramente procedimental. (San Román, 2024).

Los cuartiles y el rango intercuartílico permiten describir posición y dispersión con menor sensibilidad a extremos. Compararlos con media y desviación ayuda a discutir qué resumen es más adecuado en distribuciones asimétricas. (Molina Serrano, 2024).

Tabla 9. Comparación de medidas descriptivas

Medida	Fortaleza	Precaución
Media	Usa todos los valores	Sensible a extremos
Mediana	Resistente a extremos	No refleja magnitud de todas las diferencias
Rango	Lectura inmediata de amplitud	Depende solo de dos valores
Desviación estándar	Resume dispersión alrededor de la media	Debe interpretarse con escala y distribución

Fuente: elaboración propia a partir de Agudelo (2024) y Ccama (2024).

3.7 Visualización de datos y construcción de gráficos estadísticos

Construir un gráfico significa elegir qué relación se hará visible. Bustamante et al. documentan errores en gráficos de barras de estudiantes, recordando que escala, proporcionalidad y rotulación forman parte del conocimiento estadístico. (Bustamante et al., 2024).

Un gráfico de barras compara categorías; un histograma representa distribución de una variable cuantitativa continua; una línea suele comunicar evolución; la dispersión permite explorar asociación entre dos variables cuantitativas. Intercambiarlos sin criterio puede deformar la lectura. (Alsina & Vásquez, 2024).

La alfabetización gráfica incluye detectar recursos visuales engañosos. Ejes truncados, áreas desproporcionadas o efectos tridimensionales pueden exagerar diferencias. El estudiante debe aprender a justificar decisiones de diseño. (Sagala & Corica, 2024).

Una actividad potente consiste en pedir dos gráficos del mismo conjunto y comparar qué pregunta responde mejor cada uno. La explicación de la elección se convierte en evidencia de comprensión. (Ríos Bedoya, 2024).

Figura 11. Selección de una representación estadística

Selección de una representación estadística



Fuente: elaboración propia a partir de Bustamante et al. (2024) y Alsina y Vásquez (2024).

3.8 Introducción a la probabilidad y razonamiento bajo incertidumbre

La probabilidad ofrece un lenguaje para describir incertidumbre. Su enseñanza debe evitar que las reglas aparezcan desligadas de experimentos, frecuencias o supuestos. Simulaciones sencillas permiten observar regularidades sin confundir resultado individual con comportamiento de largo plazo. (Procel et al., 2024).

El aprendizaje basado en proyectos de estadística y probabilidad propuesto por Procel et al. ofrece un marco para situar estos contenidos en preguntas y experiencias. La probabilidad puede incorporarse como herramienta para anticipar resultados y discutir riesgo. (Dávila & Alcívar, 2024).

Las simulaciones con hoja de cálculo permiten repetir experimentos aleatorios y comparar frecuencia observada con

probabilidad teórica. El estudiante debe explicar por qué los resultados fluctúan y por qué una muestra mayor suele estabilizar ciertas proporciones. (Ccama, 2024).

En contextos profesionales, comunicar incertidumbre exige prudencia. Una probabilidad no es certeza y su interpretación depende del modelo y de la información disponible. Esta distinción es parte de la alfabetización cuantitativa. (Ríos Bedoya, 2024).

Tabla 10. Criterios para una visualización estadística

Aspecto	Criterio	Pregunta de control
Tipo de gráfico	Corresponde a variable y propósito	¿La forma visual responde a la pregunta?
Escala	No distorsiona comparaciones	¿El eje exagera diferencias?
Rotulación	Incluye unidades y categorías	¿Puede leerse sin explicación oral?
Fuente	Permite trazabilidad	¿Se sabe de dónde provienen los datos?

Fuente: elaboración propia a partir de Bustamante et al. (2024) y Alsina y Vásquez (2024).

3.9 Asociación entre variables e introducción a la correlación

Explorar asociación significa examinar si dos variables cambian de manera relacionada. Un diagrama de dispersión permite observar dirección, forma e intensidad aproximada antes de calcular un coeficiente. (Ríos Bedoya, 2024).

La correlación resume un patrón, pero no demuestra causalidad. Esta advertencia debe incorporarse al procedimiento, no añadirse como nota final. Variables omitidas, selección de casos y temporalidad pueden producir

asociaciones que admiten explicaciones diferentes. (Sagala & Corica, 2024).

El estudiante puede comparar conjuntos con correlaciones similares y formas gráficas distintas para comprender los límites de un único número. La visualización actúa como control de interpretación. (Terán, 2024).

En educación superior, el objetivo inicial no es cubrir todas las técnicas inferenciales, sino formar un hábito: mirar los datos, identificar el tipo de relación, calcular cuando corresponda y limitar la conclusión a lo que el diseño permite. (Dávila & Alcívar, 2024).

Figura 12. De asociación a interpretación prudente



Fuente: elaboración propia a partir de Ríos Bedoya (2024).

3.10 Excel y hojas de cálculo para el análisis estadístico

Excel facilita organización, fórmulas, tablas y gráficos, por lo que puede reducir carga operativa en cursos introductorios. Ccama estudia su aplicación en medidas de posición y

variabilidad, aportando evidencia directamente relacionada con aprendizaje estadístico universitario. (Ccama, 2024).

La automatización debe introducirse después de comprender al menos un ejemplo manual. De ese modo, la función del programa se interpreta como implementación de un procedimiento conocido y no como respuesta opaca. (San Román, 2024).

Las fórmulas deben documentarse y las celdas de entrada distinguirse de los resultados. Aunque el diseño visual puede variar, la estructura debe permitir a otra persona reconstruir el análisis. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Una buena actividad con hoja de cálculo incluye comprobación. El estudiante puede calcular una medida por dos rutas, comparar con un caso pequeño resuelto manualmente o modificar un dato y predecir el efecto antes de actualizar. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

3.11 Interpretación crítica de resultados y comunicación basada en datos

El análisis termina cuando el resultado puede comunicarse con precisión. Una conclusión estadística debe indicar qué se observó, en qué datos y con qué límites. Evitar afirmaciones más fuertes que la evidencia constituye una competencia central. (Ríos Bedoya, 2024).

Ríos Bedoya vincula pensamiento estadístico y resolución de problemas con un enfoque crítico social. Esta perspectiva permite discutir quién produce los datos, qué categorías se



utilizan y qué decisiones pueden verse afectadas por la interpretación. (Terán, 2024).

Las tablas y gráficos deben seleccionarse para una audiencia. Un informe técnico puede requerir detalle que sería innecesario en una presentación ejecutiva. Adaptar la comunicación no significa alterar los resultados. (Sagala & Corica, 2024).

El estudiante puede practicar redactando una conclusión de tres niveles: descripción del patrón, interpretación contextual y limitación. Esta estructura obliga a diferenciar dato, significado y alcance. (Alsina & Vásquez, 2024).

3.12 Proyecto estadístico: de la pregunta a la comunicación de resultados

El proyecto estadístico debe recorrer el ciclo completo. Comienza con una pregunta que pueda responderse mediante datos y continúa con definición de variables, obtención o selección de información, preparación, análisis y comunicación. (Procel et al., 2024).

Procel et al. proponen aprendizaje basado en proyectos para estadística y probabilidad. Esta estrategia es especialmente pertinente porque evita fragmentar el contenido en técnicas sin conexión y obliga a decidir qué procedimiento responde a la pregunta. (Dávila & Alcívar, 2024).

El producto final puede incluir una base depurada, tabla resumen, dos visualizaciones y una interpretación. El estudiante debe conservar un registro de las decisiones de limpieza y justificar las medidas utilizadas. (Ccama, 2024).

La evaluación considera coherencia del ciclo, calidad de los datos, corrección técnica, interpretación y comunicación.

La sofisticación del software no compensa una pregunta mal formulada o una conclusión que excede la evidencia. (Ríos Bedoya, 2024).

Tabla 11. Matriz de cierre de un proyecto estadístico

Etapa	Producto	Control de calidad
Pregunta	Pregunta analizable con datos	Delimitación y pertinencia
Datos	Base y diccionario	Procedencia y limpieza
Análisis	Medidas y gráficos	Técnica coherente
Interpretación	Conclusión	No excede evidencia
Comunicación	Informe o tablero	Claridad y trazabilidad

Fuente: elaboración propia a partir de Procel et al. (2024) y Ríos Bedoya (2024).

Síntesis integradora de la Unidad 3

La unidad organiza el razonamiento estadístico como un ciclo que comienza con una pregunta y continúa con la definición de datos, su preparación, descripción, visualización e interpretación. La media, la mediana, la variabilidad, la probabilidad y la correlación solo adquieren sentido cuando se relacionan con la procedencia de los datos y con el alcance de la conclusión. La hoja de cálculo facilita el análisis, pero no reemplaza las decisiones estadísticas.

3.13 Actividad integradora de la Unidad 3

3.13.1 Estudio de caso

Caso de aplicación

Seleccione un conjunto pequeño de datos relacionado con una pregunta académica o profesional. Defina población, muestra, unidad de análisis y variables; construya un diccionario de datos; documente al menos una decisión de limpieza; elija medidas descriptivas y una visualización pertinentes; y redacte una conclusión que diferencie hallazgo, interpretación y limitación. Si analiza asociación, explique expresamente por

qué el resultado no demuestra causalidad.

Producto esperado: informe de 3 a 5 páginas con pregunta estadística, diccionario de variables, registro breve de preparación de datos, tabla resumen, al menos una medida de tendencia central y una de variabilidad, dos visualizaciones justificadas y una conclusión con límites de generalización. La evaluación debe valorar coherencia entre pregunta, datos, técnica, representación e interpretación. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

3.13.2 Preguntas de autoevaluación

Reúnase en grupos de al menos 3 estudiantes y preparen 10 diapositivas para responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia existe entre población, muestra y unidad de análisis, y por qué afecta la interpretación?
2. ¿Cómo condiciona el tipo de variable la elección de tablas, gráficos y medidas estadísticas?
3. ¿Por qué la limpieza de datos debe documentarse sin sobrescribir la información original?
4. ¿Cuándo la mediana puede ser más informativa que la media?

5. ¿Por qué una medida de tendencia central debe interpretarse junto con la variabilidad?

6. ¿Qué criterios permiten detectar una visualización estadística engañosa o poco pertinente?

7. ¿Cómo se relacionan frecuencia relativa, probabilidad y tamaño de una simulación?

8. ¿Qué puede afirmar una correlación y qué conclusiones causales no permite sostener?

9. ¿Cómo puede utilizarse una hoja de cálculo sin ocultar las decisiones de preparación y análisis?

10. ¿Qué limitaciones deben comunicarse para que una decisión basada en datos sea responsable?

3.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 3

Este laboratorio consolida el análisis estadístico mediante casos que exigen definir variables, limpiar datos, seleccionar medidas, revisar visualizaciones y formular conclusiones prudentes. Las actividades obligan a justificar cada representación y a separar descripción, asociación e inferencia causal, de modo que el resultado técnico permanezca ligado a la calidad y al alcance de la evidencia.

Caso 1. Encuesta universitaria y diccionario de datos

Un grupo desea estudiar hábitos de estudio. Antes de analizar, construye un diccionario con variable, definición, tipo, unidad o categorías y valores permitidos. La tarea muestra que la calidad del análisis depende de cómo se producen y documentan los datos. (Jadallah, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

El estudiante identifica población objetivo, unidad de análisis y estrategia de selección de participantes. No se pide presentar la muestra como representativa si el procedimiento no lo permite. (Jadallah, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Después se revisan respuestas faltantes, categorías inconsistentes y duplicados. Cada decisión de limpieza se registra sin alterar el archivo original. (Jadallah, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: diccionario de datos, registro de limpieza y párrafo que delimite el alcance de los resultados.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?

- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 2. Media y mediana ante valores extremos

Se proporciona una distribución de tiempos de espera con un valor excepcionalmente alto. El estudiante calcula media y mediana antes y después de retirar temporalmente ese valor, sin eliminarlo del conjunto original. (Agudelo, 2024; Ccama, 2024).

La comparación permite observar sensibilidad. La pregunta no es cuál medida es mejor en abstracto, sino cuál resume de manera más útil la situación que se desea comunicar. (Agudelo, 2024; Ccama, 2024).

La actividad puede ampliarse con un segundo conjunto que tenga igual media y diferente dispersión. El estudiante debe explicar por qué un único resumen resulta insuficiente. (Agudelo, 2024; Ccama, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: cálculos, gráfico simple y conclusión que justifique la medida seleccionada.

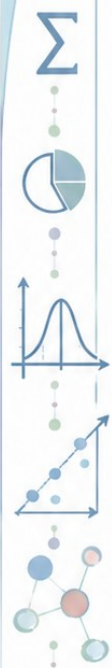
Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?



• ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 3. Variabilidad y comparación de grupos



Dos grupos presentan promedios similares, pero uno muestra resultados concentrados y otro dispersos. El estudiante calcula rango, cuartiles y una medida de dispersión adecuada para comparar. (Ccama, 2024; San Román, 2024).

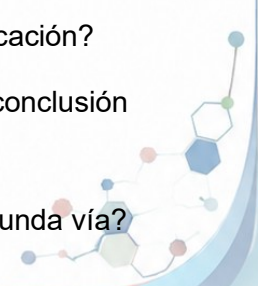
La representación mediante cajas o distribución ayuda a visualizar diferencias que la media oculta. Se discute qué significa consistencia dentro del contexto y por qué no debe confundirse con mayor nivel promedio. (Ccama, 2024; San Román, 2024).

Excel puede automatizar los cálculos después de resolver un conjunto pequeño manualmente. Se solicita predecir qué ocurrirá con la dispersión al introducir un valor extremo. (Ccama, 2024; San Román, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: tabla comparativa, visualización y explicación de 200 palabras.

Preguntas para discusión

- 
- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
 - ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
 - ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?

- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 4. Gráfico engañoso

Se presenta una gráfica con eje truncado o proporciones visuales inadecuadas. El estudiante identifica qué decisión de diseño altera la percepción y reconstruye la representación de manera más fiel. (Bustamante et al., 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

La actividad distingue dato de recurso gráfico. Los valores pueden ser correctos y, aun así, la visualización inducir una lectura exagerada. (Bustamante et al., 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

La versión corregida debe incluir título informativo, ejes, unidades y fuente de los datos. El estudiante explica qué interpretación cambia y cuál permanece. (Bustamante et al., 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

Evidencia de aprendizaje

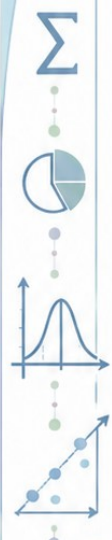
Producto: gráfico original anotado, gráfico corregido y comentario crítico.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?

- 
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 5. Simulación de probabilidad



Mediante hoja de cálculo se simulan repeticiones de un experimento aleatorio sencillo. El estudiante registra cómo fluctúa la frecuencia relativa al aumentar el número de repeticiones. (Procel et al., 2024; Ccama, 2024).

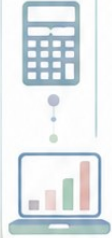
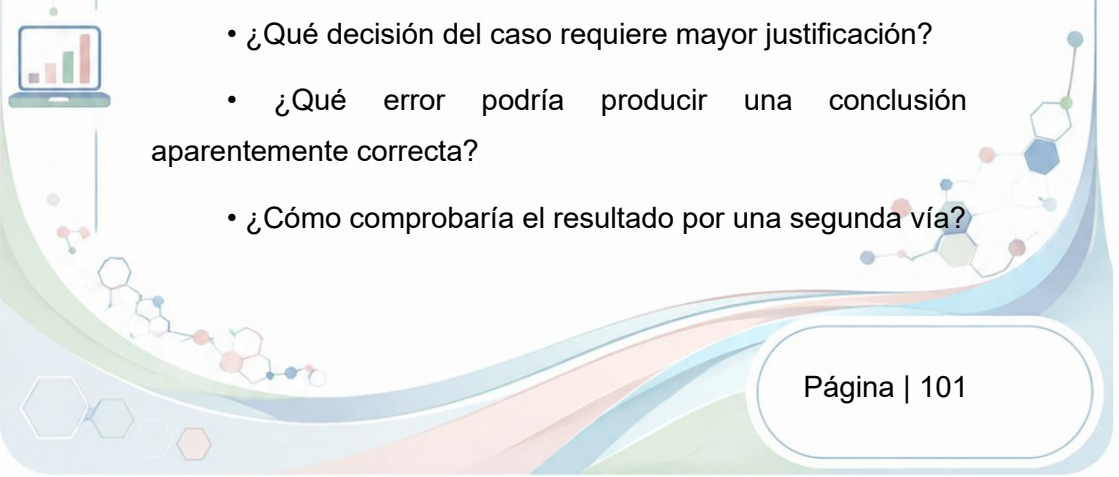
Antes de ejecutar muchas simulaciones formula una predicción y distingue resultado individual de comportamiento agregado. La comparación entre series evita interpretar una simulación concreta como certeza. (Procel et al., 2024; Ccama, 2024).

El análisis final discute qué parte corresponde al modelo teórico y qué parte a la evidencia simulada. (Procel et al., 2024; Ccama, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: tabla de tamaños de simulación, frecuencias relativas, gráfica y explicación de la estabilización observada.

Preguntas para discusión

- 
- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
 - ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
 - ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- 

- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 6. Correlación sin causalidad

Se proporciona un conjunto de pares de datos con asociación visible. El estudiante construye un diagrama de dispersión, describe dirección y forma y calcula un coeficiente cuando sea pertinente. (Ríos Bedoya, 2024; Sagala & Corica, 2024).

La interpretación debe incluir explícitamente que la asociación no establece causalidad. Se piden al menos dos explicaciones alternativas compatibles con el patrón. (Ríos Bedoya, 2024; Sagala & Corica, 2024).

Una segunda base con estructura diferente pero coeficiente parecido permite mostrar por qué la gráfica debe acompañar al resumen numérico. (Ríos Bedoya, 2024; Sagala & Corica, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: dos gráficos, coeficientes, comparación y conclusión limitada a la evidencia.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?

- 
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?



3.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 3

a) Diseño y limpieza de datos

El taller inicia con una base pequeña que contiene valores faltantes, categorías inconsistentes, duplicados y unidades no homogéneas. Los estudiantes construyen un diccionario de variables, conservan una copia original y elaboran un registro de cada transformación realizada. La calidad del producto se evalúa por la trazabilidad de las decisiones y no solo por obtener una tabla sin errores. (Ccama, 2024; Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

b) Estadística descriptiva comparada

Dos grupos presentan promedios semejantes, pero distribuciones diferentes. El estudiante compara media, mediana, rango y una medida de dispersión, y después decide qué combinación resume mejor cada conjunto. La actividad exige redactar una conclusión comparativa que distinga diferencia numérica, relevancia contextual y límites de los datos. (Ccama, 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.



Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.



c) Visualización crítica

Se entregan dos gráficos contruidos con los mismos datos, pero con escalas y decisiones de diseño distintas. El grupo identifica qué impresión produce cada versión, revisa ejes, unidades, denominadores y proporciones, y reconstruye una visualización que responda con mayor fidelidad a la pregunta estadística. La justificación escrita debe explicar por qué el nuevo diseño reduce el riesgo de interpretación engañosa. (Ríos Bedoya, 2024; Sagala & Corica, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

- ¿Qué decisión fue más difícil y por qué?
- ¿Qué evidencia cambió su interpretación inicial?
- ¿Qué parte pudo automatizarse sin perder comprensión?
- ¿Qué limitación debería conocer una persona que utilice su resultado?
- ¿Cómo adaptaría el taller a otra carrera o asignatura?

d) Probabilidad y asociación

El taller combina una simulación probabilística con el análisis de asociación entre dos variables. Los estudiantes comparan frecuencias relativas obtenidas con distintos tamaños de simulación y, en una segunda fase, interpretan un diagrama de dispersión y un coeficiente de correlación. El cierre exige proponer explicaciones alternativas y separar explícitamente asociación de causalidad. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.



Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

3.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad 3

Práctica guiada: Auditoría de una base de datos

El estudiante recibe una base pequeña con categorías inconsistentes, valores faltantes y un posible duplicado. Antes de modificarla crea una copia y un registro de limpieza. Cada cambio debe incluir motivo, variable afectada y efecto esperado sobre el análisis. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).



Después se construye un diccionario de datos con definición, tipo y valores permitidos. La práctica muestra que preparar datos no es una fase administrativa: las decisiones de limpieza pueden cambiar resultados y deben ser trazables. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

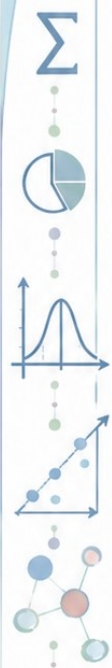
Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Dos grupos con el mismo promedio



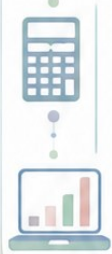
Se proporcionan dos conjuntos con medias iguales o muy próximas y dispersiones diferentes. Los estudiantes calculan medidas de tendencia central y variabilidad, construyen una visualización y explican por qué el promedio no describe por completo la situación. (Agudelo, 2024; Ccama, 2024).

La extensión introduce un valor extremo y solicita predecir qué medidas cambiarán más. La comparación entre predicción y cálculo permite comprender sensibilidad y seleccionar resúmenes adecuados según la distribución. (Agudelo, 2024; Ccama, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.



Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin

comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Visualización y ética de la escala

A partir de los mismos datos se elaboran dos gráficos con decisiones de escala distintas. El estudiante identifica cuál favorece una lectura exagerada y reconstruye una versión que conserve proporcionalidad. Debe justificar título, ejes, unidades y tipo de gráfico. (Bustamante et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

El cierre solicita redactar un pie interpretativo que describa el patrón sin atribuir causas. Esta restricción ayuda a separar comunicación visual de inferencia y fortalece una lectura crítica de gráficos en informes y medios. (Bustamante et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.



Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Asociación, correlación y explicaciones alternativas

Se analiza un conjunto de pares cuantitativos mediante diagrama de dispersión y, cuando corresponda, un coeficiente de asociación. El estudiante describe forma, dirección e intensidad antes de observar el valor numérico. Luego compara ambos tipos de evidencia. (Sagala & Corica, 2024; Ríos Bedoya, 2024).

La conclusión debe proponer explicaciones alternativas al patrón y evitar lenguaje causal cuando el diseño no lo permite. Una segunda base con coeficiente parecido y geometría distinta refuerza la necesidad de mirar los datos antes de resumirlos. (Sagala & Corica, 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación

independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Seminario de cierre: Del dato a la decisión

El estudiante recibe una situación universitaria acompañada de una base pequeña y una descripción de cómo se obtuvieron los datos. La primera tarea no consiste en calcular, sino en escribir qué preguntas pueden responderse razonablemente con esa información. Debe diferenciar preguntas descriptivas, comparativas y aquellas que requerirían otro diseño. Esta clasificación obliga a reconocer que el alcance del análisis está condicionado desde la producción de los datos. (Ríos Bedoya, 2024; Terán, 2024).

En la segunda fase se audita la base. Cada variable se documenta y se revisan categorías, unidades, valores faltantes y posibles inconsistencias. Las modificaciones se realizan en una copia, acompañadas por un registro de limpieza. El estudiante explica por qué una corrección es

legítima y por qué otras decisiones, como sustituir arbitrariamente un valor ausente, podrían alterar la evidencia. Esta práctica conecta organización técnica con responsabilidad analítica. (Ccama, 2024; Dávila & Alcívar, 2024).

El análisis descriptivo se construye después de la auditoría. El estudiante selecciona una tabla, una medida de centro, una medida de variabilidad y una visualización, pero cada elección debe justificarse desde el tipo de variable y la pregunta. Si existen valores extremos o asimetría, compara alternativas y explica qué resumen comunica mejor la distribución. No se valora la cantidad de resultados producidos, sino la coherencia del conjunto seleccionado. (Agudelo, 2024; Alsina & Vásquez, 2024).

La comunicación constituye una fase analítica. El estudiante prepara una figura y una tabla que puedan entenderse sin consultar el archivo de cálculo. Los títulos deben informar qué se representa, las unidades deben estar visibles y la escala no debe exagerar diferencias. Después redacta una conclusión con tres componentes: hallazgo, interpretación contextual y limitación. Esta estructura ayuda a impedir que una asociación se convierta, por la redacción, en una afirmación causal que los datos no sostienen. (Bustamante et al., 2024; Sagala & Corica, 2024).

Criterio	Evidencia	Pregunta de verificación
Coherencia	Relación entre pregunta, método y producto	¿La evidencia responde realmente a la pregunta?
Verificación	Comprobación independiente	¿Qué segunda vía confirma el

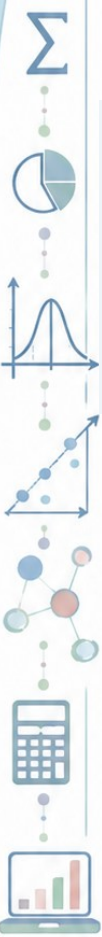


Interpretación	Conclusión contextualizada	¿Qué impide más?	límite afirmar
Tecnología	Archivo o registro de uso	¿Qué aporta la herramienta al aprendizaje?	
Comunicación	Tabla, figura o explicación	¿Puede comprenderse sin reconstruir todo el proceso?	

Finalmente se realiza una defensa breve. El docente cambia una condición “por ejemplo, elimina un valor extremo, modifica la pregunta o señala un posible sesgo de selección” y solicita anticipar qué parte del análisis debería revisarse. La capacidad para adaptar el procedimiento muestra un dominio más profundo que repetir funciones de software. El seminario se cierra con una reflexión individual sobre la decisión estadística que resultó más difícil y la evidencia utilizada para justificarla. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).



UNIDAD 4. TIC, TAC Y TEP PARA LA INNOVACIÓN DEL APRENDIZAJE MATEMÁTICO Y ESTADÍSTICO



Resultados de aprendizaje de la unidad

Al finalizar la unidad, el lector podrá: diferenciar las funciones pedagógicas de TIC, TAC y TEP; diseñar ambientes digitales centrados en resultados de aprendizaje; integrar aprendizaje basado en problemas, proyectos, gamificación e inteligencia artificial con criterios de verificación; planificar retroalimentación y evaluación digital responsables; utilizar analítica del aprendizaje para decisiones pedagógicas; y diseñar experiencias accesibles con alternativas de contingencia.

4.1 Tecnología educativa y transformación de la enseñanza cuantitativa

La transformación digital de una asignatura no consiste en trasladar materiales a una plataforma. La pregunta relevante es qué actividad intelectual puede realizar ahora el estudiante de una manera que mejore exploración, retroalimentación, colaboración o comunicación. En matemáticas y estadística, esa mejora puede aparecer al manipular representaciones, simular escenarios o analizar datos con mayor amplitud. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Zapata Llonto y Zapata Llonto proponen el uso de Google Workspace for Education para mejorar una competencia de educación básica. Aunque el nivel difiere, el trabajo sirve para observar que una plataforma adquiere valor cuando se integra

con objetivos y actividades, no por su mera disponibilidad. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

En educación superior, la selección tecnológica debe considerar acceso, curva de aprendizaje, compatibilidad y evidencia esperada. Una herramienta compleja puede reducir el tiempo dedicado al contenido si el estudiante debe concentrarse en dominar la interfaz. (San Román, 2024).

La innovación se evalúa por la calidad de la experiencia de aprendizaje. Sustituir papel por pantalla sin cambiar la tarea puede ser útil administrativamente, pero no constituye por sí mismo una innovación didáctica. (Álvarez et al., 2025).

4.2 De las TIC a las TAC: tecnología orientada al aprendizaje

Las TIC describen recursos para acceder, procesar y comunicar información. La noción de TAC desplaza el foco hacia el aprendizaje que se produce mediante esos recursos. Una hoja de cálculo deja de ser únicamente herramienta de procesamiento cuando la actividad exige explorar cómo una medida cambia al modificar datos. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

El diseño TAC comienza por una acción cognitiva: comparar, representar, modelar, justificar o interpretar. Después se selecciona la tecnología que facilita esa acción. Este orden evita que la planificación parta de una aplicación y busque posteriormente un uso académico. (Ccama, 2024).

Los entornos virtuales pueden funcionar como TAC cuando organizan secuencias, ofrecen retroalimentación y permiten



revisar evidencias. Puga Quispe y Quispe Champi estudian enseñanza y aprendizaje en e-learning, mientras San Román propone una didáctica de estadística descriptiva en escenarios virtuales. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

El criterio final es la transferencia. Si el estudiante solo sabe ejecutar pasos dentro de una aplicación, el aprendizaje es frágil. Si puede explicar el concepto, reproducirlo por otra vía y decidir cuándo utilizarlo, la tecnología ha servido al conocimiento. (San Román, 2024).

4.3 TEP: participación, producción y empoderamiento mediante el conocimiento

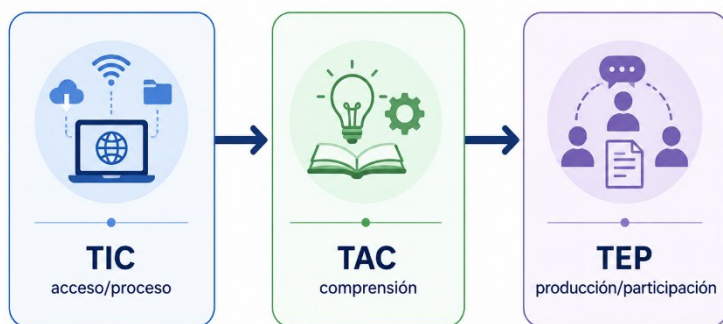
Las TEP incorporan participación y producción. En una asignatura cuantitativa, el estudiante puede publicar una visualización, documentar un procedimiento, revisar el análisis de un compañero o construir un recurso reutilizable por el grupo. (Álvarez et al., 2025). La participación debe tener responsabilidad epistémica. Compartir una gráfica implica verificar datos, rotular adecuadamente y distinguir hechos de interpretación. Así, producir contenido se convierte en una oportunidad para aprender criterios de calidad. (Procel et al., 2024).

El trabajo colaborativo puede distribuir roles: responsable de datos, verificación, visualización e interpretación. La rotación de funciones evita que un estudiante concentre todas las decisiones cuantitativas. (Ríos Bedoya, 2024). Una experiencia TEP no necesita exposición pública abierta. Puede desarrollarse dentro del aula virtual o de una comunidad académica protegida. Lo esencial es que el

estudiante produzca conocimiento comunicable y participe en su revisión. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Figura 13. Funciones pedagógicas de TIC, TAC y TEP

Funciones pedagógicas de TIC, TAC y TEP



Fuente: elaboración propia para esta obra.

4.4 Diseño de ambientes digitales para matemáticas y estadística

Un ambiente digital debe reducir la carga de navegación para que el esfuerzo se concentre en el contenido. La organización por preguntas, actividades y evidencias suele ser más útil que una acumulación de archivos. (Villagaray Crisostomo, 2024).

Villagaray Crisostomo estudia satisfacción con enseñanza virtual y actitud hacia el aprendizaje, mientras Puga Quispe y Quispe Champi analizan e-learning. Estos trabajos recuerdan que la experiencia virtual incluye estructura, interacción y

percepción del estudiante, no solo disponibilidad de materiales. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

En matemáticas, ejemplos resueltos y actividades deben diferenciarse visualmente; en estadística, los archivos de datos necesitan nombres y versiones claras. Las instrucciones deben especificar qué herramienta se utilizará y qué producto se espera. (Zúñiga et al., 2025).

La accesibilidad requiere alternativas para gráficos, videos y materiales interactivos. Una descripción textual de la información esencial mejora la comprensión general y permite que la actividad no dependa de un único canal. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Tabla 12. Matriz TIC-TAC-TEP para una actividad cuantitativa

Nivel	Función	Ejemplo de evidencia
TIC	Acceder, procesar y comunicar	Archivo, cálculo o intercambio
TAC	Construir comprensión	Explicación, comparación o modelo
TEP	Participar y producir	Recurso compartido y revisado

Fuente: elaboración propia para esta obra.

4.5 Aprendizaje basado en problemas con herramientas digitales

El aprendizaje basado en problemas sitúa la herramienta después de una pregunta. Rojas et al. lo aplican a la enseñanza de matemáticas en administración pública, mostrando la utilidad de trabajar con situaciones que exigen decisiones. (Rojas et al., 2024).

Una herramienta digital puede ampliar el problema al permitir más datos o escenarios. Sin embargo, el estudiante debe conservar la responsabilidad de seleccionar variables, interpretar resultados y justificar la decisión. (Dávila & Alcívar, 2024).

El docente puede diseñar problemas escalonados: primero una solución manual, luego una exploración digital y finalmente una comparación de escenarios. Esta progresión permite observar qué aporta realmente la tecnología. (Ccama, 2024).

La evaluación debe valorar el razonamiento y no la apariencia del producto. Una presentación visualmente atractiva no compensa una relación matemática incorrecta ni una interpretación estadística inválida. (Álvarez et al., 2025).

4.6 Aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo con datos

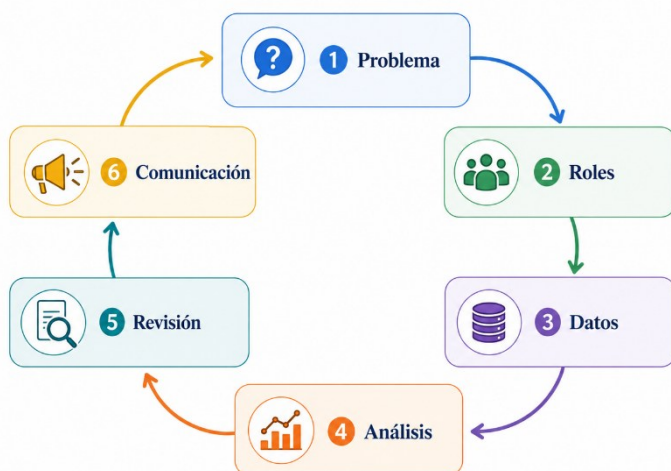
Los proyectos permiten integrar pregunta, datos, matemáticas, tecnología y comunicación. Procel et al. desarrollan una estrategia de aprendizaje basado en proyectos para estadística y probabilidad, referencia especialmente pertinente para esta integración. (Procel et al., 2024). El proyecto necesita hitos intermedios. Aprobar la pregunta, revisar la base de datos y discutir una visualización antes del informe final permite corregir problemas cuando todavía son manejables. (Ríos Bedoya, 2024).

El trabajo colaborativo requiere evidencias individuales. Una bitácora breve de decisiones o una defensa oral puede mostrar qué comprendió cada integrante y reducir la

dependencia de una única entrega grupal. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024). Las plataformas compartidas facilitan versiones y comentarios. Su valor pedagógico aparece cuando esos registros se utilizan para revisar el proceso, no solamente para almacenar archivos. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

Figura 14. Ciclo de un proyecto colaborativo con datos

Ciclo de un proyecto colaborativo con datos



Fuente: elaboración propia a partir de Procel et al. (2024).

4.7 Gamificación y recursos interactivos en el aprendizaje cuantitativo

La gamificación puede introducir metas, progresión y retroalimentación, pero no debe convertir la velocidad en criterio dominante para aprender matemáticas. Una actividad

cronometrada puede perjudicar la explicación reflexiva si premia únicamente respuestas rápidas. (Aucapiña, 2024).

Aucapiña estudia gamificación en un contexto de educación general básica media relacionado con coordinación motriz. Aunque no es evidencia directa sobre aprendizaje matemático universitario, sirve para recordar que la gamificación es una estrategia de diseño que debe evaluarse según el objetivo y el grupo. (Almeida et al., 2025).

En contenidos cuantitativos, los elementos lúdicos pueden utilizarse para práctica de baja complejidad, desafíos de estimación o identificación de errores. Los problemas de mayor profundidad necesitan tiempo para argumentar. (Dos Santos et al., 2024). La retroalimentación debe explicar el progreso. Puntos y niveles pueden acompañar la actividad, pero el estudiante necesita saber qué concepto domina y cuál debe revisar. (Álvarez et al., 2025).

4.8 Inteligencia artificial generativa aplicada a matemáticas y estadística

La IA generativa puede producir explicaciones, ejemplos, código y análisis, pero no garantiza exactitud. En una asignatura cuantitativa, el estudiante debe aprender a verificar operaciones, supuestos, datos y conclusiones. (Castillo et al., 2024). Castillo et al. estudian IA y Scratch en enseñanza matemática. Su aporte permite diseñar actividades donde la IA es objeto de evaluación: el estudiante compara una solución generada con un procedimiento propio y documenta coincidencias, errores o pasos omitidos. (Álvarez et al., 2025).

En estadística, una herramienta puede sugerir técnicas sin conocer adecuadamente el diseño del estudio. Por eso, la selección de una prueba o medida debe justificarse desde tipo de variable, pregunta y estructura de los datos. (Donoso, 2025).

El docente puede utilizar IA para crear casos preliminares o variantes, pero debe revisar referencias, cifras y coherencia. La responsabilidad académica permanece en quien diseña y aprueba el material. (Almeida et al., 2025).

Tabla 13. Criterios de uso responsable de IA en matemáticas y estadística

Criterio	Acción del estudiante	Evidencia
Verificación	Comprueba operaciones/datos	Ruta independiente
Transparencia	Declara el apoyo recibido	Nota de uso
Comprensión	Puede explicar el procedimiento	Defensa breve
Fuentes	Comprueba referencias cuando existan	Fuente original localizada

Fuente: elaboración propia a partir de Castillo et al. (2024) y Álvarez et al. (2025).

4.9 Retroalimentación automática y aprendizaje adaptativo

Almeida et al. investigan retroalimentación automática en educación matemática y su relación con robótica y pensamiento computacional. Dos Santos et al. analizan el desarrollo colaborativo de recursos de evaluación con feedback automático. En conjunto, permiten estudiar la automatización como apoyo a la práctica y la autorregulación. (Almeida et al., 2025).

Una respuesta automática es apropiada cuando el criterio puede formalizarse con claridad. Comprobar un valor, una equivalencia o una condición es diferente de valorar una interpretación contextual. (Dos Santos et al., 2024).

El aprendizaje adaptativo requiere información válida sobre el desempeño. Si el sistema interpreta un error operativo como falta conceptual, puede ofrecer una ruta inadecuada. El docente necesita revisar qué datos utiliza la adaptación. (Álvarez et al., 2025).

Una estrategia prudente combina automatización y decisión humana. La plataforma ofrece práctica inmediata; el docente examina patrones de error y diseña intervenciones para dificultades que requieren explicación. (Donoso, 2025).

Figura 15. Verificación académica de una respuesta de IA

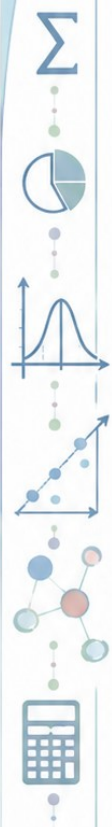
Verificación académica de una respuesta de IA



Fuente: elaboración propia a partir de Castillo et al. (2024) y Álvarez et al. (2025).



4.10 Evaluación digital, integridad académica y uso responsable de IA

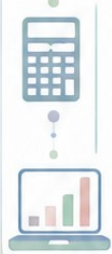


La evaluación digital debe producir evidencias defendibles. En matemáticas y estadística, pedir únicamente una respuesta final facilita que el proceso quede invisible. Explicaciones, archivos de trabajo, interpretación y defensa oral permiten observar decisiones. (Álvarez et al., 2025).

El uso de IA obliga a revisar el diseño de las tareas. Prohibir una herramienta no resuelve por sí mismo el problema de autoría; es más efectivo solicitar productos que requieran contexto, datos específicos y justificación. (Donoso, 2025).

La integridad académica también implica atribuir fuentes y no presentar resultados automáticos como conocimiento propio sin revisión. El estudiante debe poder explicar cualquier procedimiento que entregue. (Almeida et al., 2025).

Los criterios de evaluación deben comunicarse antes de la actividad. Precisar qué usos tecnológicos están permitidos y qué evidencia debe conservarse reduce ambigüedad y orienta un empleo responsable. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).



4.11 Analítica del aprendizaje y seguimiento del progreso estudiantil

Las plataformas generan datos sobre entregas, intentos y participación, pero esos registros no equivalen automáticamente a aprendizaje. Una frecuencia alta de

acceso puede coexistir con comprensión limitada. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024).

El seguimiento debe combinar indicadores de actividad con evidencias académicas. En matemáticas, puede observarse evolución en tipos de error; en estadística, mejora en selección e interpretación de representaciones. (Villagaray Crisostomo, 2024). Los datos de aprendizaje requieren contexto. Un retraso puede tener múltiples explicaciones y no debería convertirse en diagnóstico automático. El docente utiliza los indicadores como señales para investigar y apoyar. (Álvarez et al., 2025).

Un panel sencillo puede mostrar progreso por resultados de aprendizaje en lugar de acumular métricas técnicas. Esta orientación mantiene la analítica al servicio de decisiones pedagógicas. (Zúñiga et al., 2025).

Tabla 14. Panel básico para seguimiento del aprendizaje

Indicador	Evidencia	Decisión pedagógica
Comprensión conceptual	Explicación representación	Reenseñar concepto si persiste error
Procedimiento	Archivo/cálculo verificable	Retroalimentar paso específico
Interpretación	Conclusión contextual	Trabajar alcance y límites
Autorregulación	Registro de correcciones	Ajustar apoyo y práctica

Fuente: elaboración propia a partir de Almeida et al. (2025).

4.12 Diseño de una experiencia innovadora TIC-TAC-TEP para educación superior

El proyecto final consiste en diseñar una experiencia donde la tecnología tenga una función explícita. El punto de partida es un resultado de aprendizaje matemático o estadístico, seguido por una actividad que produzca evidencia observable. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

La dimensión TIC identifica recursos y canales; TAC explica cómo esos recursos apoyan comprensión; TEP define cómo el estudiante participa, produce y comunica. Las tres dimensiones deben poder reconocerse en decisiones concretas del diseño. (Procel et al., 2024).

El proyecto debe incluir criterios de accesibilidad, evaluación y uso responsable de IA. También debe prever una alternativa cuando la tecnología principal no esté disponible, de modo que el aprendizaje no dependa por completo de una plataforma. (Almeida et al., 2025). La defensa final solicita justificar cada decisión con el aprendizaje esperado y con evidencia bibliográfica. Así, la innovación deja de evaluarse por novedad y se valora por coherencia pedagógica, verificabilidad y capacidad de transferencia. (Álvarez et al., 2025).

Figura 16. Diseño integrado de una experiencia digital

Diseño integrado de una experiencia digital



Fuente: elaboración propia a partir de Almeida et al. (2025) y Zapata Llonto y Zapata Llonto (2024).

Síntesis integradora de la Unidad 4

La unidad organiza la tecnología según su función pedagógica. Las TIC facilitan acceso, procesamiento y comunicación; las TAC se justifican por la construcción de conocimiento; y las TEP amplían la participación y la producción. La innovación no depende de la novedad de la herramienta, sino de la coherencia entre resultado de aprendizaje, actividad, evidencia, retroalimentación, evaluación, accesibilidad y uso responsable de la inteligencia artificial.

4.13 Actividad integradora de la Unidad 4

4.13.1 Estudio de caso

Caso de aplicación

Seleccione un resultado de aprendizaje matemático o estadístico y rediseñe una actividad convencional mediante las funciones TIC, TAC y TEP. Defina qué hará el estudiante, qué evidencia producirá, cómo recibirá retroalimentación y cómo se evaluará. Incorpore, cuando sea pertinente, colaboración, gamificación o inteligencia artificial con un procedimiento explícito de verificación. Incluya criterios de accesibilidad y una alternativa de contingencia si la herramienta principal no estuviera disponible.

Producto esperado: propuesta de 3 a 5 páginas con resultado de aprendizaje, secuencia de actividades, matriz TIC-TAC-TEP, herramientas seleccionadas y justificación, evidencia del estudiante, estrategia de retroalimentación y evaluación, protocolo de uso responsable de IA cuando corresponda, criterios de accesibilidad y plan de contingencia.



La evaluación debe priorizar coherencia pedagógica, verificabilidad y participación responsable. (Almeida et al., 2025; Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

4.13.2 Preguntas de autoevaluación

Reúnanse en grupos de al menos 3 estudiantes y preparen 10 diapositivas para responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia pedagógica existe entre utilizar una herramienta como TIC, como TAC o como TEP?
 2. ¿Por qué el diseño de una experiencia digital debe comenzar por el resultado de aprendizaje y no por la plataforma?
 3. ¿Qué evidencias permiten valorar el aprendizaje basado en problemas o proyectos en entornos digitales?
 4. ¿Cómo se distingue una gamificación que favorece comprensión de otra que solo incrementa participación?
 5. ¿Qué condiciones deben cumplirse para utilizar inteligencia artificial generativa de manera responsable?
 6. ¿Qué tipos de respuesta pueden recibir retroalimentación automática y cuáles requieren juicio docente?
- 

7. ¿Cómo se protege la integridad académica cuando se permite el uso de herramientas de IA?

8. ¿Qué indicador de analítica del aprendizaje es útil únicamente si conduce a una decisión pedagógica concreta?

9. ¿Qué criterios de accesibilidad y contingencia deben incorporarse en una experiencia digital?

10. ¿Qué evidencia demostraría que la tecnología mejoró el aprendizaje y no solo digitalizó una tarea existente?

4.13.3 Laboratorio aplicado de la Unidad 4

Este laboratorio consolida el diseño de experiencias digitales mediante casos que obligan a justificar la función de cada recurso. El estudiante debe distinguir acceso de aprendizaje, participación de simple actividad y automatización de juicio pedagógico. Los casos incorporan colaboración, gamificación, inteligencia artificial y analítica del aprendizaje con criterios de accesibilidad, verificación e integridad académica.

Caso 1. Rediseño TIC-TAC-TEP

Se toma una actividad tradicional consistente en resolver diez ejercicios. El estudiante rediseña la experiencia en tres versiones: TIC para gestionar información, TAC para producir comprensión y TEP para comunicar o construir conocimiento



con otros. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

La comparación obliga a especificar qué cambia en la acción del estudiante. No basta con nombrar una aplicación; debe indicarse qué evidencia produce y cómo será evaluada. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

El rediseño debe conservar el resultado de aprendizaje original. La tecnología solo se mantiene si mejora acceso, exploración, retroalimentación o participación. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Producto: matriz de tres versiones y justificación pedagógica.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 2. Aula virtual de una unidad cuantitativa

El estudiante diseña la arquitectura de una semana virtual con orientación, recurso breve, ejemplo, práctica, retroalimentación y evidencia. La navegación debe permitir

localizar rápidamente datos, fórmulas y entregas. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).

Se evalúa la coherencia entre secuencia y carga de trabajo. La plataforma no debe convertirse en un repositorio sin jerarquía. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).

Se incorpora una alternativa accesible para un recurso interactivo y una indicación clara sobre qué hacer si falla la herramienta principal. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).

Evidencia de aprendizaje

Producto: mapa de navegación y descripción de cada componente.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 3. Proyecto colaborativo con datos

Un equipo analiza un problema disciplinar mediante datos. Los roles se distribuyen entre preparación, análisis, visualización y revisión, pero todos deben comprender el ciclo completo. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).



La plataforma compartida conserva versiones y comentarios. Cada estudiante mantiene una bitácora individual de dos decisiones que tomó y una que revisó a partir de retroalimentación. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

La evaluación combina producto grupal, evidencia individual y defensa breve. Esta estructura hace visible la participación sin fragmentar el proyecto. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

Evidencia de aprendizaje

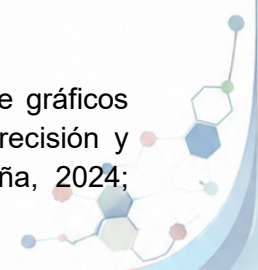
Producto: tablero o informe, bitácoras y matriz de responsabilidades.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 4. Gamificación con criterio

Se diseña un desafío de estimación y lectura de gráficos con niveles de dificultad. Los puntos reconocen precisión y explicación, no velocidad exclusivamente. (Aucapiña, 2024; Almeida et al., 2025).



El estudiante recibe retroalimentación después de cada intento y puede revisar su respuesta. El sistema registra qué tipo de error aparece con mayor frecuencia. (Aucapiña, 2024; Almeida et al., 2025).

Al finalizar, se compara el desempeño inicial y final y se pregunta si el componente lúdico ayudó a comprender o solo aumentó participación. (Aucapiña, 2024; Almeida et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Producto: reglas, tres desafíos, criterios de puntuación y reflexión de uso.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 5. Protocolo de uso responsable de IA

El grupo construye un protocolo para utilizar IA en una tarea matemática o estadística. Debe definir usos permitidos, evidencias de verificación y forma de declarar el apoyo recibido. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025; Álvarez et al., 2025).

Se incluyen ejemplos de una respuesta que puede comprobarse automáticamente y otra que requiere juicio



humano. Esta comparación ayuda a delimitar el papel de la herramienta. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025; Álvarez et al., 2025).

La evaluación solicita que el estudiante pueda explicar cualquier procedimiento entregado y presentar los datos o archivos utilizados para verificarlo. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025; Álvarez et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Producto: protocolo de una página y lista de comprobación.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

Caso 6. Panel de seguimiento del aprendizaje

Se diseña un panel sencillo con resultados de aprendizaje, evidencias y estado de progreso. No se utilizan métricas de acceso como sustituto del desempeño académico. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Álvarez et al., 2025).

Cada indicador debe responder a una decisión docente posible. Si un dato no conduce a una acción pedagógica

razonable, se cuestiona su inclusión. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Álvarez et al., 2025).

El panel incluye una nota de interpretación para evitar diagnósticos automáticos y una ruta de apoyo cuando se detecta una dificultad persistente. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Álvarez et al., 2025).

Evidencia de aprendizaje

Producto: maqueta del panel, definición de indicadores y reglas de interpretación.

Preguntas para discusión

- ¿Qué decisión del caso requiere mayor justificación?
- ¿Qué error podría producir una conclusión aparentemente correcta?
- ¿Cómo comprobaría el resultado por una segunda vía?
- ¿Qué cambiaría si los datos o condiciones fueran diferentes?

4.13.4 Talleres de profundización de la Unidad 4

a) Diseño TIC-TAC-TEP

El taller parte de una actividad cuantitativa convencional y solicita tres rediseños sucesivos: uno centrado en acceso y comunicación, otro en construcción de conocimiento y un tercero en producción o participación. Cada transformación debe modificar una acción observable del estudiante y una evidencia de aprendizaje, evitando justificar la tecnología por



su sola presencia. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

b) Proyecto colaborativo digital

Los estudiantes desarrollan un proyecto breve con datos en un espacio digital compartido. Se distribuyen responsabilidades de búsqueda, verificación, análisis, visualización y comunicación, y se conserva una bitácora de decisiones. La evaluación combina producto común y evidencia individual para evitar que la colaboración oculte

diferencias en la comprensión. (Almeida et al., 2025; Álvarez et al., 2025).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

c) IA y verificación

El taller utiliza una respuesta de inteligencia artificial como objeto de análisis. El estudiante verifica datos, operaciones, supuestos y referencias, clasifica los hallazgos y reconstruye la solución por una vía independiente. El producto final incluye una declaración breve de uso que diferencia el aporte de la



herramienta de las decisiones académicas asumidas por el estudiante. (Almeida et al., 2025; Álvarez et al., 2025).

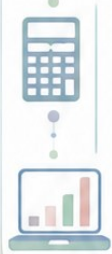


Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.



Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

d) Evaluación y analítica del aprendizaje

Se diseña un panel sencillo a partir de resultados de aprendizaje y evidencias observables. Cada indicador debe vincularse con una decisión pedagógica posible; los registros de acceso no se utilizan como sustituto del desempeño. El

grupo incorpora una regla de interpretación, una acción de apoyo y una advertencia sobre los límites de inferir dificultades a partir de un único dato. (Almeida et al., 2025; Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Preparación. Defina el resultado de aprendizaje, los conocimientos previos y el producto esperado. Prepare únicamente los recursos tecnológicos indispensables.

Desarrollo. Organice una fase individual de predicción, una fase colaborativa de resolución y una fase de comprobación. Conserve evidencias de decisiones, no solo respuestas finales.

Cierre. Solicite una explicación breve de qué cambió entre la idea inicial y la solución final. Incluya una pregunta de transferencia a otra situación.

Evaluación. Valore comprensión conceptual, procedimiento, verificación, interpretación y comunicación. La apariencia del recurso digital no debe compensar errores disciplinares.

Producto del taller

Una evidencia principal, una comprobación, una reflexión individual y una breve propuesta de transferencia.

4.13.5 Prácticas guiadas de consolidación de la Unidad

4

Práctica guiada: Rediseño de una clase con criterio TIC-TAC-TEP

Se selecciona una actividad real de matemáticas o estadística y se identifica primero el aprendizaje esperado. Después se proponen tres transformaciones: una orientada a acceso y comunicación, otra a construcción de conocimiento y una tercera a producción o participación. Cada transformación debe modificar una acción observable del estudiante. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

La comparación final analiza qué versión genera mejor evidencia de comprensión y cuál introduce complejidad innecesaria. El estudiante debe conservar una alternativa sin la herramienta principal para demostrar que el diseño depende del objetivo y no de la plataforma. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

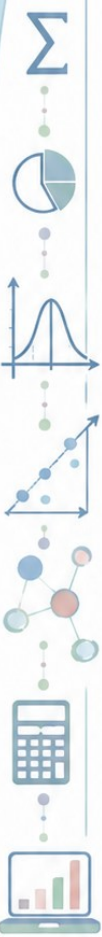
Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: Retroalimentación automática con límites

Se diseña una actividad con respuestas que pueden verificarse mediante criterios formales y otras que requieren interpretación. El grupo decide qué parte podría recibir feedback automático y qué parte necesita revisión docente. Para cada respuesta automática se redacta un mensaje que oriente revisión en lugar de limitarse a correcto o incorrecto. (Almeida et al., 2025; Dos Santos et al., 2024).

La práctica concluye con un mapa de decisiones: tipo de error, retroalimentación, nueva oportunidad y evidencia de mejora. Se discute el riesgo de que un sistema confunda error operativo con dificultad conceptual. (Almeida et al., 2025; Dos Santos et al., 2024).



Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

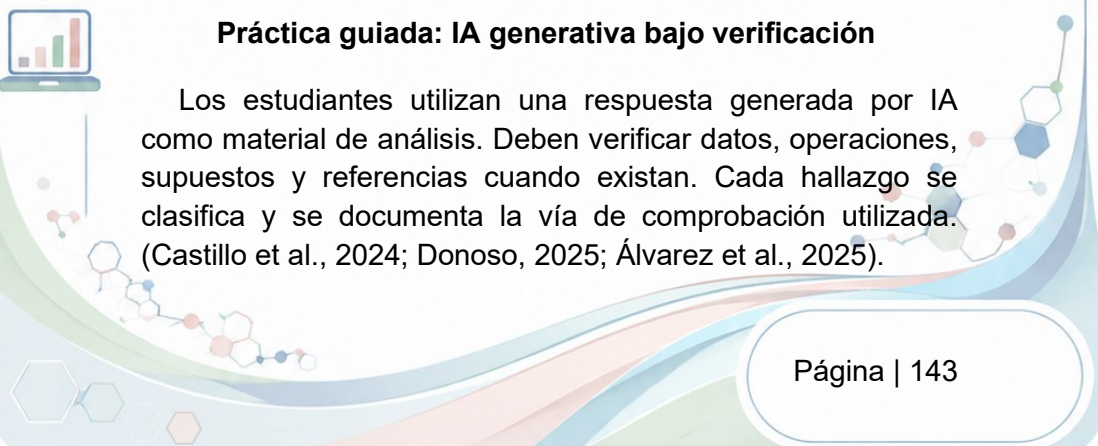
Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Práctica guiada: IA generativa bajo verificación

Los estudiantes utilizan una respuesta generada por IA como material de análisis. Deben verificar datos, operaciones, supuestos y referencias cuando existan. Cada hallazgo se clasifica y se documenta la vía de comprobación utilizada. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025; Álvarez et al., 2025).



Después se reconstruye la solución sin depender del texto generado y se compara eficiencia, claridad y precisión. El producto final incluye una declaración de uso que explique qué aportó la herramienta y qué decisiones fueron responsabilidad del estudiante. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025; Álvarez et al., 2025).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.

Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?



Práctica guiada: Analítica para una decisión pedagógica



Se propone un conjunto ficticio de indicadores de actividad y desempeño. El estudiante debe decidir cuáles sirven para orientar una acción docente y cuáles no permiten concluir aprendizaje. La actividad distingue señales de participación de evidencias académicas. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).

El panel final incluye pocos indicadores, una regla de interpretación y una acción posible. Se prohíben diagnósticos automáticos sobre el estudiante a partir de un único registro. El propósito es mantener la analítica subordinada a decisiones pedagógicas prudentes. (Puga Quispe & Quispe Champi, 2024; Villagaray Crisostomo, 2024).

Antes de resolver. Identifique la pregunta, las variables o conceptos involucrados y escriba una predicción. No utilice todavía una herramienta automática.



Durante la resolución. Conserve evidencia de las decisiones y realice al menos una comprobación independiente. Si utiliza software, registre la fórmula, comando o configuración relevante.

Después de resolver. Interprete el resultado en el contexto, señale una limitación y explique qué cambiaría si se modifica una condición importante.

Evidencia solicitada. Entregue el procedimiento, una representación visual o tabular cuando corresponda, la

comprobación y una conclusión breve que pueda ser comprendida por una audiencia no especializada.

Preguntas de reflexión: ¿qué decisión no podía automatizarse?, ¿qué error habría sido difícil de detectar sin comprobar?, ¿qué conocimiento puede transferirse a otro problema?

Seminario de cierre: Diseño de una experiencia digital verificable

El seminario final propone diseñar una experiencia de aprendizaje cuantitativo en la que la tecnología tenga una función demostrable. El punto de partida es un resultado de aprendizaje redactado con precisión. A partir de él, el estudiante identifica qué acción debe realizar el participante y qué evidencia permitirá comprobarla. Solo entonces selecciona una herramienta. Este orden evita que la planificación se convierta en una colección de aplicaciones sin relación clara con el conocimiento matemático o estadístico. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024; Álvarez et al., 2025).

La experiencia debe distinguir las funciones TIC, TAC y TEP. La dimensión TIC describe acceso, procesamiento o comunicación; la dimensión TAC explica cómo el recurso ayuda a representar, explorar, practicar o recibir retroalimentación; la dimensión TEP establece cómo el estudiante produce, comparte o revisa conocimiento con otros. Las tres dimensiones no necesitan utilizar aplicaciones diferentes: una misma plataforma puede cumplir funciones



distintas si cambia la actividad intelectual que realiza el estudiante.



En una segunda fase se incorpora inteligencia artificial de manera explícita. El diseño debe indicar qué usos están permitidos, qué productos requieren declaración de apoyo y qué comprobaciones son obligatorias. Para un resultado matemático puede solicitarse sustitución, representación alternativa o cálculo independiente; para un análisis estadístico deben revisarse variables, técnica, supuestos y alcance de la conclusión. El estudiante debe poder defender cualquier procedimiento que entregue, incluso cuando una herramienta haya colaborado en su elaboración. (Castillo et al., 2024; Donoso, 2025).



La retroalimentación se diseña según el tipo de evidencia. Los resultados con criterios formalizables pueden recibir una respuesta automática que oriente una nueva tentativa; las interpretaciones, decisiones metodológicas y argumentaciones requieren juicio docente o revisión guiada entre pares. Almeida et al. y Dos Santos et al. permiten situar la retroalimentación automática como apoyo a la práctica, no como sustituto universal de la evaluación. (Almeida et al., 2025; Dos Santos et al., 2024).



El proyecto también debe incluir accesibilidad y contingencia. Se prepara una alternativa cuando el recurso principal no está disponible y se verifica que instrucciones, gráficos y archivos puedan ser comprendidos sin depender de un único canal. La innovación pierde valor si excluye a parte del grupo o si una falla técnica impide demostrar el aprendizaje. Esta previsión convierte la accesibilidad en parte del diseño y no en una corrección posterior.

El cierre consiste en una defensa de coherencia. El estudiante presenta una matriz con resultado, actividad, tecnología, evidencia, retroalimentación y criterio de evaluación. El evaluador puede retirar una herramienta de la propuesta y preguntar qué parte del aprendizaje se perdería. Si la respuesta es ninguna, la tecnología probablemente era decorativa; si se identifica con claridad una función pedagógica, el diseño puede justificarse.

El propósito final es formar docentes capaces de seleccionar tecnología por evidencia de aprendizaje, verificabilidad y participación responsable. (Álvarez et al., 2025; Almeida et al., 2025).

Tabla 15. Verificación de la evidencia

Criterio	Evidencia	Pregunta de verificación
Coherencia	Relación entre pregunta, método y producto	¿La evidencia responde realmente a la pregunta?
Verificación	Comprobación independiente	¿Qué segunda vía confirma el resultado?
Interpretación	Conclusión contextualizada	¿Qué límite impide afirmar más?
Tecnología	Archivo o registro de uso	¿Qué aporta la herramienta al aprendizaje?
Comunicación	Tabla, figura o explicación	¿Puede comprenderse sin reconstruir todo el proceso?

Conclusiones generales

La formación matemática y estadística en educación superior adquiere mayor coherencia cuando conceptos, procedimientos, representaciones y problemas se enseñan como componentes relacionados. La tecnología puede ampliar la exploración y reducir trabajo repetitivo, pero el aprendizaje sigue dependiendo de que el estudiante interprete y justifique sus decisiones. (Álvarez et al., 2025; Vilchez-Guizado & Ramón-Ortiz, 2024).

El pensamiento computacional aporta prácticas útiles — descomposición, abstracción, diseño de procedimientos y depuración— que pueden incorporarse sin convertir todas las asignaturas en cursos de programación. GeoGebra, Scratch y hojas de cálculo muestran funciones distintas y complementarias dentro de esta integración. (Irawan et al., 2024; Chytas et al., 2024; Molina-Ayuso et al., 2024).

En estadística, el reto principal no consiste en producir más cálculos, sino en construir preguntas, reconocer la procedencia de los datos, seleccionar resúmenes pertinentes y limitar las conclusiones. Los proyectos y problemas contextualizados favorecen este ciclo cuando la evaluación incluye interpretación y comunicación. (Procel et al., 2024; Ríos Bedoya, 2024).

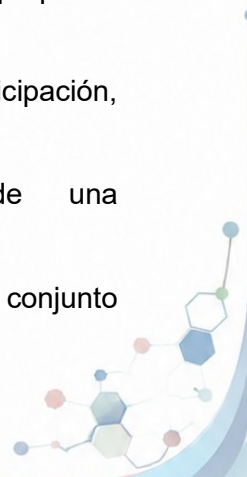
TIC, TAC y TEP permiten revisar la función educativa de la tecnología desde acceso, aprendizaje y participación. La innovación resulta defendible cuando existe coherencia entre resultado esperado, actividad, recurso y evidencia, y cuando el estudiante puede explicar el proceso incluso fuera de la herramienta utilizada. (Zapata Llonto & Zapata Llonto, 2024).

Recomendaciones para la práctica docente

- Comenzar cada tema cuantitativo con una pregunta o situación que permita reconocer para qué se necesita el concepto.
- Combinar representaciones simbólicas, tabulares, gráficas y verbales para detectar comprensión parcial.
- Introducir automatización después de asegurar el significado de al menos un procedimiento representativo.
- Solicitar interpretación, comprobación y defensa de resultados en las evaluaciones.
- Seleccionar herramientas digitales por su contribución al aprendizaje y prever alternativas accesibles.
- Utilizar la inteligencia artificial como objeto de verificación y apoyo, no como sustituto de la responsabilidad académica.
- Conservar proyectos, archivos de datos y evidencias de proceso para favorecer trazabilidad y revisión.



Glosario

- 
- **Abstracción:** Proceso de seleccionar los elementos relevantes de un problema y omitir detalles que no afectan la solución.
 - **Algoritmo:** Secuencia definida de acciones para transformar entradas en una salida.
 - **Alfabetización estadística:** Capacidad para comprender, interpretar y comunicar información basada en datos.
 - **TIC:** Tecnologías de información y comunicación utilizadas para acceder, procesar y comunicar información.
 - **TAC:** Tecnologías orientadas al aprendizaje y al conocimiento mediante actividades con propósito pedagógico.
 - **TEP:** Tecnologías vinculadas con participación, producción y empoderamiento del estudiante.
 - **Modelización:** Construcción y uso de una representación matemática de una situación.
 - **Variabilidad:** Grado en que los valores de un conjunto de datos difieren entre sí.
- 

- **Retroalimentación automática:** Respuesta generada por un sistema a partir de criterios previamente definidos.
- **Pensamiento computacional:** Conjunto de prácticas como descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, algoritmos y depuración.

Anexos didácticos

Anexo A. Ficha para diseñar un problema matemático

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Situación o contexto		
Pregunta central		
Variables y unidades		
Supuestos		
Representaciones posibles		
Procedimiento esperado		
Comprobación		
Interpretación		
Evidencia de aprendizaje		

Anexo B. Ficha para analizar un conjunto de datos

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Pregunta		
Población y muestra		
Unidad de análisis		
Variables		
Procedencia de datos		
Limpieza realizada		
Medidas seleccionadas		
Gráficos		
Hallazgo principal		
Limitaciones		

Anexo C. Lista de cotejo para gráficos estadísticos

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Título informativo		
Tipo de gráfico pertinente		
Ejes y categorías rotulados		
Unidades visibles		
Escala proporcional		
Fuente identificada		
Ausencia de efectos engañosos		
Interpretación coherente		

Anexo D. Matriz TIC-TAC-TEP

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Resultado de aprendizaje		
Actividad del estudiante		
Herramienta TIC		
Función TAC		
Producción/participación		
TEP		
Evidencia		
Criterio de evaluación		

Anexo E. Lista de verificación para respuestas de IA

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Problema conservado	original	
Datos comprobados		
Operaciones verificadas		
Supuestos identificados		
Resultado comprobado por otra vía		
Interpretación revisada		
Fuentes comprobadas cuando corresponda		
Autor puede defender el procedimiento		

Anexo F. Rúbrica general para proyecto cuantitativo

Utilice esta plantilla como instrumento adaptable. Cada elemento debe revisarse según la disciplina, el nivel del curso y la evidencia esperada.

Criterio	Registro decisión	/ Observaciones
Formulación del problema		
Modelo o técnica seleccionada		
Corrección del procedimiento		
Uso de datos		
Interpretación		
Visualización		
Uso de tecnología		
Comunicación		
Limitaciones y verificación		

Guía para la implementación docente

Planificación de una sesión. Defina primero el resultado de aprendizaje y la evidencia. Después seleccione problema, datos y herramienta. Esta secuencia reduce el riesgo de diseñar la clase alrededor de una aplicación. El tiempo de la sesión debe reservar momentos para interpretación y revisión, no únicamente para ejecución.

Organización del trabajo. Las parejas permiten comparar estrategias con menor costo de coordinación; los grupos mayores son útiles en proyectos con datos cuando existen roles diferenciados. En cualquier caso, solicite una evidencia individual breve para conocer qué comprendió cada estudiante.

Uso de ejemplos resueltos. Un ejemplo debe hacer visibles las decisiones que un experto suele omitir: por qué se selecciona una relación, cómo se comprueba una unidad, qué alternativa se descartó y cómo se interpreta el resultado. Después del ejemplo, cambie una condición para evitar reproducción mecánica.

Selección de datos. Utilice datos reales cuando sean accesibles y verificables. Si se emplean datos didácticos o simulados, identifíquelos como tales. No atribuya cifras inventadas a instituciones o poblaciones reales. Mantenga una copia del conjunto original antes de cualquier limpieza.

Uso de software. Presente las funciones necesarias para la tarea y evite convertir la clase en un recorrido exhaustivo

por menús. El estudiante debe saber qué operación matemática o estadística implementa cada función que utiliza.

Retroalimentación. Diferencie errores conceptuales, de procedimiento, de representación y de interpretación. La corrección es más útil cuando indica qué debe revisar el estudiante y qué evidencia demostrará que la revisión fue exitosa.

Evaluación. Combine productos finales con evidencias de proceso. Una hoja de cálculo, una bitácora, una defensa oral o una comparación de métodos permiten valorar comprensión cuando las respuestas pueden obtenerse con herramientas automáticas.

Accesibilidad. Proporcione instrucciones textuales, rotulación clara de figuras y alternativas cuando un recurso interactivo no pueda utilizarse. Controle la carga visual y la cantidad de herramientas simultáneas.

Integridad y uso de IA. Establezca con anticipación qué usos están permitidos. Solicite verificación independiente de cálculos, conservación de archivos de trabajo y capacidad para explicar cualquier resultado presentado. La herramienta no asume responsabilidad sobre el contenido.

Cierre de la unidad. Retome el problema inicial y pida al estudiante explicar qué puede resolver ahora que antes no podía. Una síntesis basada en cambios de comprensión ofrece más información que repetir definiciones.

Referencias bibliográficas

Agudelo, J. (2024). Enseñanza cultura y social de las medidas de tendencia central en estudiantes de 4 de primaria en la Institución Miguel Antonio Caro Bogotá D.C. [Tesis doctoral, Universidad del Tolima].

Almeida, C., Dos Santos, J., Reis, A., & Lavicza, Z. (2025). Automatic Feedback in Mathematics Education: A Pathway to Robotics and Computational Thinking. *Acta Scientiae*, 27(2).
<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.8240>

Alonso-García, S., Rodríguez, A.-V., Navas-Parejo, M., & Victoria-Maldonado, J. (2024). Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis. *Heliyon*, 10(13).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33249>

Alsina, À., & Vásquez, C. (2024). Itinerarios de enseñanza de la estadística (3-12 años): Una herramienta para el diseño de tareas. *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 104, 8-14.

Álvarez, J., Chiappe, A., Boude, O., & Sáez, F. (2025). Cultivando mentes para la era digital: Una revisión sistemática del pensamiento computacional y crítico. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del*

Profesorado, 29(2), 1-28.

<https://doi.org/10.30827/profesorado.v29i2.30889>

Bustamante, M., Díaz, D., & Pérez, M. (2024). Errores en la construcción de gráficos de barras por estudiantes de 5.º y 6.º básico de escuelas rurales.

Castillo, G., Corrales, M., López, E., & Reatiqui, N. E. A. (2024). Integración de la Inteligencia Artificial y Scratch en la Enseñanza de Matemáticas en Secundaria: Innovación en Pensamiento Computacional y Resolución de Problemas. Polo del Conocimiento, 9(10), 1756-1773. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8205>

Ccama, P. Q. (2024). Aplicación del Programa Excel en el Aprendizaje de Medidas de Posición y Variabilidad Estadística en Estudiantes de Universidades Públicas de la Región Cusco, 2022. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 3187-3206.

Chytas, C., van Borkulo, S., Drijvers, P., Barendsen, E., & Tolboom, J. L. J. (2024). Computational Thinking in Secondary Mathematics Education with GeoGebra: Insights from an Intervention in Calculus Lessons. Digital Experiences in Mathematics Education, 10(2), 228-259. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00141-0>

Dávila, A., & Alcívar, M. (2024). Diseño de una estrategia didáctica basada en problemas de la vida cotidiana para la



enseñanza de la Estadística. MQRInvestigar, 8(4), 2581-2603.



Donoso, G. (2025). Futuros profesores chilenos de matemática: ¿se sienten preparados para impartir Pensamiento Computacional y Programación? Fides et Ratio, 29(29), 43-78.
<https://doi.org/10.55739/fer.v29i29.163>

Dos Santos, J., Almeida, C. A., & Vieira, M. (2024). Un estudio colaborativo sobre el desarrollo de recursos de evaluación con feedback automático para la enseñanza de las Matemáticas. European Public & Social Innovation Review, 9, 1-21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-374>

Grizioti, M., Kynigos, C., & Milrad, M. (2024). Computational thinking in the service of mathematics education: The case of animating programmable 3D models in MaLT2. Quadrante, 33(2), 110-129.
<https://doi.org/10.48489/quadrante.37379>

Guerra, L., & Cruz, J. (2025). Potenciando el Pensamiento Computacional en la Básica Secundaria a través de Herramientas Digitales. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 5(2), 457-477.
<https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i2.1134>

Irawan, E., Rosjanuardi, R., & Prabawanto, S. (2024). Research trends of computational thinking in mathematics

learning: A bibliometric analysis from 2009 to 2023.

Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20(3), em2417.

<https://doi.org/10.29333/ejmste/14343>

Jiménez, J., & Carmona, E. (2024). Integración del pensamiento computacional en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Brazilian Journal of Business, 6(3), e73552.

<https://doi.org/10.34140/bjbv6n3-052>

Montero, N. (2025). Pensamiento Algorítmico en la Enseñanza de Matemáticas del Nivel Secundario: Retos, Estrategias y Oportunidades. Scienceevolution, 4(3), 47-60.

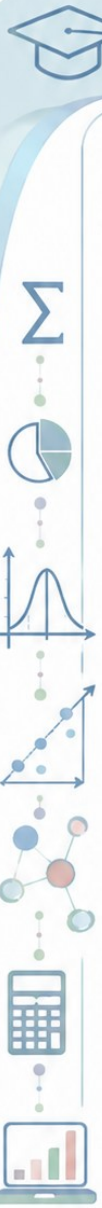
<https://doi.org/10.61325/ser.v4i3.206>

Molina-Ayuso, Á., Adamuz-Povedano, N., Bracho-López, R., & Torralbo-Rodríguez, M. (2024). Computational Thinking with Scratch: A Tool to Work on Geometry in the Fifth Grade of Primary Education. Sustainability, 16(1), 110.

<https://doi.org/10.3390/su16010110>

Mullo, G., Guzmán, L., Loachamin, J., & Herrera, D. (2025). El Rol del Pensamiento Computacional en la Resolución de Problemas Matemáticos: Un Enfoque Interdisciplinario.

Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 5(1), 635-659. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i1.872>



Procel, J. H. P., Alcívar, J. A. A., Cuenca, J. Y. C., Ordóñez, H. D. J., & Yaguachi, D. A. Q. (2024). Estrategia Pedagógica del Aprendizaje Basado en Proyectos en la Enseñanza de Estadística y Probabilidad. *SAGA: Revista Científica Multidisciplinar*, 1(4), 202-212.

Puga Quispe, S. D., & Quispe Champi, N. (2024). Enseñanza y aprendizaje en el sistema E-Learning en el programa de Ciencias Sociales de la Escuela Profesional de Educación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco–2022.

Ríos Bedoya, D. D. (2024). Fortalecimiento del pensamiento estadístico en estudiantes de grado once a partir de la resolución de problemas con enfoque crítico social [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia].

Rojas, C. A. B., Agudelo, M. A. J., & Yaegashi, S. F. R. (2024). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de matemáticas en administración pública. *Administración & Desarrollo*, 54(2), e973.

Sagala, S. S., & Corica, A. (2024). Análisis del contexto de las tareas estadísticas que se proponen estudiar en libros para la escuela secundaria. *TANGRAM-Revista de Educação Matemática*, 7(2), 2-22.

San Román, V. (2024). Nuevos rumbos en la educación universitaria bajo escenarios virtuales de aprendizaje:



Propuesta didáctica para la enseñanza de estadística descriptiva.

Sánchez, J., Cristóbal, A., & Vera, D. (2024). Aplicación del método Singapur para la enseñanza de la estadística a estudiantes de educación básica superior en la UE José Pedro Varela. REFCaIE, 12(3), 219-240.

Terán, J. L. P. (2024). Experiencias de enseñanza sobre la estadística en universidades en el contexto internacional. Experiencias Educativas Universitarias en el Ámbito de las Ciencias Económicas y Empresariales, 2(2), 77-83.

Vilchez-Guizado, J., & Ramón-Ortiz, J. (2024). Influencia del pensamiento computacional y visual en el aprendizaje de la matemática en estudiantes universitarios. Información Tecnológica, 35(4), 13-24. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642024000400013>

Villagaray Crisostomo, V. N. (2024). Satisfacción con la enseñanza virtual y actitud hacia el aprendizaje en estudiantes de la Escuela Profesional de Educación Inicial de la UNSCH-Ayacucho, 2022.

Zambrano, L. B. Z., Nazareno, B. G. C., Nieto, Á. P. G., Molina, S. C. O., & Benavides, M. M. R. (2024). Razonamiento lógico matemático y su influencia en el bajo rendimiento académico en estudiantes de educación general básica, subnivel medio. LATAM Revista



Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades,
5(4), 2666-2679.



Zapata Llonto, I. G., & Zapata Llonto, R. G. (2024). Propuesta del uso Google Workspace for Education para mejorar el aprendizaje de la competencia 25 de la Educación Básica. 2023.

Zúñiga, A., Zúñiga, M., & Hodelin, N. (2025). Herramientas digitales de matemáticas para estudiantes con trastorno de déficit de atención e hiperactividad del segundo año. *Maestro y Sociedad*, 22(1), 683-691.

Lecca, C. (2025). Pensamiento computacional y la resolución de problemas de matemática en estudiantes del VII ciclo de la Institución Educativa Andahuasi, 2024.

Ochoa, A., & Vijay, N. (2025). Uso de Scratch como recurso didáctico para desarrollar el pensamiento computacional en estudiantes de Séptimo Año de Educación General Básica en la asignatura de Matemática [Universidad Nacional de Educación].

More, A., & Cunya, Z. (2025). Programa MACYT en matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria: Una revisión sistemática. *Aula Virtual*, 6(13).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.16271422>

Sinopsis

Esta obra propone una visión integradora de las matemáticas y la estadística en la educación superior, articulando razonamiento cuantitativo, modelización, análisis de datos y uso pedagógico de tecnologías educativas. A lo largo de sus unidades, el libro relaciona fundamentos conceptuales, resolución de problemas, pensamiento computacional y estrategias de innovación docente con TIC, TAC y TEP.

El texto ofrece orientaciones aplicadas, actividades integradoras y recursos para fortalecer la enseñanza universitaria, favoreciendo la interpretación, la argumentación y la toma de decisiones con datos. Su enfoque busca apoyar a docentes y estudiantes en la construcción de aprendizajes significativos, rigurosos y transferibles a distintos contextos académicos y profesionales.

Una propuesta para transformar la enseñanza cuantitativa en la educación superior.

