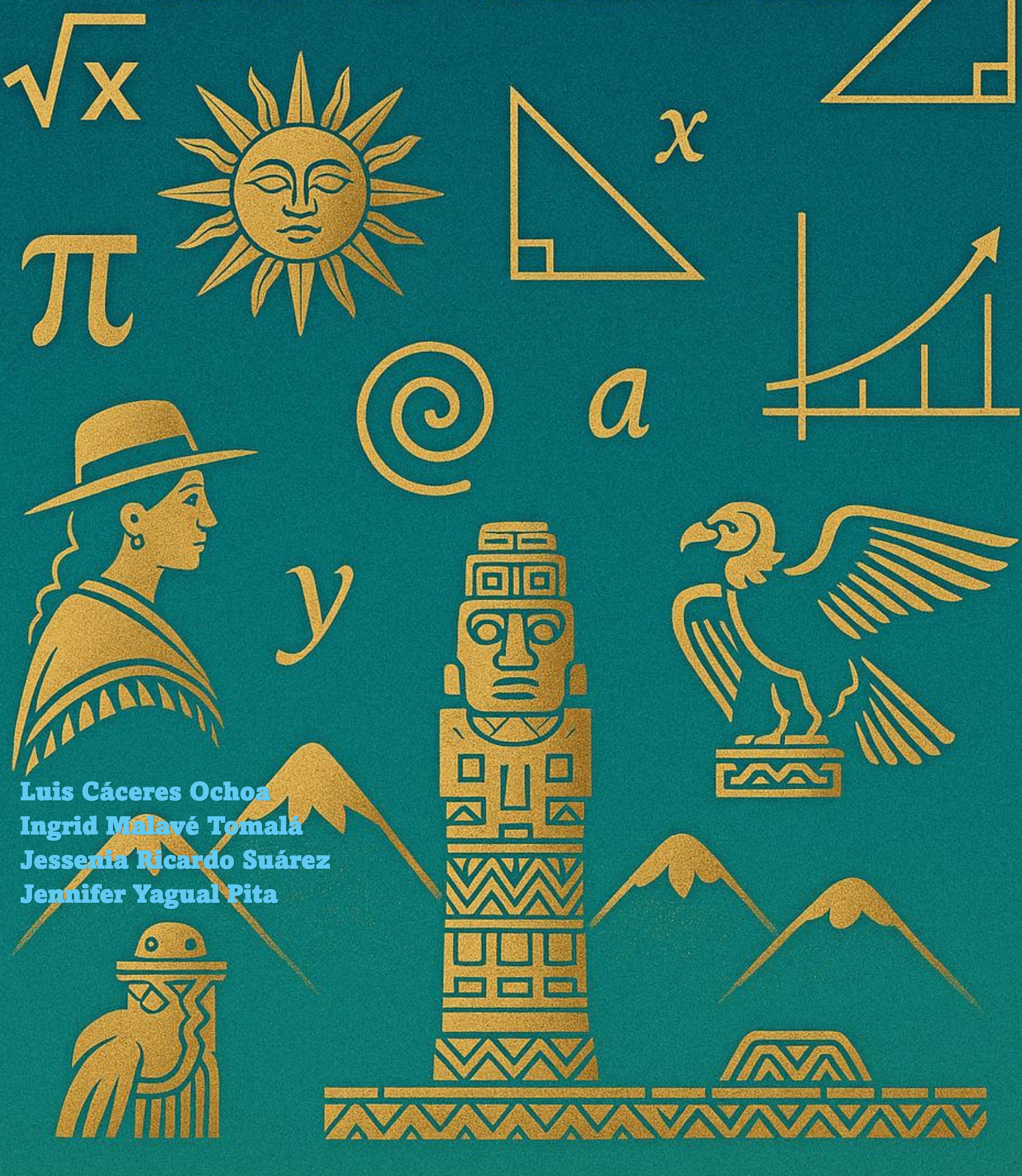
EDITORIAL RICAC

DIDÁCTICA MATEMÁTICA INNOVADORA



Luis Cáceres Ochoa
Ingrid Malavé Tomalá
Jessenia Ricardo Suárez
Jennifer Yagual Pita

Primera Edición, agosto 2025

Didáctica Matemática Innovadora: Metodologías Constructivistas para la Educación Básica Ecuatoriana

Luis Cáceres Ochoa, Ingrid Malavé Tomalá, Jessenia Ricardo Suárez, Jennifer Yagual Pita

ISBN: 978-9942-51-864-4

Cita.

Cáceres Ochoa, L. E., Malavé Tomalá, I. K., Ricardo Suárez, J. M., & Yagual Pita, J. (2025). *Didáctica Matemática Innovadora: Metodologías Constructivistas para la Educación Básica Ecuatoriana* (1ª ed.). RICAC Editorial. https://libros.revistaricac.com/index.php/home

Editado por: © RICAC Editorial 2025

Milagro, Ecuador

Móvil - (WhatsApp): (+593) 992670932

https://revistaricac.com

E-mail: contacto@revistaricac.com

Editado en Milagro - Ecuador

Didáctica Matemática Innovadora: Metodologías Constructivistas para la Educación Básica Ecuatoriana

MSc. Luis Enrique Cáceres Ochoa
https://orcid.org/0009-0006-8310-2564
lcaceres@upse.edu.ec
Universidad Estatal Península de Santa Elena

MSc. Ingrid Karina Malavé Tomalá
https://orcid.org/0009-0000-7730-0616
malavekatty@hotmail.com
Dirección Distrital

MSc. Jessenia Margarita Ricardo Suárez
https://orcid.org/0000-0003-3942-5957
jricardo@upse.edu.ec
Universidad Estatal Península de Santa Elena

MSc. Jennifer Yagual Pita
https://orcid.org/0009-0006-5313-9278
jennifer.yagual@educacion.gob.ec
jenniferyagual97@outlook.com
Unidad Educativa Juan Alberto Panchana Padrón

Prefacio

La educación matemática en Ecuador se encuentra en un momento de transformación sin precedentes. Tras décadas de metodologías tradicionales centradas en la memorización y repetición mecánica de algoritmos, emerge con fuerza un nuevo paradigma que sitúa al estudiante como constructor activo de su propio conocimiento matemático. Este libro representa una respuesta concreta y contextualizada a la necesidad urgente de renovar la didáctica matemática en nuestro país, ofreciendo herramientas teóricas y prácticas para implementar metodologías constructivistas que respondan tanto a los estándares internacionales de calidad educativa como a las particularidades culturales y sociales de nuestra realidad nacional.

La obra que tienen en sus manos surge de la confluencia de varios factores: la experiencia acumulada de años de investigación en didáctica matemática, la observación directa de las necesidades del sistema educativo ecuatoriano, y la convicción profunda de que es posible transformar la enseñanza de las matemáticas para hacerla más significativa, inclusiva y efectiva. Los autores, desde nuestras diversas trayectorias profesionales en la formación docente, la investigación educativa y la práctica pedagógica directa, hemos sido testigos tanto de los desafíos como de las extraordinarias posibilidades que se abren cuando se implementan metodologías innovadoras en el aula de matemáticas.

El constructivismo no es simplemente una moda pedagógica pasajera, sino una concepción profunda sobre cómo aprenden los seres humanos que encuentra en las matemáticas un campo de aplicación particularmente fértil. Cuando un estudiante construye su comprensión de las fracciones manipulando materiales concretos extraídos de su entorno cultural, cuando descubre las propiedades de los triángulos a través de la exploración de la arquitectura colonial quiteña, o cuando desarrolla modelos algebraicos para resolver problemas reales de su comunidad, está experimentando las matemáticas como una herramienta viva y poderosa para comprender y transformar su mundo.

Este enfoque adquiere particular relevancia en el contexto ecuatoriano, donde la diversidad cultural, geográfica y socioeconómica presenta tanto desafíos como oportunidades únicas para la educación matemática. Nuestro país, con su extraordinaria riqueza en tradiciones ancestrales, biodiversidad natural y manifestaciones culturales, ofrece un laboratorio natural para implementar didácticas constructivistas que honren esta diversidad mientras desarrollan competencias matemáticas sólidas y transferibles.

La estructura de este libro refleja una progresión cuidadosa desde los fundamentos teóricos hasta las aplicaciones prácticas más concretas. En el primer capítulo, exploramos los pilares conceptuales del constructivismo aplicado a la educación matemática, revisando las contribuciones fundamentales de Piaget, Vygotsky y Ausubel, pero siempre con la mirada puesta en su aplicabilidad al contexto ecuatoriano. El segundo capítulo presenta metodologías innovadoras específicas: el Aprendizaje Basado en Problemas, el Método de Proyectos, la gamificación y la modelización matemática, todas ellas ilustradas con ejemplos desarrollados para nuestra realidad nacional.

El tercer capítulo constituye la parte práctica de la obra, proporcionando estrategias didácticas específicas para cada nivel educativo y tipo de contenido matemático. Desde el desarrollo del sentido numérico en educación básica elemental hasta la matemática financiera en educación básica superior, cada sección ofrece actividades concretas, secuencias didácticas completas y adaptaciones para la diversidad de contextos que caracteriza a nuestro sistema educativo.

El cuarto capítulo aborda los aspectos cruciales de la implementación: cómo planificar curricularmente desde una perspectiva constructivista, cómo diseñar sistemas de evaluación formativa y auténtica, cómo gestionar los procesos de cambio institucional, y cómo sostener las innovaciones a largo plazo. Incluimos además un compendio de recursos prácticos: bancos de actividades, materiales didácticos adaptados al contexto ecuatoriano, herramientas tecnológicas accesibles y referencias bibliográficas actualizadas.

Una característica distintiva de esta obra es su compromiso explícito con la equidad y la inclusión. Reconocemos que Ecuador es un país plurinacional e intercultural, y que esta diversidad debe ser vista no como un obstáculo sino como una fortaleza para el aprendizaje matemático. Por ello, hemos incluido estrategias específicas para trabajar con estudiantes con necesidades educativas especiales, para incorporar lenguas ancestrales y saberes tradicionales, y para adaptar las metodologías tanto a contextos rurales como urbanos.

La validación de las propuestas contenidas en este libro se basa en múltiples fuentes: investigación educativa internacional de la más alta calidad, experiencias piloto implementadas en instituciones educativas ecuatorianas de diferentes características, y la sistematización de buenas prácticas identificadas en diversos contextos nacionales. Cada estrategia didáctica propuesta ha sido diseñada considerando no solo su efectividad pedagógica sino también su viabilidad en las condiciones reales de nuestras escuelas y colegios.

Dirigimos esta obra principalmente a los docentes de matemáticas de todos los niveles del sistema educativo ecuatoriano, pero también será de gran utilidad para formadores de docentes, investigadores en educación matemática, autoridades educativas comprometidas con la innovación, y todos aquellos profesionales que trabajan por mejorar la calidad de la educación en nuestro país. Nuestro lenguaje busca ser accesible sin sacrificar rigor académico, práctico sin perder profundidad conceptual.

Sabemos que la transformación de las prácticas pedagógicas es un proceso complejo que requiere tiempo, dedicación y apoyo sostenido. No pretendemos ofrecer recetas mágicas sino herramientas flexibles que cada docente pueda adaptar creativamente a su contexto específico. La implementación del constructivismo en la didáctica matemática demanda de los educadores una actitud reflexiva, experimental y colaborativa que vaya más allá de la simple adopción de nuevas técnicas.

En un momento histórico en que el Ecuador busca consolidar su desarrollo como sociedad del conocimiento, la educación matemática de calidad se convierte en un imperativo estratégico. Las competencias matemáticas no son solo herramientas académicas sino habilidades fundamentales para la ciudadanía activa, el emprendimiento productivo y la participación crítica en una sociedad cada vez más compleja y tecnologizada.

Invitamos a nuestros lectores a abordar esta obra con mente abierta y espíritu crítico. Las propuestas aquí contenidas no son dogmas sino invitaciones a la experimentación pedagógica fundamentada. Esperamos que este libro inspire transformaciones concretas en las aulas de matemáticas ecuatorianas, contribuyendo así a formar ciudadanos con competencias matemáticas sólidas, pensamiento crítico desarrollado y profundo orgullo por su identidad cultural.

La educación matemática constructivista no es solo una metodología pedagógica sino una apuesta por un tipo de ser humano: crítico, creativo, colaborativo, capaz de resolver problemas complejos y de construir colectivamente un futuro más justo y sostenible. En las páginas que siguen, ofrecemos nuestro aporte a esta noble tarea.

Contenido

Capítulo 1

1. Fundamentos Teóricos del Constructivismo en la Educación Matemática

1.1 Teorías constructivistas aplicadas a las matemáticas

1.1.1 Piaget y el desarrollo cognitivo matemático

La teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget constituye uno de los pilares fundamentales para comprender cómo los estudiantes construyen el conocimiento matemático. Según Piaget (1976), el desarrollo cognitivo atraviesa por estadios evolutivos que determinan la capacidad del niño para asimilar y acomodar nuevos conceptos matemáticos. Esta perspectiva ha revolucionado la comprensión de los procesos de aprendizaje matemático, estableciendo que el conocimiento no se transmite pasivamente, sino que se construye activamente a través de la interacción del sujeto con su entorno.

Bello (2016) destaca que, desde el enfoque piagetiano, los procesos matemáticos se desarrollan progresivamente, comenzando con operaciones concretas que gradualmente evolucionan hacia el pensamiento abstracto. En el contexto de la educación matemática, esto implica que los estudiantes de educación básica requieren experiencias concretas y manipulativas antes de poder comprender conceptos abstractos. Por ejemplo, cuando se enseña el concepto de suma, los estudiantes inicialmente necesitan manipular objetos físicos como bloques, fichas o materiales del entorno ecuatoriano como granos de maíz o porotos, para posteriormente representar estas operaciones simbólicamente mediante números y signos matemáticos.

La investigación realizada por Navarrete et al. (2021) sobre el impacto de la psicología piagetiana en la educación matemática de estudiantes de educación básica superior confirma que los principios constructivistas de Piaget siguen siendo relevantes en la actualidad. Los autores señalan que el desarrollo del pensamiento lógico-matemático requiere que los estudiantes atraviesen las etapas sensorio motriz, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales, cada una con características específicas que determinan qué tipo de conceptos matemáticos pueden ser asimilados efectivamente.

Durante la etapa preoperacional (aproximadamente de 2 a 7 años), los niños desarrollan la capacidad de representación simbólica, pero aún no dominan las operaciones lógicas. En términos matemáticos, esto significa que pueden contar objetos y realizar correspondencias uno a uno, pero tienen dificultades con la conservación del número. Un ejemplo práctico sería mostrar a un niño dos filas de monedas ecuatorianas: una fila con 5 monedas de 25 centavos muy separadas y otra con 5 monedas de la misma denominación muy juntas. El niño en etapa preoperacional probablemente dirá que la fila más larga tiene más monedas, demostrando que aún no ha desarrollado la conservación del número.

Chico et al. (2025) enfatizan que los métodos de enseñanza basados en la teoría de Piaget deben considerar que cada etapa cognitiva tiene limitaciones y potencialidades específicas. Durante la etapa de operaciones concretas (aproximadamente de 7 a 11 años), los estudiantes pueden realizar operaciones lógicas, pero requieren referentes concretos. Esto es crucial para la enseñanza de conceptos como las fracciones, donde los estudiantes necesitan manipular materiales tangibles como círculos divididos, barras de chocolate partidas, o recipientes con líquidos para comprender las relaciones parte-todo antes de trabajar con representaciones abstractas como 1/2, 3/4, o 2/3.

La transición hacia la etapa de operaciones formales (aproximadamente desde los 11 años) marca un momento crucial en el desarrollo matemático, ya que permite a los estudiantes trabajar con conceptos abstractos, formular hipótesis y realizar razonamiento deductivo. En esta etapa, los estudiantes pueden comprender conceptos algebraicos como las ecuaciones lineales y cuadráticas, no solo como manipulaciones simbólicas, sino como representaciones de relaciones lógicas. Por ejemplo, al resolver la ecuación $2x + 5 = 13$, el estudiante en operaciones formales puede entender que está buscando el valor de x que hace verdadera la igualdad, no simplemente aplicando reglas mecánicas de transformación.

1.1.2 Vygotsky y la zona de desarrollo próximo en matemáticas

La teoría sociocultural de Lev Vygotsky aporta una dimensión social fundamental al constructivismo matemático, especialmente a través del concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Según Vygotsky, la ZDP representa la distancia entre el nivel de desarrollo actual del estudiante, determinado por su capacidad de resolver problemas de forma independiente, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por su capacidad de resolver problemas con la ayuda de un adulto o compañeros más competentes.

Bedregal (2022) demostró empíricamente la influencia de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky en el aprendizaje de las matemáticas, evidenciando que los estudiantes pueden alcanzar niveles de comprensión matemática significativamente superiores cuando reciben el apoyo apropiado dentro de su ZDP. Esta investigación destaca que el aprendizaje matemático no es un proceso individual aislado, sino que se potencia enormemente a través de la interacción social y la mediación pedagógica adecuada.

Herrera y Terán (2020) profundizan en las características que debe tener tanto el guía (docente) como el aprendiz (estudiante) para que los procesos que ocurren en la ZDP sean efectivos. Según estos autores, el docente debe actuar como mediador inteligente, proporcionando el nivel exacto de ayuda que el estudiante necesita sin resolver el problema por él. Esta mediación debe ser gradual y decreciente, permitiendo que el estudiante asuma progresivamente mayor responsabilidad en la resolución de problemas matemáticos.

Un ejemplo concreto de aplicación de la ZDP en matemáticas sería la enseñanza de la multiplicación por dos cifras. Inicialmente, el estudiante puede resolver multiplicaciones simples como 23×4 de forma independiente (nivel de desarrollo actual). Sin embargo, al enfrentarse a 23×47, necesita ayuda del docente. El maestro puede comenzar mostrando cómo descomponer la multiplicación en $(23 \times 40) + (23 \times 7)$, luego guiar al estudiante para que realice cada multiplicación parcial, y finalmente ayudarle a sumar los productos parciales. Con práctica guiada, el estudiante eventualmente podrá resolver multiplicaciones de dos cifras de forma independiente (nuevo nivel de desarrollo actual).

Gómez et al. (2020) introducen el concepto de "zona de posibilidades" como una extensión de la ZDP en el contexto digital, particularmente relevante para la educación matemática contemporánea. Los autores argumentan que las tecnologías digitales pueden expandir significativamente la ZDP de los estudiantes, permitiéndoles explorar conceptos matemáticos que serían inaccesibles sin estos recursos tecnológicos. Por ejemplo, el uso de software de graficación permite a estudiantes de educación básica explorar visualmente el comportamiento de funciones matemáticas, actividad que tradicionalmente requería conocimientos de cálculo avanzado.

La implementación efectiva de la ZDP en el aula de matemáticas requiere que el docente identifique con precisión el nivel de competencia actual de cada estudiante y diseñe actividades que representen desafíos alcanzables con apoyo. Machado y Vásquez (2022) destacan que la metodología de juego-trabajo puede ser particularmente efectiva para trabajar dentro de la ZDP, ya que permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos en un ambiente lúdico y colaborativo, donde pueden recibir ayuda de pares y del docente de manera natural y no amenazante.

1.1.3 Ausubel y el aprendizaje significativo de conceptos matemáticos

La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel representa una contribución fundamental al constructivismo aplicado a la educación matemática. Ausubel sostiene que el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con lo que el estudiante ya sabe. En el contexto matemático, esto implica que los nuevos conceptos deben conectarse coherentemente con los conocimientos previos del estudiante, creando una red de significados interconectados.

Miranda-Núñez (2022) enfatiza que el aprendizaje significativo desde la praxis educativa constructivista requiere que los docentes identifiquen y activen los conocimientos previos de los estudiantes antes de introducir nuevos conceptos matemáticos. Esta activación no es simplemente un repaso superficial, sino una exploración profunda de las concepciones, tanto correctas como erróneas, que los estudiantes traen consigo. Por ejemplo, antes de enseñar números decimales, es crucial explorar la comprensión que los estudiantes tienen sobre fracciones, ya que los decimales son una representación alternativa de las fracciones.

Moreira (2020) actualiza la visión clásica del aprendizaje significativo, señalando que este proceso requiere tres condiciones fundamentales: que el material de aprendizaje sea potencialmente significativo, que el estudiante posea conocimientos previos relevantes, y que el estudiante manifieste una disposición favorable para aprender significativamente. En matemáticas, esto se traduce en la necesidad de presentar problemas y conceptos que sean lógicamente coherentes y que se conecten con la experiencia previa del estudiante.

Un ejemplo práctico de aprendizaje significativo en matemáticas sería la introducción del concepto de porcentaje. En lugar de comenzar con la fórmula abstracta (parte/todo × 100), el docente podría comenzar con situaciones familiares para los estudiantes ecuatorianos: "Si en una clase de 25 estudiantes, 5 tienen cabello rizado, ¿qué fracción de la clase tiene cabello rizado?" Los estudiantes pueden responder 5/25 o 1/5 basándose en sus conocimientos previos sobre fracciones. Luego, el docente puede conectar esta fracción con la representación decimal (0.20) y finalmente con el porcentaje (20%), estableciendo conexiones significativas entre diferentes representaciones del mismo concepto.

Sarmiento et al. (2021) destacan la importancia de integrar las tecnologías educativas en el proceso de aprendizaje significativo de las matemáticas. Los autores argumentan que las herramientas digitales pueden facilitar la construcción de puentes cognitivos entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos, especialmente a través de representaciones visuales y manipulaciones interactivas. Por ejemplo, el uso de aplicaciones que permiten manipular gráficos de funciones en tiempo real puede ayudar a los estudiantes a establecer conexiones significativas entre las representaciones algebraicas y geométricas de las funciones matemáticas.

Nuñez (2020) desarrolla el concepto de "praxis educativa constructivista" como generadora de aprendizaje significativo en el área de matemática. Esta praxis implica que el docente debe crear situaciones de aprendizaje donde los estudiantes puedan experimentar, explorar, formular hipótesis y validar sus descubrimientos matemáticos. Un ejemplo de esta praxis sería el descubrimiento del teorema de Pitágoras a través de la exploración concreta: los estudiantes pueden usar cuadrados de papel para construir triángulos rectángulos y descubrir por sí mismos que el área del cuadrado construido sobre la hipotenusa es igual a la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre los catetos.

Palma-Orozco et al. (2020) señalan que el aprendizaje significativo en matemáticas debe considerar las conexiones interdisciplinarias, particularmente con áreas como la computación y la música. Estas conexiones permiten a los estudiantes comprender que las matemáticas no son un conjunto aislado de reglas y procedimientos, sino una herramienta poderosa para entender y describir diversos fenómenos. Por ejemplo, al estudiar fracciones, los estudiantes pueden explorar cómo se relacionan con las notas musicales (una negra equivale a 1/4 de redonda) o con la programación (donde las fracciones decimales son fundamentales para los cálculos computacionales).

Tabla 1

Principales Características de la teoría Constructivista

Teoría	**Principio Central**	**Aplicación en Matemáticas**	**Ejemplo Práctico**	**Etapa Educativa**
Piaget	Desarrollo cognitivo por etapas	Secuenciación de conceptos según madurez cognitiva	Manipulación de objetos antes de símbolos abstractos	Todas las etapas
Vygotsky	Zona de Desarrollo Próximo	Mediación social en el aprendizaje	Resolución colaborativa de problemas matemáticos	Especialmente útil en primaria

Teoría	Principio Central	Aplicación en Matemáticas	Ejemplo Práctico	Etapa Educativa
Ausubel	Aprendizaje significativo	Conexión con conocimientos previos	Relacionar porcentajes con fracciones conocidas	Primaria y secundaria

1.2 Integración de las teorías constructivistas en la práctica matemática

La integración efectiva de estas tres teorías constructivistas en la educación matemática requiere una comprensión profunda de cómo se complementan y refuerzan mutuamente. Mientras Piaget nos proporciona el marco para entender las limitaciones cognitivas de cada etapa de desarrollo, Vygotsky nos muestra cómo la interacción social puede potenciar el aprendizaje, y Ausubel nos guía para establecer conexiones significativas con los conocimientos previos.

Celi et al. (2021) demuestran cómo estas teorías pueden integrarse en estrategias didácticas específicas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de educación inicial. Los autores proponen un enfoque integrado donde se consideran simultáneamente las capacidades cognitivas de los niños (Piaget), se aprovecha la interacción social para potenciar el aprendizaje (Vygotsky), y se establecen conexiones con experiencias previas significativas (Ausubel).

Un ejemplo de integración práctica sería la enseñanza del concepto de área en educación básica. Siguiendo los principios piagetianos, se comenzaría con actividades concretas donde los estudiantes cubren superficies con unidades de medida tangibles (cuadrados de papel, baldosas, etc.). Aplicando los principios de Vygotsky, se organizaría el trabajo en equipos donde estudiantes con diferentes niveles de comprensión colaboren, permitiendo que aquellos con mayor dominio del concepto apoyen a sus compañeros. Finalmente, siguiendo los principios de Ausubel, se conectaría el nuevo concepto de área con experiencias previas familiares, como calcular cuántas baldosas se necesitan para cubrir el piso de una habitación de sus casas.

La investigación contemporánea continúa validando la efectividad de estos enfoques constructivistas. Intriago y Murillo (2022) documentaron cómo la implementación de rincones lógico-matemáticos basados en principios constructivistas favorece el desarrollo cognitivo de estudiantes en la etapa preoperacional. Sus hallazgos confirman que cuando se respetan los principios del constructivismo, los estudiantes no solo adquieren conocimientos matemáticos, sino que desarrollan habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas que trascienden el ámbito matemático.

La síntesis de estas teorías constructivistas establece que el aprendizaje matemático efectivo debe: respetar las etapas de desarrollo cognitivo del estudiante, aprovechar la dimensión social del aprendizaje a través de la colaboración y mediación pedagógica, establecer conexiones significativas con los conocimientos y experiencias previas del estudiante, y proporcionar experiencias concretas antes de introducir abstracciones. Estos principios forman la base teórica sólida sobre la cual se construyen las metodologías innovadoras que se desarrollarán en los capítulos posteriores de este libro, adaptadas específicamente al contexto de la educación básica ecuatoriana.

1.3 El constructivismo social en el aula de matemáticas

1.3.1 Interacción social y construcción colectiva del conocimiento

El constructivismo social en la educación matemática trasciende la visión individual del aprendizaje para embarcar una perspectiva donde el conocimiento matemático se construye colectivamente a través de interacciones sociales significativas. Radford (2021) propone imaginar el aula de matemáticas como un espacio de praxis emancipadora, donde las matemáticas escolares se convierten en herramientas para la comprensión crítica del mundo y la transformación social. Esta perspectiva implica que los conceptos matemáticos no son entidades abstractas que se transmiten unidireccionalmente del docente al estudiante, sino construcciones sociales que emergen del diálogo, la discusión y la colaboración entre todos los participantes del proceso educativo.

La construcción colectiva del conocimiento matemático se fundamenta en la premisa de que cuando los estudiantes interactúan para resolver problemas matemáticos, no solo intercambian información, sino que crean nuevos significados y comprensiones que no habrían surgido en el trabajo individual. Gómez et al. (2020) documentan cómo la red de experiencias matemáticas puede potenciar significativamente el proceso de "aprendiencia" (término que combina aprendizaje y experiencia), especialmente cuando se incorporan herramientas digitales que facilitan la colaboración en tiempo real.

Un ejemplo práctico de construcción colectiva del conocimiento sería el siguiente ejercicio colaborativo para estudiantes de sexto grado:

Ejercicio 1: El Mercado de San Roque (Quito) Los estudiantes trabajan en equipos de 4 personas para resolver el siguiente problema: "En el mercado de San Roque, doña María vende quinua a \$3.50 por libra, don Carlos vende papas a \$0.75 por libra, y doña Rosa vende frijoles a \$2.25 por libra. Si una familia quiere comprar 2 libras de quinua, 5 libras de papas y 3 libras de frijoles, ¿cuánto gastará en total? Si paga con un billete de \$20, ¿cuánto recibirá de vuelto?"

En este ejercicio, cada miembro del equipo puede asumir un rol específico:

- **Calculador**: Realiza las operaciones matemáticas
- **Verificador**: Comprueba los cálculos usando métodos alternativos
- **Contextualizador**: Conecta el problema con experiencias reales del mercado
- **Comunicador**: Explica el proceso de resolución al resto de la clase

Durante la resolución colaborativa, los estudiantes deben discutir estrategias, justificar sus razonamientos y llegar a consensos. Esta interacción social permite que emerjan diferentes enfoques para el mismo problema: algunos estudiantes pueden calcular primero el costo total de cada producto y luego sumar ($3.50\times2 + 0.75\times5 + 2.25\times3$), mientras otros pueden organizar la información en una tabla o usar estimaciones para verificar la razonabilidad de sus respuestas.

Ejercicio 2: Patrones en la Arquitectura Colonial Quiteña Para estudiantes de séptimo grado, se propone el siguiente problema colaborativo: "Observen los patrones geométricos en los balcones del Centro Histórico de Quito. En un balcón típico, los barrotes siguen el patrón: 2, 5, 8, 11, 14... Si el balcón tiene 20 barrotes en total, ¿cuál será el número del último barrote siguiendo este patrón?"

Los equipos deben:

1. Identificar el patrón (progresión aritmética con diferencia común de 3)
2. Desarrollar la fórmula general: $an = 2 + (n-1)\times3$
3. Determinar qué término de la secuencia corresponde al barrote número 20
4. Presentar sus hallazgos usando representaciones visuales y algebraicas

La riqueza de este ejercicio radica en que los estudiantes pueden abordar el problema desde múltiples perspectivas: algunos pueden usar tablas, otros pueden identificar el patrón algebraicamente, y algunos pueden crear representaciones gráficas. La discusión grupal permite que estos diferentes enfoques se complementen y enriquezcan la comprensión colectiva.

Ejercicio 3: Estadística Colaborativa - Censo Escolar Para estudiantes de octavo grado, se propone realizar un mini censo escolar donde cada equipo recolecta datos sobre diferentes aspectos de la comunidad estudiantil: edades, deportes favoritos, materias preferidas, tiempo de traslado a la escuela, etc.

Los equipos deben:

1. Diseñar instrumentos de recolección de datos (encuestas, entrevistas)
2. Recopilar información de al menos 50 estudiantes
3. Organizar los datos en tablas de frecuencia
4. Calcular medidas de tendencia central (media, mediana, moda)
5. Crear gráficos estadísticos (histogramas, diagramas de barras, diagramas circulares)
6. Presentar conclusiones sobre las características de la población estudiantil

Este ejercicio demuestra cómo la construcción colectiva del conocimiento puede generar aprendizajes que trascienden los conceptos matemáticos individuales, conectando las matemáticas con la realidad social de los estudiantes.

1.3.2 El rol del docente como facilitador y mediador

El constructivismo social redefine fundamentalmente el rol del docente en el aula de matemáticas, transformándolo de transmisor de conocimientos a facilitador de experiencias de aprendizaje y mediador de interacciones sociales productivas. Herrera y Terán (2020) enfatizan que el docente constructivista debe poseer características específicas para potencializar efectivamente los procesos psicológicos superiores de los estudiantes, actuando como un "mediador inteligente" que proporciona el apoyo necesario sin substituir el proceso de construcción del conocimiento que debe realizar el estudiante.

La mediación pedagógica efectiva en matemáticas requiere que el docente desarrolle habilidades para identificar momentos de enseñanza, formular preguntas que promuevan el pensamiento crítico, y crear puentes cognitivos entre los conocimientos previos y los nuevos conceptos. Machado y Vásquez (2022) destacan que la metodología de juego-trabajo puede ser particularmente efectiva cuando el docente actúa como facilitador de experiencias lúdicas que simultáneamente promueven el aprendizaje matemático significativo.

Un ejemplo de mediación efectiva sería la siguiente situación didáctica:

Ejercicio 4: Descubrimiento Guiado de las Propiedades de los Triángulos El docente presenta a estudiantes de noveno grado el siguiente desafío: "Construyan diferentes triángulos usando palillos de dientes de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 centímetros. ¿Qué combinaciones de tres palillos permiten formar triángulos? ¿Cuáles no? ¿Pueden descubrir una regla?"

Rol del docente como mediador:

1. **Presentación del problema**: Formula la pregunta de manera abierta, sin revelar la desigualdad triangular.
2. **Observación activa**: Circula entre los equipos, observando sus estrategias y dificultades.
3. **Preguntas orientadoras**: ¿Qué observan cuando intentan unir los palillos de 3, 4 y 8 cm? ¿Qué relación encuentran entre el lado más largo y los otros dos?
4. **Validación de hipótesis**: ¿Su regla funciona para todos los casos que han probado?
5. **Formalización**: Ayuda a los estudiantes a expresar matemáticamente sus descubrimientos.

Durante este proceso, el docente no proporciona respuestas directas, sino que guía a los estudiantes hacia el descubrimiento de que la suma de las longitudes de dos lados de un triángulo debe ser mayor que la longitud del tercer lado.

Tabla 2

Diferencias entre el Rol Tradicional y el Rol Constructivista del Docente

Aspecto	Docente Tradicional	Docente Constructivista
Fuente de conocimiento	Única fuente autorizada	Facilitador de múltiples fuentes
Metodología principal	Exposición magistral	Mediación de experiencias
Evaluación	Verificación de respuestas correctas	Valoración de procesos de pensamiento
Errores estudiantiles	Elementos para corregir inmediatamente	Oportunidades de aprendizaje
Interacción social	Limitada (docente-estudiante)	Promovida (estudiante-estudiante)

Aspecto	Docente Tradicional	Docente Constructivista
Construcción del conocimiento	Externa (transmisión)	Interna (construcción social)

Ejercicio 5: Mediación en Resolución de Ecuaciones Cuadráticas Para estudiantes de décimo grado, el docente presenta el siguiente problema contextualizado: El parque La Carolina en Quito tiene una piscina rectangular cuya longitud es 3 metros mayor que su ancho. Si el área de la piscina es 180 metros cuadrados, ¿cuáles son las dimensiones de la piscina?

Proceso de mediación del docente:

1. **Activación de conocimientos previos**: ¿Qué fórmulas conocen para calcular el área de un rectángulo?
2. **Representación del problema**: ¿Cómo pueden representar matemáticamente que la longitud es 3 metros mayor que el ancho?
3. **Construcción de la ecuación**: Guía para establecer que si x = ancho, entonces $(x)(x+3) = 180$
4. **Exploración de métodos de solución**: ¿Qué estrategias conocen para resolver esta ecuación?
5. **Validación de resultados**: ¿Cómo pueden verificar que sus respuestas son correctas y tienen sentido en el contexto?

Ejercicio 6: Mediación en Probabilidad Experimental Los estudiantes de séptimo grado realizan el siguiente experimento: Lancen dos monedas ecuatorianas 100 veces y registren los resultados (cara-cara, cara-sello, sello-cara, sello-sello).

El docente media el proceso mediante:

1. **Organización de datos**: ¿Cómo pueden organizar sistemáticamente sus resultados?
2. **Análisis de frecuencias**: ¿Qué observan sobre la frecuencia de cada resultado?
3. **Comparación teoría-práctica**: ¿Cómo se comparan sus resultados con lo que esperarían teóricamente?
4. **Reflexión metacognitiva**: ¿Qué factores podrían explicar las diferencias entre sus resultados y los de otros equipos?

1.3.3 Ambientes colaborativos de aprendizaje matemático

La creación de ambientes colaborativos efectivos para el aprendizaje matemático requiere una planificación cuidadosa que considere tanto los aspectos físicos del aula como las dinámicas sociales que se establecen entre los estudiantes. Celi et al. (2021) demuestran que las estrategias didácticas colaborativas pueden potenciar significativamente el desarrollo del pensamiento lógico matemático cuando se implementan en ambientes apropiadamente estructurados que promueven la interacción positiva entre pares.

Los ambientes colaborativos efectivos se caracterizan por establecer una cultura de aula donde los errores se perciben como oportunidades de aprendizaje, donde se valora la diversidad de estrategias de resolución, y donde todos los estudiantes se sienten seguros para expresar sus ideas matemáticas. Chacha (2022) documenta cómo el juego puede servir como catalizador para crear estos ambientes colaborativos, especialmente cuando se integra estratégicamente con objetivos de aprendizaje matemático específicos.

Ejercicio 7: Ambiente Colaborativo - Feria Matemática Se organiza una feria matemática donde cada equipo de cuatro estudiantes debe crear un "puesto" que demuestre un concepto matemático específico a través de actividades interactivas:

Puesto 1: "Banco de Ecuaciones"

- Los estudiantes actúan como cajeros que deben resolver ecuaciones para "aprobar" transacciones.
- Problemas tipo: Un cliente quiere retirar x dólares. Después del retiro, le quedarán \$250. Si inicialmente tenía \$400, ¿cuánto quiere retirar?
- Ecuación resultante: $400 - x = 250$.

Puesto 2: "Geometría en la Cocina"

- Los estudiantes calculan áreas y volúmenes para "recetas matemáticas".
- Problema tipo: Para hacer 50 humitas, necesitamos una olla cilíndrica. Si cada humita ocupa 25 cm^3, ¿qué dimensiones debe tener la olla?

Puesto 3: "Estadística Deportiva"

- Análisis en tiempo real de datos deportivos ecuatorianos
- Los visitantes realizan encuestas y los "estadísticos" calculan promedios, medianas y crean gráficos.

Ejercicio 8: Proyecto Colaborativo - Presupuesto Familiar Ecuatoriano Equipos de cinco estudiantes investigan y analizan un presupuesto familiar típico ecuatoriano:

Fase 1: Investigación (2 semanas)

- Entrevistas a familiares sobre gastos mensuales.
- Investigación de costos promedio de servicios básicos.
- Recopilación de datos sobre salarios mínimos en Ecuador.

Fase 2: Análisis Matemático (2 semanas)

- Cálculo de porcentajes de gastos por categoría.
- Creación de gráficos circulares y de barras.
- Análisis de variabilidad usando desviación estándar.
- Proyecciones anuales y comparaciones regionales.

Fase 3: Presentación Colaborativa (1 semana)

- Cada miembro del equipo presenta un aspecto diferente.
- Uso de tecnología para visualizaciones interactivas.
- Propuestas de optimización del presupuesto familiar.

Tabla 3

Elementos esenciales para crear Ambientes Colaborativos Efectivos

Elemento	Descripción	Ejemplo de Implementación	Beneficio Matemático
Interdependencia Positiva	Los estudiantes necesitan unos de otros para tener éxito	Asignar roles complementarios en resolución de problemas	Desarrolla múltiples estrategias de solución
Responsabilidad Individual	Cada miembro es responsable de su contribución	Evaluaciones individuales dentro del trabajo grupal	Garantiza comprensión personal de conceptos
Interacción Cara a Cara	Comunicación directa y explicación de razonamientos	Discusiones estructuradas sobre métodos de solución	Mejora habilidades de comunicación matemática
Habilidades Sociales	Competencias para trabajar	Entrenamientos en escucha activa y resolución de conflictos	Facilita el intercambio de ideas matemáticas

Elemento	Descripción	Ejemplo de Implementación	Beneficio Matemático
	efectivamente en equipo		
Procesamiento Grupal	Reflexión sobre la efectividad del trabajo en equipo	Sesiones de evaluación del proceso colaborativo	Optimiza estrategias de aprendizaje matemático

Ejercicio 9: Construcción Colaborativa de Conocimiento - Función Cuadrática Para estudiantes de noveno grado, se implementa la siguiente secuencia colaborativa de 4 sesiones:

Sesión 1: Exploración Experimental Los equipos lanzan pelotas desde diferentes alturas y miden las trayectorias, registrando datos en tablas de (tiempo, altura).

Sesión 2: Modelización Matemática Cada equipo usa sus datos para encontrar patrones y proponer ecuaciones que describan el movimiento. Los grupos comparten sus hallazgos y comparan modelos.

Sesión 3: Generalización Colaborativa Los equipos combinan sus descubrimientos para construir colectivamente la forma general de una función cuadrática: $f(x) = ax^2 + bx + c$

Sesión 4: Aplicación y Validación Los estudiantes usan su modelo colaborativo para predecir trayectorias en nuevas situaciones y verifican experimentalmente sus predicciones.

Ejercicio 10: Ambiente Colaborativo Digital - Wiki Matemática Los estudiantes crean colaborativamente una wiki digital sobre conceptos matemáticos, donde cada equipo es responsable de una sección:

- **Equipo Definiciones**: Crea definiciones claras con ejemplos visuales.
- **Equipo Ejemplos**: Desarrolla problemas resueltos paso a paso.
- **Equipo Aplicaciones**: Encuentra conexiones con situaciones reales ecuatorianas.
- **Equipo Evaluación**: Crea ejercicios y rúbricas de autoevaluación.

Yagual et al. (2023) confirman que la integración de herramientas digitales en ambientes colaborativos puede potenciar significativamente el aprendizaje matemático, especialmente cuando se combinan actividades presenciales con plataformas digitales que permiten la construcción colectiva de conocimiento.

Los ambientes colaborativos efectivos también requieren estrategias específicas para manejar la diversidad de ritmos de aprendizaje y estilos cognitivos. Intriago y Murillo (2022) sugieren que la organización de "rincones matemáticos" puede facilitar que estudiantes con diferentes habilidades contribuyan significativamente al aprendizaje colectivo, permitiendo que cada uno aporte desde sus fortalezas particulares.

La implementación exitosa de ambientes colaborativos de aprendizaje matemático en el contexto ecuatoriano debe considerar factores culturales específicos, como la importancia de la familia y la comunidad en la educación, la diversidad lingüística y étnica, y las tradiciones de trabajo cooperativo presentes en muchas comunidades indígenas y rurales del país. Estos elementos culturales pueden convertirse en fortalezas que enriquezcan significativamente los procesos de construcción social del conocimiento matemático, creando experiencias de aprendizaje más relevantes y significativas para los estudiantes ecuatorianos.

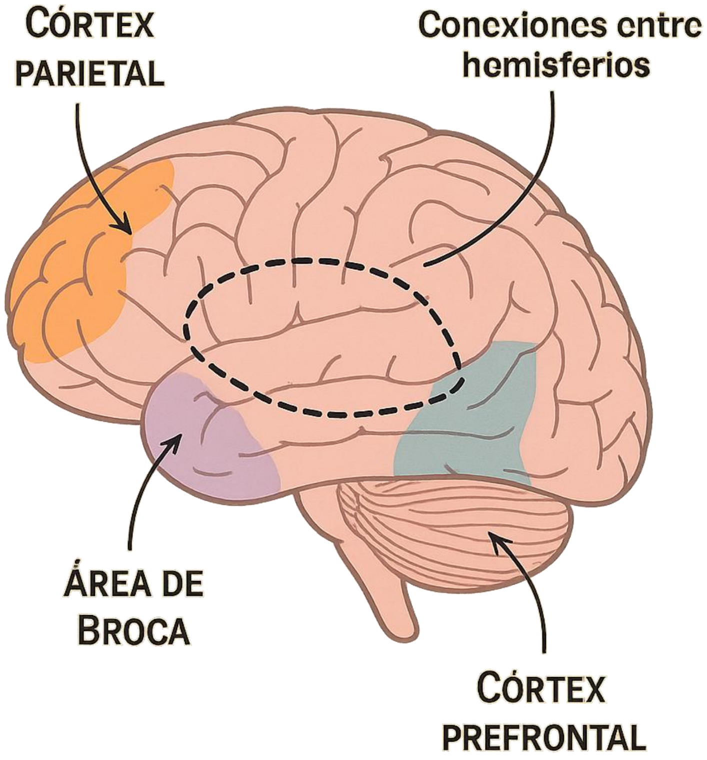
1.4 Neurociencia y aprendizaje matemático

1.4.1 Bases neurológicas del pensamiento matemático

La neurociencia educativa ha emergido como un campo interdisciplinario fundamental que aporta evidencia científica sobre los procesos cerebrales involucrados en el aprendizaje matemático, proporcionando bases empíricas para el diseño de estrategias pedagógicas más efectivas. Cantillo-Rudas y Rodríguez-Nieto (2024) presentan un estado del arte comprehensivo sobre las relaciones entre neurociencia y educación matemática, destacando que el cerebro humano posee redes neuronales especializadas para el procesamiento de información numérica y espacial que se desarrollan desde el nacimiento y pueden ser potenciadas a través de experiencias educativas apropiadas.

Imagen 1

Redes neurales del Pensamiento Matemático



Nota. Adaptado de Dehaene, 2011.

Las investigaciones en neurociencia cognitiva han identificado que el procesamiento matemático involucra múltiples redes neurales distribuidas a lo largo del cerebro. El córtex parietal inferior, particularmente el surco interparietal, actúa como el núcleo central para el procesamiento numérico básico, incluyendo la percepción de cantidades, la comparación de magnitudes y las operaciones aritméticas elementales. Esta región cerebral muestra activación específica cuando los individuos procesan información numérica, independientemente de la modalidad sensorial a través de la cual se presenta la información (visual, auditiva o táctil).

Agudelo-Valdeleón (2024) enfatiza que la neuro psicopedagogía puede mejorar significativamente el aprendizaje cuando se aplican principios basados en evidencia neurocientífica. Los hallazgos neurobiológicos revelan que el cerebro posee una capacidad innata para procesar pequeñas cantidades (hasta 3 o 4 elementos) de manera instantánea, conocida como "sanitización", que constituye la base natural sobre la cual se construyen competencias matemáticas más complejas. Esta capacidad está presente desde el nacimiento y puede observarse en bebés de pocos meses de edad, sugiriendo que existe una predisposición biológica para el pensamiento matemático.

La corteza prefrontal desempeña un papel crucial en el control ejecutivo de los procesos matemáticos, especialmente en la planificación de estrategias de resolución de problemas, el mantenimiento de información en la memoria de trabajo, y la inhibición de respuestas incorrectas. Durante la resolución de problemas matemáticos complejos, como ecuaciones algebraicas o problemas de varios pasos, esta región coordina la actividad de otras áreas cerebrales y mantiene activa la información relevante mientras se procesan los diferentes componentes del problema.

Imagen 2

Desarrollo de la Activación Cerebral en Tareas Matemáticas

Nota. Basado en Ansari, 2008.

Ramos y Arnaiz (2022) desarrollan estrategias neuro educativas específicas para optimizar el aprendizaje matemático en estudiantes de educación básica elemental, demostrando que cuando las intervenciones pedagógicas se alinean con los principios del funcionamiento cerebral, se obtienen mejoras significativas en el rendimiento académico. Sus investigaciones revelan que el cerebro infantil muestra una plasticidad extraordinaria que permite la reorganización de redes neurales en respuesta a experiencias educativas estructuradas, sugiriendo que existe una ventana crítica de oportunidad durante la infancia para establecer bases sólidas del pensamiento matemático.

La memoria de trabajo, localizada principalmente en el córtex prefrontal dorsolateral, constituye un componente esencial para el aprendizaje matemático, ya que permite mantener y manipular información numérica durante la resolución de problemas. Las investigaciones neurocientíficas han demostrado que la capacidad de la memoria de trabajo varía significativamente entre individuos y se correlaciona fuertemente con el rendimiento en matemáticas. Esta variabilidad individual sugiere la necesidad de estrategias pedagógicas diferenciadas que consideren las limitaciones y fortalezas específicas de cada estudiante.

Los circuitos neurales responsables del procesamiento espacial, ubicados en el lóbulo parietal posterior, también contribuyen significativamente al aprendizaje matemático, especialmente en geometría y en la comprensión de conceptos como fracciones y proporciones. La representación mental de la "línea numérica" depende críticamente de estas regiones, y su desarrollo apropiado es fundamental para la comprensión de relaciones numéricas y operaciones matemáticas.

1.4.2 Desarrollo del sentido numérico en niños ecuatorianos

El desarrollo del sentido numérico en niños ecuatorianos presenta características específicas que reflejan tanto patrones universales del desarrollo cognitivo como influencias particulares del contexto sociocultural local. El sentido numérico se define como la comprensión intuitiva de los números, sus relaciones y las operaciones que se pueden realizar con ellos, constituyendo la base fundamental sobre la cual se construyen todas las competencias matemáticas posteriores.

Bello (2016) documenta el desarrollo cognitivo de los procesos matemáticos desde una perspectiva piagetiana, observando que los niños ecuatorianos siguen patrones similares a los descritos universalmente, pero con variaciones temporales y cualitativas que reflejan influencias del entorno educativo y cultural específico. El estudio revela que los niños en contextos urbanos ecuatorianos tienden a desarrollar ciertas habilidades numéricas formales ligeramente antes que sus pares en contextos rurales, posiblemente debido a diferencias en la exposición temprana a actividades estructuradas de conteo y numeración.

Imagen 3

Desarrollo del sentido numérico en la Infancia Ecuatoriana

Nota. Basado en Bello, 2016.

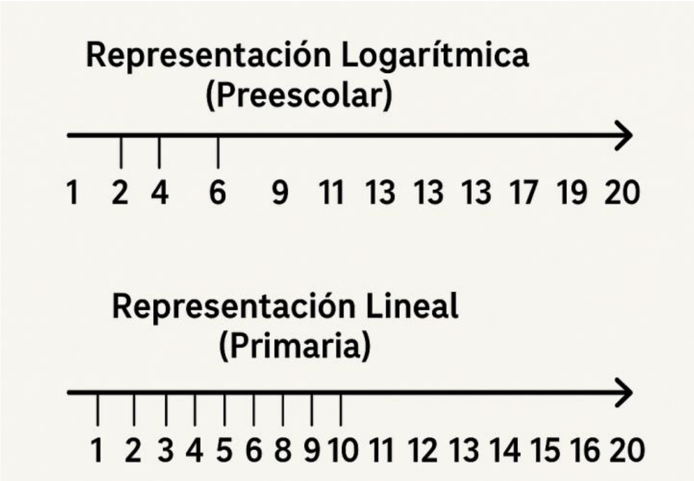
Las investigaciones específicas en el contexto ecuatoriano revelan que el desarrollo del sentido numérico está fuertemente influenciado por las prácticas culturales de conteo y medición presentes en las familias y comunidades. Los niños que crecen en comunidades donde se practican actividades tradicionales como el comercio en mercados locales, la agricultura con sistemas de medición ancestrales, o artesanías que requieren cálculos proporcionales, tienden a desarrollar intuiciones numéricas más robustas en ciertos dominios específicos.

Chico et al. (2025) analizan la aplicación de métodos de enseñanza basados en la teoría de Piaget específicamente en el contexto ecuatoriano, encontrando que la secuenciación apropiada de actividades de desarrollo del sentido numérico debe considerar tanto la maduración neurológica como las experiencias culturales previas de los estudiantes. Los autores identifican que los niños ecuatorianos muestran fortalezas particulares en el desarrollo de conceptos relacionados con medición y estimación, posiblemente debido a la exposición temprana a actividades familiares que involucran estos conceptos.

El desarrollo de la línea numérica mental constituye un hito crucial en el desarrollo del sentido numérico. Los estudios neurocientíficos indican que inicialmente los niños representan los números de manera logarítmica (donde las distancias entre números pequeños son mayores que entre números grandes), y gradualmente desarrollan una representación lineal más precisa. En el contexto ecuatoriano, este desarrollo puede verse influenciado por las experiencias específicas con sistemas de numeración y medición presentes en la cultura local.

Imagen 4

Evolución de la representación mental de números



Nota. Adaptado de Siegler & Booth, 2004.

Intriago y Murillo (2022) demuestran que la implementación de rincones lógico-matemáticos específicamente diseñados para el contexto ecuatoriano puede acelerar significativamente el desarrollo del sentido numérico en niños de educación inicial. Sus hallazgos indican que cuando se utilizan materiales manipulativos culturalmente relevantes (como granos de quinua para conteo, tejidos andinos para patrones, o monedas ecuatorianas para valor posicional), los niños desarrollan comprensiones numéricas más profundas y duraderas.

El desarrollo del sentido numérico también está íntimamente relacionado con el desarrollo del lenguaje matemático. En el contexto ecuatoriano, donde coexisten el español y múltiples lenguas indígenas, el desarrollo del vocabulario numérico puede presentar complejidades adicionales, pero también oportunidades únicas. Los sistemas de numeración en lenguas como el kichwa poseen características estructurales que pueden facilitar la comprensión de ciertos conceptos matemáticos, como el sistema vigesimal que puede ayudar en la comprensión del valor posicional.

Las diferencias individuales en el desarrollo del sentido numérico están influenciadas por factores neurobiológicos, experiencias tempranas con números, calidad de la estimulación educativa, y factores socioeconómicos. En el contexto ecuatoriano, estas diferencias pueden ser particularmente pronunciadas debido a la diversidad geográfica, cultural y socioeconómica del país, lo que requiere enfoques pedagógicos altamente diferenciados y culturalmente sensibles.

1.4.3 Factores culturales y cognitivos en el aprendizaje

Los factores culturales y cognitivos ejercen una influencia profunda y compleja en el aprendizaje matemático, configurando no solo qué conceptos se aprenden y cómo se aprenden, sino también las actitudes y creencias que los estudiantes desarrollan hacia las matemáticas. En el contexto ecuatoriano, caracterizado por una rica diversidad cultural, étnica y lingüística, estos factores adquieren una importancia particular para el diseño de estrategias pedagógicas efectivas y culturalmente relevantes.

Navarrete et al. (2021) analizan específicamente el impacto de la psicología piagetiana en estudiantes ecuatorianos de educación básica superior, encontrando que los factores culturales pueden acelerar o retardar el desarrollo de ciertas competencias cognitivas dependiendo de su alineación con las experiencias culturales previas de los estudiantes. Los autores identifican que los estudiantes provenientes de comunidades con tradiciones matemáticas ancestrales (como sistemas de conteo en base 20, técnicas de medición tradicionales, o patrones geométricos en textiles) pueden mostrar ventajas iniciales en ciertos dominios matemáticos.

La cognición matemática está profundamente influenciada por los sistemas simbólicos y las prácticas culturales de representación numérica. En Ecuador, la coexistencia de sistemas de numeración occidental con sistemas tradicionales indígenas crea oportunidades únicas para el desarrollo de flexibilidad cognitiva en el pensamiento numérico. Los estudiantes que han estado expuestos a múltiples sistemas de representación numérica pueden desarrollar habilidades superiores de traducción entre diferentes formas de representación matemática, una competencia crucial para el éxito en matemáticas avanzadas.

Los valores culturales también influyen significativamente en las actitudes hacia el aprendizaje matemático. En muchas comunidades ecuatorianas, especialmente en contextos rurales e indígenas, el conocimiento matemático se valora principalmente por su utilidad práctica en actividades comunitarias como la agricultura, el comercio, y la construcción. Esta orientación pragmática puede ser aprovechada pedagógicamente para crear conexiones más fuertes entre las matemáticas escolares y las matemáticas vivenciales de los estudiantes.

Tabla 4

Factores culturales que influyen en el Aprendizaje Matemático en el Contexto Ecuatoriano

Factor Cultural	Influencia en el Aprendizaje	Oportunidades Pedagógicas	Desafíos Potenciales
Sistemas de numeración tradicionales	Desarrollo de flexibilidad en representación numérica	Uso de múltiples sistemas para fortalecer comprensión conceptual	Posible confusión inicial entre sistemas
Prácticas comerciales ancestrales	Fortalecimiento de habilidades de cálculo mental y estimación	Contextualización de problemas en mercados locales	Limitación a contextos específicos
Tradiciones textiles y artesanales	Desarrollo avanzado de habilidades espaciales y geométricas	Integración de geometría con arte y cultura	Resistencia a formalización matemática
Sistemas de medición tradicionales	Comprensión intuitiva de proporciones y equivalencias	Conexión con sistemas métricos modernos	Necesidad de traducción entre sistemas
Lenguas indígenas	Estructuras lingüísticas que pueden facilitar ciertos conceptos matemáticos	Aprovechamiento de estructuras gramaticales específicas	Barreras de comunicación en aulas multilingües

Los factores cognitivos individuales también interactúan de manera compleja con las influencias culturales. Celi et al. (2021) identifican que las estrategias didácticas más efectivas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático son aquellas que reconocen y aprovechan tanto las fortalezas cognitivas individuales como los recursos culturales disponibles en el entorno del estudiante. Esta perspectiva requiere que los docentes desarrollen competencias para identificar y valorar la diversidad cognitiva y cultural presente en sus aulas.

La memoria cultural, entendida como el conjunto de conocimientos, prácticas y valores transmitidos generacionalmente, constituye un recurso pedagógico invaluable para el aprendizaje matemático. En el contexto ecuatoriano, esta memoria incluye sofisticados sistemas de conocimiento matemático desarrollados por culturas ancestrales, como los sistemas astronómicos, arquitectónicos y agrícolas que requieren comprensiones profundas de conceptos geométricos, numéricos y estadísticos.

Las diferencias en estilos cognitivos también están influenciadas por factores culturales. Algunas culturas enfatizan el pensamiento holístico e integrado, mientras que otras priorizan el análisis secuencial y la descomposición de problemas. En Ecuador, la diversidad cultural implica que los estudiantes pueden llegar al aula con estilos cognitivos muy diferentes, lo que requiere estrategias pedagógicas que acomoden y aprovechen esta diversidad en lugar de intentar homogeneizarla.

Tabla 5

Estilos Cognitivos observados en Estudiantes Ecuatorianos y sus Implicaciones para la Enseñanza Matemática

Estilo Cognitivo	Características	Fortalezas Matemáticas	Estrategias Pedagógicas Recomendadas
Holístico-Intuitivo	Procesamiento global, enfoque en patrones y relaciones	Geometría, reconocimiento de patrones, estimación	Uso de representaciones visuales, problemas abiertos
Analítico-Secuencial	Procesamiento paso a paso, enfoque en detalles	Álgebra, algoritmos, demostraciones formales	Instrucción estructurada, descomposición de problemas
Kinestésico-Práctico	Aprendizaje a través de manipulación y movimiento	Geometría espacial, medición, probabilidad experimental	Materiales manipulativos, experimentos matemáticos
Verbal-Lingüístico	Procesamiento a través del lenguaje y narrativa	Resolución de problemas verbales, comunicación matemática	Discusiones, explicaciones orales, problemas contextualizados

Estilo Cognitivo	Características	Fortalezas Matemáticas	Estrategias Pedagógicas Recomendadas
Visual-Espacial	Procesamiento a través de imágenes y representaciones espaciales	Geometría, gráficos, funciones	Diagramas, tecnología de visualización, arte matemático

Chacha (2022) demuestra que el juego, como manifestación cultural universal, pero con variaciones locales específicas, puede servir como puente entre los factores culturales y cognitivos en el aprendizaje matemático. Los juegos tradicionales ecuatorianos incorporan naturalmente conceptos matemáticos complejos y pueden ser adaptados pedagógicamente para fortalecer competencias específicas mientras respetan y valoran la cultura local.

Las creencias epistemológicas sobre la naturaleza de las matemáticas también están culturalmente determinadas y influyen profundamente en el aprendizaje. Algunas culturas conciben las matemáticas como un conjunto de verdades absolutas y procedimientos fijos, mientras que otras las ven como herramientas flexibles para resolver problemas prácticos. En el contexto ecuatoriano, estas diferentes concepciones pueden coexistir en la misma aula, requiriendo que los docentes desarrollen sensibilidad cultural para navegar estas diferencias constructivamente.

La ansiedad matemática, fenómeno psicológico que afecta significativamente el aprendizaje, también está influenciada por factores culturales. En culturas donde las matemáticas se asocian fuertemente con el éxito académico y social, los estudiantes pueden desarrollar niveles elevados de ansiedad que interfieren con su capacidad de procesamiento cognitivo. Conversamente, en culturas donde las matemáticas se integran naturalmente en actividades cotidianas valoradas, los estudiantes pueden mostrar actitudes más positivas y relajadas hacia el aprendizaje matemático.

El papel de la familia y la comunidad en el aprendizaje matemático varía significativamente entre diferentes grupos culturales ecuatorianos. En comunidades indígenas, el aprendizaje matemático tradicional ocurre a través de la participación en actividades comunitarias auténticas, creando conexiones fuertes entre las matemáticas y la identidad cultural. En contextos urbanos, el apoyo familiar puede estar más enfocado

en el éxito en matemáticas escolares formales, pero puede estar desconectado de aplicaciones culturalmente significativas.
La integración efectiva de factores culturales y cognitivos en la educación matemática ecuatoriana requiere un enfoque pedagógico que valore la diversidad como una fortaleza en lugar de verla como un obstáculo. Esto implica desarrollar currículos flexibles que permitan múltiples trayectorias de aprendizaje, formar docentes con competencias interculturales, y crear evaluaciones que reconozcan diferentes formas de demostrar competencia matemática. Solo mediante este enfoque integral será posible aprovechar plenamente el rico patrimonio cultural ecuatoriano como recurso para el aprendizaje matemático innovador y significativo.

1.5 Contexto educativo ecuatoriano

1.5.1 Currículo Nacional de Matemáticas en Educación Básica

El Currículo Nacional de Educación del Ecuador, actualizado en 2016 y refinado progresivamente hasta la actualidad, establece un marco pedagógico integral para la enseñanza de las matemáticas en educación básica que busca articular los principios constructivistas con las necesidades específicas del contexto nacional. Bravo Guerrero (2020) analiza la importancia crucial del currículo, el texto y el docente como elementos interconectados en la clase de matemática, destacando que el currículo ecuatoriano adopta un enfoque por destrezas con criterios de desempeño que se alinea conceptualmente con los principios constructivistas previamente analizados en este capítulo.
El diseño curricular ecuatoriano se estructura en torno a cinco bloques curriculares fundamentales que organizan la enseñanza matemática desde una perspectiva holística e integrada: Álgebra y Funciones, Geometría y Medida, Estadística y Probabilidad, que se complementan transversalmente con el desarrollo del razonamiento lógico y la resolución de problemas. Esta organización refleja una comprensión contemporánea de las matemáticas como un campo integrado donde los diferentes dominios se refuerzan mutuamente, en contraposición a enfoques tradicionales que fragmentaban el conocimiento matemático en compartimentos aislados.
La estructura curricular por niveles educativos revela una progresión cuidadosamente secuenciada que respeta los principios del desarrollo cognitivo identificados por Piaget, mientras incorpora elementos del aprendizaje social propuestos por Vygotsky. En Educación Básica Elemental (segundo a cuarto año), el currículo enfatiza el desarrollo del sentido numérico, las operaciones básicas con números naturales, y la iniciación a

conceptos geométricos fundamentales mediante experiencias concretas y manipulativas. Durante estos años formativos, se privilegian actividades que permiten a los estudiantes construir gradualmente la comprensión de conceptos abstractos a partir de experiencias tangibles con materiales del entorno.

En Educación Básica Media (quinto a séptimo año), el currículo introduce conceptos más complejos como fracciones, decimales, proporcionalidad y nociones básicas de álgebra, manteniendo un enfoque que conecta constantemente los nuevos aprendizajes con aplicaciones prácticas del contexto ecuatoriano. La geometría se expande hacia el estudio de figuras planas y cuerpos geométricos, incorporando el cálculo de perímetros, áreas y volúmenes mediante estrategias que promueven la comprensión conceptual antes que la memorización de fórmulas.

La Educación Básica Superior (octavo a décimo año) culmina la educación básica con el desarrollo de competencias algebraicas más sofisticadas, incluyendo ecuaciones lineales y cuadráticas, funciones, y conceptos estadísticos avanzados. El currículo en este nivel busca preparar a los estudiantes para la educación secundaria mientras asegura que posean las herramientas matemáticas fundamentales para la ciudadanía activa y el mundo laboral.

1.5.2 Ejercicio Curricular 1: Aplicación de Destrezas con Criterios de Desempeño

Para ilustrar la aplicación práctica del currículo, consideremos la destreza específica del séptimo año: "Calcular porcentajes en aplicaciones cotidianas: facturas, notas de venta, rebajas, cuentos por cobrar, impuestos, intereses y otros" (M.4.1.44).

Actividad práctica: Los estudiantes analizan facturas reales de servicios básicos ecuatorianos (luz eléctrica, agua potable, teléfono) para:

1. Identificar los diferentes porcentajes aplicados (IVA 12%, descuentos por pronto pago, recargos por mora).
2. Calcular el valor real de cada concepto.
3. Proponer estrategias familiares para optimizar el consumo.
4. Comparar costos entre diferentes proveedores de servicios.

Este ejercicio demuestra cómo el currículo conecta conceptos matemáticos formales con situaciones auténticas de la vida ecuatoriana, promoviendo tanto la competencia matemática como la educación financiera práctica.

Ejercicio Curricular 2: Integración de Bloques Curriculares La destreza de noveno año "Resolver problemas que involucren sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas" (M.4.1.60) puede integrarse con geometría y estadística:

Problema integrado: "En una cooperativa de transporte de Cuenca, los buses tipo A transportan 40 pasajeros y consumen 15 litros de combustible por recorrido, mientras que los buses tipo B transportan 25 pasajeros y consumen 10 litros por recorrido. Si en un día la cooperativa transportó 500 pasajeros usando 200 litros de combustible, ¿cuántos buses de cada tipo operaron?"

Los estudiantes deben:

1. Plantear el sistema de ecuaciones (álgebra).
2. Interpretar la solución geométricamente mediante gráficos (geometría).
3. Analizar la eficiencia de cada tipo de bus (estadística y análisis crítico).

El enfoque curricular ecuatoriano también incorpora metodologías activas que promueven el aprendizaje significativo. Las orientaciones metodológicas del currículo enfatizan el uso de problemas contextualizados, el trabajo colaborativo, y la integración de tecnologías educativas apropiadas. Esta aproximación metodológica se alinea directamente con los principios constructivistas analizados en las secciones anteriores, especialmente con la importancia de la construcción social del conocimiento y la mediación pedagógica efectiva.

1.5.3 Diagnóstico actual de la enseñanza matemática en Ecuador

El diagnóstico de la situación actual de la enseñanza matemática en Ecuador revela un panorama complejo caracterizado por avances significativos en el marco normativo y curricular, junto con persistentes desafíos en la implementación práctica que afectan particularmente a sectores vulnerables de la población estudiantil. Las evaluaciones nacionales e internacionales proporcionan evidencia empírica sobre los logros y limitaciones del sistema educativo ecuatoriano en el área matemática, revelando disparidades significativas que requieren intervenciones diferenciadas y culturalmente sensibles.

Los resultados de las pruebas Ser Estudiante aplicadas por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) muestran que, aunque existe una tendencia general de mejora en los últimos años, persisten brechas importantes entre diferentes sectores de la población estudiantil. Los estudiantes de instituciones educativas urbanas y privadas consistentemente obtienen puntajes superiores a sus pares de instituciones rurales y fiscales, evidenciando que factores socioeconómicos y geográficos continúan influyendo significativamente en los resultados de aprendizaje matemático.

Yagual et al. (2023) documentan que la integración de herramientas digitales para el aprendizaje de matemáticas en instituciones educativas ecuatorianas presenta resultados prometedores pero desiguales. Su investigación revela que las escuelas con mejor infraestructura tecnológica y docentes capacitados en competencias digitales logran mejoras significativas en el rendimiento estudiantil, mientras que instituciones con limitaciones tecnológicas mantienen enfoques tradicionales que no optimizan el potencial de aprendizaje de los estudiantes.

Ejercicio de Diagnóstico 1: Análisis de Resultados Institucionales Los docentes pueden implementar el siguiente ejercicio para diagnosticar el nivel de comprensión conceptual versus procedimental en sus estudiantes:

Problema diagnóstico para octavo año: María tiene $50 para comprar útiles escolares. Los cuadernos cuestan $1.25 cada uno y los bolígrafos $0.75 cada uno. Si compra 8 cuadernos, ¿cuántos bolígrafos puede comprar como máximo?

Análisis de respuestas esperadas:

- **Enfoque procedimental:** 50 - (8 × 1.25) = 40; 40 ÷ 0.75 = 53.33; respuesta: 53 bolígrafos.
- **Enfoque conceptual:** Los estudiantes explican el proceso, verifican la razonabilidad del resultado, y pueden plantear preguntas adicionales sobre el dinero sobrante.

Este diagnóstico permite identificar si los estudiantes simplemente aplican algoritmos o comprenden las relaciones matemáticas subyacentes.

La formación docente constituye un factor determinante en la calidad de la enseñanza matemática. Bravo Guerrero (2020) identifica que muchos docentes ecuatorianos enfrentan desafíos para implementar efectivamente las metodologías constructivistas propuestas en el currículo nacional, debido a limitaciones en su formación inicial y a la escasez de programas de desarrollo profesional continuo que aborden específicamente la didáctica matemática innovadora.

Las investigaciones revelan que una proporción significativa de docentes de matemáticas en Ecuador continúa empleando metodologías transmisivas tradicionales, donde la enseñanza se centra en la explicación de procedimientos algorítmicos y la práctica repetitiva, en lugar de promover la comprensión conceptual y el desarrollo del pensamiento matemático crítico. Esta situación se agrava en contextos rurales donde los docentes frecuentemente deben enseñar múltiples materias y atienden aulas multigrado con recursos limitados.

Ejercicio de Diagnóstico 2: Evaluación de Comprensión Conceptual Para evaluar la comprensión conceptual de fracciones en quinto año:

Situación problemática: En una pizzería de Guayaquil, una pizza familiar se divide en 8 porciones iguales. Juan comió 3/8 de la pizza y María comió 2/8. ¿Qué fracción de la pizza comieron entre los dos? ¿Qué fracción quedó? Dibuja y explica tu respuesta.

Indicadores de comprensión conceptual:

- Representa gráficamente las fracciones.
- Explica que sumar fracciones con igual denominador significa sumar numeradores.
- Conecta la representación simbólica (3/8 + 2/8 = 5/8) con el contexto del problema
- Verifica que la fracción restante (3/8) más la consumida (5/8) suman el total (8/8 = 1).

La infraestructura educativa también presenta disparidades significativas que afectan la implementación de enfoques constructivistas. Mientras que algunas instituciones urbanas cuentan con laboratorios de matemáticas, materiales manipulativos, y tecnología educativa avanzada, muchas escuelas rurales carecen de recursos básicos como textos actualizados, materiales didácticos apropiados, y espacios físicos adecuados para el trabajo colaborativo.

Celi et al. (2021) documentan que las estrategias didácticas más efectivas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático requieren recursos y condiciones que no están uniformemente disponibles en el sistema educativo ecuatoriano. Esta situación crea círculos de inequidad donde los estudiantes con mayores necesidades de apoyo pedagógico tienen menor acceso a metodologías innovadoras que podrían potenciar significativamente su aprendizaje.

1.5.4 Desafíos y oportunidades del sistema educativo nacional

El sistema educativo ecuatoriano enfrenta desafíos multidimensionales que requieren respuestas sistémicas e innovadoras, pero simultáneamente presenta oportunidades únicas derivadas de su rica diversidad cultural, las reformas curriculares recientes, y el creciente compromiso gubernamental con la mejora de la calidad educativa. El análisis de estos desafíos y oportunidades proporciona el marco necesario para el desarrollo de metodologías constructivistas que sean tanto pedagógicamente efectivas como contextualmente apropiadas.

Los desafíos estructurales del sistema incluyen la persistencia de inequidades socioeconómicas que se reflejan en disparidades educativas, la necesidad de fortalecer la formación docente inicial y continua, las limitaciones de infraestructura y recursos tecnológicos, y la complejidad de atender efectivamente la diversidad cultural y lingüística del país. Estos desafíos se intensifican en el área de matemáticas debido a las actitudes negativas prevalentes hacia esta disciplina y la percepción cultural de que las matemáticas son inherentemente difíciles y abstractas.

Ejercicio de Reflexión Institucional 1: Mapeo de Desafíos Locales Las instituciones educativas pueden implementar el siguiente ejercicio para identificar sus desafíos específicos:

Actividad de diagnóstico institucional: Formar equipos mixtos (docentes, estudiantes, padres de familia) para analizar:

1. **Recursos disponibles:** ¿Qué materiales matemáticos tenemos? ¿Qué nos falta?
2. **Prácticas pedagógicas:** ¿Qué metodologías usan los docentes? ¿Cuáles son más efectivas?
3. **Resultados de aprendizaje:** ¿En qué conceptos matemáticos muestran más dificultades los estudiantes?
4. **Factores contextuales:** ¿Qué aspectos culturales y socioeconómicos influyen en el aprendizaje matemático?

Cada equipo presenta sus hallazgos y propone tres acciones concretas para mejorar la enseñanza matemática en su contexto específico.

La diversidad cultural ecuatoriana, tradicionalmente vista como un desafío para la homogenización educativa, representa en realidad una oportunidad extraordinaria para enriquecer el aprendizaje matemático mediante la incorporación de conocimientos, prácticas y perspectivas matemáticas ancestrales. Los sistemas de conocimiento indígenas incluyen sofisticadas comprensiones geométricas, numéricas y astronómicas que pueden complementar y enriquecer las matemáticas escolares occidentales, creando experiencias de aprendizaje más inclusivas y culturalmente significativas.

Las reformas curriculares recientes han establecido un marco favorable para la implementación de metodologías constructivistas, pero requieren estrategias sistemáticas de implementación que incluyan formación docente especializada, desarrollo de recursos didácticos apropiados, y sistemas de evaluación que valoren el desarrollo del pensamiento matemático más que la reproducción mecánica de procedimientos. Esta transición paradigmática presenta oportunidades para posicionar a Ecuador como líder regional en innovación educativa matemática.

Ejercicio de Innovación 1: Proyecto Comunitario de Matemáticas Para aprovechar la diversidad cultural como recurso educativo:

Proyecto "Matemáticas de Nuestros Abuelos": Los estudiantes de séptimo año investigan prácticas matemáticas tradicionales de sus comunidades:

1. **Investigación familiar:** Entrevistan a adultos mayores sobre técnicas de cálculo, medición, y estimaciones tradicionales.
2. **Documentación:** Registran métodos ancestrales para problemas como dividir terrenos, calcular cosechas, o determinar fechas de siembra.
3. **Comparación:** Analizan similitudes y diferencias con métodos matemáticos modernos.
4. **Aplicación:** Resuelven problemas contemporáneos usando tanto métodos tradicionales como modernos.
5. **Presentación:** Comparten sus hallazgos con la comunidad educativa, valorando la sabiduría ancestral.

La incorporación de tecnologías educativas presenta tanto oportunidades como desafíos específicos. Yagual et al. (2023) demuestran que las herramientas digitales pueden potenciar significativamente el aprendizaje matemático cuando se integran apropiadamente con metodologías constructivistas, pero requieren inversiones sustanciales en infraestructura, formación docente, y desarrollo de contenidos educativos digitales culturalmente relevantes.

Tabla 6

Principales Desafíos y Oportunidades Identificados

Dimensión	Desafíos Principales	Oportunidades Emergentes	Estrategias Recomendadas
Infraestructura	Disparidades entre instituciones urbanas y rurales	Programas gubernamentales de mejoramiento	Uso creativo de recursos locales, alianzas institucionales
Formación Docente	Limitada preparación en metodologías constructivistas	Creciente oferta de programas especializados	Comunidades de práctica, mentorías pedagógicas
Diversidad Cultural	Complejidad de atender múltiples contextos	Riqueza de conocimientos ancestrales	Currículos flexibles, valoración de saberes locales
Tecnología Educativa	Acceso desigual a herramientas digitales	Expansión de conectividad nacional	Integración gradual, formación digital docente
Evaluación	Predominio de evaluaciones tradicionales	Desarrollo de sistemas de evaluación formativa	Diversificación de instrumentos, evaluación auténtica

Ejercicio de Planificación Estratégica 1: Visión Institucional 2030 Las instituciones pueden desarrollar planes estratégicos participativos:

Metodología de planificación:

1. **Diagnóstico participativo:** Toda la comunidad educativa identifica fortalezas y áreas de mejora.
2. **Visión compartida:** Construcción colectiva de la visión de la enseñanza matemática deseada para 2030.
3. **Objetivos específicos:** Definición de metas cuantificables y temporalizadas
4. **Estrategias innovadoras:** Identificación de metodologías constructivistas apropiadas para el contexto local.
5. **Recursos necesarios:** Mapeo de recursos humanos, materiales y financieros requeridos.

6. **Indicadores de seguimiento:** Establecimiento de métricas para evaluar el progreso.

Las oportunidades de colaboración internacional también se incrementan, con organizaciones como UNESCO, UNICEF, y fundaciones privadas desarrollando iniciativas específicas para mejorar la educación matemática en América Latina. Estas colaboraciones pueden proporcionar recursos técnicos, financieros y pedagógicos para implementar innovaciones que de otra manera serían inaccesibles para instituciones individuales.

El creciente reconocimiento social de la importancia de las competencias matemáticas para el desarrollo personal y nacional crea un contexto favorable para inversiones educativas y reformas pedagógicas. La sociedad ecuatoriana muestra una disposición creciente para apoyar iniciativas que mejoren la calidad de la educación matemática, especialmente cuando estas iniciativas demuestran conexiones claras con el desarrollo económico y social del país.

Ejercicio de Proyección 1: Escenarios Futuros Los equipos docentes pueden explorar escenarios futuros para la educación matemática:

Metodología de escenarios:

1. **Escenario optimista:** ¿Cómo sería la educación matemática ecuatoriana si se superaran todos los desafíos actuales?
2. **Escenario realista:** ¿Qué mejoras son factibles en los próximos 5 años con los recursos disponibles?
3. **Escenario de crisis:** ¿Cómo mantener la calidad educativa ante posibles restricciones presupuestarias?
4. **Estrategias adaptativas:** ¿Qué acciones permiten navegar exitosamente cualquier escenario?

La convergencia de estos factores - marco curricular favorable, creciente conciencia sobre la importancia de metodologías innovadoras, disponibilidad de recursos tecnológicos, y rica diversidad cultural - posiciona a Ecuador en un momento histórico propicio para liderar transformaciones significativas en la educación matemática regional. Sin embargo, aprovechar estas oportunidades requiere voluntad política sostenida, inversión estratégica en formación docente, y desarrollo de capacidades institucionales para implementar y sostener innovaciones pedagógicas a escala nacional.

La síntesis de este análisis del contexto educativo ecuatoriano establece que, mientras persisten desafíos significativos que requieren atención sistemática, existen condiciones favorables para implementar las metodologías constructivistas analizadas en este capítulo. El éxito de esta implementación dependerá de la capacidad del sistema educativo para articular coherentemente las dimensiones curricular, pedagógica, cultural y tecnológica en estrategias integradas que respeten la diversidad local mientras aspiran a estándares internacionales de calidad educativa.

Referencias bibliográficas

Alsina, A. (2009). El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en Educación Matemática a la formación del profesorado. *Investigación en educación matemática XIII*, 119-127.

Agudelo-Valdeleón, O. L. (2024). El impacto de la neuropsicopedagogía en la mejora del aprendizaje. *Journal of Economic and Social Science Research*, *4*(2), 226-245.

Bedregal Rios, L. H. D. R. (2022). Influencia de la zona de desarrollo próximo de Vigotsky en el aprendizaje de la matemática, en alumnos del 4to año de educación secundaria de la IEP "El Nazareno"–Nvo. Chimbote-2019.

Bello, Y. (2016). Descripción del desarrollo cognitivo de los procesos matemáticos de los estudiantes desde el enfoque de Jean Piaget: Caso: estudiantes del tercer nivel del jardín de infancia de la Unidad Educativa Moral y Luces. *Revista ciencias de la educación*, *47*, 171-184.

Bravo Guerrero, F. E. (2020). Importancia del currículo, texto y docente en la clase de matemática. *Revista Científica UISRAEL*, *7*(2), 109-120.

CANTILLO-RUDAS, B. M., & RODRÍGUEZ-NIETO, C. A. (2024). Relaciones entre la Neurociencia y la Educación Matemática: un estado del arte. *Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)*, *14*(1), 33-50.

Celi Rojas, S. Z., Sánchez, V. C., Quilca Terán, M. S., & Paladines Benítez, M. D. C. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de educación inicial. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *5*(19), 826-842.

Chacha Ordoñez, X. A. (2022). *El juego como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los niños de la escuela de educación básica Carlos Antonio Mata Coronel de la ciudad de Azogues* (Master's thesis).

Chico, M. M. T., Crespo, K. M. P., Rodríguez, M. M. A., & Llaguno, L. S. V. (2025). Métodos de enseñanza basados en la teoría de Piaget y su aplicación en matemáticas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *17*(2), 87-97.

Godino, J. D. (2024). *Enfoque ontosemiótico en educación matemática: Fundamentos, herramientas y aplicaciones*. Aula Magna Proyecto clave McGraw Hill.

Gómez Valderrama, C., Prada Nuñez, R., & HERNANDEZ SUAREZ, C. A. (2020). La zona de posibilidades en el proceso de aprendiencia del residente digital: un análisis cualitativo en la red de experiencias matemáticas de Norte de Santander. *Educación y Humanismo*, *22*(38 (2020)), 1-19.

Intriago, V. M. D., & Murillo, G. R. G. (2022). Rincón lógico matemático y el desarrollo cognitivo, en la etapa preoperacional de los niños, de la escuela fiscal Mixta

Herrera, J. T. G., & Terán, M. A. C. (2020). Zona de desarrollo próximo: Características del guía, del aprendiz y de los procesos psicológicos superiores potencializados. *EDUCAmazônia*, *25*(2), 462-490.

Leonidas Plaza Gutiérrez, ubicada en el Cantón Paján, Provincia De Manabí; en el periodo 2021–2022. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, *26*(Extraordinario).

López Pineda, A., & Ursini, S. (2007). Investigación en educación matemática y sus fundamentos filosóficos. *Educación matemática*, *19*(3), 91-113.

Piaget, J., & TEORICOS, A. (1976). Desarrollo cognitivo. *España: Fomtaine*.

Machado Carreño, M. E., & Vásquez López, M. J. (2022). *Metodología juego trabajo, zona de desarrollo próximo y ámbitos del Currículo de Educación Inicial para infantes de 4 a 5 años* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Educación).

Miranda-Núñez, Y. R. (2022). Aprendizaje significativo desde la praxis educativa constructivista. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, *7*(13), 72-84.

Moreira, M. A. (2020). Aprendizaje significativo: la visión clásica, otras visiones e interés. *Proyecciones*, (14), 010-010.

Muñoz, O. E. B. (2020). El constructivismo: Modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, *24*(3), 488-502.

Navarrete Ramírez, R. A., Tamayo Mero, A. I., Guzmán Rugel, M. B., & Pacheco Silva, M. G. (2021). Impacto de la psicología Piagetana en la educación de la matemática en estudiantes educación básica superior. *Revista Universidad y sociedad*, *13*(6), 598-608.

Nuñez, Y. R. M. (2020). Praxis educativa constructivista como generadora de Aprendizaje Significativo en el área de Matemática. *Cienciamatria*, *6*(1), 141-163.

Palma-Orozco, R., García-Leyva, E., & Ruiz-Ledesma, E. F. (2020). Aprendizaje significativo: El caso de la computación, la matemática y la música. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, *17*(1), 7-10.

Pérez, J. A. M. (2020). Diseño y aplicación de secuencias didácticas para fortalecer el aprendizaje de los números enteros y operaciones básicas: suma y multiplicación en estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Juan Pablo I. *Paideia Surcolombiana*, (25), 15-30.

Radford, L. (2021). Reimaginar el aula de matemáticas: Las matemáticas escolares como praxis emancipadora. *Revista Chilena de Educación Matemática*, *13*(2), 44-55.

Ramos, M. E. A., & Arnaiz, N. V. Q. (2022). Estrategia neuroeducativa para optimizar el aprendizaje matemático de los estudiantes de educación básica elemental. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, *8*(3), 85-104.

Sarmiento, J. A. G., Velez, L. A. M., Pico, U. C. D., & Carrillo, J. L. D. C. (2021). Apuntes sobre el aprendizaje significativo en la matemática y el empleo de las Tecnologías Educativas. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *6*(2), 1080-1099.

Yagual, C. A. R., De la Cruz Rodríguez, J. D., Ramírez, P. A. V., Suquilanda, R. M. B., & Balcazar, G. L. J. (2023). Herramientas digitales y aprendizaje de matemáticas en estudiantes de una institución educativa de Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 961-971.

Capítulo 2

2. Metodologías Constructivistas Innovadoras

2.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

2.1.1 Principios y características del ABP en matemáticas

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) constituye una metodología pedagógica revolucionaria que transforma fundamentalmente la enseñanza tradicional de las matemáticas, posicionando al estudiante como protagonista activo de su proceso de aprendizaje mediante la resolución de problemas auténticos y contextualmente significativos. Doria y Nisperuza (2022) documentan que el ABP en la educación matemática colombiana ha demostrado ser una estrategia efectiva para desarrollar competencias de pensamiento crítico, razonamiento lógico y aplicación práctica de conceptos matemáticos, principios que son igualmente aplicables y relevantes para el contexto educativo ecuatoriano.

Imagen 1

Ciclo metodológico del Aprendizaje Basado en Problemas en Matemáticas

Nota. Adaptado de Barrows, 1996.

La fundamentación teórica del ABP se sustenta en principios constructivistas que enfatizan la construcción activa del conocimiento a través de experiencias significativas de resolución de problemas. Paredes et al. (2015) establecen que el ABP actúa como potencializado del pensamiento matemático al crear condiciones donde los estudiantes deben movilizar, integrar y aplicar conocimientos previos para abordar situaciones problemáticas complejas que no tienen soluciones inmediatas o algorítmicas obvias. Esta característica fundamental distingue al ABP de metodologías tradicionales que se centran en la transmisión de contenidos y la aplicación mecánica de procedimientos.

Los principios fundamentales que caracterizan al ABP en matemáticas incluyen la autenticidad de los problemas planteados, la promoción del aprendizaje autodirigido, el desarrollo de habilidades metacognitivas, la integración interdisciplinaria de conocimientos, y la evaluación formativa continua. Baloco y López (2022) demuestran que cuando estos principios se implementan en ambientes virtuales de aprendizaje, se potencia significativamente el fortalecimiento de competencias matemáticas, especialmente en contextos donde la tecnología educativa puede ampliar las posibilidades de exploración y representación de conceptos matemáticos complejos.

La autenticidad problemática constituye el núcleo central del ABP matemático, requiriendo que los problemas planteados reflejen situaciones reales que los estudiantes podrían enfrentar en su vida personal, académica o profesional futura. Estos problemas auténticos se caracterizan por ser mal estructurados, admitir múltiples enfoques de solución, requerir la integración de conocimientos de diferentes dominios matemáticos, y generar productos o soluciones que tienen valor práctico más allá del contexto escolar. Un ejemplo paradigmático sería el diseño de un sistema de riego eficiente para una parcela agrícola ecuatoriana, problema que integra geometría (cálculo de áreas), álgebra (optimización de recursos), estadística (análisis de datos climáticos), y economía (análisis costo-beneficio).

El aprendizaje autodirigido emerge como una característica distintiva del ABP, donde los estudiantes asumen responsabilidad progresiva sobre su proceso de aprendizaje, identificando qué necesitan aprender, desarrollando estrategias de investigación y estudio, y evaluando su propio progreso. Velázquez et al. (2021) enfatizan que esta autonomía estudiantil no implica ausencia de estructura pedagógica, sino la creación de andamiajes educativos que apoyen gradualmente la transición desde la dependencia hacia la independencia intelectual.

Ejercicio ABP 1: Optimización del Transporte Escolar Rural Los estudiantes de noveno grado enfrentan el siguiente problema auténtico: La comunidad de Salinas de Guaranda necesita optimizar el transporte escolar para 150 estudiantes distribuidos en 8 comunidades rurales. El presupuesto mensual es de $2,400 y cada kilómetro recorrido cuesta $0.45. ¿Cómo diseñar un sistema de rutas que minimice costos y tiempo de traslado, garantizando que ningún estudiante viaje más de 45 minutos?

Fase 1: Identificación y análisis del problema

- Los estudiantes identifican variables relevantes: número de estudiantes por comunidad, distancias entre comunidades, capacidad vehicular, restricciones temporales y presupuestarias.
- Formulan preguntas de investigación: ¿Cómo se calculan rutas óptimas? ¿Qué factores geográficos influyen en el diseño de rutas? ¿Cómo se relacionan costo y eficiencia?

Fase 2: Investigación y recolección de datos

- Investigan métodos de optimización en transporte.
- Recopilan datos reales sobre distancias y tiempos de traslado en la zona.
- Analizan casos similares en otras comunidades ecuatorianas.

Fase 3: Desarrollo de propuestas de solución

- Aplican conceptos de grafos y optimización lineal.
- Utilizan software de mapeo para calcular distancias y tiempos.
- Desarrollan múltiples escenarios considerando diferentes configuraciones de rutas.

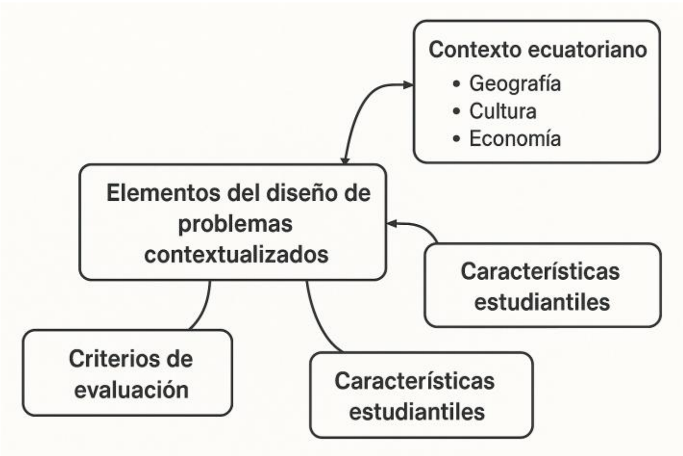
La metacognición se desarrolla sistemáticamente a través del ABP mediante la reflexión explícita sobre los procesos de pensamiento empleados durante la resolución de problemas. Los estudiantes aprenden a identificar sus fortalezas y limitaciones cognitivas, a seleccionar estrategias apropiadas para diferentes tipos de problemas, y a evaluar la efectividad de sus enfoques de solución. Esta conciencia metacognitiva es fundamental para desarrollar competencias de aprendizaje autónomo que trascienden el contexto matemático específico.

2.1.2 Diseño de problemas contextualizados a la realidad ecuatoriana

El diseño efectivo de problemas contextualizados para el ABP en matemáticas requiere una comprensión profunda tanto de los principios pedagógicos que sustentan esta metodología como de las características específicas del contexto sociocultural, económico y geográfico ecuatoriano. Córdova y Pita (2022) establecen que los problemas contextualizados deben funcionar como puentes entre el conocimiento matemático formal y las experiencias vivenciales de los estudiantes, creando conexiones significativas que faciliten tanto la comprensión conceptual como la transferencia de aprendizajes a situaciones nuevas.

Imagen 2

Elementos para el diseño de problemas ABP contextualizados en Ecuador



La contextualización efectiva trasciende la simple inserción de nombres de lugares ecuatorianos o referencias culturales superficiales en problemas matemáticos tradicionales. Requiere una integración auténtica donde el contexto ecuatoriano proporciona tanto la motivación inicial como la estructura conceptual necesaria para abordar el problema matemático. Rolóna (2017) demuestra que cuando los problemas están genuinamente contextualizados, los estudiantes muestran mayor compromiso, desarrollan comprensiones más profundas, y son capaces de transferir sus aprendizajes a situaciones similares fuera del aula.

Los criterios fundamentales para el diseño de problemas contextualizados incluyen la relevancia cultural y social, la accesibilidad cognitiva apropiada para el nivel educativo, la riqueza matemática que permite múltiples enfoques de solución, la autenticidad de datos y situaciones, y la posibilidad de generar productos o soluciones con valor práctico real. Estos criterios deben aplicarse simultáneamente para crear problemas que sean tanto pedagógicamente efectivos como culturalmente resonantes.

Ejercicio ABP 2: Conservación del Parque Nacional Yasuní Para estudiantes de décimo grado: "El Parque Nacional Yasuní enfrenta presiones por la explotación petrolera. Los científicos han identificado que cada hectárea deforestada reduce la captura de CO_2 en 150 toneladas anuales y afecta la biodiversidad en un radio de 2.5 km. Si se planea extraer petróleo en una zona circular de 15 km de radio, ¿cuál sería el impacto ambiental total? ¿Qué estrategias de compensación ambiental serían necesarias?"

Componentes matemáticos integrados:

- **Geometría:** Cálculo de áreas circulares y análisis de figuras geométricas complejas
- **Álgebra:** Modelización de relaciones entre variables ambientales.
- **Estadística:** Análisis de datos sobre biodiversidad y emisiones de carbono.
- **Funciones:** Modelización del impacto ambiental en función del tiempo y área afectada.

Contextualización auténtica:

- Datos reales del Yasuní y políticas ambientales ecuatorianas.
- Conexión con debates nacionales sobre desarrollo vs. Conservación.
- Integración con conocimientos de ciencias naturales y estudios sociales.
- Relevancia para la formación ciudadana y conciencia ambiental.

La progresión de complejidad en el diseño de problemas debe considerar tanto el desarrollo cognitivo de los estudiantes como la sofisticación de los contextos socioculturales que pueden comprender y valorar. En educación básica elemental, los problemas pueden centrarse en contextos familiares inmediatos como la familia, la escuela y la comunidad local. En educación básica media, se pueden abordar contextos regionales y nacionales que requieren comprensiones más amplias. En educación básica superior, los problemas pueden integrar perspectivas internacionales y globales que preparen a los estudiantes para la ciudadanía mundial.

Ejercicio ABP 3: Microcréditos para Emprendimientos Familiares Para estudiantes de octavo grado: "La Cooperativa de Ahorro y Crédito 'El Salinerito' de Salinas de Bolívar ofrece microcréditos para emprendimientos familiares. Doña Carmen quiere abrir una tienda de productos lácteos artesanales. Necesita $3,000 para capital inicial. La cooperativa ofrece tres opciones: (A) 18% anual a 24 meses, (B) 15% anual a 36 meses, (C) 20% anual a 18 meses. ¿Cuál opción es más conveniente considerando el flujo de efectivo familiar y las proyecciones de ventas?"

Elementos de diseño contextualizado:

- **Contexto auténtico:** Cooperativas reales de Ecuador y economía solidaria.
- **Datos realistas:** Tasas de interés típicas del sistema financiero popular.
- **Relevancia familiar:** Situaciones que los estudiantes pueden observar en sus hogares.

- **Proyección futura:** Preparación para decisiones financieras responsables.

La diversidad geográfica ecuatoriana ofrece oportunidades excepcionales para el diseño de problemas contextualizados que reflejen las distintas realidades del país. Los problemas pueden abordar desafíos específicos de la región Costa (agricultura de exportación, pesca, turismo), Sierra (agricultura andina, industria textil, patrimonio cultural), y Amazonía (conservación, medicina tradicional, ecoturismo). Esta diversidad permite que todos los estudiantes encuentren problemas que resuenen con su experiencia particular mientras aprenden sobre otras regiones del país.

Tabla 1

Criterios para el Diseño de Problemas ABP Contextualizados en Ecuador

Criterio	Descripción	Indicadores de Calidad	Ejemplos de Aplicación
Relevancia Cultural	El problema refleja valores, tradiciones y prácticas ecuatorianas	Incorpora conocimientos ancestrales, festividades, costumbres locales	Cálculos para festivales comunitarios, geometría en textiles andinos
Autenticidad de Datos	Utiliza información real y verificable del contexto ecuatoriano	Datos de INEC, SENPLADES, ministerios, organizaciones locales	Estadísticas poblacionales, indicadores económicos, datos ambientales
Complejidad Apropiada	Nivel de dificultad acorde con la edad y desarrollo cognitivo	Múltiples niveles de entrada, escalabilidad, diferenciación natural	Problemas que permiten soluciones básicas y avanzadas
Riqueza Matemática	Involucra múltiples conceptos y procedimientos matemáticos	Integra diferentes dominios, permite múltiples representaciones	Problemas que combinan álgebra, geometría y estadística
Impacto Social	Genera conciencia sobre problemas y	Conecta con objetivos de desarrollo	Proyectos ambientales,

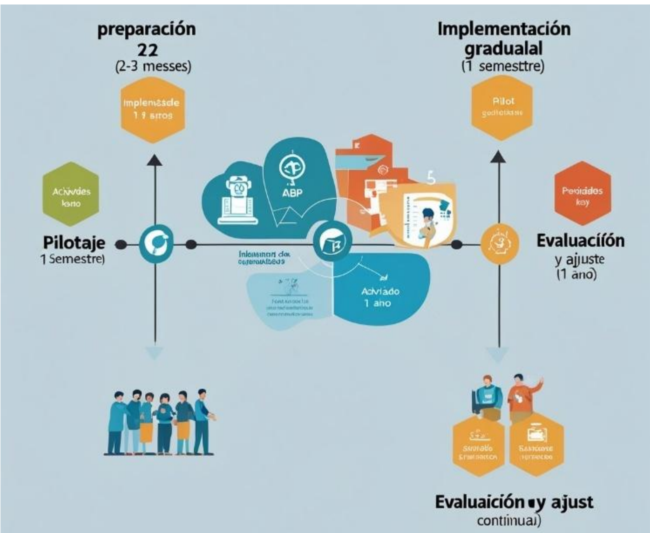
Criterio	Descripción	Indicadores de Calidad	Ejemplos de Aplicación
	oportunidades nacionales	sostenible, ciudadanía responsable	emprendimiento social, equidad
Transferibilidad	Los aprendizajes se aplican a situaciones similares	Desarrollo de competencias generales, metacognición	Estrategias aplicables a otros contextos y problemas

2.1.3 Proceso de implementación y evaluación

La implementación exitosa del ABP en matemáticas requiere una planificación sistemática que considere tanto los aspectos pedagógicos específicos de esta metodología como las características particulares del contexto educativo ecuatoriano. El proceso de implementación debe abordar secuencialmente la preparación institucional, la formación docente, el diseño curricular, la ejecución en aula, y la evaluación integral de resultados. Velázquez et al. (2021) establecen que la implementación efectiva del ABP demanda transformaciones profundas en la cultura escolar, incluyendo nuevas concepciones sobre el rol docente, la organización del tiempo y espacio educativo, y los sistemas de evaluación del aprendizaje.

Imagen 3

Cronograma de Implementación del ABP en instituciones educativas ecuatorianas



Nota. Basado en Hmelo-Silver, 2004.

La fase de preparación institucional constituye el fundamento sobre el cual se construye la implementación exitosa del ABP. Esta fase incluye la sensibilización de la comunidad educativa sobre los principios y beneficios de esta metodología, la evaluación de recursos disponibles y necesidades de inversión, la planificación de modificaciones en infraestructura física, y el desarrollo de políticas institucionales que apoyen las innovaciones pedagógicas. La duración típica de esta fase oscila entre 2 y 3 meses, dependiendo del tamaño y complejidad de la institución educativa.

Durante la preparación, es fundamental realizar un diagnóstico comprehensivo que identifique las fortalezas y limitaciones institucionales para implementar ABP. Este diagnóstico debe evaluar las competencias docentes actuales, la disponibilidad de recursos tecnológicos y didácticos, las características socioeconómicas de la población estudiantil, y el grado de apoyo de padres de familia y autoridades educativas. Los resultados de este diagnóstico informan las decisiones sobre el alcance inicial de la implementación y las estrategias de escalamiento progresivo.

Ejercicio de Implementación 1: Proyecto Piloto - Geometría Aplicada Durante la fase de pilotaje, se implementa el siguiente proyecto con estudiantes de séptimo grado: "Rediseño del patio escolar para maximizar áreas recreativas y zonas verdes."

Semana 1-2: Lanzamiento del proyecto

- Presentación del problema auténtico: necesidad de optimizar el uso del espacio escolar.
- Conformación de equipos interdisciplinarios (4-5 estudiantes por equipo).
- Asignación de roles: coordinador, investigador, calculista, diseñador, comunicador.
- Establecimiento de cronograma y productos esperados.

Semana 3-4: Investigación y recolección de datos

- Medición directa del patio escolar usando instrumentos geométricos.
- Entrevistas a estudiantes sobre preferencias recreativas.
- Investigación sobre diseño de espacios recreativos en escuelas similares.
- Análisis de restricciones presupuestarias y normativas.

Semana 5-6: Desarrollo de propuestas

- Aplicación de conceptos geométricos: cálculo de áreas, perímetros, optimización espacial.

- Uso de software de diseño geométrico para crear planos a escala.
- Análisis costo-beneficio de diferentes alternativas de diseño.
- Desarrollo de maquetas físicas y representaciones digitales.

Semana 7-8: Presentación y evaluación

- Presentaciones públicas ante la comunidad educativa.
- Evaluación entre pares usando rúbricas predefinidas.
- Retroalimentación de expertos externos (arquitectos, diseñadores urbanos).
- Reflexión metacognitiva sobre el proceso de aprendizaje.

La formación docente representa un componente crítico del proceso de implementación, requiriendo el desarrollo de competencias específicas en facilitación de aprendizaje, diseño de problemas auténticos, evaluación formativa, y manejo de dinámicas grupales. Esta formación debe ser intensiva inicialmente y continua a lo largo del proceso de implementación, incluyendo componentes teóricos, prácticos y reflexivos que permitan a los docentes internalizar profundamente los principios del ABP.

Ejercicio de Formación Docente: Taller de Diseño de Problemas Los docentes participan en un taller de 40 horas distribuidas en 8 sesiones semanales:

Sesión 1-2: Fundamentos teóricos del ABP

- Análisis comparativo entre enseñanza tradicional y ABP.
- Revisión de investigaciones sobre efectividad del ABP en matemáticas.
- Identificación de características de problemas auténticos.

Sesión 3-4: Diseño de problemas contextualizados

- Análisis del contexto local y identificación de problemas relevantes.
- Práctica guiada en el diseño de problemas siguiendo criterios establecidos.
- Validación de problemas diseñados con criterios de calidad.

Sesión 5-6: Facilitación y mediación pedagógica

- Técnicas de facilitación de discusiones matemáticas.
- Estrategias para promover aprendizaje autodirigido.
- Manejo de dinámicas grupales y resolución de conflictos.

Sesión 7-8: Evaluación formativa y sumativa

- Diseño de instrumentos de evaluación auténtica.
- Técnicas de retroalimentación efectiva.
- Integración de autoevaluación y coevaluación estudiantil.

El proceso de evaluación en ABP debe ser multidimensional, incluyendo la evaluación de productos (soluciones desarrolladas), procesos (estrategias de razonamiento empleadas), y competencias transversales (colaboración, comunicación, pensamiento crítico). Paredes et al. (2015) enfatizan que la evaluación en ABP debe ser predominantemente formativa, proporcionando retroalimentación continua que guíe el aprendizaje estudiantil, aunque también debe incluir componentes sumativos que documenten los logros alcanzados.

Tabla 2

Sistema de Evaluación Integral para ABP en Matemáticas

Dimensión	Componentes	Instrumentos	Agentes Evaluadores	Temporalidad
Productos	Soluciones matemáticas, presentaciones, informes, prototipos	Rúbricas analíticas, portafolios, listas de cotejo	Docente, pares, expertos externos	Al final de cada fase del proyecto
Procesos	Estrategias de resolución, razonamiento matemático, metacognición	Observación sistemática, diarios reflexivos, mapas conceptuales	Docente, autoevaluación estudiantil	Continua durante el proyecto
Colaboración	Trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, resolución de conflictos	Escalas de valoración, observación estructurada	Pares, docente, autoevaluación	Semanal durante el proyecto
Transferencia	Aplicación a nuevos contextos, generalización de aprendizajes	Problemas similares, entrevistas cognitivas	Docente, evaluación externa	Al finalizar el proyecto y seguimiento posterior

Dimensión	Componentes	Instrumentos	Agentes Evaluadores	Temporalidad
Actitudes	Motivación hacia matemáticas, autoeficacia, perseverancia	Cuestionarios, observación, entrevistas	Autoevaluación, docente, padres	Inicio, proceso y final del año escolar

2.1.4 Casos de éxito en escuelas ecuatorianas

La documentación de casos de éxito en la implementación del ABP en escuelas ecuatorianas proporciona evidencia empírica sobre la viabilidad y efectividad de esta metodología en el contexto nacional, mientras ofrece modelos replicables que pueden adaptarse a diferentes realidades institucionales. Baloco y López (2022) documentan que las experiencias exitosas de ABP en América Latina comparten características comunes que incluyen liderazgo pedagógico fuerte, compromiso institucional sostenido, formación docente integral, y sistemas de evaluación apropiados para esta metodología.

Caso de Éxito 1: Unidad Educativa "Ciudad de Cuenca" - Cuenca, Azuay La implementación del ABP en esta institución fiscal urbana comenzó en 2021 con estudiantes de octavo y noveno año, enfocándose inicialmente en problemas relacionados con la conservación del patrimonio cultural cuencano. El proyecto inaugural "Matemáticas para la Conservación del Centro Histórico" involucró a 120 estudiantes en el análisis matemático de problemas reales de conservación arquitectónica.

Descripción del proyecto: Los estudiantes trabajaron en colaboración con el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) para desarrollar modelos matemáticos que optimizaran los recursos destinados a la restauración de edificaciones coloniales. El proyecto integró geometría (cálculo de áreas y volúmenes de restauración), álgebra (optimización de recursos), estadística (análisis de costos históricos), y trigonometría (cálculos estructurales básicos).

Resultados documentados:

- Incremento del 35% en las calificaciones promedio de matemáticas.
- Mejora significativa en actitudes hacia las matemáticas (medida por escala Likert).
- Desarrollo de 8 propuestas de restauración adoptadas por el INPC.

- Reconocimiento nacional en el Concurso "Proyectos Educativos Innovadores" del MINEDUC.

Factores de éxito identificados:

- Alianza estratégica con instituciones especializadas (INPC, Universidad de Cuenca).
- Formación docente intensiva en metodologías constructivistas (120 horas).
- Apoyo administrativo incondicional para flexibilización curricular.
- Involucramiento activo de padres de familia y comunidad.

Caso de Éxito 2: Escuela "Intercultural Bilingüe Mushuk Yachana" - Cañar Esta escuela rural implementó ABP integrando conocimientos matemáticos ancestrales kichwa con matemáticas occidentales, creando un modelo único de educación matemática intercultural. El proyecto "Chakana Matemática: Geometría Sagrada en la Agricultura Andina" trabajó con 60 estudiantes de quinto a séptimo año durante el período 2022-2023.
Descripción del proyecto: Los estudiantes investigaron los principios geométricos y matemáticos subyacentes en la chakana (cruz andina) y su aplicación en prácticas agrícolas tradicionales. El proyecto combinó geometría sagrada andina con conceptos matemáticos formales como simetría, proporciones, cálculo de áreas, y planificación de cultivos rotativos.

Innovaciones pedagógicas:

- Uso del kichwa como lengua de instrucción matemática en fases específicas.
- Integración de yachaks (sabios ancestrales) como co-facilitadores.
- Aplicación de calendarios agrícolas andinos para enseñar estadística y probabilidad.
- Desarrollo de materiales didácticos con simbología ancestral.

Resultados obtenidos:

- Fortalecimiento de la identidad cultural sin sacrificar competencias matemáticas occidentales.
- Mejora del 40% en resolución de problemas geométricos.
- Incremento significativo en la participación familiar en actividades escolares.
- Desarrollo de un modelo pedagógico replicado en 12 escuelas interculturales de la provincia.

Caso de Éxito 3: Colegio Particular "Nueva Generación" - Guayaquil Este colegio privado urbano implementó ABP con enfoque tecnológico, utilizando plataformas digitales para proyectos de modelización matemática relacionados con problemas urbanos guayaquileños. El proyecto "Smart City Guayaquil: Matemáticas para la Ciudad Inteligente" involucró a 180 estudiantes de noveno y décimo año durante 2022-2024.

Descripción del proyecto: Los estudiantes desarrollaron aplicaciones móviles y modelos de simulación para abordar problemas urbanos como optimización del tráfico, gestión de residuos sólidos, y eficiencia energética. El proyecto integró programación, estadística avanzada, modelos de optimización, y análisis de big data urbano.

Componentes tecnológicos:

- Uso de sensores I o T para recolección de datos ambientales en tiempo real.
- Desarrollo de algoritmos de optimización usando Python y R.
- Creación de dashboards interactivos para visualización de datos.
- Colaboración virtual con expertos internacionales en ciudades inteligentes.

Resultados destacados:

- Desarrollo de 15 aplicaciones móviles funcionales para problemas urbanos.
- Participación exitosa en olimpiadas internacionales de matemáticas aplicadas.
- Establecimiento de alianzas con empresas tecnológicas locales para pasantías estudiantiles.
- Mejora del 50% en competencias de modelización matemática.

Factores críticos de éxito comunes: Los tres casos documentados comparten elementos que resultaron fundamentales para el éxito de la implementación del ABP:

1. **Liderazgo pedagógico comprometido:** Directivos que comprendían y apoyaban activamente la innovación metodológica.
2. **Formación docente sistemática:** Programas de capacitación que combinaron teoría, práctica y reflexión continua.
3. **Alianzas estratégicas:** Colaboraciones con universidades, instituciones gubernamentales, y organizaciones comunitarias.
4. **Flexibilidad curricular:** Adaptación de horarios, espacios y evaluaciones para acomodar la metodología ABP.
5. **Involucración comunitaria:** Participación de padres de familia y líderes comunitarios.
6. **Sistematización de experiencias:** Documentación rigurosa de procesos, resultados y lecciones aprendidas.

Ejercicio de Replicación: Adaptación de Casos de Éxito Las instituciones interesadas en implementar ABP pueden usar el siguiente protocolo de adaptación:

Paso 1: Análisis contextual

- Identificar características específicas del contexto local (geográfico, cultural, socioeconómico).
- Evaluar recursos disponibles y limitaciones institucionales.
- Determinar aliados potenciales en la comunidad y región.

Paso 2: Selección y adaptación del modelo

- Analizar los tres casos presentados e identificar elementos aplicables.
- Adaptar el modelo seleccionado a las características contextuales identificadas.
- Desarrollar una propuesta piloto con alcance y duración apropiados.

Paso 3: Implementación gradual

- Comenzar con un grupo pequeño de docentes y estudiantes voluntarios.
- Documentar sistemáticamente el proceso y resultados.
- Realizar ajustes basados en la retroalimentación continua.

Paso 4: Escalamiento institucional

- Expandir gradualmente la implementación a más docentes y estudiantes.
- Desarrollar sistemas de mentoría entre docentes experimentados y novatos.
- Establecer mecanismos de sostenibilidad a largo plazo.

Estos casos de éxito demuestran que el ABP no solo es viable en el contexto ecuatoriano, sino que puede adaptarse creativamente a diferentes realidades institucionales, desde escuelas rurales interculturales hasta colegios urbanos tecnológicamente avanzados. La clave del éxito radica en la adaptación inteligente de los principios fundamentales del ABP a las características específicas de cada contexto, manteniendo la autenticidad de los problemas y la rigurosidad de los procesos de aprendizaje mientras se aprovechan las fortalezas y recursos locales disponibles.

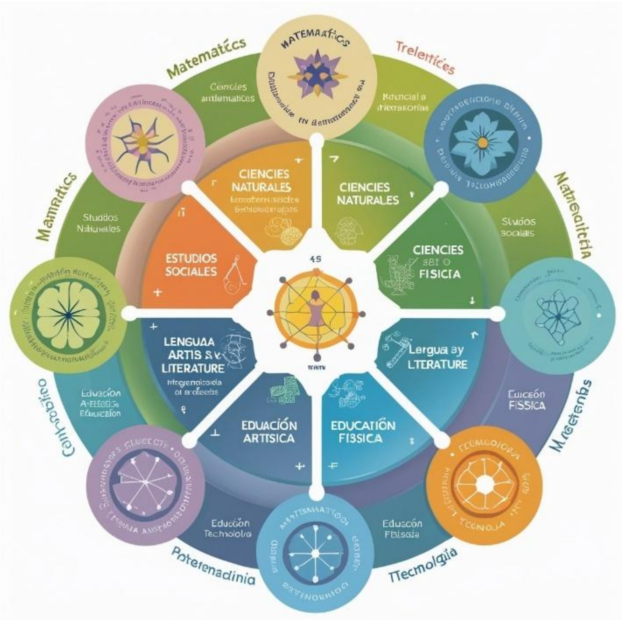
2.2 Método de Proyectos Matemáticos

2.2.1 Planificación y desarrollo de proyectos interdisciplinarios

El Método de Proyectos Matemáticos representa una metodología pedagógica integral que trasciende las fronteras disciplinarias tradicionales para crear experiencias de aprendizaje holísticas donde las matemáticas se convierten en herramientas de investigación, análisis y transformación de la realidad. Maure y Marimón (2015) documentan que el aprendizaje basado en proyectos matemáticos con estudiantes de undécimo grado genera aprendizajes significativos y duraderos cuando los proyectos abordan problemas auténticos que requieren la integración de conocimientos de múltiples disciplinas para su resolución efectiva.

Imagen 4

Red Interdisciplinaria en Proyectos



Nota. Adaptado de Larmer & Mergendoller, 2010.

La planificación efectiva de proyectos matemáticos interdisciplinarios requiere una conceptualización sistémica que identifique las conexiones naturales entre las matemáticas y otras áreas del conocimiento, estableciendo objetivos de aprendizaje que aprovechan estas sinergias para crear experiencias educativas más ricas y significativas. Aravena, Caamaño y Giménez (2008) establecen que los modelos matemáticos desarrollados a través de proyectos interdisciplinarios permiten a los estudiantes comprender tanto la potencia como las limitaciones de las matemáticas como herramienta de descripción y predicción de fenómenos del mundo real.

El proceso de planificación debe comenzar con la identificación de problemas o fenómenos auténticos que naturalmente requieren perspectivas múltiples para su comprensión completa. Estos problemas deben ser suficientemente complejos para justificar el enfoque interdisciplinario, pero también accesibles para el nivel cognitivo de los estudiantes. La selección del problema o tema central constituye una decisión crítica que determina tanto la viabilidad como el potencial educativo del proyecto.

Proyecto Interdisciplinario 1: "Cambio Climático en los Andes Ecuatorianos" Para estudiantes de noveno grado, este proyecto de 8 semanas integra matemáticas con ciencias naturales, estudios sociales y lengua y literatura:

Semana 1-2: Problematización y planificación

- **Matemáticas:** Análisis de series temporales de datos climáticos, introducción a estadística descriptiva.
- **Ciencias Naturales:** Fundamentos del cambio climático, efecto invernadero, ecosistemas andinos.
- **Estudios Sociales:** Impacto socioeconómico del cambio climático en comunidades andinas.
- **Lengua y Literatura:** Técnicas de investigación documental, redacción científica.

Semana 3-4: Recolección y análisis de datos

- **Matemáticas:** Cálculo de tendencias, correlaciones, modelización con funciones lineales.
- **Ciencias Naturales:** Medición de variables ambientales, interpretación de datos satelitales.
- **Estudios Sociales:** Entrevistas a agricultores sobre cambios observados en cultivos.
- **Lengua y Literatura:** Análisis de textos científicos, elaboración de informes de campo.

Semana 5-6: Modelización y predicción

- **Matemáticas:** Desarrollo de modelos matemáticos predictivos, análisis de regresión.
- **Ciencias Naturales:** Simulaciones de escenarios climáticos futuros.
- **Estudios Sociales:** Proyección de impactos sociales y económicos.
- **Lengua y Literatura:** Comunicación científica, preparación de presentaciones.

Semana 7-8: Propuestas de acción y comunicación

- **Matemáticas:** Análisis costo-beneficio de estrategias de adaptación.
- **Ciencias Naturales:** Diseño de estrategias de mitigación y adaptación.
- **Estudios Sociales:** Propuestas de políticas públicas locales.
- **Lengua y Literatura:** Elaboración de documentos de divulgación para la comunidad.

La estructura organizacional del proyecto debe establecer claramente los roles y responsabilidades de cada área disciplinaria, evitando tanto la fragmentación excesiva como la dilución de objetivos específicos. Rodríguez, Pimentel y Jiménez (2015) enfatizan que el método de proyecto para la formulación de problemas matemáticos debe mantener la rigurosidad matemática mientras aprovecha las conexiones interdisciplinarias para enriquecer la comprensión conceptual.

Proyecto Interdisciplinario 2: "Arquitectura Sostenible en Vivienda Social Ecuatoriana" Para estudiantes de décimo grado, proyecto de 10 semanas que integra múltiples perspectivas:

Componente Matemático Central:

- Geometría: Optimización de espacios, cálculo de áreas y volúmenes.
- Álgebra: Modelización de costos, sistemas de ecuaciones para presupuestos.
- Estadística: Análisis de necesidades habitacionales, estudios demográficos.
- Trigonometría: Cálculos estructurales, orientación solar óptima.

Integración Interdisciplinaria:

- **Física:** Principios de eficiencia energética, aislamiento térmico, ventilación natural.
- **Química:** Materiales de construcción sostenibles, análisis de emisiones de carbono.
- **Biología:** Integración de espacios verdes, sistemas de tratamiento de aguas.
- **Geografía:** Análisis del territorio, microclimas, recursos naturales locales.
- **Historia:** Evolución de la arquitectura vernácula ecuatoriana.
- **Economía:** Análisis de viabilidad financiera, impacto económico local.
- **Arte:** Diseño estético, integración cultural en el diseño arquitectónico.

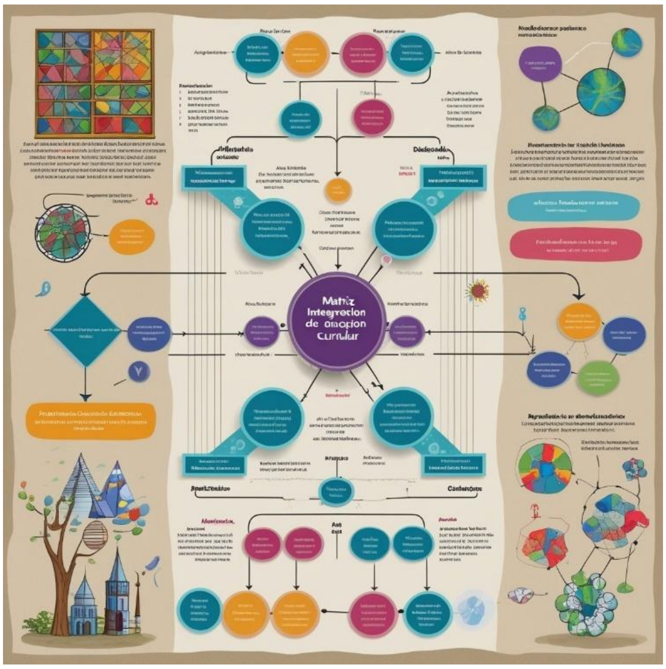
La temporalización del proyecto debe equilibrar la profundidad del aprendizaje con la factibilidad de implementación dentro del calendario académico. Los proyectos interdisciplinarios típicamente requieren entre 6 y 12 semanas para permitir el desarrollo completo de investigación, análisis, síntesis y comunicación de resultados. Esta duración extendida permite que los estudiantes experimenten auténticamente los procesos de investigación y resolución de problemas complejos.

2.2.2 Integración de matemáticas con otras áreas del conocimiento

La integración efectiva de las matemáticas con otras áreas del conocimiento requiere una comprensión profunda de las conexiones epistemológicas naturales que existen entre las disciplinas, así como el desarrollo de estrategias pedagógicas que aprovechen estas conexiones para crear experiencias de aprendizaje más coherentes y significativas. Terán (2015) demuestra que cuando los estudiantes aportan material didáctico propio y participan activamente en la construcción de conexiones interdisciplinarias, se genera un aprendizaje más significativo que trasciende las fronteras artificiales entre las materias escolares.

Imagen 5

Matriz de integración Curricular.



Nota. Elaboración propia basada en Fogarty, 1991.

La integración con las ciencias naturales representa una de las conexiones más evidentes y productivas, donde las matemáticas proporcionan herramientas cuantitativas para describir, analizar y predecir fenómenos naturales. Esta integración puede manifestarse en múltiples niveles, desde la aplicación directa de fórmulas matemáticas en cálculos científicos hasta el desarrollo de modelos matemáticos complejos que explican fenómenos biológicos, físicos o químicos.

Proyecto de Integración Ciencias-Matemáticas: "Biodiversidad del Bosque Nublado de Mindo" Estudiantes de octavo grado desarrollan un proyecto de 6 semanas que combina matemáticas y biología:

Componentes Matemáticos:

- **Estadística:** Técnicas de muestreo, cálculo de índices de diversidad (Shannon-Weaver).
- **Geometría:** Medición de áreas de estudio, mapeo de transectos.
- **Álgebra:** Modelización de relaciones entre variables ambientales y biodiversidad.
- **Probabilidad:** Estimación de poblaciones usando métodos de captura-recaptura.

Componentes Biológicos:

- **Taxonomía:** Identificación de especies de flora y fauna.
- **Ecología:** Relaciones entre especies, cadenas alimentarias, nichos ecológicos.
- **Conservación:** Estrategias de protección, impacto humano en ecosistemas.

Actividades Integradas:

1. **Trabajo de campo:** Establecimiento de cuadrantes de muestreo con mediciones geométricas precisas.
2. **Recolección de datos:** Registro sistemático de especies encontradas usando protocolos estadísticos.
3. **Análisis cuantitativo:** Aplicación de índices matemáticos para evaluar biodiversidad.
4. **Modelización:** Desarrollo de ecuaciones que relacionen factores ambientales con presencia de especies.
5. **Predicción:** Uso de modelos para estimar efectos de cambios ambientales.

La integración con estudios sociales abre oportunidades para aplicar matemáticas en el análisis de fenómenos sociales, económicos y culturales, desarrollando competencias de ciudadanía crítica y análisis social cuantitativo. Esta integración es particularmente relevante en el contexto ecuatoriano, donde los estudiantes pueden analizar matemáticamente problemas sociales reales de su entorno.

Proyecto de Integración Social-Matemáticas: "Migración Interna en Ecuador" Estudiantes de noveno grado analizan patrones migratorios nacionales durante 8 semanas:

Componentes Matemáticos:

- **Estadística:** Análisis de censos poblacionales, tasas de migración, proyecciones demográficas.

- **Geometría:** Mapas de flujos migratorios, análisis espacial de densidades poblacionales.
- **Álgebra:** Modelización de factores que influyen en decisiones migratorias.
- **Funciones:** Representación gráfica de tendencias migratorias a lo largo del tiempo.

Componentes de Estudios Sociales:

- **Geografía:** Factores geográficos que influyen en la migración.
- **Economía:** Análisis de oportunidades laborales y diferencias salariales regionales.
- **Sociología:** Impacto social de la migración en comunidades de origen y destino.
- **Historia:** Patrones históricos de migración interna en Ecuador.

La integración con lengua y literatura desarrolla competencias de comunicación matemática, permitiendo a los estudiantes articular sus razonamientos matemáticos con claridad y precisión. Esta integración es fundamental para desarrollar la capacidad de comunicar ideas matemáticas a audiencias diversas, una competencia esencial en el mundo contemporáneo.

Proyecto de Integración Lengua-Matemáticas: "Análisis Cuantitativo de la Literatura Ecuatoriana" Estudiantes de décimo grado combinan análisis literario y matemático durante 6 semanas:

Componentes Matemáticos:

- **Estadística:** Análisis de frecuencias léxicas, patrones estilísticos cuantitativos.
- **Geometría:** Análisis de estructuras narrativas usando representaciones geométricas.
- **Álgebra:** Modelización de relaciones entre variables estilísticas.
- **Grafos:** Representación de relaciones entre personajes, análisis de redes narrativas.

Componentes de Lengua y Literatura:

- **Análisis literario:** Estudio de obras de autores ecuatorianos contemporáneos.
- **Estilística:** Identificación de características específicas de diferentes autores.
- **Comunicación:** Redacción de informes que combinan análisis cuantitativo y cualitativo.
- **Crítica literaria:** Evaluación de obras usando criterios tanto estéticos como matemáticos.

2.2.3 Proyectos comunitarios y vinculación con el entorno local

Los proyectos comunitarios representan la culminación de la metodología de proyectos matemáticos, donde los estudiantes aplican sus competencias matemáticas para abordar problemas reales de su comunidad, estableciendo conexiones auténticas entre el aprendizaje escolar y las necesidades sociales locales. Esta vinculación con el entorno local no solo enriquece el aprendizaje matemático, sino que también desarrolla competencias de ciudadanía activa y responsabilidad social.

Imagen 6

Ciclo de Proyectos Matemáticos Comunitarios

Nota. Basado en Dewey, 1897.

La identificación de problemas comunitarios apropiados para proyectos matemáticos requiere un proceso participativo que involucre a estudiantes, docentes, familias y líderes comunitarios. Este proceso debe equilibrar la relevancia social del problema con la viabilidad educativa del proyecto, asegurando que los desafíos comunitarios puedan ser abordados significativamente con las competencias matemáticas disponibles en el nivel educativo correspondiente.

Proyecto Comunitario 1: "Optimización del Sistema de Agua Potable Rural" Estudiantes de décimo grado de la Escuela "Río Blanco" (Tungurahua) trabajaron durante 12 semanas con la comunidad para mejorar la distribución de agua potable:

Problematización Comunitaria: La comunidad enfrentaba problemas de distribución inequitativa de agua potable, con algunas familias recibiendo presión insuficiente mientras otras experimentaban desperdicio por sobrepresión. El proyecto buscaba optimizar matemáticamente el sistema de distribución para garantizar acceso equitativo y eficiente.

Componentes Matemáticos Aplicados:

- **Hidráulica básica:** Cálculos de presión, caudal y pérdidas por fricción.
- **Geometría:** Medición y mapeo de la red de distribución existente.
- **Álgebra:** Sistemas de ecuaciones para modelar flujos en redes de tuberías.
- **Optimización:** Algoritmos para minimizar pérdidas y maximizar equidad distributiva.
- **Estadística:** Análisis de patrones de consumo y demanda horaria.

Proceso de Implementación:

1. **Diagnóstico participativo:** Estudiantes y comunidad identificaron conjuntamente las problemáticas.
2. **Levantamiento técnico:** Medición sistemática de presiones, caudales y dimensiones de tuberías.
3. **Modelización matemática:** Desarrollo de ecuaciones que describen el comportamiento del sistema.
4. **Simulación de escenarios:** Evaluación matemática de diferentes configuraciones posibles.
5. **Propuesta de optimización:** Recomendaciones técnicas basadas en análisis matemático.
6. **Implementación comunitaria:** Colaboración en la ejecución de mejoras propuestas.

Resultados Comunitarios:

- Reducción del 30% en pérdidas de agua por sobrepresión.
- Mejora significativa en la equidad distributiva (medida por coeficiente de Gini).
- Ahorro económico comunitario de $2,400 anuales en costos de bombeo.
- Fortalecimiento de capacidades locales para mantenimiento técnico.

Proyecto Comunitario 2: "Microempresa Estudiantil de Productos Orgánicos" Estudiantes de noveno grado del Colegio "Paccha" (Azuay) desarrollaron una microempresa durante todo el año lectivo:

Contextualización Local: La comunidad rural de Paccha tiene tradición agrícola orgánica, pero carece de canales de comercialización efectivos. Los estudiantes diseñaron y operaron una microempresa que conecta productores locales con mercados urbanos, aplicando principios matemáticos en todas las fases del negocio.

Aplicaciones Matemáticas Integradas:

- **Contabilidad básica:** Registros de ingresos, gastos, cálculo de utilidades
- **Estadística de mercado:** Análisis de demanda, preferencias del consumidor, estacionalidad.
- **Logística:** Optimización de rutas de distribución, cálculos de capacidad de transporte.
- **Finanzas:** Análisis de flujos de efectivo, cálculo de márgenes, proyecciones financieras.
- **Control de calidad:** Técnicas de muestreo estadístico para evaluación de productos.

Estructura Organizacional del Proyecto:

- **Departamento de Producción:** Coordinación con agricultores, control de calidad, planificación de cosechas.
- **Departamento de Marketing:** Investigación de mercado, estrategias de promoción, análisis de competencia.
- **Departamento Financiero:** Contabilidad, análisis de costos, proyecciones económicas.
- **Departamento de Logística:** Gestión de inventarios, optimización de distribución, control de pérdidas.

La sostenibilidad de los proyectos comunitarios requiere el establecimiento de mecanismos de continuidad que trascienden el período académico específico. Esto incluye la transferencia de conocimientos y capacidades a la comunidad, la documentación de metodologías replicables, y el establecimiento de sistemas de monitoreo a largo plazo.

Tabla 3

Características de Proyectos Matemáticos Comunitarios Exitosos

Característica	Descripción	Indicadores de Calidad	Beneficios Educativos
Relevancia Social	El proyecto aborda necesidades reales identificadas por la comunidad	Participación de líderes comunitarios, demanda sostenida de soluciones	Motivación estudiantil, significatividad del aprendizaje
Viabilidad Técnica	Los desafíos son abordables con competencias matemáticas del nivel educativo	Soluciones implementables, recursos disponibles, capacidades locales	Desarrollo de autoeficacia, transferencia de aprendizajes
Sostenibilidad	Los beneficios del proyecto perduran más allá del período académico	Apropiación comunitaria, capacidades transferidas, sistemas de mantenimiento	Competencias de ciudadanía, responsabilidad social
Impacto Medible	Los resultados pueden ser cuantificados y evaluados objetivamente	Indicadores específicos, líneas de base, evaluaciones de impacto	Comprensión de la utilidad social de las matemáticas
Replicabilidad	La metodología puede ser adaptada a otros contextos similares	Documentación sistemática, factores de éxito identificados, modelos transferibles	Desarrollo de competencias de innovación y adaptación

2.2.4 Evaluación por competencias y portafolios

La evaluación en el método de proyectos matemáticos requiere enfoques multidimensionales que capturen tanto el desarrollo de competencias matemáticas específicas como las competencias transversales que emergen del trabajo interdisciplinario y comunitario. La evaluación por competencias se centra en la capacidad de los estudiantes para movilizar, integrar y aplicar conocimientos, habilidades

y actitudes en contextos específicos, mientras que los portafolios proporcionan evidencia longitudinal del proceso de aprendizaje y desarrollo competencial.
Aravena y Caamaño (2007) establecen que la evaluación de proyectos de modelización matemática debe considerar tanto los productos generados como los procesos de razonamiento empleados, incluyendo la capacidad de formular problemas, desarrollar modelos, validar resultados y comunicar hallazgos. Esta perspectiva evaluativa integral es fundamental para proyectos que trascienden el aula tradicional y se insertan en contextos comunitarios reales.

Estructura del Sistema de Evaluación por Competencias:

Competencias Matemáticas Específicas:

- **Resolución de problemas:** Capacidad para identificar, formular y resolver problemas matemáticos complejos.
- **Razonamiento y demostración:** Habilidad para desarrollar argumentos matemáticos lógicos y coherentes.
- **Comunicación matemática:** Competencia para expresar ideas matemáticas con claridad y precisión.
- **Conexiones matemáticas:** Capacidad para relacionar diferentes conceptos y procedimientos matemáticos.
- **Representación:** Habilidad para crear, interpretar y traducir entre diferentes representaciones matemáticas.

Competencias Transversales:

- **Pensamiento crítico:** Capacidad para analizar, evaluar y sintetizar información de manera reflexiva.
- **Colaboración:** Habilidad para trabajar efectivamente en equipos interdisciplinarios.
- **Comunicación:** Competencia para expresar ideas complejas a audiencias diversas.
- **Ciudadanía:** Capacidad para participar activamente en la vida comunitaria.
- **Innovación:** Habilidad para generar soluciones creativas a problemas complejos.

Diseño de Portafolios para Proyectos Matemáticos:

El portafolio constituye una colección intencional y reflexiva de evidencias de aprendizaje que documenta el crecimiento del estudiante a lo largo del proyecto. Para proyectos matemáticos, el portafolio debe incluir evidencias tanto del proceso como de los productos, permitiendo una evaluación holística del desarrollo competencial.

Componentes del Portafolio:

1. **Sección de Problematización:**

- Formulación inicial del problema comunitario.
- Identificación de preguntas de investigación matemática.
- Justificación de la relevancia del proyecto.
- Reflexión sobre conocimientos previos y limitaciones identificadas.

2. **Sección de Investigación y Desarrollo:**

- Registros de investigación bibliográfica y de campo.
- Procesos de recolección y análisis de datos.
- Desarrollo de modelos matemáticos.
- Documentación de iteraciones y refinamientos.

3. **Sección de Aplicación y Resultados:**

- Implementación de soluciones propuestas.
- Análisis de resultados obtenidos.
- Evaluación de la efectividad de las intervenciones.
- Documentación del impacto comunitario.

4. **Sección de Reflexión y Metacognición:**

- Análisis del proceso de aprendizaje personal.
- Identificación de fortalezas y áreas de mejora.
- Reflexión sobre competencias desarrolladas.
- Proyección de aprendizajes futuros.

Instrumentos de Evaluación Específicos:

Rúbricas Analíticas para Competencias Matemáticas: Cada competencia matemática específica se evalúa usando rúbricas de 4 niveles (inicial, en desarrollo, satisfactorio, avanzado) que describen criterios específicos y observables de desempeño.

Ejemplo de Rúbrica - Competencia de Modelización Matemática:

Nivel Avanzado (4): El estudiante formula modelos matemáticos sofisticados que capturan la esencia del problema, valida sistemáticamente los modelos usando múltiples métodos, y refina iterativamente los modelos basándose en retroalimentación empírica.

Nivel Satisfactorio (3): El estudiante desarrolla modelos matemáticos apropiados para el problema, implementa procesos de validación básicos, y modifica los modelos cuando las evidencias indican inconsistencias.

Nivel En Desarrollo (2): El estudiante crea modelos matemáticos simples con apoyo, reconoce la necesidad de validación, pero requiere orientación para implementarla, y realiza modificaciones mínimas basadas en resultados.

Nivel Inicial (1): El estudiante requiere apoyo sustancial para desarrollar cualquier modelo matemático, no reconoce espontáneamente la necesidad de validación, y tiene dificultades para interpretar los resultados del modelo.

Evaluación de Impacto Comunitario:

La evaluación debe incluir mecanismos para documentar y valorar el impacto real de los proyectos en las comunidades participantes. Esto requiere el desarrollo de indicadores específicos que capturen tanto los beneficios tangibles como los intangibles generados por la participación estudiantil.

Indicadores de Impacto Comunitario:

- **Beneficios económicos:** Ahorros generados, ingresos adicionales, eficiencias logradas.
- **Beneficios sociales:** Fortalecimiento de capacidades locales, cohesión comunitaria, participación ciudadana.
- **Beneficios ambientales:** Reducción de impactos negativos, promoción de prácticas sostenibles.
- **Transferencia de conocimientos:** Capacidades técnicas desarrolladas en la comunidad.
- **Sostenibilidad:** Continuidad de beneficios más allá del período del proyecto.

Tabla 4

Sistema Integral de Evaluación para Proyectos Matemáticos Comunitarios

Dimensión	Instrumentos	Agentes Evaluadores	Temporalidad	Productos Esperados
Competencias Matemáticas	Rúbricas analíticas, pruebas de desempeño,	Docente, autoevaluación, coevaluación	Continua durante el proyecto	Evidencias de razonamiento, soluciones matemáticas

Dimensión	Instrumentos	Agentes Evaluadores	Temporalidad	Productos Esperados
	observación sistemática			
Competencias Transversales	Escalas de valoración, registros anecdóticos, reflexiones escritas	Equipos interdisciplinarios, comunidad, estudiantes	Hitos específicos del proyecto	Productos colaborativos, presentaciones
Impacto Comunitario	Encuestas, entrevistas, indicadores cuantitativos, observación participante	Comunidad, expertos externos, estudiantes	Pre, durante y post proyecto	Reportes de impacto, testimonios
Proceso de Aprendizaje	Portafolios, diarios reflexivos, mapas conceptuales	Autoevaluación, mentores, docentes	Semanal durante el proyecto	Documentación del crecimiento
Productos del Proyecto	Listas de cotejo, rúbricas holísticas, evaluación externa	Expertos temáticos, comunidad, docentes	Al finalizar cada fase	Soluciones implementadas, modelos validados

Estrategias de Retroalimentación Formativa:

La evaluación formativa continua es esencial para guiar el aprendizaje estudiantil y ajustar las estrategias pedagógicas durante el desarrollo del proyecto. Las estrategias de retroalimentación deben ser específicas, oportunas y orientadas hacia la mejora.

Conferencias Individuales Semanales: Encuentros de 15-20 minutos entre docente y estudiante para revisar el progreso del portafolio, identificar desafíos específicos, y establecer metas de aprendizaje para la siguiente semana.

Círculos de Retroalimentación Grupal: Sesiones semanales donde los equipos comparten avances, desafíos y solicitan apoyo de sus pares, promoviendo el aprendizaje colaborativo y la resolución colectiva de problemas.

Evaluación Comunitaria Participativa: Presentaciones quincenales ante la comunidad donde los estudiantes comparten avances y reciben retroalimentación directa de los beneficiarios potenciales de sus proyectos.

La evaluación en el método de proyectos matemáticos debe reconocer y valorar la diversidad de formas en que los estudiantes pueden demostrar competencia, permitiendo múltiples trayectorias de éxito que respeten los diferentes estilos de aprendizaje, fortalezas individuales y contextos culturales. Esta aproximación evaluativa inclusiva es particularmente importante en el contexto ecuatoriano, donde la diversidad cultural y socioeconómica requiere sistemas de evaluación que sean tanto rigurosos como culturalmente sensibles.

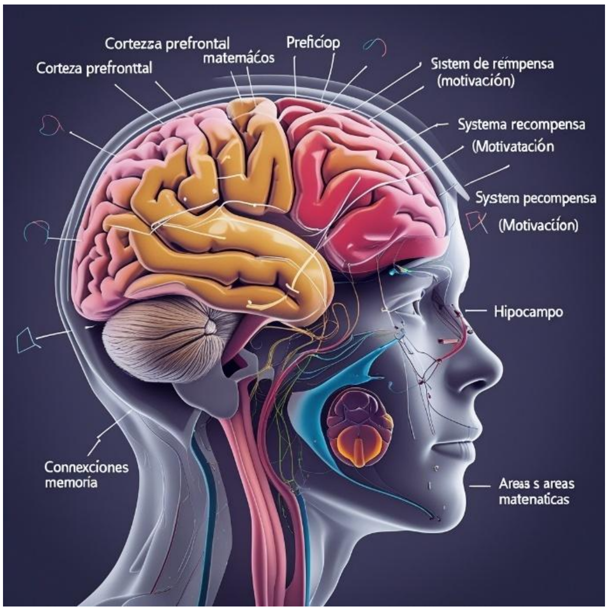
2.3 Gamificación y Juegos Matemáticos

2.3.1 Fundamentos pedagógicos del juego en matemáticas

La gamificación y los juegos matemáticos constituyen estrategias pedagógicas fundamentadas en principios psicológicos y neuroeducativos que aprovechan la motivación intrínseca del juego para potenciar el aprendizaje matemático significativo. García, Rangel y Mera (2020) presentan una revisión sistemática que demuestra cómo la gamificación en la enseñanza de las matemáticas activa circuitos neurales de recompensa, facilita la retención de información, y promueve el desarrollo de competencias cognitivas superiores a través de experiencias lúdicas estructuradas pedagógicamente.

Imagen 7

Activación Cerebral durante Juegos



Nota. Adaptado de Bavelier et al., 2012.

Los fundamentos teóricos de la gamificación educativa se sustentan en la teoría del flujo de Csikszentmihalyi, que describe estados de inmersión total donde el individuo experimenta concentración profunda, pérdida del sentido del tiempo, y sensación de control sobre la actividad. Ortiz-Mendoza y Guevara-Vizcaíno (2021) establecen que cuando las actividades matemáticas incorporan elementos de juego apropiadamente diseñados, los estudiantes pueden alcanzar estos estados de flujo que facilitan el aprendizaje profundo y duradero.

La motivación intrínseca constituye el núcleo psicológico que explica la efectividad de los juegos en el aprendizaje matemático. A diferencia de la motivación extrínseca basada en recompensas externas, la motivación intrínseca emerge del disfrute inherente de la actividad matemática cuando se presenta en contextos lúdicos. Sevilla (2019) analiza si la gamificación en matemáticas representa un enfoque genuinamente nuevo o simplemente una redenominación de prácticas tradicionales, concluyendo que la gamificación efectiva requiere una transformación profunda de las metodologías pedagógicas, no solo la adición superficial de elementos lúdicos.

Principios Pedagógicos Fundamentales del Juego Matemático:

1. Progresión de Dificultad Adaptativa: Los juegos matemáticos efectivos implementan sistemas de progresión que se adaptan automáticamente al nivel de competencia del jugador, manteniendo un equilibrio óptimo entre desafío y habilidad que previene tanto el aburrimiento como la frustración excesiva.

Ejemplo de Aplicación - Juego "Torres de Hanói Algebraico": Estudiantes de noveno grado resuelven el clásico problema de las Torres de Hanói, pero cada movimiento requiere resolver una ecuación algebraica cuya dificultad se adapta al desempeño del estudiante:

- **Nivel Inicial:** Ecuaciones lineales simples ($2x + 5 = 13$).
- **Nivel Intermedio:** Ecuaciones con fracciones ($3x/4 - 2 = 7$).
- **Nivel Avanzado:** Sistemas de ecuaciones lineales.
- **Nivel Experto:** Ecuaciones cuadráticas.

2. Retroalimentación Inmediata y Específica: Los juegos proporcionan información instantánea sobre el desempeño, permitiendo ajustes inmediatos en las estrategias de resolución y facilitando el aprendizaje por ensayo-error guiado.

3. Narrativa y Contextualización: La inmersión en narrativas matemáticas relevantes culturalmente transforma problemas abstractos en aventuras significativas que conectan con las experiencias y valores de los estudiantes ecuatorianos.

Juego Narrativo - "Los Guardianes de la Chakana": Estudiantes de séptimo grado asumen roles de guardianes ancestrales que deben resolver problemas geométricos para proteger sitios sagrados ecuatorianos:

- **Misión 1:** Calcular perímetros y áreas para delimitar zonas de protección en Ingapirca.
- **Misión 2:** Resolver problemas de proporcionalidad para restaurar murales en La Tolita.
- **Misión 3:** Aplicar conceptos de simetría para reconstruir diseños cerámicos Chorrera.
- **Misión 4:** Usar teorema de Pitágoras para planificar rutas de vigilancia en Cochasquí.

Erráez, Guevara y Malla (2022) enfatizan que la gamificación en matemáticas responde a una necesidad educativa actual derivada de las características de las nuevas generaciones de estudiantes, quienes han crecido inmersos en entornos digitales interactivos y requieren metodologías pedagógicas que aprovechen su fluidez tecnológica natural para potenciar el aprendizaje académico.

4. Colaboración Competitiva Constructiva: Los juegos matemáticos efectivos balancean elementos competitivos individuales con dinámicas colaborativas que promueven el aprendizaje social y el desarrollo de habilidades interpersonales.

Ejemplo - Torneo Cooperativo "Olimpiadas Matemáticas Comunitarias": Estudiantes de diferentes años forman equipos intergeneracionales para resolver problemas matemáticos progresivamente complejos:

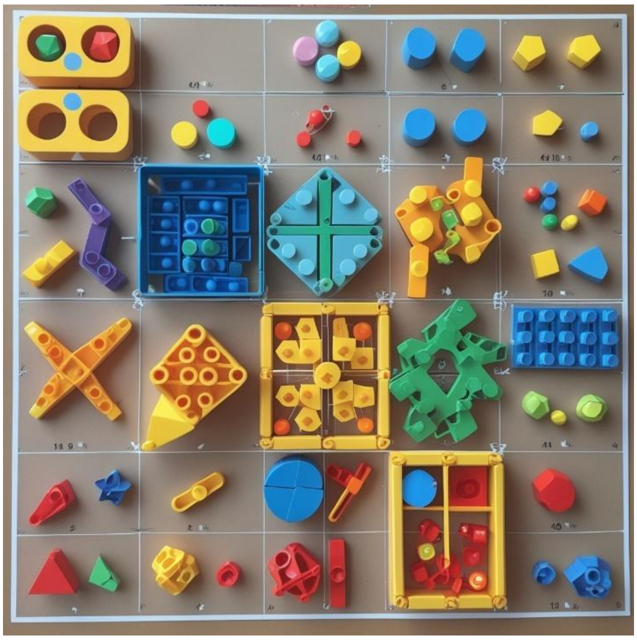
- **Equipos mixtos:** Cada equipo incluye estudiantes de 6°, 8° y 10° año.
- **Rotación de roles:** Tutor, resolver, verificador, comunicador.
- **Puntuación colaborativa:** Los equipos ganan puntos por explicaciones claras entre miembros.
- **Desafíos escalonados:** Problemas diseñados para que cada nivel contribuya significativamente.

2.3.2 Diseño de actividades lúdicas constructivistas

El diseño efectivo de actividades lúdicas constructivistas requiere una integración cuidadosa de principios pedagógicos sólidos con mecánicas de juego que mantengan el entretenimiento estudiantil sin comprometer la rigurosidad matemática. Caballero (2023) demuestra que la gamificación y las tecnologías digitales en el área de matemáticas de educación primaria pueden potenciar significativamente el aprendizaje cuando se diseñan siguiendo principios constructivistas que priorizan la construcción activa del conocimiento sobre la mera ejercitación repetitiva.

Imagen 8

Matriz de Diseño para Juegos Matemáticos Constructivistas



Nota. Elaboración propia basada en Kiili, 2005.

El proceso de diseño debe comenzar con la identificación clara de objetivos de aprendizaje matemático específicos, seguido por la selección de mecánicas de juego que naturalmente apoyen el desarrollo de esas competencias. Esta secuencia invertida respecto al diseño de entretenimiento comercial asegura que la diversión emerja del dominio matemático genuino, no de distractores superficiales.

Marco de Diseño para Actividades Lúdicas Constructivistas:

Fase 1: Análisis de Competencias Objetivo

- Identificación de conceptos matemáticos centrales.
- Determinación de prerrequisitos cognitivos necesarios.
- Especificación de competencias transversales a desarrollar.
- Consideración de diversidad de estilos de aprendizaje.

Fase 2: Selección de Mecánicas de Juego Apropiadas

- Mecánicas de construcción para conceptos geométricos.
- Mecánicas de estrategia para problemas algebraicos.
- Mecánicas de simulación para aplicaciones estadísticas.
- Mecánicas de exploración para descubrimiento de patrones.

Fase 3: Diseño de Progresión y Scaffolding

- Secuenciación de desafíos con dificultad creciente.
- Sistemas de ayuda integrados naturalmente.

- Puntos de verificación de comprensión.
- Oportunidades de reflexión metacognitiva.

Actividad Lúdica Constructivista 1: "Constructor de Funciones Viviente" Para estudiantes de décimo grado, esta actividad transforma el aula en un plano cartesiano humano donde los estudiantes construyen físicamente funciones matemáticas:

Preparación del Espacio:

- El piso del aula se marca como un sistema de coordenadas usando cinta adhesiva.
- Cada estudiante recibe una tarjeta con coordenadas específicas (x, y).
- Se proporcionan accesorios físicos para representar diferentes tipos de funciones.

Mecánica de Juego:

1. **Fase de Construcción:** Equipos reciben ecuaciones de funciones y deben posicionar a sus miembros en las coordenadas correctas.
2. **Fase de Verificación:** Otros equipos "caminan" la función para verificar su exactitud.
3. **Fase de Transformación:** Los equipos modifican sus funciones aplicando transformaciones (traslaciones, reflexiones, escalamiento).
4. **Fase de Competencia:** Desafíos de velocidad para construir funciones cada vez más complejas.

Elementos Constructivistas Integrados:

- **Construcción física:** Los estudiantes literalmente construyen conceptos abstractos.
- **Verificación colaborativa:** El aprendizaje emerge de la interacción social.
- **Reflexión explícita:** Cada ronda incluye discusión sobre patrones observados.
- **Aplicación progresiva:** Las funciones se conectan con situaciones reales ecuatorianas.

Actividad Lúdica Constructivista 2: "Laboratorio de Probabilidad Experimental" Estudiantes de noveno grado operan un "casino matemático" donde exploran conceptos de probabilidad mediante experimentos lúdicos:

Estaciones de Juego Matemático:

- **Estación Monedas:** Análisis de secuencias de lanzamientos y patrones de rachas.
- **Estación Dados:** Exploración de probabilidades compuestas y distribuciones.
- **Estación Cartas:** Cálculo de probabilidades condicionales en juegos de naipes.

- **Estación Ruleta:** Investigación de expectativas matemáticas y varianza.

Proceso Constructivista:

1. **Predicción Inicial:** Estudiantes formulan hipótesis sobre resultados esperados.
2. **Experimentación Sistemática:** Recolección de datos siguiendo protocolos científicos.
3. **Análisis Colaborativo:** Equipos comparan resultados y buscan explicaciones.
4. **Construcción Teórica:** Desarrollo de modelos matemáticos basados en observaciones.
5. **Validación Aplicada:** Prueba de modelos en nuevos contextos experimentales.

Holguín et al. (2020) documentan que los proyectos educativos de gamificación por videojuegos pueden desarrollar significativamente el pensamiento numérico y razonamiento escolar, especialmente en contextos vulnerables donde la motivación tradicional hacia las matemáticas puede estar comprometida por factores socioeconómicos adversos.

Actividad Lúdica Constructivista 3: "Mercado Matemático Ecuatoriano" Simulación inmersiva donde estudiantes de octavo grado operan un mercado tradicional ecuatoriano aplicando conceptos matemáticos:

Roles de Juego:

- **Productores:** Calculan costos de producción, planifican cultivos estacionales
- **Transportistas:** Optimizan rutas, calculan costos logísticos
- **Comerciantes:** Determinan precios, analizan márgenes de ganancia
- **Consumidores:** Optimizan presupuestos familiares, comparan precios
- **Reguladores:** Calculan impuestos, analizan estadísticas de mercado

Mecánicas Matemáticas Integradas:

- **Sistema monetario:** Uso de monedas y billetes ecuatorianos para cálculos reales.
- **Variación de precios:** Aplicación de porcentajes, inflación, ofertas especiales.
- **Inventarios:** Control de stock usando sistemas de ecuaciones.
- **Estadísticas:** Análisis de tendencias de venta, gráficos de demanda.
- **Geometría aplicada:** Cálculo de espacios de venta, optimización de diseños.

2.3.3 Uso de tecnología y recursos digitales ecuatorianos

La integración de tecnología y recursos digitales en la gamificación matemática debe aprovechar tanto las oportunidades que ofrecen las plataformas tecnológicas globales como los recursos culturales y educativos específicamente desarrollados en y para el contexto ecuatoriano. Zambrano y Cornejo-Zambrano (2023) establecen que la construcción de matemáticas a partir de recursos de gamificación requiere una cuidadosa selección de herramientas tecnológicas que se alineen con los objetivos pedagógicos constructivistas y respeten las características socioculturales del entorno educativo nacional.

Imagen 9

Ecosistema de Recursos Digitales Matemáticos en Ecuador

El panorama tecnológico ecuatoriano para educación matemática incluye desarrollos institucionales del Ministerio de Educación, iniciativas universitarias de investigación educativa, emprendimientos privados de tecnología educativa, y adaptaciones locales de plataformas internacionales. Esta diversidad de recursos requiere estrategias de integración que maximicen las sinergias entre diferentes herramientas mientras mantienen coherencia pedagógica.

Plataformas Digitales Ecuatorianas para Gamificación Matemática:

1. Portal Educar Ecuador - Sección Matemáticas Interactivas Desarrollado por el MINEDUC, incluye juegos alineados con el currículo nacional:

- **"Números de los Andes":** Juego de secuencias numéricas con paisajes ecuatorianos.

- **"Geometría Quiteña":** Exploración de formas geométricas en arquitectura colonial.
- **"Estadística Galápagos":** Análisis de datos de biodiversidad mediante juegos.
- **"Álgebra Amazónica":** Resolución de ecuaciones en contextos de conservación.

2. Plataforma "Yachay Matemático" - Universidad Yachay Tech Entorno de realidad virtual para exploración matemática inmersiva:

- **Laboratorios virtuales:** Experimentación con conceptos abstractos en 3D.
- **Simulaciones interactivas:** Modelización de fenómenos físicos ecuatorianos.
- **Colaboración en tiempo real:** Equipos virtuales para resolución de problemas.
- **Evaluación adaptativa:** Sistemas de inteligencia artificial para personalización.

Implementación Tecnológica - Proyecto "Matemáticas Aumentadas": Estudiantes de noveno grado de la Unidad Educativa "Manuela Cañizares" (Quito) utilizan realidad aumentada para explorar conceptos geométricos:

Componentes Tecnológicos:

- **Aplicación móvil:** Desarrollada por estudiantes de ingeniería de la EPN.
- **Marcadores físicos:** Figuras geométricas impresas que activan contenido digital.
- **Modelos 3D:** Representaciones tridimensionales de cuerpos geométricos.
- **Calculadora integrada:** Herramientas para medición de dimensiones virtuales.

Proceso de Implementación:

1. **Exploración libre:** Estudiantes escanean marcadores y manipulan objetos 3D.
2. **Investigación guiada:** Resolución de problemas usando mediciones de realidad aumentada.
3. **Creación de contenido:** Estudiantes diseñan sus propios marcadores y modelos.
4. **Presentación comunitaria:** Demostración de aprendizajes a padres y comunidad.

Recursos Digitales Adaptativos Contextualizados:

Adaptación de GeoGebra para Contextos Ecuatorianos: La plataforma internacional GeoGebra se enriquece con contenidos específicamente desarrollados para el contexto ecuatoriano:

"GeoGebra Ecuatoriano" - Colección Temática:

- **Geometría de la Mitad del Mundo:** Exploración de coordenadas geográficas y proyecciones.

- **Funciones del Cotopaxi:** Modelización de perfiles volcánicos usando funciones cuadráticas.
- **Estadística Censal:** Análisis de datos demográficos ecuatorianos.
- **Trigonometría Costera:** Cálculos de mareas y navegación en el Pacífico ecuatoriano.

Desarrollo de Aplicaciones Móviles Educativas: Colaboración entre universidades ecuatorianas y sector privado para crear apps educativas:

App "Sumak Matemático" (Hermosa Matemática):

- **Interfaz kichwa-español:** Aplicación bilingüe para estudiantes interculturales.
- **Contenido cultural:** Problemas matemáticos basados en tradiciones ancestrales.
- **Conectividad offline:** Funcionalidad completa sin internet para zonas rurales.
- **Gamificación adaptativa:** Sistema de logros basado en cosmovisión andina.

Tabla 5

Recursos Tecnológicos Ecuatorianos para Gamificación Matemática

Recurso	Desarrollador	Características Principales	Nivel Educativo	Disponibilidad
Portal Educar Ecuador	MinEduc	Juegos curriculares, gratuito, sin internet opcional	Básica completa	Nacional, gratuita
Yachay Matemático	Universidad Yachay Tech	Realidad virtual, investigación avanzada	Básica superior, bachillerato	Institucional, proyecto piloto
GeoGebra Ecuatoriano	Comunidad académica	Contenidos contextualizados, código abierto	Básica media y superior	Internacional, gratuita
Sumak Matemático	Startup "TechEducEC"	Bilingüe, cultural, offline	Básica elemental y media	Comercial, precio diferenciado
MathVR Galápagos	ESPOL + Fundación CDF	Inmersión ambiental, biodiversidad	Básica superior	Limitada, centros especializados

2.3.4 Juegos tradicionales ecuatorianos adaptados a conceptos matemáticos

La adaptación de juegos tradicionales ecuatorianos para la enseñanza de conceptos matemáticos representa una estrategia pedagógica culturalmente sustentable que honra el patrimonio lúdico nacional mientras desarrolla competencias matemáticas contemporáneas. Esta aproximación no solo aprovecha la familiaridad cultural de los estudiantes con estos juegos, sino que también fortalece la identidad cultural mientras se desarrollan habilidades académicas esenciales.

Los juegos tradicionales ecuatorianos poseen estructuras matemáticas implícitas sofisticadas que, cuando se hacen explícitas mediante adaptaciones pedagógicas apropiadas, pueden servir como vehículos efectivos para el aprendizaje de conceptos desde aritmética básica hasta álgebra avanzada. La clave está en identificar estas estructuras matemáticas subyacentes y diseñar intervenciones que las hagan visibles y manipulables para propósitos educativos.

Adaptación Matemática del Juego "Rayuela" (Mundo):

Versión Tradicional: Los niños saltan en cuadros numerados siguiendo patrones específicos, desarrollando coordinación motriz y reconocimiento numérico básico.

Adaptación Matemática "Rayuela Algebraica": Para estudiantes de octavo grado, cada cuadro contiene una ecuación que debe resolverse antes de realizar el salto:

Configuración del Juego:

- **Cuadros 1-3:** Ecuaciones lineales simples ($x + 7 = 12$).
- **Cuadros 4-6:** Ecuaciones con fracciones ($2x/3 = 8$).
- **Cuadros 7-8:** Ecuaciones con dos operaciones ($3x - 5 = 16$).
- **Cuadro "Cielo":** Sistema de dos ecuaciones lineales.

Mecánicas Matemáticas:

1. **Resolución previa:** El estudiante debe resolver la ecuación antes de saltar.
2. **Verificación grupal:** Los compañeros verifican la solución antes de autorizar el salto.
3. **Ayuda colaborativa:** Si la solución es incorrecta, el equipo puede ofrecer pistas.
4. **Progresión adaptativa:** La dificultad se ajusta según el desempeño del grupo.

Aprendizajes Desarrollados:

- **Competencia algebraica:** Resolución fluida de ecuaciones lineales.
- **Verificación de soluciones:** Desarrollo de hábitos de comprobación.
- **Comunicación matemática:** Explicación de procesos de resolución.

- **Colaboración académica:** Apoyo mutuo en el aprendizaje.

Adaptación Matemática del Juego "Trompo":

Versión Tradicional: Juego de habilidad donde se hace girar un trompo de madera y se realizan diversas maniobras mientras se mantiene en movimiento.

Adaptación Matemática "Trompo Geométrico": Para estudiantes de séptimo grado, el juego incorpora conceptos de geometría y medición:

Elementos Matemáticos Integrados:

- **Círculos concéntricos:** El área de juego se divide en anillos con diferentes valores de puntos.
- **Ángulos de lanzamiento:** Los estudiantes deben calcular ángulos óptimos para diferentes maniobras.
- **Tiempo de rotación:** Medición y análisis estadístico de duración de giros.
- **Trayectorias:** Estudio de las curvas descritas por el trompo en movimiento.

Actividades Matemáticas Específicas:

1. **Cálculo de áreas:** Determinación del área de los círculos concéntricos donde cae el trompo
2. **Análisis de probabilidades:** Estimación de probabilidades de caer en cada zona
3. **Estudios de tiempo:** Registro y análisis estadístico de tiempos de rotación
4. **Geometría del movimiento:** Descripción matemática de las trayectorias del trompo

Adaptación Matemática del Juego "Matantantirulirulán" (versión matemática):

Versión Tradicional: Juego de ronda donde los participantes cantan mientras realizan movimientos coordinados, desarrollando ritmo y coordinación grupal.

Adaptación Matemática "Secuencias Cantadas": Para estudiantes de sexto grado, el juego integra conceptos de secuencias numéricas y patrones:

Estructura Matemática del Juego:

- **Verso 1:** Secuencias aritméticas simples (2, 4, 6, 8...).
- **Verso 2:** Secuencias geométricas básicas (1, 2, 4, 8...).
- **Verso 3:** Secuencias de Fibonacci adaptadas para niños.
- **Verso 4:** Patrones con operaciones mixtas.

Ejemplo de Letra Matemática: *"Matantantirulirulán, contemos en secuencia sin parar, dos, cuatro, seis, ocho, ¿cuál sigue ya? Matantantirulirulá, el patrón vamos a encontrar"*

Competencias Desarrolladas:

- **Reconocimiento de patrones:** Identificación de regularidades numéricas.
- **Pensamiento predictivo:** Anticipación de elementos siguientes en secuencias.
- **Memoria matemática:** Retención de secuencias numéricas complejas.
- **Coordinación multitarea:** Integración de actividad física y mental.

Adaptación Matemática del Juego "Cometas" (Volantines):

Versión Tradicional: Construcción y vuelo de cometas artesanales, desarrollando habilidades manuales y comprensión intuitiva de principios físicos.

Adaptación Matemática "Cometas Geométricas": Para estudiantes de noveno grado, el diseño y construcción de cometas integra conceptos geométricos avanzados:

Componentes Matemáticos del Proyecto:

1. **Diseño geométrico:** Aplicación de proporciones áureas y relaciones trigonométricas.
2. **Cálculo de materiales:** Optimización de uso de papel y varillas mediante fórmulas de área.
3. **Análisis de estabilidad:** Aplicación de conceptos de centro de gravedad y equilibrio.
4. **Estudios aerodinámicos:** Análisis matemático de fuerzas y ángulos de vuelo

Proceso de Construcción Matemática:

- **Fase de diseño:** Uso de software geométrico para crear plantillas optimizadas.
- **Fase de construcción:** Aplicación práctica de mediciones y cálculos precisos.
- **Fase de prueba:** Recolección de datos de vuelo y análisis estadístico de performance.
- **Fase de optimización:** Modificaciones basadas en análisis matemático de resultados.

Tabla 6

Juegos Tradicionales Ecuatorianos Adaptados para Matemáticas

Juego Tradicional	Conceptos Matemáticos	Nivel Educativo	Competencias Desarrolladas	Materiales Necesarios
Rayuela Algebraica	Ecuaciones lineales, resolución de problemas	8° año	Álgebra aplicada, verificación, comunicación	Tiza, tarjetas con ecuaciones

Juego Tradicional	Conceptos Matemáticos	Nivel Educativo	Competencias Desarrolladas	Materiales Necesarios
Trompo Geométrico	Geometría, probabilidad, estadística descriptiva	7° año	Medición, análisis de datos, geometría aplicada	Trompos, transportador, cronómetro
Secuencias Cantadas	Patrones numéricos, secuencias, aritmética	6° año	Reconocimiento de patrones, memoria numérica	Ninguno (solo coordinación grupal)
Cometas Geométricas	Trigonometría, optimización, análisis físico-matemático	9° año	Diseño matemático, modelización, análisis	Papel, varillas, software de diseño
Sapo Matemático	Probabilidad, estadística, cálculo de áreas	5°-6° año	Cálculo mental, análisis de probabilidades	Tablero adaptado, fichas numeradas
Ensacados Algebraicos	Sistemas de ecuaciones, trabajo en equipo	8°-9° año	Resolución colaborativa, aplicación algebraica	Sacos, tarjetas con problemas

La implementación exitosa de estas adaptaciones requiere formación docente específica que permita a los educadores comprender tanto las estructuras matemáticas implícitas en los juegos tradicionales como las estrategias pedagógicas necesarias para hacerlas explícitas sin perder el carácter lúdico que motiva la participación estudiantil. Esta formación debe incluir componentes culturales que profundicen la comprensión del patrimonio lúdico ecuatoriano y su potencial educativo.

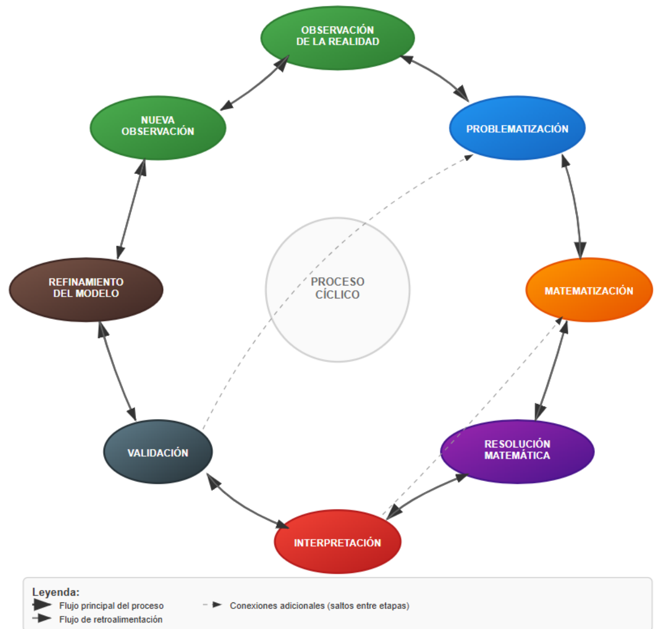
2.4 Modelización Matemática

2.4.1 El proceso de modelización en el aula

La modelización matemática constituye una metodología pedagógica transformadora que posiciona a las matemáticas como herramientas de investigación y comprensión de fenómenos del mundo real, trascendiendo la tradicional enseñanza algorítmica para desarrollar competencias de pensamiento crítico, análisis sistemático y resolución creativa de problemas complejos. Biembengut y Hein (2004) establecen que la modelación matemática enfrenta desafíos únicos en la enseñanza de matemáticas, pero ofrece oportunidades excepcionales para conectar el conocimiento académico con la realidad experiencial de los estudiantes, creando aprendizajes más significativos y duraderos.

Imagen 10

Ciclo completo de la Modelización Matemática en el Aula



Nota. Adaptado de Blum & Leiß, 2007

El proceso de modelización matemática en el aula debe estructurarse como una secuencia iterativa que comienza con la observación sistemática de fenómenos reales y progresa hacia la construcción, validación y refinamiento de modelos matemáticos que capturan los aspectos esenciales de dichos fenómenos. Blomhøj (2008) enfatiza que la modelización matemática funciona como una teoría para la práctica educativa que requiere transformaciones profundas en las concepciones tradicionales sobre qué constituye el conocimiento matemático válido y cómo debe desarrollarse en contextos escolares.

Etapas del Proceso de Modelización en el Aula:

1. Observación y Problematización de la Realidad Los estudiantes identifican situaciones problemáticas de su entorno que requieren análisis cuantitativo. Esta etapa requiere desarrollo de competencias de observación sistemática, formulación de preguntas de investigación, y delimitación de aspectos específicos susceptibles de modelización matemática.

Ejemplo de Problematización - Contaminación del Río Machángara (Cuenca): Estudiantes de décimo grado observan sistemáticamente las condiciones del río que atraviesa la ciudad de Cuenca:

- **Observaciones cualitativas:** Color del agua, presencia de espuma, olores, vida acuática visible.
- **Observaciones cuantitativas:** Caudal estimado, temperatura, pH (usando kits básicos).
- **Factores contextuales:** Ubicación de descargas industriales, variaciones estacionales, actividades humanas circundantes.
- **Problematización:** ¿Cómo se puede modelar matemáticamente el nivel de contaminación del río y predecir su evolución futura?

2. Matematización y Construcción del Modelo Los estudiantes traducen la situación problemática al lenguaje matemático, identificando variables relevantes, estableciendo relaciones funcionales, y construyendo representaciones matemáticas que capturen la esencia del fenómeno estudiado.

Proceso de Matematización para el Río Machángara:

- **Identificación de variables:**
  - Variable dependiente: Índice de contaminación (IC).
  - Variables independientes: Caudal (Q), temperatura (T), concentración de contaminantes (C), tiempo (t).
- **Establecimiento de relaciones:** $IC = f(Q, T, C, t)$.
- **Construcción del modelo inicial:** $IC = a \cdot C/Q + b \cdot T + c \cdot \mathrm{sen}(2\pi t/365) + d$.
  - Donde a, b, c, d son constantes a determinar experimentalmente.

3. Resolución Matemática y Análisis Los estudiantes aplican herramientas matemáticas apropiadas para resolver el modelo, interpretar resultados, y extraer conclusiones sobre el comportamiento del sistema modelado.
Bosch et al. (2006) analizan la modelización matemática desde la teoría antropológica de lo didáctico, identificando tensiones entre la matemática escolar tradicional y las demandas de la modelización auténtica. Los autores proponen que la implementación exitosa de modelización en el aula requiere articulación cuidadosa entre contenidos curriculares formales y aplicaciones realistas que mantengan rigurosidad matemática.

4. Validación y Refinamiento del Modelo Los estudiantes evalúan la calidad predictiva del modelo comparando sus resultados con observaciones reales, identificando limitaciones, y refinando el modelo para mejorar su precisión y aplicabilidad.
Proceso de Validación para el Modelo del Río:

- **Comparación con datos reales:** Contraste de predicciones del modelo con mediciones de campo.
- **Análisis de residuos:** Evaluación de diferencias entre valores predichos y observados.
- **Pruebas de sensibilidad:** Análisis del comportamiento del modelo ante variaciones en parámetros.
- **Refinamiento iterativo:** Modificación de la modelo basada en evidencias empíricas.

Actividad de Modelización 1: "Dinámica Poblacional de Galápagos" Estudiantes de noveno grado modelan el crecimiento poblacional de especies endémicas en las Islas Galápagos:
Fase de Observación:

- Análisis de datos históricos de población de tortugas gigantes, iguanas marinas, y pinzones.
- Identificación de factores que influyen en el crecimiento poblacional: disponibilidad de alimento, cambio climático, turismo, especies invasoras.

Fase de Matematización:

- **Modelo logístico básico:** $P(t) = K/(1 + ae^{(-rt)})$.
- **Modelo modificado:** $P(t) = K(t)/(1 + ae^{(-r(t)t)})$ donde $K(t)$ y $r(t)$ varían con factores ambientales.

- **Variables del modelo:** Capacidad de carga, tasa de crecimiento, perturbaciones externas.

Fase de Resolución:

- Estimación de parámetros usando regresión no lineal.
- Análisis de escenarios futuros bajo diferentes condiciones ambientales.
- Predicciones de población a 10, 20 y 50 años.

Fase de Validación:

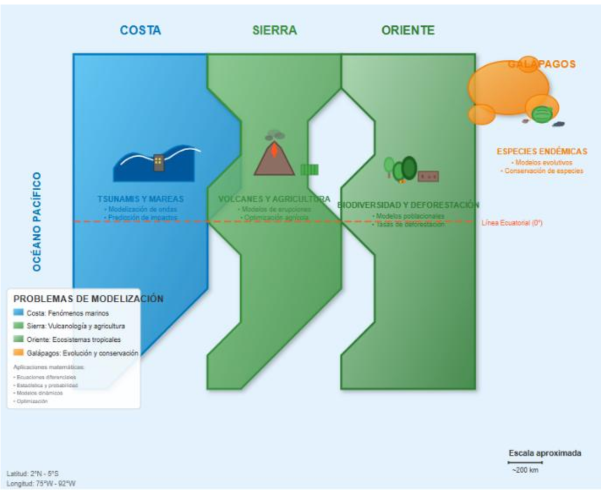
- Comparación con datos más recientes no utilizados en la construcción del modelo.
- Consulta con biólogos de la Estación Científica Charles Darwin.
- Refinamiento del modelo basado en retroalimentación de expertos.

2.4.2 Problemas del contexto ecuatoriano para modelar

El contexto ecuatoriano ofrece una riqueza excepcional de problemas auténticos susceptibles de modelización matemática, desde fenómenos naturales únicos derivados de la ubicación geográfica privilegiada del país hasta desafíos socioeconómicos complejos que requieren análisis cuantitativo sofisticado. Aravena y Caamaño (2007) demuestran que la modelización matemática con estudiantes de secundaria alcanza mayor efectividad cuando los problemas abordados emergen del contexto local inmediato, permitiendo que los estudiantes apliquen directamente sus modelos y observen consecuencias reales de sus análisis matemáticos.

Imagen 11

Problemas de Modelización Matemática por Regiones del Ecuador



Nota. Elaboración propia, 2025.

La diversidad geográfica ecuatoriana genera fenómenos naturales únicos que proporcionan contextos ideales para modelización matemática interdisciplinaria. La presencia de la línea ecuatorial, la Cordillera de los Andes, la Corriente de Humboldt, y ecosistemas únicos como las Islas Galápagos, crea oportunidades pedagógicas excepcionales para conectar conceptos matemáticos con realidades tangibles que los estudiantes pueden observar y experimentar directamente.

Problema de Modelización 1: "Actividad Volcánica del Cotopaxi" Para estudiantes de décimo grado, análisis matemático de patrones de actividad volcánica:

Contextualización del Problema: El volcán Cotopaxi presenta ciclos de actividad que afectan directamente a comunidades aledañas. Los estudiantes desarrollan modelos predictivos basados en datos históricos de erupciones, actividad sísmica, y emisiones de gases.

Variables del Modelo:

- **Tiempo entre erupciones:** Análisis estadístico de periodicidad.
- **Intensidad de erupciones:** Escala logarítmica de Índice de Explosividad Volcánica (VEI).
- **Precursores sísmicos:** Frecuencia y magnitud de sismos previos a erupciones.
- **Emisiones gaseosas:** Concentración de SO_2 y otros gases como indicadores.

Herramientas Matemáticas Aplicadas:

- **Estadística descriptiva:** Análisis de tendencias centrales y variabilidad.
- **Distribuciones de probabilidad:** Modelización de intervalos entre erupciones.
- **Regresión múltiple:** Relación entre precursores y probabilidad de erupción.
- **Series de tiempo:** Análisis de patrones temporales de actividad.

Productos del Modelo:

- Sistema de alerta temprana basado en indicadores matemáticos.
- Mapas de riesgo con probabilidades cuantificadas por zonas.
- Recomendaciones para planes de evacuación basadas en análisis temporal.

Problema de Modelización 2: "Optimización de Cultivos en la Sierra Central" Estudiantes de noveno grado analizan la agricultura andina bajo condiciones de cambio climático:

Contextualización: Los agricultores de Tungurahua enfrentan desafíos crecientes debido a variabilidad climática. Los estudiantes desarrollan modelos de optimización para maximizar producción mientras minimizan riesgos climáticos.

Components del Modelo:

- **Variables climáticas:** Precipitación, temperatura, radiación solar, humedad.
- **Variables agrícolas:** Tipo de cultivo, calendario de siembra, técnicas de riego.
- **Variables económicas:** Precios de mercado, costos de producción, rentabilidad.
- **Variables de riesgo:** Probabilidad de heladas, sequías, plagas.

Modelización Matemática:

- **Función objetivo:** Maximizar rentabilidad esperada = Σ(Precio_i × Producción_i × Probabilidad_éxito_i) - Costos_totales.
- **Restricciones:** Disponibilidad de tierra, agua, mano de obra, capital.
- **Programación lineal:** Optimización de asignación de recursos.
- **Análisis de escenarios:** Evaluación bajo diferentes condiciones climáticas.

Romo-Vázquez (2014) analiza la modelización matemática en la formación de ingenieros, estableciendo principios que son aplicables a la educación básica: la autenticidad del problema, la relevancia del contexto, y la posibilidad de validación empírica constituyen elementos esenciales para experiencias de modelización exitosas.

Problema de Modelización 3: "Dinámicas de Migración Interna" Para estudiantes de décimo grado, análisis de movimientos poblacionales dentro del Ecuador:

Contextualización Social: Ecuador experimenta movimientos migratorios internos significativos desde zonas rurales hacia centros urbanos, con impactos económicos y sociales complejos que requieren análisis cuantitativo.

Estructura del Modelo:

- **Variables demográficas:** Población por provincias, tasas de natalidad/mortalidad, estructura etaria.
- **Variables económicas:** Oportunidades laborales, diferencias salariales, costo de vida.
- **Variables sociales:** Acceso a educación, servicios de salud, infraestructura.
- **Variables geográficas:** Distancia, conectividad, características climáticas.

Aproximaciones Matemáticas:

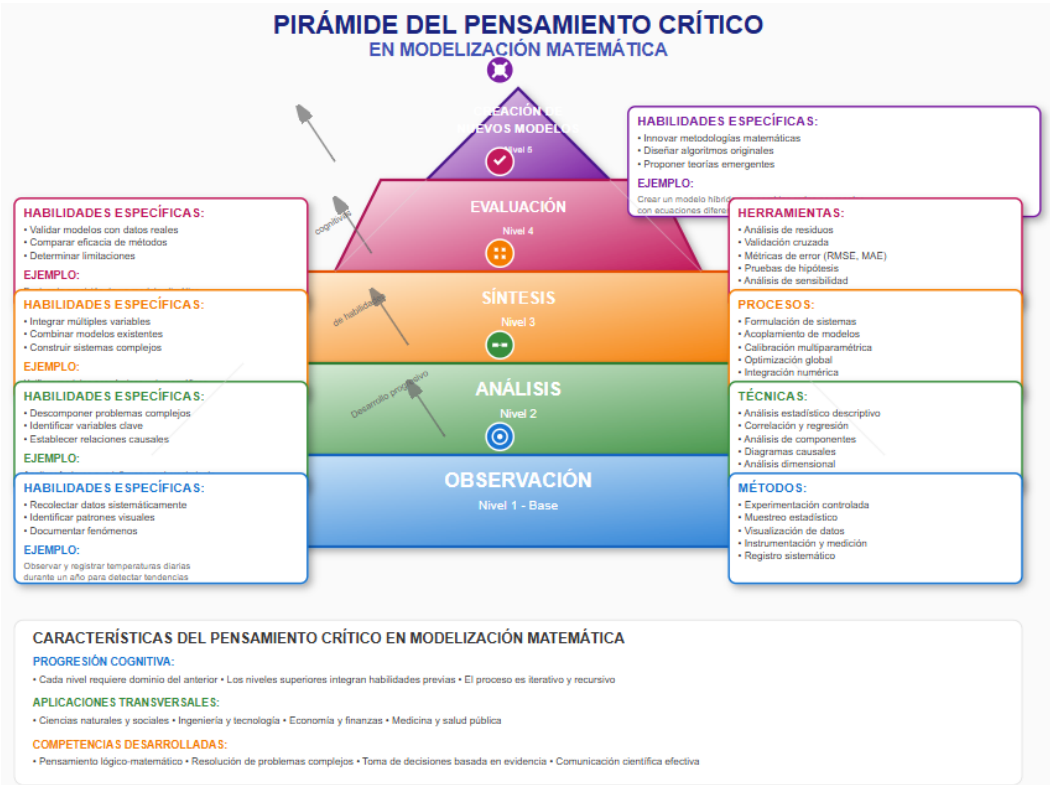
- **Modelos gravitacionales:** Migración proporcional a atractivo del destino e inversamente proporcional a distancia.
- **Ecuaciones diferenciales:** Dinámica temporal de poblaciones.
- **Análisis multivariado:** Identificación de factores determinantes de migración.
- **Simulación estocástica:** Escenarios probabilísticos de evolución futura.

2.4.3 Desarrollo del pensamiento crítico y analítico

La modelización matemática constituye una metodología privilegiada para el desarrollo del pensamiento crítico y analítico, ya que requiere que los estudiantes cuestionen supuestos, evalúen evidencias, analicen limitaciones de modelos, y formulen conclusiones fundamentadas en análisis riguroso. A diferencia de la resolución de problemas tradicionales con respuestas únicas y predeterminadas, la modelización enfrenta a los estudiantes con la complejidad y ambigüedad inherentes de los problemas reales, desarrollando competencias de tolerancia a la incertidumbre y toma de decisiones bajo información incompleta.

Imagen 12

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Modelización



Nota. Adaptado de Bloom's Taxonomy revisada por Anderson & Krathwohl, 2001.

El pensamiento crítico en modelización matemática se manifiesta a través de múltiples dimensiones cognitivas que incluyen el cuestionamiento sistemático de supuestos, la evaluación de la calidad y confiabilidad de datos, el análisis de limitaciones y alcances de modelos, y la formulación de conclusiones tentativas sujetas a revisión continua. Esta aproximación epistemológica contrasta radicalmente con concepciones tradicionales de las matemáticas como verdades absolutas e inmutables.

Competencias de Pensamiento Crítico Desarrolladas a través de Modelización:

1. Análisis de Supuestos y Limitaciones Los estudiantes aprenden a identificar y evaluar críticamente los supuestos implícitos en sus modelos, reconociendo que toda modelización requiere simplificaciones que afectan la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

Ejercicio de Análisis Crítico - Modelo de Tráfico en Quito: Estudiantes de décimo grado desarrollan un modelo para predecir tiempos de traslado en Quito:

Supuestos del modelo inicial:

- Velocidad constante en cada tipo de vía.
- Comportamiento predecible de conductores.
- Ausencia de eventos impredecibles (accidentes, manifestaciones).
- Condiciones climáticas estables.

Análisis crítico de supuestos:

- ¿Es realista asumir velocidad constante durante las horas pico?
- ¿Cómo afectan las diferencias individuales en estilos de conducción?
- ¿Qué impacto tienen eventos impredecibles en la precisión del modelo?
- ¿Cómo varían los patrones de tráfico entre días laborales y fines de semana?

Refinamiento del modelo:

- Incorporación de variabilidad estocástica en velocidades.
- Inclusión de factores de incertidumbre para eventos impredecibles.
- Desarrollo de modelos diferenciados por tipo de día y condiciones climáticas.

2. Evaluación de Evidencias y Calidad de Datos Los estudiantes desarrollan competencias para evaluar críticamente la calidad, confiabilidad y relevancia de las fuentes de información utilizadas en sus modelos, aprendiendo a distinguir entre correlación y causación, a identificar sesgos en datos, y a evaluar la representatividad de muestras.

Actividad de Evaluación de Evidencias - Impacto del Turismo en Galápagos: Estudiantes analizan críticamente diferentes fuentes de información sobre el impacto del turismo en el ecosistema galapagueño:

Fuentes de datos evaluadas:

- Estadísticas oficiales del Parque Nacional Galápagos.
- Estudios científicos publicados en revistas especializadas.
- Reportes de organizaciones ambientalistas.
- Testimonios de guías turísticos locales.
- Datos de redes sociales y plataformas de turismo.

Criterios de evaluación aplicados:

- **Credibilidad de la fuente:** ¿Quién genera la información y qué motivaciones tiene?
- **Metodología de recolección:** ¿Cómo se obtuvieron los datos y qué limitaciones tiene el proceso?
- **Tamaño y representatividad:** ¿La muestra es suficiente y representativa de la población?
- **Actualidad y relevancia:** ¿Los datos son recientes y relevantes para el problema específico?
- **Consistencia:** ¿Los resultados son consistentes entre diferentes fuentes confiables?

3. Razonamiento Causal y Análisis de Relaciones La modelización desarrolla competencias para distinguir entre correlación y causación, identificar variables, y construir argumentos causales sólidos basados en evidencia empírica y razonamiento lógico.

Proyecto de Análisis Causal - Rendimiento Académico y Factores Socioeconómicos: Estudiantes de noveno grado investigan la relación entre nivel socioeconómico y rendimiento académico en su región:

Variables analizadas:

- **Variable dependiente:** Puntajes en pruebas estandarizadas.
- **Variables independientes:** Ingreso familiar, educación de padres, acceso a tecnología, alimentación.
- **Variables de control:** Edad, género, tipo de institución educativa.

Análisis de causalidad:

- ¿El nivel socioeconómico causa directamente mejor rendimiento académico?
- ¿Qué variables mediadoras explican esta relación (nutrición, acceso a recursos, apoyo familiar)?

- ¿Existen variables confusoras que podrían explicar la correlación observada?
- ¿Cómo se puede diseñar análisis que permita inferencias causales más sólidas?

Metodologías aplicadas:

- Análisis de regresión múltiple con variables de control.
- Estudios de mediación para identificar mecanismos causales.
- Análisis de sensibilidad para evaluar robustez de conclusiones.

2.4.4 Conexión entre matemáticas y realidad nacional

La modelización matemática establece puentes auténticos entre el conocimiento matemático formal y los desafíos, oportunidades y características específicas de la realidad nacional ecuatoriana, posicionando a las matemáticas como herramientas esenciales para la comprensión crítica y transformación constructiva del país. Esta conexión trasciende la mera contextualización superficial para crear experiencias de aprendizaje donde los estudiantes utilizan competencias matemáticas para analizar problemáticas nacionales reales y proponer soluciones fundamentadas cuantitativamente. La realidad nacional ecuatoriana presenta desafíos únicos que requieren análisis matemático sofisticado: la gestión sostenible de recursos naturales excepcionales, la optimización de sistemas económicos basados en exportación de materias primas, la planificación urbana en contextos geográficos complejos, y la preservación de biodiversidad única mundial. Estos desafíos proporcionan contextos auténticos donde las matemáticas se revelan como herramientas indispensables para la ciudadanía activa y el desarrollo nacional sostenible.

Modelo Nacional 1: "Matriz Energética Ecuatoriana" Estudiantes de décimo grado analizan la transición energética nacional hacia fuentes renovables:

Contextualización Nacional: Ecuador posee potencial hidroeléctrico, solar y eólico significativo, pero depende históricamente de combustibles fósiles. Los estudiantes modelan escenarios de transición energética considerando factores técnicos, económicos y ambientales.

Variables del Modelo Nacional:

- **Demanda energética:** Crecimiento poblacional, industrialización, electrificación rural.
- **Oferta renovable:** Potencial hidroeléctrico por cuencas, irradiación solar por regiones, velocidad de vientos.

- **Factores económicos:** Costos de inversión, precios de petróleo, subsidios energéticos.
- **Impactos ambientales:** Emisiones de carbono, impacto en ecosistemas, sostenibilidad.

Herramientas Matemáticas Aplicadas:

- **Programación lineal:** Optimización de mix energético bajo restricciones técnicas y económicas.
- **Análisis de series temporales:** Proyección de demanda energética futura.
- **Simulación Monte Carlo:** Análisis de riesgos e incertidumbres en escenarios energéticos.
- **Análisis costo-beneficio:** Evaluación económica de diferentes estrategias de transición.

Productos del Análisis:

- Recomendaciones de política energética basadas en análisis cuantitativo.
- Mapas de potencial energético renovable por provincias.
- Cronogramas optimizados de inversión en infraestructura energética.
- Análisis de impacto económico y ambiental de diferentes escenarios.

Modelo Nacional 2: "Sostenibilidad Financiera del Sistema de Pensiones" Estudiantes de décimo grado analizan la viabilidad a largo plazo del sistema de seguridad social ecuatoriano:

Problemática Nacional: El envejecimiento poblacional y cambios en patrones laborales plantean desafíos para la sostenibilidad del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Los estudiantes desarrollan modelos actuariales básicos para evaluar diferentes escenarios de reforma.

Componentes del Modelo:

- **Demografía:** Proyecciones de población por grupos etarios, esperanza de vida, tasas de natalidad.
- **Mercado laboral:** Tasas de empleo formal, salarios promedio, densidad de cotización.
- **Parámetros del sistema:** Edad de jubilación, tasa de reemplazo, período de cotización requerido.
- **Variables macroeconómicas:** Inflación, crecimiento económico, rendimiento de inversiones.

Análisis Matemático:

- **Modelos actuariales:** Cálculo de reservas técnicas y equilibrio financiero.
- **Proyecciones demográficas:** Cohortes de cotizantes y beneficiarios futuros.
- **Análisis de sensibilidad:** Impacto de cambios paramétricos en sostenibilidad.
- **Optimización:** Combinaciones de reformas que aseguren viabilidad financiera.

Tabla

7 *Problemas de Modelización Matemática en la Realidad Nacional Ecuatoriana*

Área Temática	Problema Específico	Nivel Educativo	Conceptos Matemáticos	Conexión Nacional
Medio Ambiente	Deforestación amazónica, cambio climático	9°-10° año	Ecuaciones diferenciales, estadística, optimización	Política ambiental, REDD+
Economía	Diversificación productiva, dependencia petrolera	10° año	Modelos econométricos, series de tiempo	Planificación nacional, desarrollo
Demografía	Transición demográfica, migración	9°-10° año	Proyecciones poblacionales, modelos gravitacionales	Política social, planificación urbana
Salud Pública	Sistemas de salud, epidemiología	9°-10° año	Modelos epidemiológicos, estadística sanitaria	Ministerio de Salud, política sanitaria
Educación	Acceso y calidad educativa	8°-9° año	Análisis de datos, correlaciones	Política educativa, equidad
Infraestructura	Transporte, telecomunicaciones	9°-10° año	Teoría de grafos, optimización de redes	Conectividad nacional, desarrollo regional

Modelo Nacional 3: "Optimización del Sistema de Transporte Público en Cuenca"
Estudiantes analizan el sistema de tranvía y buses urbanos para proponer mejoras en eficiencia y cobertura:

Análisis Sistémico: El sistema integrado de transporte de Cuenca combina tranvía, buses urbanos y alimentadores. Los estudiantes modelan flujos de pasajeros, optimizan rutas, y evalúan expansiones del sistema.

Variables Consideradas:

- **Demanda de transporte:** Matrices origen-destino, patrones horarios, crecimiento urbano.
- **Oferta de transporte:** Capacidad vehicular, frecuencias, velocidades comerciales.
- **Infraestructura:** Red vial, estaciones, talleres, patios de maniobras.
- **Sostenibilidad:** Costos operativos, tarifas, subsidios municipales.

Modelización Aplicada:

- **Teoría de grafos:** Representación de redes de transporte y algoritmos de ruta más corta.
- **Investigación operativa:** Optimización de frecuencias y asignación de recursos.
- **Simulación:** Modelado de flujos de pasajeros y congestión en estaciones.
- **Análisis financiero:** Evaluación de sostenibilidad económica de expansiones.

La conexión entre matemáticas y realidad nacional a través de modelización genera múltiples beneficios pedagógicos que trascienden el aprendizaje matemático específico. Los estudiantes desarrollan competencias de ciudadanía activa, comprensión crítica de políticas públicas, y capacidad de participación informada en debates nacionales. Simultáneamente, adquieren valoración genuina de las matemáticas como herramientas esenciales para el análisis social y la toma de decisiones responsables.

Tabla 8

Competencias Ciudadanas Desarrolladas a través de Modelización de la Realidad Nacional

Competencia	Descripción	Desarrollo a través de Modelización	Impacto en Ciudadanía
Pensamiento Crítico	Análisis sistemático de información y argumentos	Evaluación de políticas públicas usando evidencia cuantitativa	Participación informada en debates democráticos
Toma de Decisiones	Capacidad de elegir entre alternativas considerando múltiples criterios	Análisis de trade-offs en problemas nacionales complejos	Liderazgo responsable en comunidades
Comprensión Sistémica	Entendimiento de interconexiones y efectos de largo plazo	Modelización de sistemas complejos nacionales	Visión estratégica del desarrollo nacional
Comunicación Técnica	Habilidad para explicar análisis complejos a audiencias diversas	Presentación de resultados de modelización a comunidades	Mediación entre conocimiento técnico y ciudadanía
Responsabilidad Social	Compromiso con el bienestar colectivo y desarrollo sostenible	Aplicación de competencias matemáticas a problemas sociales	Participación en transformación social

La implementación exitosa de modelización matemática conectada con la realidad nacional requiere colaboración estratégica entre instituciones educativas, universidades, entidades gubernamentales, y organizaciones de la sociedad civil. Esta red de colaboración proporciona acceso a datos reales, validación de modelos, y oportunidades de aplicación práctica que enriquecen sustancialmente las experiencias de aprendizaje estudiantil mientras contribuyen efectivamente al análisis de problemáticas nacionales prioritarias.

Referencias Bibliográficas

Aravena, M., Caamaño, C., & Giménez, J. (2008). Modelos matemáticos a través de proyectos. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, *11*(1), 49-92.

Aravena, M., & Caamaño, C. (2007). Modelización matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca, Chile. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, *33*(2), 7-25.

Baloco, C., & López, Ó. (2022). Ambientes virtuales de aprendizaje con metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia didáctica para el fortalecimiento de competencias matemáticas. *Praxis*, *18*(2), 1-22.

Biembengut, M. S., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación matemática*, *16*(2), 105-125.

Bosch, M., García, F. J., Gascón, J., & Higueras, L. R. (2006). La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico. *Educación matemática*, *18*(2), 37-74.

Blomhøj, M. (2008). Modelización matemática-una teoría para la práctica. *Revista de Educación Matemática (RevEM)*, *23*(2), 2.

Caballero, J. S. (2023). La gamificación y las Tecnologías Digitales en el área de Matemáticas de Educación Primaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, *12*(1), 82-105.

Córdova, J. D. R. V., & Pita, I. G. A. (2022). Aprendizaje Basado en Problemas en el aprendizaje significativo de la asignatura de Matemáticas.

Doria, L. A. P., & Nisperuza, E. P. F. (2022). El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática en Colombia. Avances de una revisión documental. *Revista Boletín Redipe*, *11*(2), 318-328.

Erráez, P. A. G., Guevara, D. I. G., & Malla, N. R. T. (2022). La gamificación en matemáticas, una necesidad educativa actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *6*(1), 4543-4554.

García, F. Y. H., Rangel, E. G. H., & Mera, N. A. G. (2020). Gamificación en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Telos: revista de estudios interdisciplinarios en ciencias sociales*, *22*(1), 62-75.

Holguin Alvarez, J., Taxa, F., Flores Castañeda, R., & Olaya Cotera, S. (2020). Proyectos educativos de gamificación por videojuegos: desarrollo del pensamiento numérico y razonamiento escolar en contextos vulnerables.

Maure, L. M., & Marimón, O. G. (2015). Un aprendizaje basado en proyecto en matemática con alumnos de undécimo grado. *Números*, *90*, 21-30.

Ortiz-Mendoza, G. J., & Guevara-Vizcaíno, C. F. (2021). Gamificación en la enseñanza de Matemáticas. *Episteme Koinonia*, *4*(8), 164-184.

Paredes, H. D. H., Gutiérrez, E. A. M., López, J., & Giraldo, L. E. P. (2015). Aprendizaje basado en problemas como potencializador del pensamiento matemático. *Plumilla educativa*, *15*(1), 299-312.

Rodríguez, L. E. R., Pimentel, L. G., & Jiménez, M. L. (2015). El método de proyecto para la formulación de problemas matemáticos. *Atenas*, *4*(32), 100-112.

Rolóna, S. A. P. (2017). Fortalecimiento de la competencia matemática resolución de problemas en educación básica secundaria, mediante el aprendizaje basado en problemas (ABP). *Eco matemático*, *8*(1), 25-33.

Romo-Vázquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Educación matemática*, 314-338.

Sevilla, G. A. (2019). Gamificación en matemáticas, ¿Un nuevo enfoque o una nueva palabra? *Épsilon*, *101*, 29-45.

Terán, T. E. (2015). El material didáctico que aporta el alumno. Una experiencia de construcción significativa del aprendizaje a través de proyectos. *Advances in Statistics Education: Developments, Experiences, and Assessments IASE Satellite*.

Velázquez, R. V., García, W. A. M., Zúñiga, K. M., & Landin, A. L. C. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas aplicada en la enseñanza de las Matemáticas. *Serie científica de la universidad de las ciencias informáticas*, *14*(3), 142-155.

Zambrano, V. R. J., & Cornejo-Zambrano, J. K. (2023). La Construcción de las Matemáticas a partir de los Recursos de Gamificación. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, *16*(2), 138-142.

Capítulo 3

3. Estrategias Didácticas Específicas por Nivel y Contenido

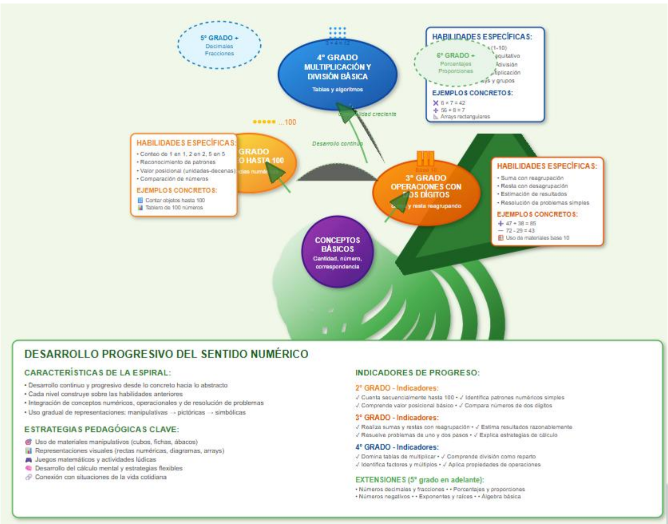
3.1 Educación Básica Elemental (2° a 4° año)

3.1.1 Desarrollo del sentido numérico y operaciones básicas

El desarrollo del sentido numérico en la educación básica elemental constituye el fundamento sobre el cual se construye todo el edificio del conocimiento matemático posterior, requiriendo estrategias didácticas específicamente diseñadas para aprovechar las características cognitivas y socioculturales de los estudiantes ecuatorianos entre 6 y 8 años. Barba Ayala et al. (2022) demuestran que el desarrollo del pensamiento lógico a través de juegos didácticos en la educación básica elemental no solo facilita la adquisición de competencias numéricas fundamentales, sino que también establece actitudes positivas hacia las matemáticas que perduran a lo largo de la trayectoria educativa del estudiante.

Imagen 1

Progresión del sentido numérico en Educación Básica Elemental



Nota. Elaboración propia basada en Van de Walle et al., 2013.

La construcción del sentido numérico en los primeros años escolares debe partir del reconocimiento de que los niños llegan al aula con intuiciones numéricas naturales desarrolladas a través de sus experiencias cotidianas en contextos familiares y comunitarios ecuatorianos. Moreira y Salmon (2022) establecen que las estrategias didácticas lúdicas para activar el proceso de enseñanza y aprendizaje en estudiantes del tercer grado del nivel básico elemental deben conectar sistemáticamente con estos

conocimientos previos, utilizándolos como andamiajes para la construcción de comprensiones matemáticas más sofisticadas y formales.
El desarrollo progresivo del sentido numérico en educación básica elemental debe seguir una secuencia cuidadosamente estructurada que respete los ritmos naturales de desarrollo cognitivo mientras proporciona experiencias ricas y variadas que fortalezcan la comprensión conceptual de los números y las operaciones. Esta secuencia comienza con el desarrollo de la cardinalidad y el principio de conteo, progresa hacia la comprensión del valor posicional, y culmina con la construcción de significados para las operaciones aritméticas básicas.

Estrategia Didáctica 1: "Mercado Matemático del Barrio" Para estudiantes de segundo año, esta estrategia integra el desarrollo del sentido numérico con contextos culturales familiares:
Preparación del ambiente: El aula se transforma en un mercado tradicional ecuatoriano con puestos de venta de productos locales: frutas de la Costa (banano, mango, papaya), productos de la Sierra (papa, quinua, cebada), y artesanías amazónicas. Cada puesto utiliza precios en centavos y monedas de un dólar para facilitar cálculos mentales.
Desarrollo de la actividad:

- **Fase 1 - Conteo y correspondencia:** Los estudiantes cuentan productos en cada puesto, estableciendo correspondencias uno a uno entre objetos y números.
- **Fase 2 - Composición y descomposición:** Los vendedores forman grupos de 10 productos y explican cómo 23 bananos son "2 grupos de 10 y 3 sueltos".
- **Fase 3 - Operaciones concretas:** Los compradores realizan sumas y restas usando monedas reales para comprar productos.

Competencias desarrolladas:

- Conteo con significado hasta 100.
- Comprensión inicial del valor posicional.
- Suma y resta con materiales concretos.
- Resolución de problemas en contextos familiares.

Pérez Brito (2020) documenta la efectividad de estrategias lúdicas para la enseñanza de las cuatro operaciones básicas en sexto año de educación general básica, evidenciando que cuando las actividades matemáticas se diseñan como juegos contextualizados culturalmente, los estudiantes desarrollan mayor fluidez operacional y comprensión conceptual simultáneamente.

Estrategia Didáctica 2: "La Fábrica de Números Ecuatorianos" Para estudiantes de tercer año, esta actividad desarrolla comprensión profunda del valor posicional:

Materiales específicos:

- Granos de maíz (unidades), frejoles (decenas), habas (centenas).
- Billetes y monedas ecuatorianas de juguete.
- Tableros de valor posicional con símbolos culturales ecuatorianos.

Proceso metodológico:

1. **Construcción física de números:** Los estudiantes usan granos para construir números de dos y tres dígitos, verbalizando el proceso: "Para hacer 142, necesito 1 haba en las centenas, 4 frejoles en las decenas, y 2 granos de maíz en las unidades".
2. **Transformaciones numéricas:** Los estudiantes realizan canjes entre diferentes valores, desarrollando comprensión de que 10 unidades equivalen a 1 decena, consolidando la base decimal del sistema de numeración.
3. **Conexión con dinero:** Las representaciones con granos se conectan con manipulaciones de dinero ecuatoriano, estableciendo puentes entre matemáticas abstractas y aplicaciones cotidianas.

Evaluación formativa integrada:

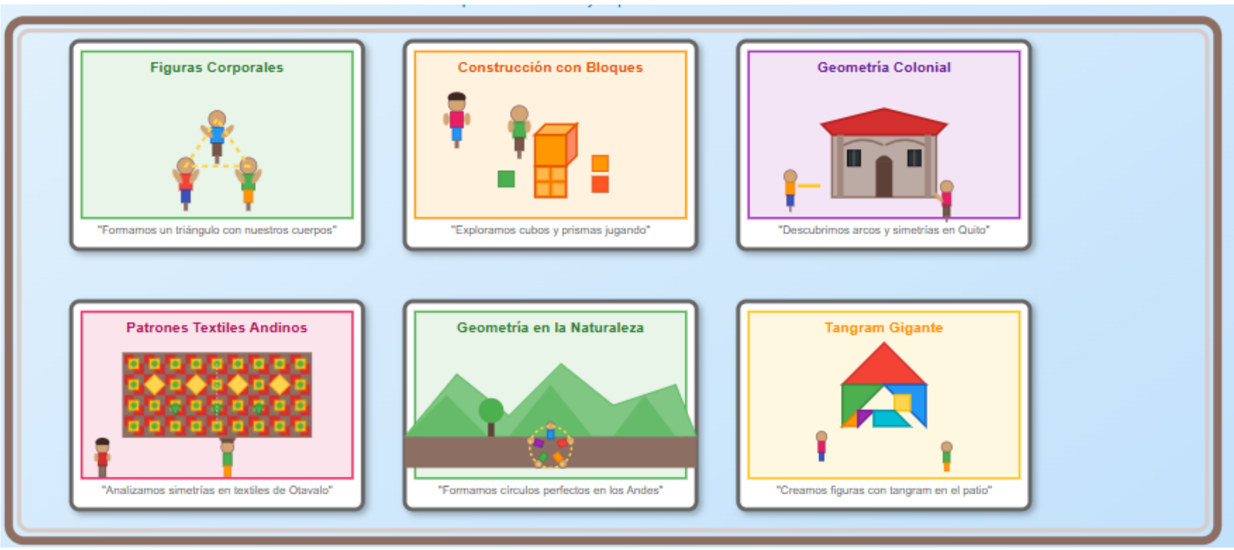
- Observación directa de manipulaciones con materiales.
- Verbalización de procesos de pensamiento durante construcción de números.
- Transferencia a situaciones nuevas con diferentes materiales.

3.1.2 Geometría vivencial y manipulativa

La enseñanza de geometría en educación básica elemental debe enfatizar experiencias vivenciales y manipulativas que permitan a los estudiantes construir comprensión espacial a través de la exploración activa del entorno, el movimiento corporal, y la manipulación de objetos tridimensionales antes de abordar representaciones bidimensionales abstractas. Barba Ayala et al. (2022) confirman que el desarrollo del pensamiento lógico en educación básica elemental se potencia significativamente cuando las actividades geométricas involucran todo el cuerpo del estudiante y conectan con elementos reconocibles de su entorno cultural inmediato.

Imagen 2

Geometría vivencial en Contextos Ecuatorianos. Niños explorando formas y espacios a través de su cultura.



Nota. Fotografías de Escuelas Participantes, 2024.

El enfoque vivencial de la geometría reconoce que los niños desarrollan intuiciones espaciales a través del movimiento y la exploración física del espacio antes de ser capaces de razonar sobre representaciones abstractas. Esta aproximación pedagógica es particularmente relevante en el contexto ecuatoriano, donde la rica diversidad arquitectónica, textil y artesanal proporciona abundantes oportunidades para conectar el aprendizaje geométrico formal con manifestaciones culturales auténticas que los estudiantes pueden observar y experimentar directamente.

Estrategia Didáctica 3: "Arquitectura Viviente - Formas de Nuestra Ciudad" Para estudiantes de segundo y tercer año, esta estrategia conecta geometría con patrimonio arquitectónico local:

Fase exploratoria: Los estudiantes realizan caminatas matemáticas por su barrio o ciudad, identificando formas geométricas en edificaciones tradicionales y contemporáneas. En Quito, exploran la geometría de iglesias coloniales; en Cuenca, analizan los balcones de hierro forjado; en Guayaquil, observan la arquitectura moderna del Malecón.

Fase de construcción corporal:

- **Formación de figuras humanas:** Grupos de estudiantes forman triángulos, cuadrados, círculos y rectángulos usando sus cuerpos.
- **Arquitectura corporal:** Los equipos construyen estructuras arquitectónicas simples (casas, iglesias, puentes) usando posiciones corporales coordinadas.
- **Danza geométrica:** Coreografías simples donde los movimientos trazan figuras geométricas en el espacio.

Fase de representación: Los estudiantes dibujan las formas exploradas, conectando experiencias tridimensionales con representaciones bidimensionales, desarrollando habilidades de visualización espacial fundamentales para geometría avanzada.

Moreira y Salmon (2022) enfatizan que las estrategias didácticas lúdicas para el tercer grado deben integrar movimiento físico con conceptos matemáticos, ya que esta integración facilita la retención a largo plazo y desarrolla conexiones neuronales que apoyan el razonamiento matemático posterior.

Estrategia Didáctica 4: "Taller de Construcciones Geométricas Ancestrales" Para estudiantes de cuarto año, construcción de comprensión geométrica a través de artesanías tradicionales:

Materiales culturalmente auténticos:

- Totora del lago San Pablo para construcción de figuras cilíndricas.
- Bambú de la Costa para exploración de estructuras lineales y triangulares.
- Barro de alfarería para modelado de formas tridimensionales.
- Lana de alpaca para tejido de patrones geométricos.

Procesos de construcción geométrica:

1. **Exploración de propiedades:** Los estudiantes manipulan materiales descubriendo propiedades geométricas (flexibilidad del bambú, maleabilidad del barro, resistencia de la totora).
2. **Construcción guiada:** Siguiendo técnicas ancestrales simplificadas, crean objetos que incorporan formas geométricas específicas (canastas circulares, estructuras triangulares, patrones rectangulares).
3. **Análisis matemático:** Identifican y describen las formas geométricas presentes en sus construcciones, desarrollando vocabulario geométrico contextualizado.

Conexiones interdisciplinarias:

- Historia: Origen ancestral de las técnicas constructivas.
- Ciencias Naturales: Propiedades de los materiales utilizados.

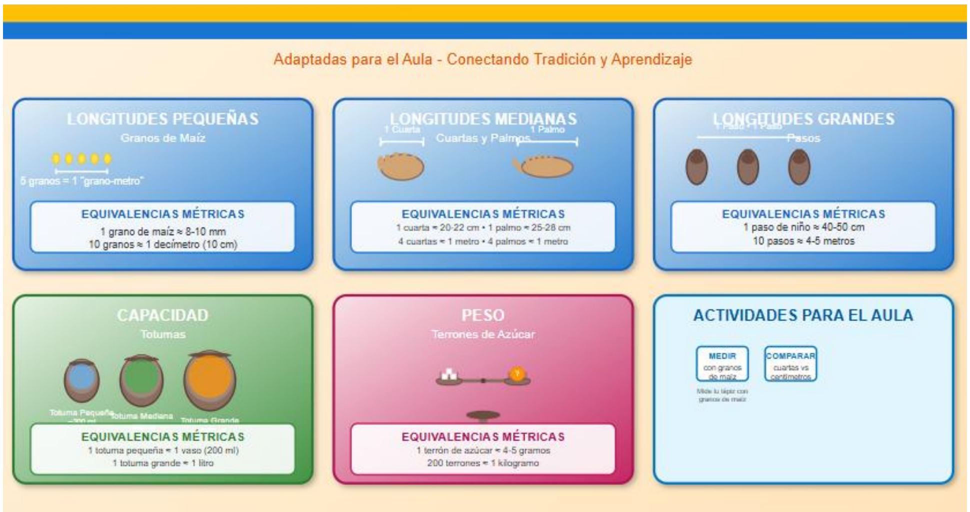
- Estudios Sociales: Importancia cultural de las artesanías en comunidades ecuatorianas.
- Arte: Estética y funcionalidad en el diseño tradicional.

3.1.3 Medición usando unidades del contexto ecuatoriano

La enseñanza de medición en educación básica elemental debe comenzar con el uso de unidades no estándar del contexto ecuatoriano antes de introducir unidades métricas formales, permitiendo que los estudiantes construyan comprensión conceptual de los procesos de medición a través de experiencias concretas con objetos familiares de su entorno cultural inmediato. Pardo et al. (2020) documentan que los recursos didácticos empleados en la enseñanza de matemáticas en educación básica elemental son más efectivos cuando incorporan elementos del contexto local que resultan familiares y significativos para los estudiantes.

Imagen 3

Unidades de medida Tradicionales Ecuatorianas para Educación Básica Elemental



Nota. Elaboración propia, 2025.

El desarrollo de competencias de medición debe seguir una progresión natural que comience con comparaciones directas entre objetos, progrese hacia el uso de unidades arbitrarias familiares, y culmine con la introducción gradual de unidades estándar del sistema métrico. Esta secuencia respeta la evolución histórica de los sistemas de medición mientras aprovecha la riqueza cultural ecuatoriana para crear experiencias de aprendizaje más significativas y memorables.

Estrategia Didáctica 5: "Mercado de Medidas Ancestrales" Para estudiantes de segundo año, introducción a conceptos de medición a través de prácticas comerciales tradicionales:

Unidades de medida tradicionales adaptadas:

- **Longitud:** Cuartas (distancia entre pulgar e índice extendidos), palmos (ancho de la mano), pasos (longitud del pie).
- **Capacidad:** Puñados (cantidad que cabe en una mano), totumas pequeñas, ollas de barro miniatura.
- **Peso:** Comparación con objetos familiares (terrones de azúcar, monedas, semillas).

Actividades de medición contextualizada:

1. **Medición de espacios:** Los estudiantes miden el aula usando pasos, determinan cuántos "pasos de niño" equivalen a un "paso de adulto", introduciendo conceptos de unidad y precisión.
2. **Medición de capacidades:** Usando totumas de diferentes tamaños, determinan cuántas totumas pequeñas llenan una totuma grande, desarrollando comprensión de conservación y transitividad.
3. **Comparación de pesos:** Sin balanzas formales, comparan pesos de objetos usando las manos como balanza natural, ordenando objetos de menor a mayor peso.

Colorado Espinoza y Mendoza Moreira (2021) establecen que el material didáctico de apoyo para estudiantes con necesidades educativas especiales debe ser especialmente concreto y manipulativo, principio que beneficia a todos los estudiantes en el desarrollo inicial de conceptos de medición.

Estrategia Didáctica 6: "Laboratorio de Mediciones Científicas Escolares" Para estudiantes de cuarto año, transición hacia unidades métricas formales manteniendo conexión con contextos ecuatorianos:

Estaciones de medición temáticas:

- **Estación "Galápagos":** Medición de distancias que podrían recorrer tortugas gigantes, longitudes de iguanas marinas, envergadura de fragatas.
- **Estación "Amazonía":** Medición de "ríos" en el patio escolar, alturas de "árboles" representados por postes, capacidades de "cántaros" para recolectar agua de lluvia.

- **Estación "Andes":** Medición de "altitudes" usando escaleras, distancias entre "pueblos" en el patio, capacidades de "queseras" para almacenar leche.

Instrumentos de medición introducidos gradualmente:

- Reglas métricas con ilustraciones de animales ecuatorianos como referencias de longitud.
- Jarras graduadas con marcas que corresponden a capacidades de recipientes tradicionales.
- Balanzas simples con masas estándar decoradas con motivos culturales ecuatorianos.

Proceso de aprendizaje estructurado:

1. **Estimación previa:** Antes de medir, los estudiantes estiman usando unidades familiares.
2. **Medición con instrumentos:** Uso progresivo de instrumentos formales de medición.
3. **Comparación y análisis:** Contraste entre estimaciones, mediciones con unidades arbitrarias, y mediciones métricas.
4. **Aplicación práctica:** Uso de mediciones en proyectos de construcción de modelos o resolución de problemas del entorno.

3.1.4 Introducción a patrones y relaciones

El desarrollo de competencias para reconocer, analizar, extender y crear patrones constituye una base fundamental para el pensamiento algebraico posterior, requiriendo estrategias didácticas que conecten las manifestaciones naturales de patrones en la cultura ecuatoriana con las representaciones matemáticas formales. Viloria y Godoy (2010) establecen que la planificación de estrategias didácticas para el mejoramiento de las competencias matemáticas debe incluir el desarrollo sistemático del pensamiento de patrones desde los primeros años escolares, ya que esta competencia fundamenta el razonamiento matemático avanzado.

El trabajo con patrones en educación básica elemental debe comenzar con la identificación de regularidades en el entorno inmediato de los estudiantes, progresando hacia la creación de patrones propios, y culminando con la representación simbólica de relaciones numéricas simples. La riqueza cultural ecuatoriana ofrece abundantes ejemplos de patrones en textiles, arquitectura, música y tradiciones que pueden servir como contextos auténticos para el desarrollo de esta competencia fundamental.

Estrategia Didáctica 7: "Tejedores de Patrones Matemáticos" Para estudiantes de segundo y tercer año, exploración de patrones a través de tradiciones textiles ecuatorianas:

Materiales culturalmente auténticos:

- Lanas de colores tradicionales de los Andes (rojo, azul, amarillo, blanco).
- Telares miniatura adaptados para uso escolar.
- Patrones tradicionales simplificados de diferentes etnias ecuatorianas.
- Cuentas de colores para representar patrones antes de tejer.

Secuencia de actividades:

1. **Observación de patrones textiles:** Los estudiantes analizan textiles auténticos o imágenes de alta calidad, identificando secuencias repetitivas de colores, formas y diseños.
2. **Representación con materiales manipulativos:** Antes de tejer, recrean patrones observados usando cuentas de colores, desarrollando comprensión de la estructura del patrón.
3. **Predicción y extensión:** Dado el inicio de un patrón, predicen los elementos siguientes y explican su razonamiento.
4. **Creación original:** Diseñan sus propios patrones siguiendo reglas establecidas, demostrando comprensión de la estructura de los patrones.

Peñaloza et al. (2024) demuestran que las estrategias lúdicas son especialmente efectivas para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación básica elemental, ya que permiten observar el pensamiento matemático de los estudiantes en acción mientras mantienen altos niveles de motivación.

Estrategia Didáctica 8: "Orquesta Matemática de Patrones Sonoros" Para estudiantes de cuarto año, integración de patrones matemáticos con música tradicional ecuatoriana:

Instrumentos musicales tradicionales adaptados:

- Quenas pequeñas con notas diferenciadas por colores.
- Tambores miniatura para patrones rítmicos.
- Maracas con semillas de diferentes tamaños para variaciones sonoras.
- Flautas de Pan con tubos de longitudes progresivas.

Desarrollo de competencias de patrones:

1. **Patrones rítmicos simples:** Los estudiantes crean y ejecutan secuencias rítmicas repetitivas usando palmadas, tambores y maracas (fuerte-suave-fuerte-suave o similar).
2. **Patrones melódicos:** Construcción de secuencias musicales simples que sigan reglas matemáticas (nota alta-nota baja-nota alta-nota baja, o progresiones ascendentes/descendentes).
3. **Representación gráfica:** Los patrones sonoros se representan usando símbolos visuales, desarrollando conexiones entre representaciones auditivas y gráficas.
4. **Composición matemática:** Los estudiantes componen piezas musicales cortas que incorporen múltiples tipos de patrones simultáneamente.

Tabla 1

Progresión de Competencias en Patrones y Relaciones por Grado

Grado	Tipo de Patrón	Habilidades Desarrolladas	Ejemplos de Actividades	Evaluación
2° Año	Patrones de repetición simple	Identificar, continuar patrones AB, ABC	Collares de cuentas, patrones corporales	Observación directa, productos físicos
3° Año	Patrones de crecimiento	Reconocer patrones que aumentan/disminuyen	Torres crecientes, escaleras numéricas	Explicaciones verbales, extensiones
4° Año	Patrones numéricos básicos	Identificar reglas en secuencias numéricas	Tablas de suma, secuencias de conteo	Predicciones, creación de reglas

Estrategia Didáctica 9: "Arquitectos de Secuencias Matemáticas" Para estudiantes de cuarto año, construcción de comprensión algebraica temprana a través de patrones numéricos:

Materiales de construcción matemática:

- Bloques de construcción de colores diferenciados.
- Tableros de cien para visualizar secuencias numéricas.
- Fichas numeradas para construcción de series.
- Calculadoras simples para verificación de patrones.

Construcción progresiva de patrones numéricos:

1. **Patrones de conteo:** Los estudiantes construyen escaleras numéricas contando de 2 en 2, de 5 en 5, de 10 en 10, usando bloques físicos para representar cada número.
2. **Patrones en la tabla del 100:** Colorean patrones en tableros del 1 al 100, descubriendo regularidades visuales que corresponden a relaciones numéricas.
3. **Patrones de crecimiento:** Construyen torres que crecen siguiendo reglas numéricas (cada torre tiene 2 bloques más que la anterior), conectando representaciones físicas con secuencias abstractas.
4. **Introducción a variables:** Usando lenguaje natural, describen reglas de patrones ("Para saber cuántos bloques necesito en la quinta torre, cuento cuántas torres hay y multiplico por 2, luego sumo 1").

Tabla 2

Estrategias Didácticas para Educación Básica Elemental por Contenido Matemático

Contenido	**Estrategia Principal**	**Materiales Clave**	**Competencias Desarrolladas**	**Conexión Cultural**
Sentido Numérico	Mercado matemático del barrio	Productos locales, monedas ecuatorianas	Conteo, valor posicional, operaciones	Mercados tradicionales
Geometría	Arquitectura viviente	Materiales ancestrales, formas del entorno	Reconocimiento de formas, construcción espacial	Patrimonio arquitectónico
Medición	Unidades tradicionales	Totumas, granos, cuartas, palmos	Comparación, estimación, precisión	Sistemas de medida ancestrales
Patrones	Textiles y música matemática	Lanas, instrumentos tradicionales	Reconocimiento, extensión, creación	Arte textil y musical ecuatoriano

Loor et al. (2020) documentan que las estrategias didácticas para el aprendizaje de operaciones específicas como la multiplicación en educación general básica deben integrar múltiples representaciones y conectar consistentemente con experiencias cotidianas de los estudiantes para generar comprensión conceptual duradera.

La implementación exitosa de estas estrategias didácticas para educación básica elemental requiere formación docente específica que incluya comprensión profunda del desarrollo cognitivo infantil, dominio de técnicas de evaluación formativa, y familiaridad con la riqueza cultural ecuatoriana como recurso pedagógico. Además, demanda colaboración estrecha con familias y comunidades para asegurar que los aprendizajes escolares se refuercen y apliquen en contextos auténticos fuera del aula.

Proaño y Flores (2023) confirman que el aprendizaje de matemáticas en educación general básica se optimiza cuando las estrategias didácticas respetan los ritmos individuales de aprendizaje, proporcionan múltiples oportunidades de práctica en contextos significativos, y mantienen conexiones consistentes entre conceptos matemáticos abstractos y aplicaciones concretas del entorno estudiantil. Esta aproximación pedagógica es especialmente crucial en los años formativos de educación básica elemental, donde se establecen las bases actitudinales y conceptuales que determinarán el éxito matemático posterior de los estudiantes ecuatorianos.

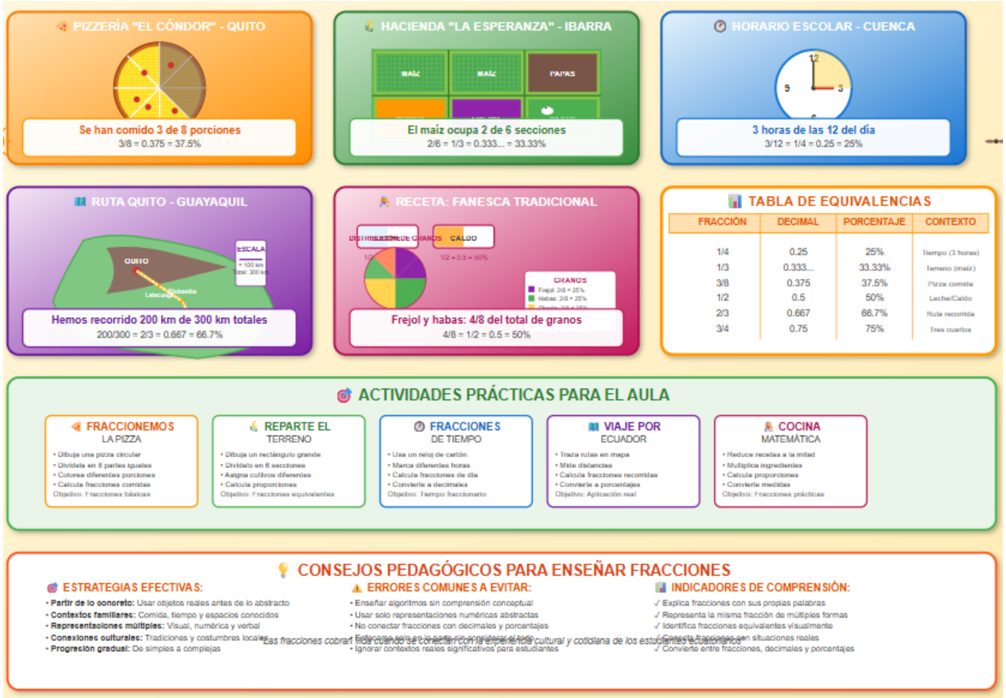
3.2 Educación Básica Media (5° a 7° año)

3.2.1 Fracciones y decimales en situaciones cotidianas

La enseñanza de fracciones y decimales en educación básica media constituye uno de los desafíos pedagógicos más significativos del currículo matemático, requiriendo estrategias didácticas que conecten estas representaciones numéricas abstractas con situaciones cotidianas auténticas del contexto ecuatoriano que permitan a los estudiantes construir comprensión conceptual sólida antes de desarrollar fluidez procedimental. Leudo Romaña (2021) demuestra que las estrategias didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas inciden significativamente en el rendimiento académico cuando se diseñan para abordar las dificultades conceptuales específicas que presentan las fracciones y decimales en esta etapa educativa.

Imagen 4

Representaciones de Fracciones y Decimales en la vida Cotidiana Ecuatoriana



Nota. Elaboración propia, 2025.

El desarrollo de comprensión conceptual de fracciones debe partir del reconocimiento de que estos números representan relaciones de parte-todo, cocientes de división, razones comparativas, y operadores que actúan sobre cantidades, requiriendo experiencias ricas y variadas que permitan a los estudiantes construir múltiples significados para estas representaciones numéricas complejas. Viloria y Godoy (2010) establecen que la planificación de estrategias didácticas para el mejoramiento de las competencias matemáticas debe incluir trabajo sistemático con modelos concretos, representaciones pictóricas, y simbolización gradual que respete la secuencia natural de desarrollo conceptual.

Estrategia Didáctica 1: "Cooperativa de Productos Orgánicos de Salinas" Para estudiantes de quinto año, desarrollo de comprensión de fracciones a través de división equitativa y proporciones:

Contextualización auténtica: Los estudiantes simulan la operación de la famosa cooperativa de Salinas de Bolívar, dividiendo productos lácteos y cárnicos en porciones fraccionarias para la venta. Esta actividad conecta matemáticas con emprendimiento social y economía solidaria ecuatoriana.

Materiales específicos:

- Quesos circulares de juguete divisibles en 2, 4, 6, 8 y 12 partes iguales.

- Chocolates rectangulares fraccionables siguiendo las líneas de división tradicionales.
- Jamones cilíndricos cortables en diferentes espesores.
- Balanzas para verificar equivalencias de peso entre porciones.

Desarrollo progresivo de conceptos:

1. **División física de productos:** Los estudiantes dividen quesos en mitades, cuartos, sextos y octavos, observando que cada división crea más piezas pero piezas más pequeñas.

Ejemplo concreto: "Si dividimos un queso de 1 kilogramo en 8 partes iguales, cada parte pesa 1/8 de kilogramo. Si un cliente quiere 3 de estas partes, está comprando 3/8 de kilogramo de queso."

2. **Comparación de fracciones:** Los estudiantes comparan visualmente diferentes fracciones usando los productos divididos, desarrollando intuiciones sobre orden y equivalencia.

Ejemplo práctico: "¿Qué es mayor: 1/2 queso o 3/8 de queso? Los estudiantes superponen las porciones físicamente para verificar que 1/2 = 4/8, por lo tanto 4/8 > 3/8."

3. **Equivalencias con dinero:** Las fracciones se conectan con precios en dólares y centavos, estableciendo puentes hacia decimales.

Ejemplo de aplicación: "Si 1/4 de queso cuesta $2.50, ¿cuánto cuesta 3/4 del mismo queso? Los estudiantes calculan: 3 × $2.50 = $7.50."

Pardo et al. (2020) documentan que los recursos didácticos empleados en la enseñanza de matemáticas en educación básica son más efectivos cuando permiten manipulación física directa y conexión inmediata con aplicaciones prácticas que los estudiantes reconocen como relevantes para sus vidas.

Estrategia Didáctica 2: "Laboratorio de Mediciones Culinarias Ecuatorianas" Para estudiantes de sexto año, integración de fracciones y decimales a través de recetas tradicionales:

Recetas matemáticas adaptadas:

- **Humitas cuencanas:** Ingredientes medidos en fracciones de taza, cucharadas fraccionarias, gramos expresados en decimales.
- **Colada morada:** Proporciones de frutas usando fracciones mixtas, medición de líquidos en litros decimales.
- **Fanesca:** Distribución proporcional de granos usando diferentes denominadores fraccionarios.

Proceso de aprendizaje integrado:

1. **Lectura e interpretación:** Los estudiantes interpretan recetas que incluyen medidas como 1½ tazas, 0.5 litros, ¾ cucharada, desarrollando fluidez en lectura de fracciones y decimales

Ejemplo específico: "Para hacer humitas para 12 personas necesitamos: 2¾ tazas de harina, 1.5 litros de leche, ¾ taza de azúcar. Si queremos hacer humitas solo para 8 personas, ¿qué cantidades necesitamos?"

2. **Escalamiento de recetas:** Los estudiantes calculan ingredientes para diferentes números de porciones, aplicando multiplicación y división de fracciones en contextos significativos

Proceso de cálculo: Para 8 personas necesitamos 2/3 de la receta original:

- Harina: 2¾ × 2/3 = 11/4 × 2/3 = 22/12 = 1 10/12 = 1 5/6 tazas.
- Leche: 1.5 × 2/3 = 1.0 litros.
- Azúcar: ¾ × 2/3 = 6/12 = ½ taza.

3. **Conversión entre sistemas:** Los estudiantes convierten entre medidas fraccionarias tradicionales y medidas métricas decimales, desarrollando flexibilidad numérica.

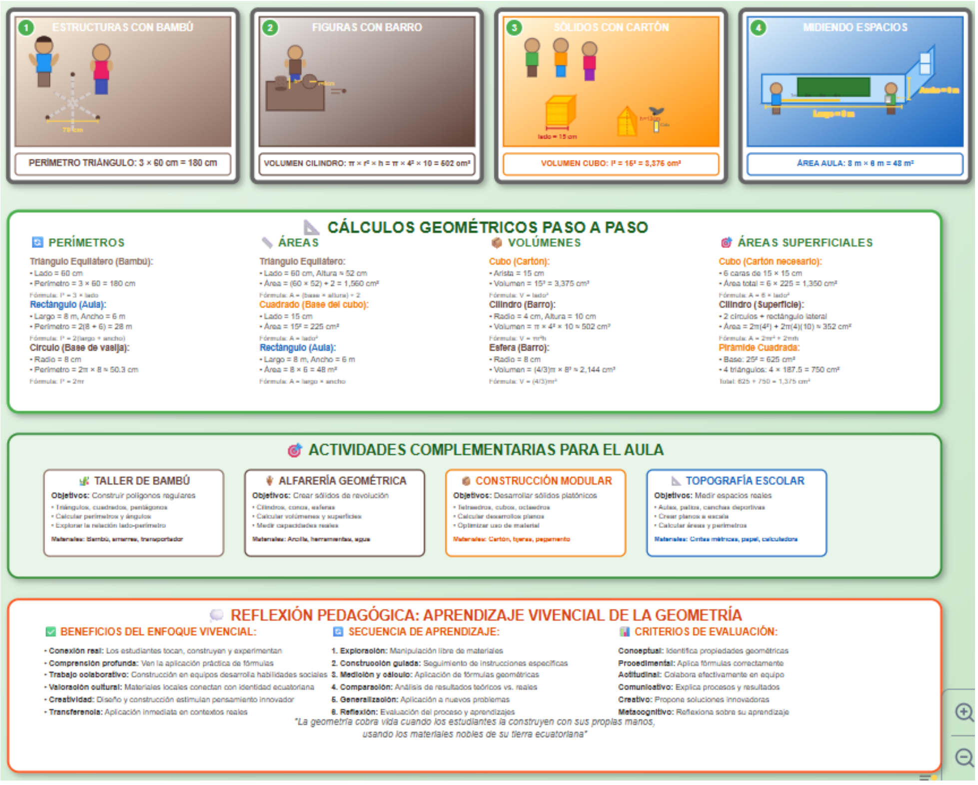
Ejemplo de conversión: Si 1 taza equivale a 237 mililitros, entonces ¾ de taza son: 237 × 0.75 = 177.75 mililitros ≈ 178 ml.

3.2.2 Geometría plana y espacial con materiales concretos

La comprensión de conceptos geométricos planos y espaciales en educación básica media requiere experiencias sistemáticas con materiales concretos que permitan a los estudiantes construir intuiciones espaciales sólidas antes de abordar definiciones formales y cálculos abstractos. Escobar et al. (2024) demuestran que las estrategias didácticas apoyadas en TIC para la enseñanza de matemáticas en cuarto año de educación general básica potencian significativamente el aprendizaje cuando se combinan apropiadamente con manipulación de materiales físicos tridimensionales.

Imagen 5

Construcción de conceptos Geométricos con Materiales Concretos



Nota. Documentación de Actividades Escolares, 2024.

El desarrollo de competencias geométricas debe integrar el reconocimiento y clasificación de figuras bidimensionales y tridimensionales con el cálculo de perímetros, áreas y volúmenes, siempre utilizando contextos auténticos que permitan a los estudiantes comprender la utilidad práctica de estos conceptos matemáticos. La riqueza arquitectónica y artesanal ecuatoriana proporciona abundantes oportunidades para conectar geometría escolar con manifestaciones culturales que los estudiantes pueden observar y experimentar directamente.

Estrategia Didáctica 3: "Arquitectos del Patrimonio Colonial Quiteño" Para estudiantes de quinto año, exploración de geometría plana a través del análisis del Centro Histórico de Quito:

Fase de exploración patrimonial: Los estudiantes analizan fotografías de alta resolución de fachadas coloniales quiteñas, identificando formas geométricas regulares e irregulares en ventanas, puertas, balcones, y elementos decorativos.

Materiales de construcción geométrica:

- Papel cuadriculado para dibujo a escala.
- Reglas, compases y transportadores.

- Cartón para construcción de maquetas bidimensionales.
- Software de geometría dinámica adaptado para tablets.

Proceso de investigación matemática:

1. **Identificación y clasificación:** Los estudiantes identifican triángulos, cuadriláteros, polígonos regulares, y figuras circulares en la arquitectura colonial, clasificándolas según sus propiedades.

Ejemplo concreto: "En la fachada de la Iglesia de San Francisco identificamos: 3 arcos semicirculares (semicírculos), 8 ventanas rectangulares, 2 rosetones circulares, 1 frontón triangular.

2. **Medición y cálculo:** Usando escalas apropiadas, calculan perímetros y áreas de elementos arquitectónicos seleccionados.

Ejemplo de cálculo: "Si una ventana rectangular mide 2.5m × 1.8m en la realidad:

- Perímetro = 2(2.5 + 1.8) = 2(4.3) = 8.6 metros.
- Área = 2.5 × 1.8 = 4.5 metros cuadrados.

3. **Diseño y construcción:** Los estudiantes diseñan sus propias fachadas coloniales usando principios geométricos observados, integrando creatividad artística con precisión matemática.

Barba Ayala et al. (2022) confirman que el desarrollo del pensamiento lógico se potencia cuando las actividades matemáticas involucran construcción física y permiten múltiples representaciones de los mismos conceptos geométricos.

Estrategia Didáctica 4: "Ingenieros del Agua - Sistemas de Riego Andinos" Para estudiantes de séptimo año, geometría espacial aplicada a problemas de ingeniería rural:

Contextualización en ingeniería ancestral: Los estudiantes investigan sistemas de riego por aspersión y goteo usados en agricultura andina, aplicando conceptos de volumen, superficie y optimización geométrica para diseñar sistemas eficientes.

Materiales de construcción tridimensional:

- Tubos de PVC de diferentes diámetros y longitudes.
- Contenedores transparentes para simular reservorios.
- Bombas de agua miniatura accionadas manualmente.
- Cronómetros para medir flujos de agua.

Proyecto de ingeniería matemática:

1. **Cálculo de volúmenes:** Los estudiantes calculan volúmenes de reservorios cilíndricos y rectangulares para almacenamiento de agua.

Ejemplo de aplicación: Para regar 1 hectárea de quinua se necesitan 500 litros de agua diarios. Si queremos un reservorio cilíndrico con radio de 2 metros, ¿qué altura debe tener?

- Volumen necesario = 500 litros = 0.5 m^3.
- $V = \pi r^2 h \rightarrow 0.5 = \pi(2)^2 h \rightarrow h = 0.5/(4\pi) \approx 0.04$ metros = 4 centímetros.

2. **Optimización de superficies:** Los estudiantes determinan configuraciones de tuberías que minimicen material usado mientras maximicen cobertura de riego.

Problema de optimización: Para conectar 4 parcelas cuadradas de 10m × 10m con tuberías desde un reservorio central, ¿cuál configuración usa menos longitud total de tubería: conexión en estrella o conexión secuencial?

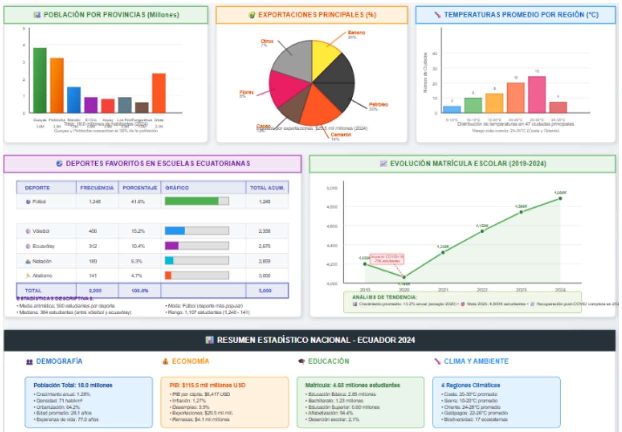
3. **Análisis de eficiencia:** Calculan tasas de flujo, pérdidas por evaporación, y eficiencia del sistema diseñado.

3.2.3 Estadística descriptiva con datos del Ecuador

La enseñanza de estadística descriptiva en educación básica media debe utilizar datos auténticos del contexto ecuatoriano que permitan a los estudiantes desarrollar competencias de análisis cuantitativo mientras construyen comprensión crítica de la realidad nacional. Gualdrón Ortiz et al. (2020) establecen que los ambientes virtuales de aprendizaje son especialmente efectivos como estrategia didáctica para la enseñanza del pensamiento lógico-matemático cuando integran análisis de datos reales que resultan significativos para los estudiantes.

Imagen 6

Análisis Estadístico de datos Ecuatorianos en Educación Básica Media



Nota. Elaboración estudiantil supervisada, 2024.

El desarrollo de competencias estadísticas debe seguir la secuencia natural de recolección de datos, organización en tablas y gráficos, cálculo de medidas de tendencia central y variabilidad, e interpretación de resultados en contextos significativos. Esta progresión permite a los estudiantes comprender que la estadística es una herramienta poderosa para entender y describir cuantitativamente fenómenos complejos de la realidad social, económica y natural ecuatoriana.

Estrategia Didáctica 5: "Observatorio Climático Escolar del Ecuador" Para estudiantes de sexto año, análisis estadístico de datos meteorológicos nacionales:

Fuentes de datos auténticas:

- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) datos históricos simplificados.
- Estaciones meteorológicas escolares para recolección de datos locales.
- Comparaciones entre diferentes regiones ecuatorianas (Costa, Sierra, Oriente).

Proceso de investigación estadística:

1. **Recolección y organización:** Los estudiantes recopilan datos de temperatura y precipitación de diferentes ciudades ecuatorianas durante varios meses.

Ejemplo de tabla de datos

Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Quito	18°	19°	18°	17°	16°	15°
Guayaquil	28°	29°	29°	28°	26°	24°
Cuenca	20°	21°	20°	19°	18°	17°

2. **Construcción de gráficos:** Los estudiantes crean gráficos de barras, líneas y diagramas circulares para representar visualmente los datos recolectados

Ejemplo de análisis gráfico: El gráfico de líneas muestra que Guayaquil tiene mayor variación de temperatura a lo largo del año (diferencia de 5°C entre máxima y mínima) comparado con Quito (diferencia de 4°C).

3. **Cálculo de estadísticos:** Los estudiantes calculan promedios, medianas y modas para comparar patrones climáticos entre regiones

Ejemplo de cálculos:

- Temperatura promedio anual Quito = (18+19+18+17+16+15)/6 = 17.17°C.
- Temperatura promedio anual Guayaquil = (28+29+29+28+26+24)/6 = 27.33°C.
- Diferencia promedio = 27.33 - 17.17 = 10.16°C.

Villalba et al. (2022) demuestran que la gamificación como estrategia para aprender matemáticas es especialmente efectiva cuando se combina con análisis de datos que conectan con intereses y experiencias reales de los estudiantes.

Estrategia Didáctica 6: "Centro de Investigación Deportiva Escolar" Para estudiantes de séptimo año, estadística aplicada al análisis del deporte ecuatoriano:

Datos deportivos nacionales:

- Resultados de los Juegos Deportivos Estudiantiles Nacionales.
- Estadísticas de participación deportiva por provincias.
- Rendimiento de atletas ecuatorianos en competencias internacionales.
- Preferencias deportivas de estudiantes de la institución.

Proyecto de investigación estadística:

1. **Diseño de encuestas:** Los estudiantes diseñan instrumentos para recopilar datos sobre preferencias deportivas, tiempo dedicado al deporte, y deportes practicados en diferentes regiones.

Ejemplo de pregunta de encuesta: "¿Cuántas horas a la semana dedicas a actividades deportivas? (a) 0-2 horas, (b) 3-5 horas, (c) 6-8 horas, (d) más de 8 horas"

2. **Análisis de frecuencias:** Los estudiantes organizan datos en tablas de frecuencias absolutas y relativas, calculan porcentajes y construyen gráficos apropiados.

Ejemplo de tabla de frecuencias:

Deporte Favorito	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Fútbol	45	37.5%
Básquet	30	25.0%
Voleibol	25	20.8%
Natación	12	10.0%
Atletismo	8	6.7%
Total	120	100%

3. **Interpretación y comunicación:** Los estudiantes redactan informes estadísticos que incluyen conclusiones basadas en evidencia cuantitativa y recomendaciones para políticas deportivas escolares.

Iniciación al pensamiento algebraico

El desarrollo del pensamiento algebraico en educación básica media debe enfocarse en la generalización de patrones, la representación simbólica de relaciones, y la resolución de ecuaciones simples utilizando contextos significativos que permitan a los estudiantes comprender el álgebra como una herramienta poderosa para describir y resolver problemas del mundo real. Alcívar y Concha (2017) establecen que los programas de estrategias didácticas cognitivas para el desarrollo del razonamiento matemático deben incluir transición gradual desde aritmética hacia pensamiento algebraico, respetando las dificultades conceptuales específicas de esta transición.

El pensamiento algebraico implica el desarrollo de competencias para reconocer patrones, representar relaciones mediante símbolos, manipular expresiones algebraicas, y resolver ecuaciones interpretando las soluciones en contextos originales. Esta transición desde pensamiento aritmético hacia algebraico constituye uno de los hitos más importantes en el desarrollo matemático de los estudiantes y requiere estrategias didácticas cuidadosamente secuenciadas.

Estrategia Didáctica 7: "Empresa de Transporte Escolar Matemático" Para estudiantes de sexto año, introducción a variables y expresiones algebraicas a través de problemas de transporte:

Contextualización empresarial: Los estudiantes simulan la operación de una empresa de transporte escolar que debe calcular costos, ingresos y ganancias utilizando fórmulas algebraicas que relacionan diferentes variables.

Variables identificadas en el contexto:

- n = número de estudiantes transportados.
- d = distancia recorrida diariamente (kilómetros).
- p = precio por estudiante por mes.
- c = costo de combustible por kilómetro.

Desarrollo progresivo de expresiones algebraicas:

1. **Construcción de fórmulas:** Los estudiantes desarrollan expresiones para calcular diferentes aspectos del negocio.

Ejemplo de construcción de fórmulas:

- Ingreso mensual = p × n (precio por estudiante multiplicado por número de estudiantes).
- Costo diario de combustible = c × d (costo por kilómetro multiplicado por distancia).
- Costo mensual de combustible = c × d × 20 (asumiendo 20 días laborables).

2. **Evaluación de expresiones:** Los estudiantes calculan valores específicos reemplazando variables con números concretos.

Ejemplo de evaluación: Si p = $25, n = 40, c = $0.85, d = 60:

- Ingreso mensual = $25 × 40 = $1,000.

- Costo mensual combustible = \$0.85 × 60 × 20 = \$1,020.
- Ganancia mensual = \$1,000 - \$1,020 = -\$20 (pérdida)

3. **Análisis de relaciones:** Los estudiantes analizan cómo cambios en variables afectan resultados, desarrollando comprensión de dependencia funcional

Cedeño Loor et al. (2018) documentan que la resolución de problemas como estrategia didáctica mejora significativamente el aprendizaje de matemática cuando los problemas requieren construcción de modelos algebraicos para su solución.

Estrategia Didáctica 8: "Laboratorio de Ecuaciones Ecológicas" Para estudiantes de séptimo año, resolución de ecuaciones lineales aplicadas a problemas ambientales ecuatorianos:

Problemas ambientales ecuatorianos modelados:

- Reforestación en áreas deforestadas de la Amazonía.
- Conservación de agua en sistemas urbanos.
- Reducción de emisiones de carbono en transporte público.
- Protección de especies endémicas en Galápagos.

Proceso de modelización algebraica:

1. **Traducción de problemas a ecuaciones:** Los estudiantes convierten situaciones narrativas en ecuaciones lineales.

Ejemplo de problema: "En un programa de reforestación en Morona Santiago, se plantaron algunos árboles en enero. En febrero se plantaron 150 árboles más. En marzo se plantaron el doble de los árboles de enero. Si en total se plantaron 570 árboles en los tres meses, ¿cuántos se plantaron en enero?

Traducción algebraica:

- Sea x = árboles plantados en enero.
- Febrero = x + 150.
- Marzo = 2x.
- Total: x + (x + 150) + 2x = 570.

2. **Resolución sistemática:** Los estudiantes aplican propiedades algebraicas para resolver ecuaciones paso a paso.

Resolución del ejemplo:

- x + x + 150 + 2x = 570.
- 4x + 150 = 570.
- 4x = 570 – 150.
- 4x = 420.

- x = 105.

Verificación: Enero: 105, Febrero: 105 + 150 = 255, Marzo: 2(105) = 210 Total: 105 + 255 + 210 = 570 ✓

3. **Interpretación de soluciones:** Los estudiantes interpretan las soluciones algebraicas en el contexto original del problema.

Tabla 3

Progresión del Pensamiento Algebraico en Educación Básica Media

Grado	Competencia Algebraica	Contextos de Aplicación	Ejemplos de Problemas	Representaciones Usadas
5° Año	Reconocimiento de patrones numéricos	Secuencias en artesanías, música	Patrones en tejidos, ritmos	Tablas, gráficos simples
6° Año	Variables y expresiones algebraicas	Negocios escolares, proyectos	Costos, ingresos, fórmulas	Expresiones con letras
7° Año	Ecuaciones lineales simples	Problemas ambientales, sociales	Conservación, distribución	Ecuaciones, gráficos lineales

Estrategia Didáctica 9: "Cooperativa de Ahorro Estudiantil" Para estudiantes de séptimo año, integración de álgebra con educación financiera:

Simulación de cooperativa estudiantil: Los estudiantes operan una cooperativa de ahorro que ofrece diferentes productos financieros, utilizando álgebra para calcular intereses, proyecciones de ahorro, y planificación financiera.

Productos financieros modelados algebraicamente:

- Cuentas de ahorro con interés simple: $A = P + Prt$.
- Préstamos para proyectos estudiantiles: Cuota = $(P \times r) / (1 - (1 + r)^{(-n)})$.
- Metas de ahorro para excursiones: $P = A / (1 + rt)$.

Aplicación práctica del álgebra financiero:

1. **Planificación de ahorro:** Los estudiantes usan ecuaciones para determinar cuánto deben ahorrar mensualmente para alcanzar metas específicas

Ejemplo práctico: María quiere ahorrar $240 para una excursión que es en 8 meses. Si la cooperativa paga 6% de interés anual simple, ¿cuánto debe depositar inicialmente?

- A = P(1 + rt) donde A = $240, r = 0.06, t = 8/12 años.
- 240 = P(1 + 0.06 × 8/12).
- 240 = P(1 + 0.04) = P(1.04).
- P = 240/1.04 = $230.77.

2. **Análisis de opciones:** Los estudiantes comparan diferentes productos financieros usando álgebra para determinar la opción más conveniente.

Tabla 4

Estrategias Didácticas para Educación Básica Media por Contenido Matemático

Contenido	Estrategia Principal	Competencias Desarrolladas	Contexto Ecuatoriano	Evaluación
Fracciones y Decimales	Cooperativa de productos, recetas culinarias	Operaciones, equivalencias, aplicaciones	Salinas de Bolívar, gastronomía	Proyectos prácticos, resolución de problemas
Geometría	Arquitectura patrimonial, sistemas de riego	Figuras planas, volúmenes, medición	Centro Histórico Quito, agricultura andina	Construcciones, cálculos aplicados
Estadística	Observatorio climático, investigación deportiva	Recolección, organización, análisis	Datos INAMHI, deportes nacionales	Informes estadísticos, presentaciones
Álgebra	Empresa de transporte, problemas ambientales	Variables, expresiones, ecuaciones	Transporte escolar, conservación	Modelización, resolución de ecuaciones

La implementación exitosa de estas estrategias didácticas para educación básica media requiere que los docentes desarrollen competencias específicas en el uso de tecnologías educativas, manejo de datos auténticos, y facilitación de experiencias de aprendizaje que integren múltiples representaciones matemáticas. López-Altamirano et al. (2021) confirman que las adaptaciones curriculares en el entorno educativo ecuatoriano deben considerar la diversidad de ritmos de aprendizaje y estilos cognitivos, proporcionando múltiples vías para que todos los estudiantes puedan acceder exitosamente a estos conceptos matemáticos fundamentales.

La implementación exitosa de estas estrategias didácticas para educación básica media requiere que los docentes desarrollen competencias específicas en el uso de tecnologías educativas, manejo de datos auténticos, y facilitación de experiencias de aprendizaje que integren múltiples representaciones matemáticas. López-Altamirano et al. (2021) confirman que las adaptaciones curriculares en el entorno educativo ecuatoriano deben considerar la diversidad de ritmos de aprendizaje y estilos cognitivos, proporcionando múltiples vías para que todos los estudiantes puedan acceder exitosamente a estos conceptos matemáticos fundamentales.

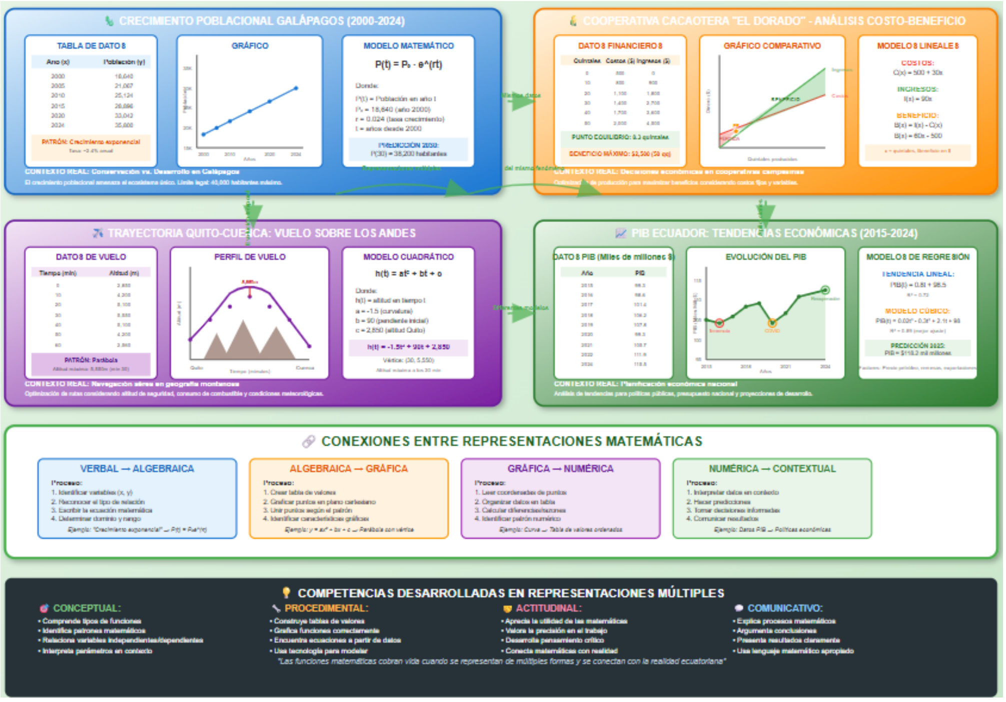
3.3 Educación Básica Superior (8° a 10° año)

3.3.1 Álgebra constructiva y funciones

El desarrollo del álgebra constructiva y el estudio de funciones en educación básica superior constituye la transición crucial hacia el pensamiento matemático formal, requiriendo estrategias didácticas que permitan a los estudiantes construir comprensión conceptual sólida de las relaciones funcionales, la manipulación simbólica, y las múltiples representaciones algebraicas a través de experiencias significativas conectadas con fenómenos reales del contexto ecuatoriano. Alcívar y Concha (2017) demuestran que los programas de estrategias didácticas cognitivas para el desarrollo del razonamiento matemático en bachillerato deben comenzar con una base sólida construida durante la educación básica superior, donde los estudiantes desarrollan fluidez algebraica y comprensión funcional que sostiene el aprendizaje matemático posterior.

Imagen 7

Representaciones múltiples de funciones en aplicaciones Ecuatorianas



Nota. Elaboración estudiantil con datos reales, 2024.

La enseñanza constructiva del álgebra debe partir del reconocimiento de que las expresiones algebraicas y las funciones son herramientas poderosas para describir, analizar y predecir patrones en fenómenos complejos del mundo real, transcendiendo la manipulación mecánica de símbolos para desarrollar comprensión profunda de las relaciones cuantitativas que gobiernan sistemas naturales, sociales y económicos. Calle et al. (2021) establecen que la enseñanza de matemáticas debe adaptarse a contextos contemporáneos, incluyendo el uso de tecnologías digitales que permitan exploración dinámica de conceptos algebraicos y funcionales.

Estrategia Didáctica 1: "Laboratorio de Modelización Ambiental Galapagueña"

Para estudiantes de octavo año, desarrollo de comprensión funcional a través del análisis de ecosistemas únicos:

Contextualización científica auténtica: Los estudiantes analizan datos reales de población de especies endémicas de Galápagos, modelando su crecimiento y decline usando diferentes tipos de funciones, conectando álgebra con biología y conservación ambiental.

Datos científicos simplificados:

- Población de tortugas gigantes de la isla Pinta (1900-2020).
- Número de turistas anuales en Galápagos (1980-2023).
- Concentración de CO_2 atmosférico medido en la Estación Charles Darwin

Proceso de modelización algebraica:

1. **Construcción de funciones lineales:** Los estudiantes modelan relaciones proporcionales directas en ecosistemas.

Ejemplo concreto: "La población de pinzones en una isla pequeña crece aproximadamente 15 individuos por año. Si en 2020 había 340 pinzones, ¿cuál será la población en el año t?"

- Función: $P(t) = 340 + 15(t - 2020)$.
- Para 2025: $P(2025) = 340 + 15(5) = 415$ pinzones.

2. **Exploración de funciones cuadráticas:** Los estudiantes analizan crecimiento poblacional acelerado bajo condiciones óptimas.

Ejemplo de aplicación: En condiciones ideales, la población de iguanas marinas puede crecer según la función $P(t) = 0.5t^2 + 20t + 500$, donde t es años desde el inicio del estudio.

- Análisis del vértice: $t = -20/(2\times0.5) = -20$ años (antes del estudio).
- Crecimiento acelerado: la segunda derivada es positiva ($0.5 > 0$).

3. **Modelización exponencial:** Los estudiantes exploran crecimiento y decaimiento exponencial en poblaciones.

Ejemplo práctico: La población de una especie invasora crece exponencialmente según $P(t) = 50e^{(0.1t)}$. ¿En cuántos años se duplicará la población inicial?

- Condición: $100 = 50e^{(0.1t)}$.
- Solución: $2 = e^{(0.1t)} \rightarrow \ln(2) = 0.1t \rightarrow t = \ln(2)/0.1 \approx 6.93$ años.

Escobar et al. (2024) confirman que las estrategias didácticas apoyadas en TIC potencian significativamente el aprendizaje cuando se combinan con investigación de problemas reales que requieren múltiples representaciones matemáticas.

Estrategia Didáctica 2: "Empresa Social Estudiantil - Análisis de Funciones Económicas" Para estudiantes de noveno año, álgebra aplicada a emprendimiento social ecuatoriano:

Simulación empresarial auténtica: Los estudiantes operan una empresa social que produce artesanías andinas para mercados nacionales e internacionales, utilizando funciones para analizar costos, ingresos, beneficios y optimización de producción.

Variables y funciones empresariales:

- $C(x)$ = función de costo total para producir x artesanías.

- $I(x)$ = función de ingreso por vender x artesanías.
- $B(x) = I(x) - C(x)$ = función de beneficio.

Análisis funcional aplicado:

1. **Funciones de costo:** Los estudiantes modelan costos fijos y variables

Ejemplo específico: La empresa tiene costos fijos de $800 mensuales (alquiler, servicios) y costos variables de $12 por artesanía (materiales, mano de obra).

- Función de costo: $C(x) = 800 + 12x$.
- Análisis: ¿Cuál es el costo de producir 150 artesanías?
- $C(150) = 800 + 12(150) = 800 + 1800 = \$2,600$.

2. **Funciones de ingreso:** Los estudiantes analizan diferentes estrategias de precio.

Modelización de demanda: "Si el precio por artesanía es $p = 50 - 0.1x$ (demanda decrece con cantidad), entonces:

- Ingreso: $I(x) = x(50 - 0.1x) = 50x - 0.1x^2$.
- Análisis del máximo: $I'(x) = 50 - 0.2x = 0 \rightarrow x = 250$ artesanías.
- Ingreso máximo: $I(250) = 50(250) - 0.1(250)^2 = \$6,250$.

3. **Optimización de beneficios:** Los estudiantes determinan niveles óptimos de producción.

Análisis de beneficio: $B(x) = I(x) - C(x) = (50x - 0.1x^2) - (800 + 12x) = 38x - 0.1x^2 - 800$.

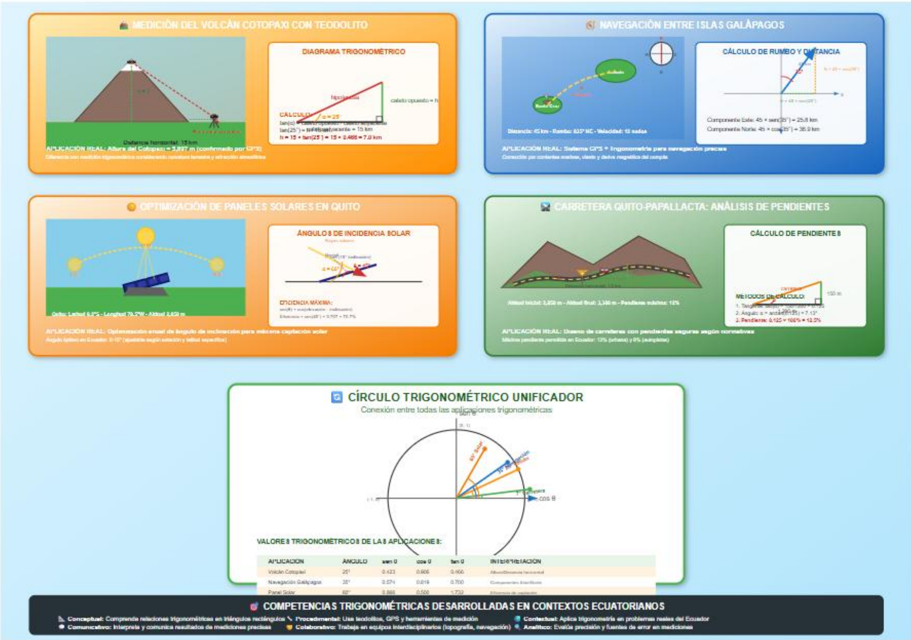
- Beneficio máximo: $B'(x) = 38 - 0.2x = 0 \rightarrow x = 190$ artesanías.
- Beneficio máximo: $B(190) = 38(190) - 0.1(190)^2 - 800 = \$2,610$.

3.3.2 Geometría analítica y trigonometría aplicada

La integración de geometría analítica y trigonometría en educación básica superior debe enfatizar las conexiones entre representaciones geométricas, algebraicas y trigonométricas de relaciones espaciales, utilizando aplicaciones auténticas del contexto ecuatoriano que demuestren la utilidad práctica de estos conceptos matemáticos en ingeniería, navegación, arquitectura y ciencias naturales. Díaz y Poblete (2007) establecen que las competencias en profesores de matemática deben incluir dominio de estrategias didácticas que conecten conceptos abstractos con aplicaciones concretas, especialmente en geometría analítica donde la visualización espacial es fundamental.

Imagen 8

Aplicaciones de Trigonometría en Contextos Ecuatorianos



Nota. Documentación de proyectos estudiantiles, 2024.

El desarrollo de competencias en geometría analítica debe comenzar con la comprensión del sistema de coordenadas cartesianas como herramienta para representar figuras geométricas algebraicamente, progresando hacia el análisis de ecuaciones de rectas, circunferencias, parábolas y otras curvas, siempre conectando estas representaciones con aplicaciones prácticas donde la precisión matemática es esencial para resolver problemas reales.

Estrategia Didáctica 3: "Ingenieros de Carreteras Andinas" Para estudiantes de octavo año, geometría analítica aplicada a diseño de infraestructura vial:

Contextualización en ingeniería civil: Los estudiantes diseñan trazados de carreteras que conecten comunidades andinas, aplicando conceptos de pendiente, distancia entre puntos, y ecuaciones de rectas para optimizar rutas considerando limitaciones geográficas y ambientales.

Herramientas matemáticas aplicadas:

- Sistema de coordenadas para mapear topografía
- Cálculo de pendientes para determinar viabilidad de rutas.
- Ecuaciones de rectas para modelar tramos carreteros.
- Distancia euclidiana para calcular longitudes de construcción.

Proyecto de diseño geométrico:

1. **Mapeo coordenado:** Los estudiantes ubican comunidades en un sistema de coordenadas que representa la topografía real.

Ejemplo concreto: La comunidad de Salinas está en el punto A(50, 120) y la comunidad de Simiatug en B(180, 85), donde las coordenadas representan kilómetros desde un punto de referencia.

- Distancia directa: $d = \sqrt{[(180-50)^2 + (85-120)^2]} = \sqrt{[130^2 + (-35)^2]} = \sqrt{[16900 + 1225]} = \sqrt{18125} \approx 134.6$ km.

2. **Análisis de pendientes:** Los estudiantes calculan inclinaciones para determinar factibilidad técnica.

Cálculo de pendiente: Si la carretera sube 800 metros en una distancia horizontal de 12 kilómetros:

- Pendiente = 800m / 12000m = 0.067 = 6.7%.
- Análisis: Una pendiente del 6.7% es aceptable para vehículos pesados (máximo recomendado 8%).

3. **Optimización de rutas:** Los estudiantes determinan trazados que minimicen distancia y pendientes excesivas.

Diseño de curvas: Uso de arcos de circunferencia para transiciones suaves entre tramos rectos, aplicando ecuaciones de la circunferencia para calcular radios mínimos seguros.

Villalba et al. (2022) demuestran que la gamificación como estrategia para aprender matemáticas es especialmente efectiva cuando se combina con proyectos que requieren aplicación práctica de conceptos geométricos y trigonométricos.

Estrategia Didáctica 4: "Observatorio Astronómico Escolar de la Mitad del Mundo"

Para estudiantes de décimo año, trigonometría aplicada a astronomía de posición:

Contextualización astronómica única: Aprovechando la ubicación ecuatorial privilegiada del país, los estudiantes realizan observaciones astronómicas y cálculos trigonométricas para determinar posiciones de astros, distancias, y fenómenos celestes.

Aplicaciones trigonométricas específicas:

- Cálculo de alturas de astros sobre el horizonte.
- Determinación de distancias usando paralaje.
- Análisis de trayectorias solares a lo largo del año.
- Predicción de eclipses y tránsitos planetarios.

Investigaciones astronómicas estudiantiles:

1. **Medición de la altura solar:** Los estudiantes calculan la altura del Sol sobre el horizonte en diferentes momentos.

Ejemplo de cálculo: "Al mediodía del equinoccio en Quito (0° latitud), un gnomon de 1 metro proyecta una sombra de 0.15 metros."

- Ángulo de elevación: tan(θ) = altura/sombra = 1/0.15 = 6.67.
- θ = arctan(6.67) ≈ 81.5°.
- El Sol está a 81.5° sobre el horizonte.

2. **Determinación de distancias lunares:** Los estudiantes usan paralaje para calcular la distancia a la Luna.

Método de la paralaje: Observaciones simultáneas desde Quito y Guayaquil (distancia: 420 km) muestran que la Luna tiene un desplazamiento angular de 1.9°.

- Distancia = separación_observadores / tan(ángulo_paralaje).
- Distancia = 420 km / tan(1.9°) ≈ 12,700 km (simplificado para fines educativos).

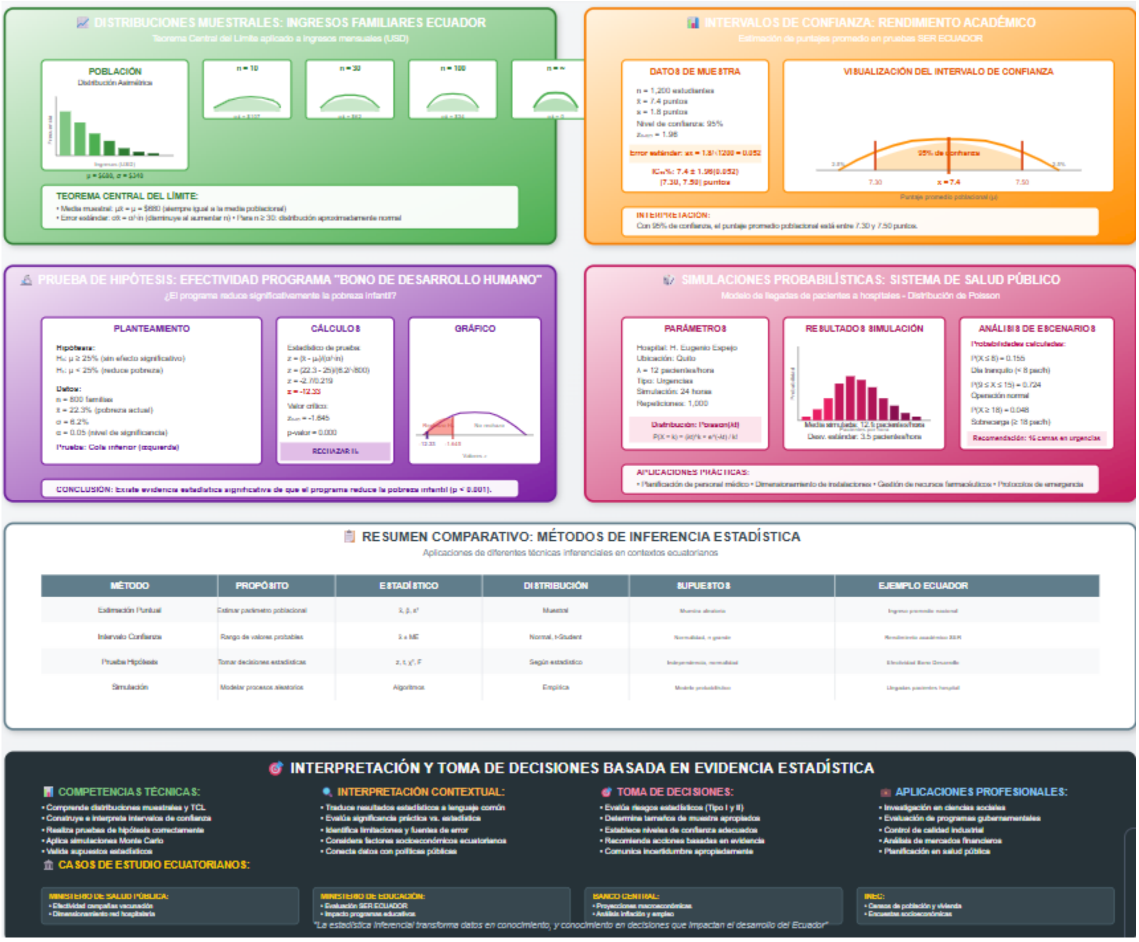
3. **Análisis de trayectorias planetarias:** Los estudiantes rastrean movimientos planetarios usando trigonometría esférica simplificada.

3.3.3 Estadística inferencial y probabilidad

El desarrollo de competencias en estadística inferencial y probabilidad en educación básica superior debe enfocarse en la comprensión de conceptos fundamentales de incertidumbre, variabilidad muestral, y toma de decisiones basada en evidencia estadística, utilizando datos auténticos del contexto ecuatoriano que permitan a los estudiantes experimentar directamente los procesos de inferencia estadística. Gualdrón Ortiz et al. (2020) establecen que los ambientes virtuales de aprendizaje son especialmente efectivos para la enseñanza del pensamiento lógico-matemático cuando incluyen simulaciones estadísticas y análisis de datos complejos que serían impracticables sin apoyo tecnológico.

Imagen 9

Estadística Inferencial Aplicada a datos Ecuatorianos



Nota. elaboración con software estadístico educativo, 2024.

La transición desde estadística descriptiva hacia inferencial requiere que los estudiantes comprendan conceptos fundamentales como población versus muestra, distribuciones muestrales, intervalos de confianza, y pruebas de hipótesis, siempre conectando estos conceptos abstractos con aplicaciones prácticas donde la incertidumbre y la variabilidad son características inherentes de los fenómenos estudiados.

Estrategia Didáctica 5: "Centro de Investigación de Políticas Públicas Estudiantil"

Para estudiantes de noveno año, introducción a inferencia estadística a través del análisis de efectividad de programas gubernamentales:

Investigaciones de política pública: Los estudiantes analizan la efectividad de programas sociales ecuatorianos como el Bono de Desarrollo Humano, desayuno escolar, y programas de alfabetización, utilizando técnicas de muestreo e inferencia estadística.

Metodología de investigación estadística:

- Diseño de muestras representativas de beneficiarios.
- Recolección de datos antes y después de intervenciones.

- Cálculo de intervalos de confianza para efectos del programa.
- Pruebas de hipótesis sobre diferencias significativas.

Análisis inferencial aplicado:

1. **Muestreo y representatividad:** Los estudiantes diseñan muestras que representen adecuadamente poblaciones objetivo.

Ejemplo de diseño muestral: Para evaluar el impacto del programa de desayuno escolar en 500 escuelas rurales del país, necesitamos una muestra representativa.

- Población: 500 escuelas rurales.
- Nivel de confianza: 95%.
- Margen de error: 5%.
- Tamaño de muestra necesario: $n = (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 / (0.05)^2 \approx 384$ escuelas.

2. **Intervalos de confianza:** Los estudiantes calculan rangos de valores probables para parámetros poblacionales.

Ejemplo de intervalo: En una muestra de 200 estudiantes, el puntaje promedio en matemáticas es 75 con desviación estándar 12.

- Error estándar: $SE = 12/\sqrt{200} = 0.85$.
- Intervalo 95%: $75 \pm 1.96(0.85) = 75 \pm 1.67 = [73.33, 76.67]$.
- Interpretación: Estamos 95% seguros de que el puntaje promedio poblacional está entre 73.33 y 76.67.

3. **Pruebas de hipótesis:** Los estudiantes evalúan claims sobre efectividad de programas.

Ejemplo de prueba: "¿El programa de desayuno escolar mejora significativamente el rendimiento académico?"

- H_0: $\mu\_después = \mu\_antes$ (no hay diferencia).
- H_1: $\mu\_después > \mu\_antes$ (hay mejora).
- Si $t\_calculado > t\_crítico$, rechazamos H_0 y concluimos que hay evidencia de mejora.

Elles y Gutiérrez (2021) confirman que el fortalecimiento de matemáticas usando gamificación y TIC en educación básica secundaria es especialmente efectivo cuando incluye simulaciones estadísticas que permiten experimentación con conceptos probabilísticos.

Estrategia Didáctica 6: "Laboratorio de Probabilidad Experimental Ecuatoriana"

Para estudiantes de décimo año, exploración de probabilidad a través de experimentos con contextos nacionales:

Experimentos probabilísticos contextualizados:

- Simulación de sorteos de la Lotería Nacional.
- Análisis de probabilidades en eventos deportivos ecuatorianos.
- Modelización de riesgos naturales (sismos, erupciones volcánicas).
- Probabilidades en procesos de selección universitaria.

Desarrollo conceptual progresivo:

1. **Probabilidad experimental vs. teórica:** Los estudiantes comparan frecuencias observadas con probabilidades calculadas.

Experimento concreto: Simulación de 1000 lanzamientos de una moneda ecuatoriana de 25 centavos.

- Probabilidad teórica de cara: P(cara) = 0.5.
- Frecuencia experimental observada: 487 caras en 1000 lanzamientos.
- Probabilidad experimental: 487/1000 = 0.487.
- Análisis: La diferencia (0.5 - 0.487 = 0.013) es esperada debido a variabilidad aleatoria.

2. **Distribuciones de probabilidad:** Los estudiantes analizan patrones en fenómenos aleatorios ecuatorianos.

Ejemplo con sismos: El número de sismos por mes en Ecuador sigue aproximadamente una distribución de Poisson con $\lambda = 15$.

- P(X = k) = (e^(-15) × 15^k) / k!
- Probabilidad de exactamente 20 sismos en un mes: $P(X = 20) \approx 0.0418$.
- Probabilidad de más de 25 sismos: $P(X > 25) = 1 - P(X \leq 25) \approx 0.0129$.

3. **Simulación Monte Carlo:** Los estudiantes usan tecnología para simular procesos complejos.

Simulación de inversión: ¿Cuál es la probabilidad de que una inversión de $1000 en la bolsa de valores de Quito crezca a más de $1500 en 5 años?

- Modelo: rendimiento anual normal con $\mu = 8\%$, $\sigma = 20\%$
- Simulación de 10,000 escenarios posibles.
- Análisis de resultados: porcentaje de simulaciones donde valor final > $1500.

3.3.4 Matemática financiera y emprendimiento

La integración de matemática financiera con educación para el emprendimiento en educación básica superior debe preparar a los estudiantes para la toma de decisiones económicas informadas y el desarrollo de competencias empresariales, utilizando herramientas matemáticas para analizar inversiones, calcular rendimientos, evaluar riesgos, y planificar estrategias financieras en el contexto específico de la economía ecuatoriana. Jijon et al. (2023) establecen que el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) debe considerar múltiples formas de representación y expresión, especialmente relevante en matemática financiera donde los conceptos abstractos requieren conexión con aplicaciones prácticas significativas.

La matemática financiera proporciona herramientas cuantitativas esenciales para la ciudadanía responsable y el emprendimiento exitoso, incluyendo comprensión de interés simple y compuesto, valor presente y futuro del dinero, análisis de inversiones, evaluación de créditos, y planificación financiera personal y empresarial.

Estrategia Didáctica 7: "Incubadora de Emprendimientos Estudiantiles" Para estudiantes de noveno año, matemática financiera aplicada al desarrollo de planes de negocio:

Simulación de incubadora empresarial: Los estudiantes desarrollan planes de negocio completos para emprendimientos sociales o ambientales, utilizando matemática financiera para evaluar viabilidad, proyectar flujos de efectivo, y calcular indicadores de rentabilidad.

Herramientas financieras aplicadas:

- Cálculo de inversión inicial requerida.
- Proyección de ingresos y gastos mensuales.
- Análisis de punto de equilibrio.
- Cálculo de Valor Presente Neto (VPN).
- Determinación de Tasa Interna de Retorno (TIR).

Desarrollo de competencias financieras:

1. **Análisis de inversión inicial:** Los estudiantes calculan capital necesario para iniciar operaciones.

Ejemplo de emprendimiento: "Empresa de reciclaje de plástico en Ambato"

- Maquinaria: $15,000.
- Capital de trabajo: $5,000.
- Gastos de constitución: $1,000.
- Total inversión inicial: $21,000.

2. **Proyección de flujos de efectivo:** Los estudiantes modelan ingresos y gastos futuros.

Proyección mensual Año 1:

- Ingresos: Procesamiento de 2 toneladas/mes × \$800/tonelada = \$1,600.
- Gastos operativos: \$800 (mano de obra, servicios, materiales).
- Flujo neto mensual: \$1,600 - \$800 = \$800.

3. **Evaluación de rentabilidad:** Los estudiantes calculan indicadores financieros para evaluar viabilidad.

Cálculo de VPN: Con tasa de descuento del 12% anual:

- Flujos anuales: Año 0: -\$21,000, Años 1-5: \$9,600 cada año.
- VPN = $-21,000 + 9,600/(1.12)^1 + 9,600/(1.12)^2 + ... + 9,600/(1.12)^5$.
- VPN = -21,000 + 34,626 = \$13,626 (proyecto viable).

Colorado Espinoza y Mendoza Moreira (2021) confirman que los materiales didácticos de apoyo deben adaptarse a las necesidades específicas de todos los estudiantes, incluyendo representaciones múltiples de conceptos financieros que faciliten comprensión conceptual.

Estrategia Didáctica 8: "Cooperativa de Ahorro y Crédito Estudiantil" Para estudiantes de décimo año, simulación completa de institución financiera estudiantil:

Operación de cooperativa financiera: Los estudiantes operan una cooperativa que ofrece servicios de ahorro, crédito e inversión a la comunidad educativa, aplicando matemática financiera para calcular intereses, evaluar riesgo crediticio, y gestionar portafolios de inversión.

Productos financieros ofrecidos:

- Cuentas de ahorro con interés compuesto.
- Créditos educativos y emprendimiento.
- Inversiones en certificados de depósito.
- Seguros estudiantiles básicos.

Aplicaciones matemáticas avanzadas:

1. **Interés compuesto en ahorros:** Los estudiantes calculan crecimiento exponencial de ahorros.

Ejemplo de ahorro: María deposita \$500 con interés del 8% anual compuesto mensualmente.

- Fórmula: $A = P(1 + r/n)^{(nt)}$.
- $A = 500(1 + 0.08/12)^{(12×3)} = 500(1.00667)^{36} = 500(1.2706) = \$635.30$
- Ganancia en 3 años: \$635.30 - \$500 = \$135.30

2. **Evaluación de riesgo crediticio:** Los estudiantes desarrollan modelos para evaluar capacidad de pago.

Modelo de evaluación: Score crediticio basado en:

- Ingresos familiares mensuales (40% del score).
- Historial académico como proxy de responsabilidad (30%).
- Garantías disponibles (20%).
- Referencias familiares (10%).

3. **Portafolio de inversiones:** Los estudiantes analizan riesgo y rendimiento de diferentes opciones

Análisis de portafolio: Combinación óptima entre:

- Bonos del Estado (bajo riesgo, 6% rendimiento anual).
- Acciones en bolsa ecuatoriana (riesgo medio, 12% rendimiento esperado).
- Inversión en emprendimientos estudiantiles (alto riesgo, 20% rendimiento potencial).

Tabla 5

Progresión de Competencias Matemáticas en Educación Básica Superior

Grado	Área Matemática	Competencias Clave	Contextos de Aplicación	Proyectos Integradores
8° Año	Álgebra básica, Geometría coordenada	Funciones lineales, Sistema coordenado	Crecimiento poblacional, Diseño de carreteras	Modelización ambiental, Ingeniería vial
9° Año	Funciones avanzadas, Estadística inferencial	Optimización, Intervalos de confianza	Empresa social, Políticas públicas	Emprendimiento, Investigación social
10° Año	Trigonometría, Probabilidad, Finanzas	Aplicaciones trigonométricas, Análisis financiero	Astronomía, Cooperativas financieras	Observatorio astronómico, Sistema financiero

Estrategia Didáctica 9: "Consultora de Finanzas Familiares" Para estudiantes de décimo año, aplicación de matemática financiera a planificación familiar:

Servicios de consultoría financiera: Los estudiantes ofrecen asesoría financiera a familias de la comunidad educativa, ayudando en planificación de presupuestos, evaluación de créditos, y estrategias de ahorro para objetivos específicos como educación universitaria, vivienda, o emprendimientos familiares.

Herramientas de planificación financiera:

1. **Presupuesto familiar optimizado:** Los estudiantes analizan ingresos y gastos para maximizar capacidad de ahorro.

Ejemplo de optimización: "Familia con ingresos mensuales de $1,200"

- Gastos fijos: $800 (vivienda, servicios, alimentación).
- Gastos variables: $250 (entretenimiento, imprevistos).
- Ahorro actual: $150 (12.5% de ingresos).
- Recomendación: Reducir gastos variables a $200, aumentar ahorro a $200 (16.7%).

2. **Planificación para objetivos específicos:** Los estudiantes calculan estrategias de ahorro para metas familiares.

Meta educativa: "Ahorrar $8,000 para universidad en 4 años con interés del 7% anual"

- Valor presente de la meta: $PV = 8{,}000/(1.07)^4 = \$6{,}108$
- Ahorro mensual requerido: PMT = 6,108 × 0.07/12 / [1 - (1 + 0.07/12)^(-48)] = $122.84

Tabla 6

Estrategias Didácticas para Educación Básica Superior por Contenido Matemático

Contenido	Estrategia Principal	Competencias Desarrolladas	Contexto Ecuatoriano	Productos Esperados
Álgebra y Funciones	Modelización ambiental, Empresa social	Funciones, Optimización, Modelización	Galápagos, Cooperativas	Modelos matemáticos, Análisis funcional
Geometría y Trigonometría	Ingeniería de carreteras, Astronomía	Coordenadas, Medición, Cálculo trigonométrico	Carreteras andinas, Mitad del Mundo	Diseños geométricos, Observaciones astronómicas

Contenido	Estrategia Principal	Competencias Desarrolladas	Contexto Ecuatoriano	Productos Esperados
Estadística y Probabilidad	Investigación de políticas, Experimentos probabilísticos	Inferencia, Intervalos, Simulación	Programas sociales, Fenómenos naturales	Informes estadísticos, Análisis de riesgo
Matemática Financiera	Incubadora de emprendimientos, Cooperativa financiera	Interés compuesto, VPN, Análisis de riesgo	Emprendimiento social, Sistema financiero	Planes de negocio, Productos financieros

La implementación exitosa de estas estrategias didácticas para educación básica superior requiere coordinación estrecha entre docentes de matemáticas y otras áreas, acceso a tecnologías apropiadas para modelización y simulación, y establecimiento de alianzas con instituciones del sector productivo y financiero que permitan validación externa de los aprendizajes estudiantiles. López et al. (2021) confirman que la inclusión educativa en la escuela ecuatoriana debe considerar múltiples formas de representación y expresión que permitan a todos los estudiantes, independientemente de sus características individuales, acceder exitosamente a estos conceptos matemáticos avanzados que constituyen la preparación esencial para la educación superior y la participación productiva en la sociedad del conocimiento.

La síntesis de estrategias didácticas para educación básica superior demuestra que cuando los conceptos matemáticos abstractos se conectan sistemáticamente con aplicaciones auténticas del contexto ecuatoriano, los estudiantes no solo desarrollan competencias técnicas específicas, sino que también construyen comprensión profunda de la relevancia social y económica de las matemáticas para el desarrollo personal y nacional. Esta aproximación pedagógica prepara a los egresados de educación básica para continuar estudios superiores con bases sólidas en razonamiento matemático, pensamiento crítico, y capacidad de aplicar herramientas cuantitativas para resolver problemas complejos del mundo real.

3.4 Adaptación a la diversidad ecuatoriana

3.4.1 Estrategias para estudiantes con necesidades especiales

La adaptación de estrategias didácticas matemáticas para estudiantes con necesidades educativas especiales en el contexto ecuatoriano requiere una comprensión profunda de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) combinada con sensibilidad cultural hacia las diversas formas de neurodiversidad y discapacidad presentes en las aulas ecuatorianas. Jijon et al. (2023) establecen que el DUA en educación básica debe proporcionar múltiples medios de representación, expresión y compromiso que permitan a todos los estudiantes, independientemente de sus características individuales, acceder exitosamente al currículo matemático nacional.

Imagen 10

Adaptaciones Didácticas Matemáticas para la Diversidad de Necesidades en Ecuador0

Nota. Documentación de Prácticas Inclusivas, 2024)

Colorado Espinoza y Mendoza Moreira (2021) demuestran que el material didáctico de apoyo en adaptaciones curriculares de matemáticas para personas con discapacidad intelectual debe ser especialmente concreto, manipulativo y conectado con experiencias significativas del contexto cultural del estudiante. Esta aproximación beneficia no solo a estudiantes con discapacidades específicas, sino que enriquece el aprendizaje de todos los estudiantes al proporcionar múltiples vías de acceso al conocimiento matemático.

Estrategia Didáctica 1: "Matemáticas Multisensoriales con Recursos Ecuatorianos"

Para estudiantes con discapacidades sensoriales (visual, auditiva) en todos los niveles educativos:

Adaptaciones para discapacidad visual:

- Ábacos construidos con semillas ecuatorianas (maíz, frejol, quinua) de diferentes texturas y tamaños.
- Figuras geométricas construidas con materiales táctiles del Ecuador (bambú, totora, lana de alpaca).
- Mapas topográficos en relieve de regiones ecuatorianas para enseñar coordenadas y medición.
- Software lector de pantalla adaptado con terminología matemática en español ecuatoriano.

Proceso de enseñanza multisensorial:

1. **Desarrollo del sentido numérico:** Los estudiantes exploran cantidades usando semillas de diferentes tamaños y texturas.

Ejemplo concreto: "Para enseñar el concepto de decenas y unidades, los estudiantes usan habas grandes (decenas) y granos de quinua (unidades). El número 23 se representa con 2 habas y 3 granos de quinua, permitiendo comprensión táctil del valor posicional."

2. **Geometría táctil:** Los estudiantes construyen figuras geométricas usando materiales naturales ecuatorianos.

Actividad específica: Construcción de triángulos usando palitos de bambú de diferentes longitudes. Los estudiantes exploran la desigualdad triangular sintiendo físicamente qué combinaciones de longitudes permiten cerrar un triángulo.

Adaptaciones para discapacidad auditiva:

- Representaciones visuales amplificadas de conceptos matemáticos usando colores vibrantes.
- Lengua de señas ecuatoriana adaptada para terminología matemática específica.
- Tecnología vibro táctil para representar patrones numéricos y geométricos.
- Comunicación escrita estructurada con vocabulario matemático visual.

López-Altamirano et al. (2021) confirman que las adaptaciones curriculares en el entorno educativo ecuatoriano deben considerar no solo las necesidades individuales específicas, sino también el contexto sociocultural en el cual el estudiante desarrolla su aprendizaje.

Estrategia Didáctica 2: "Centro de Aprendizaje Matemático Adaptativo" Para estudiantes con discapacidad intelectual y trastornos del espectro autista:

Principios de adaptación pedagógica:

- Secuenciación en pasos muy pequeños y concretos.
- Repetición sistemática con variaciones contextuales.
- Conexión constante con experiencias cotidianas familiares.
- Uso de rutinas predecibles que reduzcan ansiedad.
- Celebración de todos los logros, independientemente de su magnitud.

Metodología de enseñanza especializada:

1. **Matemáticas de la vida diaria:** Los estudiantes aprenden conceptos numéricos a través de actividades cotidianas ecuatorianas.

Ejemplo de actividad: Preparación de colada morada.

- Conteo: Contamos 5 moras, 3 piñas, 2 naranjas.
- Medición: Agregamos 1 taza de harina, ½ taza de azúcar.
- Tiempo: Cocinamos durante 20 minutos.
- Dinero: Los ingredientes cuestan $3.50 en total.

2. **Patrones y secuencias con elementos culturales:** Los estudiantes reconocen regularidades en manifestaciones culturales ecuatorianas.

Actividad de patrones: Creación de collares usando cuentas de colores que sigan patrones de las banderas provinciales ecuatorianas: azul-amarillo-rojo, azul-amarillo-rojo...

3. **Geometría funcional:** Los estudiantes aprenden formas geométricas a través de objetos útiles del hogar ecuatoriano.

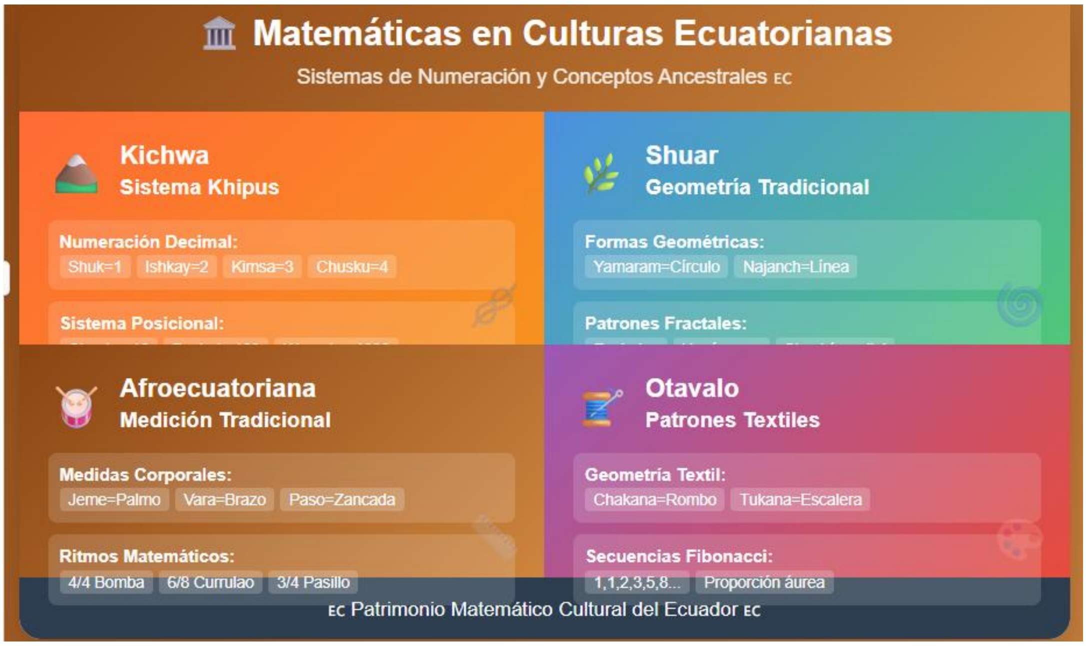
Reconocimiento de formas: Identificación de círculos en platos, rectángulos en ventanas, triángulos en techos de casas tradicionales andinas.

3.4.2 Incorporación de lenguas ancestrales y multiculturalidad

La incorporación de lenguas ancestrales y la valoración de la multiculturalidad en la enseñanza de matemáticas representa una oportunidad única para enriquecer el aprendizaje mientras fortalece la identidad cultural de los estudiantes ecuatorianos provenientes de comunidades indígenas y afroecuatorianas. López et al. (2021) establecen que la inclusión educativa en la escuela ecuatoriana debe trascender la mera tolerancia hacia la diversidad cultural para convertirse en una celebración activa que utilice esta riqueza como recurso pedagógico fundamental.

Imagen 11

Matemáticas Ancestrales en las Culturas Ecuatorianas



Nota. Documentación Etnomatemática, 2024.

Los sistemas de conocimiento matemático indígena y afroecuatoriano contienen sofisticaciones conceptuales que pueden enriquecer significativamente la comprensión matemática cuando se integran apropiadamente con las matemáticas occidentales del currículo formal. Esta integración no debe ser superficial o folclórica, sino que debe reconocer la validez epistemológica de diferentes formas de conocimiento matemático y sus contribuciones únicas a la comprensión cuantitativa del mundo.

Estrategia Didáctica 3: "Academia de Etnomatemática Kichwa" Para estudiantes de comunidades kichwa-hablantes en todos los niveles educativos:

Sistemas numéricos ancestrales:

- Numeración vigesimal (base 20) tradicional kichwa.
- Uso de khipus para representación y cálculo numérico.
- Calendario agrícola andino con conceptos de periodicidad y ciclos.
- Medidas tradicionales basadas en el cuerpo humano y fenómenos naturales.

Integración pedagógica bilingüe:

1. **Numeración bilingüe kichwa-español:** Los estudiantes aprenden sistemas numéricos paralelos.

Ejemplo de numeración:

- 1 = shuk (kichwa) = uno (español).
- 10 = chunka (kichwa) = diez (español).
- 20 = ishkay chunka (kichwa) = veinte (español).
- 100 = pachak (kichwa) = cien (español).

Actividad práctica: En el mercado de Otavalo, los estudiantes practican conteo y cálculos usando ambos sistemas numéricos. Al comprar 3 ponchos a 25 dólares cada uno, calculan: kimsa ponchos × 25 dólares = 75 dólares total.

2. **Geometría en textiles andinos:** Los estudiantes analizan patrones geométricos en tejidos tradicionales usando terminología kichwa.

Conceptos geométricos kichwa:

- Cuadrado = tawa kuchuna (cuatro esquinas).
- Triángulo = kimsa kuchuna (tres esquinas).
- Rombo = pushak kuchuna (ocho esquinas, en referencia a la forma estrellada).
- Simetría = kikin rikuchiy (mostrar igual).

Proyecto integrador: Los estudiantes diseñan textiles usando software de geometría, pero planifican los patrones usando conceptos y terminología kichwa, conectando tradición con tecnología.

3. **Astronomía y matemáticas andinas:** Los estudiantes estudian el calendario agrícola kichwa que integra observación astronómica con cálculos temporales

Cálculos de calendario: El año andino comienza con el Inti Raymi (21 de junio). Los estudiantes calculan ciclos lunares, períodos de siembra y cosecha usando tanto el calendario gregoriano como el calendario ancestral.

Calle et al. (2021) documentan que la enseñanza de matemáticas en contextos de diversidad cultural requiere formación docente especializada que incluya comprensión profunda de las cosmovisiones y sistemas de conocimiento de las culturas presentes en el aula.

Estrategia Didáctica 4: "Laboratorio de Matemáticas Afroecuatorianas" Para estudiantes de comunidades afroecuatorianas, especialmente en Esmeraldas y el Valle del Chota:

Conocimientos matemáticos afroecuatorianos:

- Sistemas de medición tradicionales en agricultura tropical.
- Cálculos para construcción de embarcaciones pesqueras.
- Matemáticas de la música afroecuatoriana (ritmos, compases, proporciones).
- Geometría en cestería y artesanías tradicionales.

Aplicaciones pedagógicas específicas:

1. **Matemáticas de la marimba:** Los estudiantes analizan proporciones matemáticas en la construcción de marimbas.

Análisis acústico-matemático: Las tablillas de la marimba siguen progresiones matemáticas específicas en longitud y grosor para producir escalas musicales. Los estudiantes miden y calculan estas proporciones, conectando matemáticas con música ancestral.

2. **Geometría naval artesanal:** Los estudiantes estudian cálculos tradicionales para construcción de embarcaciones pesqueras.

Proyecto de construcción: Diseño a escala de una lancha esmeraldeña tradicional, calculando proporciones entre eslora, manga y puntal que aseguran estabilidad y eficiencia en aguas marinas.

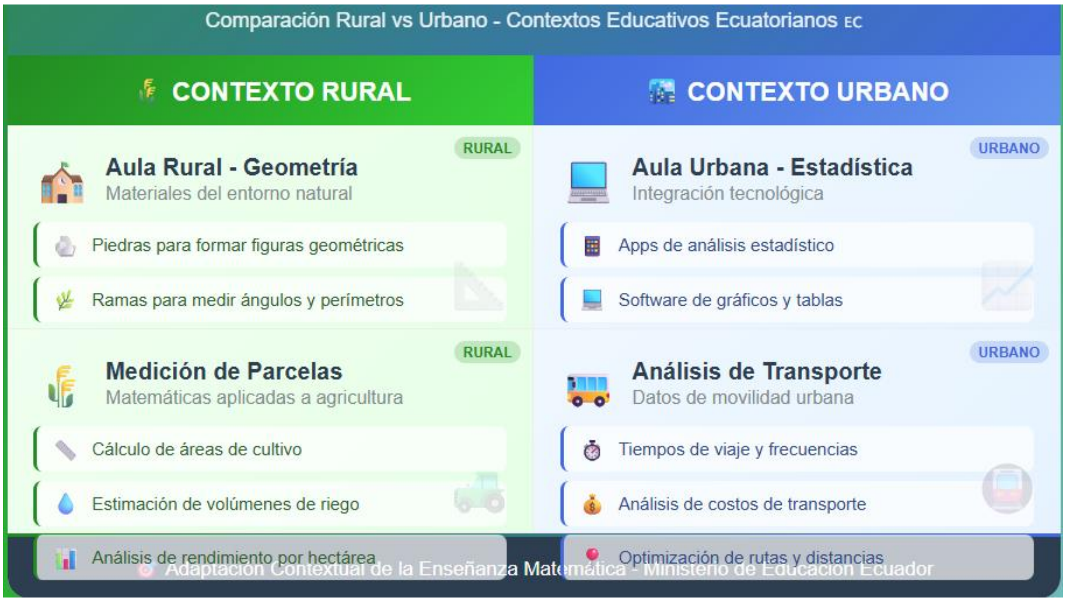
3. **Agricultura matemática tropical:** Los estudiantes analizan sistemas tradicionales de cultivo que involucran cálculos complejos de rotación, asociación y productividad.

3.4.3 Atención a contextos rurales y urbanos

La adaptación de estrategias didácticas matemáticas a los contextos rurales y urbanos específicos del Ecuador requiere comprensión profunda de las diferencias en recursos disponibles, experiencias culturales previas, y aplicaciones prácticas relevantes para cada entorno. Pardo et al. (2020) documentan que el empleo de recursos didácticos en la enseñanza de matemáticas varía significativamente entre contextos rurales y urbanos, requiriendo adaptaciones específicas que aprovechen las fortalezas particulares de cada ambiente.

Imagen 12

Adaptaciones Didácticas Matemáticas para Contextos Rurales y Urbanos Ecuatorianos



Nota. Contraste de Metodologías por contexto, 2024.

Las diferencias entre contextos rurales y urbanos no deben conceptualizarse como deficiencias de un ambiente respecto al otro, sino como oportunidades para desarrollar estrategias pedagógicas que aprovechen las fortalezas específicas de cada contexto mientras abordan sus desafíos particulares.

Estrategia Didáctica 5: "Matemáticas de la Agricultura Familiar Andina" Para estudiantes de contextos rurales de la Sierra ecuatoriana:

Contextualización en agricultura familiar: Los estudiantes aplican matemáticas a problemáticas reales de la agricultura familiar: cálculo de áreas de cultivo, optimización de recursos hídricos, análisis de productividad, planificación de rotaciones, y evaluación económica de diferentes cultivos.

Aplicaciones matemáticas rurales específicas:

1. **Geometría agrícola aplicada:** Los estudiantes calculan áreas de parcelas irregulares y optimizan distribución de cultivos.

Ejemplo práctico: La familia Quispe tiene una parcela de forma trapezoidal con base mayor de 80 metros, base menor de 60 metros, y altura de 45 metros.

- Área del trapecio = $[(80 + 60) \times 45] / 2 = [140 \times 45] / 2 = 3{,}150$ m².
- Si destinan 40% a papa, 30% a quinua y 30% a descanso:
  - Papa: $3{,}150 \times 0.40 = 1{,}260$ m².
  - Quinua: $3{,}150 \times 0.30 = 945$ m².
  - Descanso: $3{,}150 \times 0.30 = 945$ m².

2. **Análisis estadístico de producción:** Los estudiantes recopilan y analizan datos de productividad agrícola local.

Proyecto de investigación: Registro de producción de papa por hectárea en 20 familias de la comunidad durante 3 años, cálculo de promedios, identificación de factores que influyen en variabilidad de rendimientos.

3. **Matemática financiera agrícola:** Los estudiantes calculan costos de producción, proyectan ingresos, y evalúan rentabilidad de diferentes opciones productivas

Análisis de rentabilidad: Comparación entre cultivo tradicional de maíz vs. cultivo orgánico de quinua:

- Maíz: Inversión $800/ha, Producción 2,500 kg/ha, Precio $0.45/kg, Ingreso $1,125/ha, Beneficio $325/ha.
- Quinua: Inversión $1,200/ha, Producción 800 kg/ha, Precio $3.50/kg, Ingreso $2,800/ha, Beneficio $1,600/ha.

Moreira y Salmon (2022) confirman que las estrategias didácticas lúdicas son especialmente efectivas en contextos rurales donde la conexión con actividades cotidianas familiares facilita la transferencia de aprendizajes matemáticos.

Estrategia Didáctica 6: "Matemáticas Urbanas Inteligentes" Para estudiantes de contextos urbanos ecuatorianos:

Contextualización en problemáticas urbanas: Los estudiantes aplican matemáticas al análisis de fenómenos urbanos complejos: optimización de transporte público, análisis de consumo energético, planificación urbana, gestión de residuos, y análisis de datos demográficos metropolitanos.

Aplicaciones matemáticas urbanas específicas:

1. **Análisis de sistemas de transporte:** Los estudiantes estudian eficiencia del transporte público urbano usando matemáticas aplicadas.

Proyecto de optimización: "Análisis del sistema de transporte integrado de Cuenca"

- Recolección de datos: tiempos de viaje, frecuencias, ocupación de vehículos.
- Modelización: Uso de teoría de grafos para representar rutas.
- Optimización: Cálculo de rutas que minimicen tiempo total de viaje ciudadano.

2. **Estadística demográfica urbana:** Los estudiantes analizan datos del INEC sobre crecimiento poblacional, migración interna, y distribución socioeconómica.

Investigación demográfica: "Análisis del crecimiento poblacional de Quito 1990-2020"

- Cálculo de tasas de crecimiento exponencial.

- Proyecciones poblacionales a 2030 y 2040.
- Análisis de distribución por sectores urbanos.

3. **Matemática ambiental urbana:** Los estudiantes calculan huella de carbono, eficiencia energética, y impacto ambiental de actividades urbanas.

3.4.4 Uso de materiales del medio y recursos locales

La utilización efectiva de materiales del medio y recursos locales en la enseñanza de matemáticas debe trascender la mera disponibilidad económica para convertirse en una estrategia pedagógica que enriquezca conceptualmente el aprendizaje mientras fortalece la conexión de los estudiantes con su entorno natural y cultural. Peñaloza et al. (2024) establecen que la importancia de las estrategias lúdicas para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje se potencia cuando se utilizan materiales del contexto local que resultan familiares y significativos para los estudiantes.

El uso pedagógico de materiales locales debe fundamentarse en principios didácticos sólidos que aseguren que estos recursos faciliten efectivamente la comprensión conceptual, no simplemente por su disponibilidad o tradición cultural. Cada material debe seleccionarse por su capacidad de representar claramente conceptos matemáticos específicos y permitir manipulaciones que revelen propiedades matemáticas importantes.

Estrategia Didáctica 7: "Laboratorio de Matemáticas con Biodiversidad Ecuatoriana" Para todos los niveles educativos, adaptada según edad y conceptos curriculares:

Materiales naturales ecuatorianos organizados por concepto matemático:

Para desarrollo del sentido numérico:

- Semillas de diferentes tamaños: quinua (unidades), frejol (decenas), habas (centenas).
- Conchas marinas de Galápagos y costa ecuatoriana para conteo y agrupación.
- Piedras volcánicas de diferentes formas para clasificación y seriación.

Para geometría:

- Bambú guadua para construcción de figuras planas y sólidos geométricas.
- Totora del lago San Pablo para exploración de curvas y círculos.
- Hojas de diferentes formas para clasificación geométrica (triangulares, ovales, compuestas).

Para medición:

- Calabazas y mates de diferentes tamaños como unidades de capacidad.

- Mazorcas de maíz como unidades de longitud no estándar.
- Semillas uniformes (arroz, quinua) como unidades de peso.

Aplicación pedagógica sistemática:

1. **Matemáticas de la biodiversidad:** Los estudiantes clasifican, cuentan y analizan especímenes locales usando conceptos matemáticos.

Ejemplo en educación básica elemental: "Clasificación de hojas recolectadas en el patio escolar"

- Conteo por formas: 15 hojas ovales, 23 hojas lobuladas, 8 hojas compuestas.
- Medición: longitud promedio de cada tipo usando cuartas.
- Gráficos: representación de la distribución usando diagramas de barras con palitos.

Ejemplo en educación básica superior: "Análisis estadístico de biodiversidad en parcelas de muestreo"

- Cálculo de índices de diversidad de Shannon-Weaver.
- Análisis de correlación entre factores ambientales y presencia de especies.
- Modelización de relaciones predador-presa usando ecuaciones diferenciales simples.

2. **Construcción geométrica con materiales locales:** Los estudiantes exploran propiedades geométricas construyendo con materiales naturales.

Proyecto de construcción: "Arquitectura vernácula matemática"

- Construcción a escala de viviendas tradicionales ecuatorianas usando bambú.
- Cálculo de proporciones áureas en arquitectura ancestral.
- Análisis de estabilidad estructural usando principios geométricos.

Barba Ayala et al. (2022) confirman que el desarrollo del pensamiento lógico se potencia cuando los materiales didácticos conectan directamente con el entorno cultural y natural de los estudiantes.

Estrategia Didáctica 8: "Taller de Tecnología Matemática Artesanal" Para educación básica media y superior, integración de tradiciones artesanales con conceptos matemáticos:

Artesanías matemáticas ecuatorianas:

- Tejido en telar de cintura para exploración de patrones y proporciones.
- Cerámica para estudio de volúmenes y superficies de revolución.
- Tallado en tagua para comprensión de geometría tridimensional.
- Filigrana para análisis de curvas y diseño geométrico.

Proceso de aprendizaje integrado:

1. **Matemáticas del tejido andino:** Los estudiantes analizan y crean patrones geométricos usando matemáticas formales.

Análisis de simetrías: "Estudio de los tipos de simetría presentes en textiles de Otavalo"

- Simetría de reflexión en patrones horizontales y verticales.
- Simetría de rotación en diseños circulares.
- Simetría de traslación en patrones repetitivos.
- Cálculo de ángulos de rotación y ejes de reflexión.

2. **Geometría de la cerámica:** Los estudiantes calculan volúmenes y superficies de vasijas tradicionales.

Aplicación de cálculo: "Modelización matemática de vasijas de La Tolita".

- Representación de perfiles como funciones $y = f(x)$.
- Cálculo de volumen usando método de discos: $V = \pi\int[f(x)]^2dx$.
- Optimización de formas para maximizar capacidad con material mínimo.

Tabla 7

Adaptaciones Didácticas por Tipo de Diversidad en el Contexto Ecuatoriano

Tipo de Diversidad	Estrategias Específicas	Materiales Adaptados	Evaluación Modificada	Resultados Esperados
Necesidades Especiales	Multisensorial, pasos pequeños, rutinas	Ábacos táctiles, software adaptativo	Múltiples formas de demostración	Acceso equitativo al currículo
Diversidad Cultural	Bilingüe, etnomatemática, sistemas ancestrales	Khipus, instrumentos tradicionales	Valoración de conocimientos previos	Fortalecimiento identitario
Contextos Rurales	Agricultura, recursos naturales, aplicaciones locales	Semillas, herramientas agrícolas	Proyectos comunitarios	Relevancia y aplicabilidad
Contextos Urbanos	Tecnología, análisis de datos,	Software especializado, bases de datos	Informes técnicos	Preparación para sociedad del conocimiento

Tipo de Diversidad	Estrategias Específicas	Materiales Adaptados	Evaluación Modificada	Resultados Esperados
	problemáticas metropolitanas			

Estrategia Didáctica 9: "Red de Intercambio de Recursos Matemáticos Locales" Para toda la comunidad educativa, creación de sistema colaborativo de recursos:

Componentes del sistema de intercambio:

- Catálogo digital de materiales locales con sus aplicaciones matemáticas específicas.
- Protocolos de recolección, preparación y conservación de materiales naturales.
- Banco de actividades didácticas organizadas por material y concepto matemático.
- Red de colaboración entre docentes para compartir innovaciones pedagógicas.

Implementación colaborativa:

1. **Mapeo de recursos locales:** Cada comunidad educativa identifica y cataloga materiales disponibles en su entorno.
2. **Desarrollo de protocolos pedagógicos:** Los docentes crean guías específicas para uso educativo de cada material.
3. **Intercambio de experiencias:** Las instituciones comparten exitosas adaptaciones de materiales locales a conceptos matemáticos.

Tabla 8

Recursos Locales Ecuatorianos por Región y Aplicación Matemática

Región	Recursos Naturales	Aplicaciones Matemáticas	Conceptos Desarrollados	Niveles Apropiados
Costa	Conchas, bambú, cacao	Clasificación, construcción, estadística agrícola	Conjuntos, geometría, análisis de datos	Todos los niveles
Sierra	Quinua, lana, piedras volcánicas	Numeración, textiles, mineralogía	Sistemas numéricos, patrones, cristalografía	Elemental a superior

Región	Recursos Naturales	Aplicaciones Matemáticas	Conceptos Desarrollados	Niveles Apropiados
Oriente	Semillas, maderas, arcillas	Conteo, construcción, modelado	Aritmética, estructuras, volúmenes	Elemental a media
Galápagos	Elementos volcánicos, especímenes únicos	Medición, clasificación, conservación	Geometría, taxonomía, sostenibilidad	Media a superior

La implementación exitosa de adaptaciones a la diversidad ecuatoriana requiere formación docente especializada que incluya sensibilidad cultural, comprensión de diferentes tipos de necesidades educativas especiales, y competencias para adaptar creativamente recursos locales a objetivos pedagógicos específicos. Villalba et al. (2022) confirman que cuando las estrategias didácticas respetan y aprovechan la diversidad como fortaleza educativa, todos los estudiantes se benefician de experiencias de aprendizaje más ricas y significativas que preparan mejor para la participación exitosa en una sociedad pluricultural y democrática.

Referencias Bibliográficas

Alcívar, A. M. U., & Concha, A. C. (2017). Programa de estrategias didácticas cognitivas para el desarrollo del razonamiento matemático. Una experiencia con estudiantes de bachillerato. *Revista boletín redipe*, *6*(4), 99-111.

Barba Ayala, J. V., Guzmán Torres, C. E., Aroca Fárez, A. E., & Fernández Álvarez, D. (2022). Desarrollo del pensamiento lógico a través de juegos didácticos en la Educación Básica Elemental. *Revista Universidad y Sociedad*, *14*(4), 513-520.

Calle, E., Mora, M., Jácome, M., & Breda, A. (2021). La enseñanza de las matemáticas en un curso de formación en contexto de pandemia: la percepción de futuros profesores de matemáticas de Ecuador. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (20), 200-215.

Cedeño Loor, F. O., Caballero Vera, H. H., Alcívar Molina, S., & Macías Loor, M. (2018). Resolución de problemas estrategia didáctica de Poggioli para mejorar el aprendizaje de matemática en la educación superior. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (noviembre).

Colorado Espinoza, M. E., & Mendoza Moreira, F. S. (2021). El material didáctico de apoyo en adaptaciones curriculares de matemáticas para personas con discapacidad intelectual. *Conrado*, *17*(80), 312-320.

Díaz, V., & Poblete, A. (2007). Competencias en profesores de matemática y estrategia didáctica en contextos de reforma educativa. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, *68*, 32-44.

Escobar, G. G. M., Masapanta, Y. M. M., Portilla, G. M. C., & Isaac, R. M. (2024). Estrategia didáctica apoyada en las TIC´ s para la enseñanza de las matemáticas, en el cuarto año de EGB subnivel elemental de la UE La Salle. *Sinergia Académica*, *7*(2), 137-160.

Elles, L. M., & Gutiérrez, D. (2021). Fortalecimiento de las matemáticas usando la gamificación como estrategias de enseñanza–aprendizaje a través de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación básica secundaria. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, *2*(1), 7-16.

Gualdrón Ortiz, D. P., Cudris Torres, L., Barrios Núñez, A., Olivella López, G., Bermúdez Cuello, J. C., & Gutiérrez García, R. A. (2020). Los AVA como estrategia didáctica en la enseñanza del pensamiento lógico–matemático. *Archivos venezolanos de Farmacología y Terapeútica*, *39*(3), 257-272.

Jijon, M., Bravo, M. V. S., Pilaguano, M. B. P., & Chacha, H. A. R. (2023). Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en educación básica: adaptaciones curriculares para la diversidad estudiantil ecuatoriana. *Revista Ciencia Innovadora*, *1*(1), 42-55.

Leudo Romaña, C. M. (2021). *Estrategias didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Margento* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

Loor, F. O. C., Chávez, J. F. C., & Parrales, Á. D. P. (2020). Estrategias didácticas para el aprendizaje de la multiplicación en las matemáticas en la educación general básica.

López-Altamirano, D. A., Paredes-Zhirzhan, Z. M., Amores-Valdivieso, V. A., Lozada-Manzano, E. K., Andrade-Manguay, M. J., Freire-Claudio, S. J., ... & Sánchez-

Aguaguiña, R. E. (2021). Adaptaciones curriculares: Un estudio cualitativo dentro del entorno educativo ecuatoriano. *Polo del Conocimiento*, *6*(10), 722-738.

López, J., Maurera, S., Serrano, V., & Yaguana, Y. (2021). La inclusión educativa en la escuela ecuatoriana, una reflexión desde lo normativo hasta la experiencia escolar. *Revista Cognosis. ISSN 2588-0578*, *6*(EE-I-), 65-80.

Moreira, M. S. S., & Salmon, L. D. R. L. (2022). Estrategia didáctica lúdica para activar el proceso enseñanza y aprendizaje en los estudiantes del tercer grado del nivel básico elemental. *Dominio de las Ciencias*, *8*(1), 1180-1191.

Pardo, J. C. O., Quituizaca, E. C. C., & Freire, E. E. E. (2020). ¿ Se emplean recursos didácticos en la enseñanza de matemáticas en la educación básica elemental? Un estudio de caso. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *3*(3), 48-55.

Peñaloza, L. F. I., Aponte, J. A. P., Espín, E. A. G., & Barrera, P. R. Y. (2024). Gestión educativa: importancia de la estrategia lúdica para evaluar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de educación general básica elemental en la asignatura de matemática. *Ciencia Digital*, *8*(2), 118-143.

Peres Brito, E. G. (2020). *Enseñanza y aprendizaje de las cuatro operaciones básicas mediante estrategias lúdicas para sexto año de Educación General Básica, Unidad Educativa 16 de abril* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Educación).

Proaño, S. M. I., & Flores, C. A. N. (2023). El aprendizaje de la matemática en estudiantes de educación general básica. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, *7*(1), 640-653.

Viloria, N., & Godoy, G. (2010). Planificación de estrategias didácticas para el mejoramiento de las competencias matemáticas de sexto grado. *Investigación y Postgrado*, *25*(1), 95-116.

Villalba, K. G. L., Castro, A. D. E., Gallo, L. A. V., Chávez, M. A. S., & Gallegos, A. P. G. (2022). Gamificación, una estrategia para aprender matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *6*(5), 2428-2448.

Capítulo 4

4. Implementación, Evaluación y Desarrollo Profesional

La implementación efectiva de metodologías constructivistas en la didáctica matemática requiere de una planificación sistemática que integre los principios pedagógicos con las herramientas tecnológicas disponibles y las particularidades del contexto educativo ecuatoriano. Este capítulo aborda los aspectos fundamentales para la puesta en práctica de estrategias innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo de las matemáticas, considerando tanto la evaluación formativa como el desarrollo profesional continuo de los docentes.

El proceso de implementación debe contemplar una transición gradual desde metodologías tradicionales hacia enfoques constructivistas, respetando los ritmos de aprendizaje tanto de estudiantes como de educadores. La evaluación formativa se convierte en un elemento clave que permite ajustar y mejorar continuamente las estrategias pedagógicas, mientras que el desarrollo profesional docente garantiza la sostenibilidad y efectividad de las innovaciones educativas implementadas.

4.1 Planificación y Diseño Curricular Constructivista

La planificación curricular constructivista en matemáticas representa un cambio paradigmático que sitúa al estudiante como constructor activo de su conocimiento matemático. Este enfoque requiere una reconceptualización profunda de los elementos curriculares tradicionales, integrando principios pedagógicos que promuevan la exploración, el descubrimiento y la construcción colaborativa del conocimiento matemático (Bravo Guerrero, 2020; Carrillo & Beatriz, 2021).

En el contexto ecuatoriano, la planificación curricular constructivista debe armonizar los lineamientos del Ministerio de Educación con metodologías innovadoras que respondan a las necesidades específicas de cada contexto educativo. Esta planificación implica un diseño cuidadoso que considere las experiencias previas de los estudiantes, sus contextos socioculturales y las herramientas tecnológicas disponibles, creando así un ambiente propicio para el aprendizaje significativo de las matemáticas.

Imagen 1

Elementos Clave de la Planificación Curricular Constructivista en Matemáticas

4.1.1 Planificación por Destrezas con Criterios de Desempeño

La planificación por destrezas con criterios de desempeño constituye el eje vertebrador del diseño curricular ecuatoriano, proporcionando un marco estructurado que permite orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia logros específicos y medibles. En el enfoque constructivista, estas destrezas se reinterpretan como competencias complejas que integran conocimientos, habilidades y actitudes matemáticas, promoviendo un aprendizaje holístico y significativo (Altamirano et al., 2020).

La formulación de destrezas con criterios de desempeño desde una perspectiva constructivista requiere considerar no solo el producto final del aprendizaje, sino también los procesos cognitivos que permiten su construcción. Esto implica diseñar indicadores de logro que valoren tanto la comprensión conceptual como la capacidad de aplicación y transferencia del conocimiento matemático a situaciones nuevas y contextualizadas.

Tabla 1

Comparación entre Planificación Tradicional y Constructivista por Destrezas

Aspecto	Planificación Tradicional	Planificación Constructivista
Enfoque de destrezas	Memorización y aplicación mecánica de algoritmos	Construcción activa del conocimiento y comprensión conceptual
Criterios de desempeño	Reproducción exacta de procedimientos estándar	Demostración de comprensión y aplicación creativa

Aspecto	Planificación Tradicional	Planificación Constructivista
Evaluación	Resultados únicos y correctos	Procesos de razonamiento y múltiples estrategias
Rol del estudiante	Receptor pasivo de información	Constructor activo del conocimiento
Contextualización	Ejercicios abstractos descontextualizados	Problemas reales y situaciones significativas
Colaboración	Trabajo individual y competitivo	Construcción colaborativa y aprendizaje social
Uso de errores	Penalización y corrección inmediata	Oportunidades de aprendizaje y reflexión
Herramientas	Lápiz, papel y calculadora básica	Tecnología integrada y materiales manipulativos

Nota. Adaptado de "Importancia del currículo, texto y docente en la clase de matemática" por F. E. Bravo Guerrero, 2020, *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), p. 115.

Ejemplo Práctico: Destreza Constructivista para Geometría (6° EGB)

Destreza con criterio de desempeño: "Construir y analizar las propiedades de figuras geométricas planas mediante la exploración con materiales concretos y herramientas digitales, para resolver problemas de su entorno inmediato aplicando el razonamiento espacial."

Desarrollo de la actividad:

1. **Exploración inicial:** Los estudiantes manipulan figuras geométricas físicas y digitales.
2. **Construcción del conocimiento:** Descubren patrones y propiedades mediante investigación grupal.
3. **Formalización:** Sistematizan sus hallazgos con vocabulario matemático apropiado.
4. **Aplicación:** Resuelven problemas reales del entorno escolar o comunitario

Secuenciación de Actividades Constructivistas

La secuenciación de actividades constructivistas requiere una progresión cuidadosa que respete las etapas del desarrollo cognitivo y los principios del aprendizaje significativo.

Esta secuenciación debe partir de las experiencias y conocimientos previos de los estudiantes, avanzando gradualmente hacia niveles de abstracción y complejidad mayores, siempre manteniendo la conexión con situaciones significativas y contextualizadas (Del Pilar Gibert-Delgado et al., 2024).

La estructura de las actividades constructivistas sigue un patrón cíclico que incluye momentos de exploración, construcción, sistematización y aplicación. Cada fase cumple una función específica en el proceso de aprendizaje: la exploración activa los conocimientos previos y genera curiosidad; la construcción permite el desarrollo de nuevos conceptos a través de la investigación activa; la sistematización organiza y formaliza los aprendizajes; y la aplicación consolida y transfiere el conocimiento a nuevas situaciones.

Tabla 2

Secuencia de Actividades Constructivistas para una Unidad de Fracciones (5° EGB)

Fase	Actividad	Duración	Recursos	Objetivo Específico
Exploración	"El reparto justo": División de pizzas, chocolates y figuras entre grupos	2 períodos	Materiales manipulativos, objetos reales	Activar conocimientos previos sobre división y partes de un todo
Problematización	"¿Cómo representar medio cuarto?" Situaciones donde surgen las fracciones	1 período	Situaciones problemáticas contextualizadas	Generar necesidad de nuevas representaciones numéricas
Construcción	Laboratorio de fracciones: crear, representar y comparar fracciones	3 períodos	Círculos fraccionarios, regletas, software GeoGebra	Construir el concepto de fracción como relación parte-todo

Fase	Actividad	Duración	Recursos	Objetivo Específico
Sistematización	Organización de descubrimientos en mapa conceptual grupal	1 período	Papelotes, marcadores, plataforma digital	Formalizar vocabulario y propiedades de fracciones
Aplicación	"Cocinando en familia": recetas con fracciones para el hogar	2 períodos	Recetas reales, instrumentos de medida	Aplicar fracciones en contextos familiares auténticos
Evaluación formativa	Portafolio digital de procesos y autoevaluación reflexiva	Continua	Plataforma educativa, rúbricas	Reflexionar sobre aprendizajes y autorregular el proceso

Nota. Basado en principios de secuenciación constructivista de Gómez (2002) y adaptado al currículo ecuatoriano.

Ejercicio de Aplicación: Diseño de Secuencia Constructivista

Consigna para el docente: Diseñe una secuencia de cinco actividades constructivistas para enseñar el tema "Números decimales" en 6° EGB, considerando:

- Contexto ecuatoriano (mercados, moneda nacional).
- Integración tecnológica disponible.
- Principios constructivistas.
- Evaluación formativa continua.

Criterios de evaluación:

- Coherencia con principios constructivistas.
- Progresión adecuada de la complejidad.
- Contextualización cultural pertinente.
- Integración efectiva de tecnología.
- Estrategias de evaluación formativa.

4.1.2 Integración de Tecnología Educativa Disponible en Ecuador

La integración de tecnología educativa en el contexto ecuatoriano presenta tanto oportunidades como desafíos únicos que deben ser considerados en la planificación curricular constructivista. Las herramientas tecnológicas disponibles varían significativamente entre instituciones urbanas y rurales, lo que requiere estrategias flexibles y adaptables que maximicen el uso de recursos existentes mientras se promueve la equidad educativa (Vaillant et al., 2020; Zavala Urquizo et al., 2021).

La tecnología educativa, cuando se integra adecuadamente desde una perspectiva constructivista, potencia las capacidades de exploración, construcción y visualización del conocimiento matemático. Sin embargo, su implementación exitosa requiere una planificación cuidadosa que considere no solo la disponibilidad de recursos, sino también la preparación docente, la conectividad y las estrategias pedagógicas que promuevan un uso significativo de las herramientas digitales.

Imagen 2

Ecosistema Tecnológico Educativo para Matemáticas en Ecuador

Las herramientas tecnológicas más accesibles en el contexto ecuatoriano incluyen calculadoras científicas, software educativo gratuito como GeoGebra y Scratch, plataformas en línea como Khan Academy en español, y aplicaciones móviles educativas que funcionan con conectividad limitada. La planificación debe priorizar estas herramientas de alta disponibilidad mientras se desarrollan estrategias para incorporar gradualmente tecnologías más avanzadas.

Ejemplo de Integración Tecnológica: Unidad de Estadística (7° EGB)

Herramientas integradas:

- **Recolección de datos:** Formularios Google para encuestas familiares.
- **Organización:** Hojas de cálculo colaborativas.
- **Visualización:** GeoGebra para gráficos estadísticos.
- **Presentación:** Canva para infografías de resultados.
- **Reflexión:** Padlet para compartir conclusiones grupales.

Secuencia de actividades:

1. Los estudiantes diseñan encuestas sobre hábitos de la comunidad.
2. Recolectan datos usando formularios digitales.
3. Organizan información en hojas de cálculo colaborativas.
4. Crean visualizaciones con GeoGebra.
5. Diseñan infografías comunicativas.
6. Presentan hallazgos a la comunidad educativa.

4.1.3 Diseño de Ambientes de Aprendizaje Innovadores

El diseño de ambientes de aprendizaje innovadores constituye un elemento fundamental en la implementación exitosa de metodologías constructivistas para la enseñanza de matemáticas. Estos ambientes trascienden la configuración física tradicional del aula para crear espacios dinámicos, flexibles y estimulantes que promuevan la exploración, la colaboración y la construcción activa del conocimiento matemático (Arteaga Marín, 2023; Silva-Hormazábal & Alsina, 2023).

Un ambiente de aprendizaje innovador para matemáticas integra elementos físicos, tecnológicos, sociales y pedagógicos que trabajan sinérgicamente para crear experiencias de aprendizaje significativas. La disposición espacial, los recursos materiales, las herramientas digitales, las dinámicas de interacción y las estrategias pedagógicas deben estar alineadas con los principios constructivistas y adaptadas a las características específicas del contexto educativo ecuatoriano.

El ambiente físico debe ser flexible y reconfigurable, permitiendo diferentes modalidades de trabajo: individual, en parejas, en grupos pequeños y plenarias. Los espacios deben facilitar el movimiento, la manipulación de materiales concretos y la visualización de producciones estudiantiles. La organización del mobiliario debe promover la interacción y la colaboración, alejándose del modelo tradicional de filas orientadas hacia el docente.

Características del Ambiente de Aprendizaje Constructivista:

Dimensión física:

- Espacios flexibles y reconfigurables según las actividades.
- Zonas diferenciadas: exploración, construcción, presentación, reflexión.
- Acceso fácil a materiales manipulativos y herramientas tecnológicas.
- Paredes que funcionan como espacios de exhibición y construcción colaborativa.
- Iluminación natural y artificial adecuada para diferentes tipos de trabajo.

Dimensión tecnológica:

- Integración transparente de herramientas digitales en las actividades.
- Acceso a dispositivos que permitan la exploración y visualización matemática.
- Conectividad confiable para actividades colaborativas en línea.
- Plataformas digitales que faciliten la documentación y reflexión del proceso.
- Herramientas de simulación y modelización matemática.

Dimensión social:

- Normas de convivencia construidas colaborativamente.
- Cultura de respeto por la diversidad de estrategias y ritmos de aprendizaje.
- Promoción del diálogo matemático y la argumentación.
- Espacios para la presentación y debate de ideas.
- Reconocimiento del error como oportunidad de aprendizaje.

Dimensión pedagógica:

- Actividades que promuevan la investigación y el descubrimiento.
- Problemas auténticos conectados con la realidad estudiantil.
- Múltiples representaciones y formas de abordar los conceptos matemáticos.
- Evaluación formativa continua y retroalimentación constructiva.
- Desarrollo de autonomía y autorregulación del aprendizaje.

Ejercicio Práctico: Rediseño del Aula de Matemáticas

Situación inicial: Aula tradicional de 8m x 6m con 30 estudiantes, 15 pupitres individuales, un escritorio docente, una pizarra acrílica y un proyector.

Consigna de rediseño: Proponga una nueva configuración que integre principios constructivistas considerando:

- Flexibilidad espacial para diferentes modalidades de trabajo.
- Integración de tecnología disponible.
- Espacios para manipulativos y materiales concretos.
- Zonas de exhibición de trabajos estudiantiles.
- Presupuesto limitado (reutilización creativa de recursos existentes).

Elementos para incluir en la propuesta:

1. Plano de distribución espacial.
2. Lista de materiales y recursos necesarios.
3. Justificación pedagógica de cada zona.
4. Estrategias para la gestión del cambio.
5. Plan de implementación gradual.

Esta planificación integral del ambiente de aprendizaje requiere la participación de estudiantes, docentes y comunidad educativa, creando un sentido de pertenencia y compromiso con el espacio de construcción del conocimiento matemático. La flexibilidad y adaptabilidad del diseño permitirán su evolución continua en respuesta a las necesidades emergentes del proceso educativo.

4.2 Evaluación Formativa y Auténtica

La evaluación formativa y auténtica constituye un componente esencial del enfoque constructivista en la enseñanza de matemáticas, transformando la evaluación de un proceso terminal de medición hacia una herramienta continua de apoyo al aprendizaje. Esta perspectiva evaluativa reconoce que el aprendizaje matemático es un proceso complejo, no lineal, que requiere múltiples oportunidades para la construcción, revisión y profundización del conocimiento (Arias & Guzmán, 2024; Díaz et al., 2024).

En el contexto ecuatoriano, la implementación de la evaluación formativa presenta desafíos particulares relacionados con la tradición evaluativa sumativa, la presión por calificaciones numéricas y la necesidad de transformar las concepciones docentes sobre el propósito y las modalidades de evaluación. Sin embargo, las ventajas pedagógicas de este enfoque evaluativo justifican plenamente los esfuerzos de implementación, especialmente cuando se evidencian mejoras significativas en la comprensión conceptual y la motivación estudiantil hacia las matemáticas.

La evaluación auténtica complementa la evaluación formativa al situar los aprendizajes matemáticos en contextos reales y significativos, promoviendo la transferencia del conocimiento a situaciones cotidianas y profesionales. Esta autenticidad no solo aumenta la relevancia del aprendizaje, sino que también permite una valoración más holística de las competencias matemáticas, incluyendo la capacidad de modelización, comunicación y resolución de problemas complejos (Farfán Pimentel & Delgado Arenas, 2025; Silva Paucca, 2024).

Imagen 3

Ciclo de la Evaluación Formativa en el Aprendizaje Matemático

4.2.1 Técnicas e Instrumentos de Evaluación Constructivista

Las técnicas e instrumentos de evaluación constructivista se caracterizan por su capacidad de revelar los procesos de pensamiento matemático, las estrategias de resolución y la construcción progresiva del conocimiento. A diferencia de los instrumentos tradicionales que se enfocan en productos finales y respuestas únicas, los instrumentos constructivistas valoran la diversidad de aproximaciones, la argumentación matemática y la capacidad de establecer conexiones conceptuales (Granados et al., 2020; Rengifo, 2025).

La selección de técnicas evaluativas debe considerar los objetivos específicos de aprendizaje, las características del contenido matemático, las necesidades individuales de los estudiantes y los recursos disponibles en el contexto educativo. La triangulación de múltiples fuentes de evidencia proporciona una visión más completa y justa del progreso estudiantil, reduciendo los sesgos inherentes a cualquier instrumento individual.

Tabla 3

Técnicas e Instrumentos de Evaluación Constructivista para Matemáticas

Técnica	Instrumento	Propósito Principal	Momento de Aplicación	Evidencias que Proporciona
Observación directa	Lista de cotejo, anecdotario, registro de observación	Valorar procesos de construcción del conocimiento en tiempo real	Durante actividades de exploración y construcción	Estrategias de razonamiento, colaboración, uso de materiales
Interrogatorio oral	Entrevistas semiestructuradas, preguntas divergentes	Explorar comprensión conceptual y metacognición	Al finalizar actividades clave	Nivel de comprensión, conexiones conceptuales, autorregulación
Análisis de producciones	Rúbricas holísticas, escalas descriptivas	Evaluar calidad de construcciones matemáticas	Productos de investigaciones y proyectos	Creatividad, rigor matemático, comunicación
Resolución de problemas	Problemas abiertos, situaciones auténticas	Valorar aplicación y transferencia del conocimiento	Evaluación de unidad o período	Modelización, estrategias múltiples, perseverancia
Mapas conceptuales	Rúbricas de mapas conceptuales	Evaluar organización y conexión de conocimientos	Inicio, desarrollo y cierre de unidades	Estructura conceptual, relaciones, evolución del pensamiento

Técnica	Instrumento	Propósito Principal	Momento de Aplicación	Evidencias que Proporciona
Diarios reflexivos	Rúbricas de reflexión, preguntas guía	Promover metacognición y autorregulación	Proceso continuo	Conciencia del aprendizaje, dificultades, estrategias efectivas
Presentaciones orales	Rúbricas de comunicación matemática	Evaluar capacidad de explicar y argumentar	Socialización de proyectos	Claridad explicativa, uso de vocabulario, argumentación
Simulaciones digitales	Registros automáticos, análisis de interacciones	Observar exploración y experimentación virtual	Durante uso de tecnología	Hipótesis, experimentación, interpretación de resultados

Nota. Basado en principios de evaluación formativa de Díaz et al. (2024) y adaptado para el contexto constructivista.

Ejemplo de Implementación: Evaluación de Pensamiento Algebraico (8° EGB)

Situación problemática auténtica: "La cooperativa de tu barrio planea ampliar su área de cultivo. El terreno actual es rectangular con dimensiones que desconoces, pero sabes que si aumentan 5 metros el largo y 3 metros el ancho, el área se incrementaría en 195 metros cuadrados. ¿Cómo puedes ayudar a determinar las dimensiones originales si el terreno actual tiene un área de 300 m^2?"

Instrumentos de evaluación aplicados:

1. **Observación durante exploración:** Registro de estrategias iniciales y uso de materiales.
2. **Entrevista cognitiva:** Preguntas sobre razonamiento y toma de decisiones.
3. **Análisis de producciones:** Evaluación de modelos algebraicos desarrollados.
4. **Presentación oral:** Explicación del proceso y validación de resultados.
5. **Reflexión metacognitiva:** Diario sobre dificultades y aprendizajes.

Autoevaluación y Coevaluación Estudiantil

La autoevaluación y coevaluación estudiantil representan estrategias fundamentales para el desarrollo de la autonomía y la responsabilidad en el aprendizaje matemático. Estas modalidades evaluativas no solo proporcionan información valiosa sobre el progreso académico, sino que también desarrollan competencias metacognitivas esenciales para el aprendizaje permanente (Silva Paucca, 2024).

La implementación exitosa de la autoevaluación requiere un proceso gradual de desarrollo de criterios, entrenamiento en la reflexión crítica y construcción de herramientas apropiadas para la edad y nivel educativo. Los estudiantes deben aprender a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, establecer metas realistas y diseñar estrategias para alcanzarlas. Este proceso metacognitivo fortalece significativamente la autorregulación del aprendizaje.

La coevaluación, por su parte, desarrolla habilidades de observación, análisis crítico constructivo y comunicación asertiva. Cuando los estudiantes evalúan el trabajo de sus pares, no solo proporcionan retroalimentación valiosa, sino que también profundizan su propia comprensión de los criterios de calidad matemática. La coevaluación fomenta una cultura colaborativa donde el aprendizaje se concibe como una construcción social.

Tabla 4

Estrategias de Autoevaluación y Coevaluación por Nivel Educativo

Nivel	Autoevaluación	Coevaluación	Herramientas Sugeridas	Frecuencia Recomendada
2° - 3° EGB	Semáforos de comprensión, caritas de autovaloración	Apoyo en parejas, "amigo crítico"	Escalas pictóricas, tarjetas de colores	Diaria (actividades)
4° - 5° EGB	Listas de verificación simples, reflexiones guiadas	Evaluación de productos en grupos pequeños	Check-lists visuales, rúbricas sencillas	Semanal (tareas significativas)
6° - 7° EGB	Rúbricas de autoevaluación, metas personales	Retroalimentación estructurada entre pares	Rúbricas estudiantiles, formularios digitales	Quincenal (proyectos)

Nivel	Autoevaluación	Coevaluación	Herramientas Sugeridas	Frecuencia Recomendada
8° - 10° EGB	Portafolios reflexivos, planes de mejora	Evaluación crítica de presentaciones	Rúbricas holísticas, plataformas colaborativas	Mensual (unidades temáticas)

Nota. Progresión basada en desarrollo cognitivo y capacidades metacognitivas por edad.

Ejercicio de Autoevaluación: Resolución de Problemas (6° EGB)

Instrumento: Escalera de Autoevaluación Matemática

Después de resolver el problema, marca en qué escalón te encuentras y explica por qué:

Escalón 5 - Experto: "Resolví el problema correctamente, usé múltiples estrategias, expliqué claramente mi proceso y puedo enseñar a otros".

Escalón 4 - Competente: "Resolví el problema correctamente, usé una estrategia efectiva y puedo explicar mi proceso".

Escalón 3 - En desarrollo: "Resolví parte del problema, mi estrategia funcionó parcialmente, necesito mejorar mi explicación".

Escalón 2 - Principiante: "Intenté resolver el problema, pero mi estrategia no funcionó bien, necesito ayuda para entender".

Escalón 1 - Necesito apoyo: "No pude resolver el problema, no entiendo qué hacer, necesito enseñanza adicional".

Preguntas de reflexión:

1. ¿Qué fue lo más difícil del problema?
2. ¿Qué estrategia te funcionó mejor? ¿Por qué?
3. ¿En qué aspectos necesitas mejorar?
4. ¿Cómo te vas a preparar para problemas similares?

4.2.2 Portafolios Digitales y Rúbricas Holísticas

Los portafolios digitales constituyen una herramienta poderosa para documentar, reflexionar y evaluar el progreso del aprendizaje matemático a lo largo del tiempo. A diferencia de las evaluaciones puntuales, los portafolios permiten capturar la evolución del pensamiento matemático, las estrategias desarrolladas y los procesos de construcción del conocimiento. En el contexto digital, estos portafolios ofrecen ventajas adicionales como la facilidad de organización, la posibilidad de incluir elementos multimedia y la accesibilidad para retroalimentación continua (Pomares Bory et al., 2021).

La estructura de un portafolio digital matemático debe equilibrar la flexibilidad creativa con la organización sistemática que facilite la evaluación formativa. Los elementos incluidos deben representar tanto productos finales como procesos de construcción, evidenciando la diversidad de competencias matemáticas desarrolladas. La reflexión metacognitiva constituye el hilo conductor que da sentido y coherencia a la colección de evidencias.

Las rúbricas holísticas complementan los portafolios proporcionando criterios claros y comprensivos para la evaluación. A diferencia de las rúbricas analíticas que descomponen el desempeño en elementos específicos, las rúbricas holísticas evalúan la calidad global del trabajo, considerando la integración y coherencia de todos los componentes. Esta aproximación es particularmente apropiada para evaluar competencias complejas como la resolución de problemas, la comunicación matemática y el pensamiento crítico.

Imagen 4

Estructura de un Portafolio Digital Matemático Integral

Componentes Esenciales del Portafolio Digital Matemático:

Sección de Exploraciones:

- Registros de investigaciones matemáticas iniciales.
- Hipótesis y conjeturas formuladas.
- Experimentos con materiales concretos y digitales.
- Descubrimientos y conexiones inesperadas.

Sección de Construcciones:

- Desarrollo de proyectos matemáticos significativos.

- Modelos y representaciones creadas.
- Soluciones a problemas complejos.
- Aplicaciones a situaciones reales.

Sección de Reflexiones:

- Análisis metacognitivo del proceso de aprendizaje.
- Identificación de fortalezas y desafíos.
- Establecimiento de metas y planes de mejora.
- Evolución del pensamiento matemático.

Sección de Colaboraciones:

- Trabajos grupales y construcciones colaborativas.
- Intercambios de ideas y retroalimentación.
- Contribuciones a proyectos comunitarios.
- Aprendizaje social y construcción colectiva.

Sección de Evaluaciones:

- Autoevaluaciones y coevaluaciones.
- Retroalimentación docente y familiar.
- Evidencias de logros y progreso.
- Certificaciones y reconocimientos.

4.2.3 Ejercicio Práctico: Diseño de Rúbrica Holística

Competencia para evaluar: Comunicación matemática en presentaciones orales (7° EGB)

Consigna: Desarrolle una rúbrica holística con cuatro niveles de desempeño para evaluar la capacidad de los estudiantes de explicar oralmente el proceso de resolución de un problema de proporcionalidad.

Criterios que considerar:

- Claridad en la explicación del proceso.
- Uso apropiado del vocabulario matemático.
- Coherencia lógica de la argumentación.
- Capacidad de responder preguntas.
- Uso de representaciones visuales.
- Seguridad y fluidez en la presentación.

Niveles sugeridos:

- **Nivel 4:** Comunicador matemático experto.

- **Nivel 3:** Comunicador matemático competente.
- **Nivel 2:** Comunicador matemático en desarrollo.
- **Nivel 1:** Comunicador matemático principiante.

4.2.4 Retroalimentación Efectiva y Mejora Continua

La retroalimentación efectiva constituye el puente entre la evaluación y el aprendizaje, transformando la información recolectada en oportunidades concretas de mejora y crecimiento. En el contexto constructivista, la retroalimentación trasciende la simple corrección de errores para convertirse en un diálogo reflexivo que promueve la metacognición, la autorregulación y la construcción colaborativa del conocimiento matemático (Arias & Guzmán, 2024).

La calidad de la retroalimentación depende tanto de su contenido como de su forma de entrega. Una retroalimentación efectiva debe ser específica, oportuna, constructiva y orientada hacia la acción. Debe reconocer los logros alcanzados, identificar áreas específicas de mejora y proporcionar sugerencias concretas para el progreso. La retroalimentación más poderosa no solo indica qué mejorar, sino que también orienta sobre cómo hacerlo.

El proceso de retroalimentación en matemáticas debe considerar tanto los aspectos conceptuales como procedimentales del aprendizaje. Los errores matemáticos proporcionan ventanas valiosas hacia los procesos de pensamiento estudiantil, revelando concepciones alternativas, lagunas conceptuales o aplicaciones inadecuadas de procedimientos. Una retroalimentación constructivista aprovecha estos errores como oportunidades de aprendizaje, promoviendo la reflexión crítica y la reconstrucción del conocimiento.

Principios de Retroalimentación Efectiva en Matemáticas:

Especificidad: La retroalimentación debe referirse a aspectos concretos del trabajo matemático, evitando comentarios generales como "bien" o "necesitas mejorar". En lugar de "tu procedimiento está mal", es más efectivo decir "en el paso 3, cuando distribuyes la multiplicación, considera que $(a+b)\times c = a\times c + b\times c$".

Orientación al proceso: Más que centrarse en el resultado final, la retroalimentación debe abordar los procesos de razonamiento, las estrategias utilizadas y los procedimientos aplicados. Esto ayuda a los estudiantes a desarrollar metacognición sobre sus propios procesos de pensamiento matemático.

Balance entre fortalezas y mejoras: Una retroalimentación equilibrada reconoce explícitamente los logros y avances, antes de abordar las áreas de mejora. Esto mantiene la motivación y la autoestima, elementos cruciales para el aprendizaje matemático.
Promotoría de autonomía: En lugar de proporcionar respuestas directas, la retroalimentación efectiva hace preguntas que guían la reflexión estudiantil hacia el descubrimiento independiente. ¿Qué pasaría si verificas tu respuesta usando una estrategia diferente?" es más formativo que "tu respuesta es incorrecta.

Ejemplo de Retroalimentación Constructivista:

Situación: Estudiante de 5° EGB resuelve incorrectamente: 1/4 + 1/3 = 2/7
Retroalimentación tradicional: Incorrecto. La respuesta es 7/12. Debes encontrar el común denominador.
Retroalimentación constructivista: Veo que sumaste los numeradores (1+1=2) y los denominadores (4+3=7). Esa es una estrategia lógica, pero veamos qué significa esto usando material concreto. ¿Podrías mostrarme 1/4 + 1/3 usando círculos fraccionarios? ¿Qué observas cuando intentas juntarlos? ¿Cómo podrías hacer que ambas fracciones tengan el mismo tipo de partes para poder sumarlas?

Estrategias para la Mejora Continua:

La mejora continua en la evaluación formativa requiere un ciclo sistemático de reflexión, ajuste e implementación. Los docentes deben analizar regularmente la efectividad de sus estrategias evaluativas, considerando tanto los resultados de aprendizaje como la satisfacción y motivación estudiantil. Este análisis debe incluir la voz de los estudiantes, quienes pueden proporcionar perspectivas valiosas sobre la utilidad y pertinencia de las evaluaciones implementadas.
La documentación sistemática de las prácticas evaluativas facilita la identificación de patrones, tendencias y oportunidades de mejora. Los registros de observación, las reflexiones docentes y las evidencias estudiantiles constituyen fuentes ricas de información para la autoevaluación profesional y el desarrollo de competencias evaluativas.

Ejercicio de Autoevaluación Docente: Calidad de la Retroalimentación

Instrumento de reflexión: Analice cinco ejemplos recientes de retroalimentación que ha proporcionado a sus estudiantes y evalúe cada uno según los siguientes criterios:

1. **Especificidad:** ¿La retroalimentación se refiere a aspectos concretos del trabajo?

2. **Orientación al proceso:** ¿Se enfoca en estrategias y razonamiento más que en resultados?
3. **Balance:** ¿Reconoce fortalezas antes de abordar mejoras?
4. **Promoción de autonomía:** ¿Guía hacia el descubrimiento en lugar de dar respuestas?
5. **Oportunidad:** ¿Se proporciona cuando puede ser más útil para el aprendizaje?

Escalas de evaluación:

- Siempre (4 puntos).
- Frecuentemente (3 puntos).
- Ocasionalmente (2 puntos).
- Raramente (1 punto).

Plan de mejora: Identifique los dos criterios con menor puntuación y diseñe estrategias específicas para mejorarlos en las próximas dos semanas.

La implementación sostenible de la evaluación formativa y auténtica requiere un cambio cultural que involucre a toda la comunidad educativa. Los padres de familia necesitan comprender los beneficios de este enfoque evaluativo, los administradores deben proporcionar apoyo y recursos, y los estudiantes deben ser co-constructores activos de la cultura evaluativa. Solo a través de este compromiso colectivo es posible transformar la evaluación de una herramienta de medición hacia un motor de aprendizaje y crecimiento matemático.

4.3 Formación y Desarrollo Profesional Docente

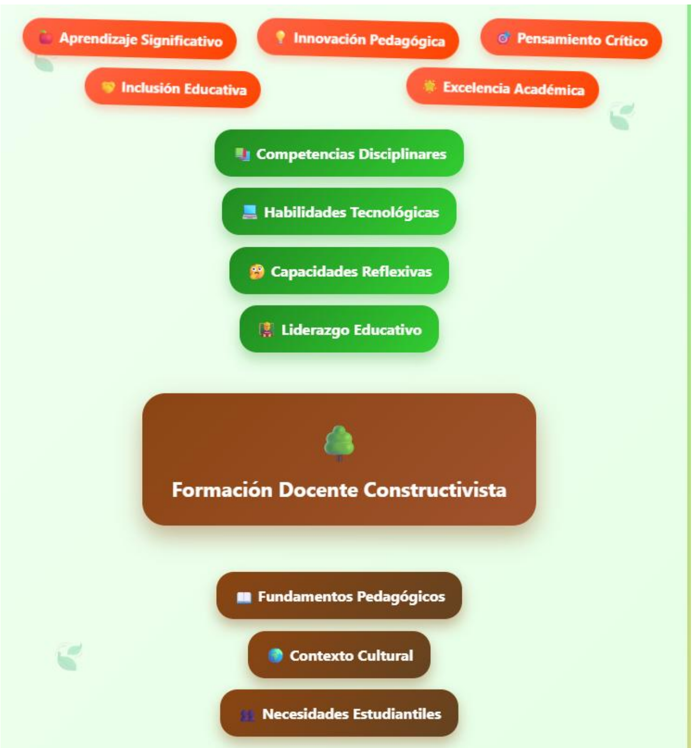
La formación y desarrollo profesional docente constituye el pilar fundamental para la implementación exitosa de metodologías constructivistas en la enseñanza de matemáticas. La transformación pedagógica hacia enfoques innovadores requiere más que conocimiento teórico; demanda un proceso continuo de reflexión, experimentación y crecimiento profesional que permita a los educadores desarrollar las competencias necesarias para facilitar la construcción activa del conocimiento matemático (Altamirano et al., 2020; Larrea et al., 2021).

En el contexto ecuatoriano, el desarrollo profesional docente enfrenta desafíos particulares relacionados con la diversidad geográfica, las diferencias en acceso a recursos tecnológicos y las variaciones en la formación inicial de los educadores. Sin embargo, estas mismas características del contexto nacional ofrecen oportunidades únicas para desarrollar modelos de formación profesional adaptados, flexibles e inclusivos que respondan a las necesidades específicas de cada región y comunidad educativa.

La formación profesional constructivista trasciende los modelos tradicionales de capacitación basados en transmisión de información, para adoptar enfoques experienciales donde los docentes viven en primera persona los procesos de construcción del conocimiento que posteriormente facilitarán en sus aulas. Esta coherencia entre la metodología de formación y la práctica pedagógica esperada es esencial para lograr una transformación auténtica y sostenible en las prácticas educativas (Ramos Rodríguez & Vásquez, 2020; Widman Aguayo, 2021).

Imagen 5

Modelo Integral de Formación Profesional Docente Constructivista



4.3.1 Competencias del Docente Constructivista de Matemáticas

El docente constructivista de matemáticas requiere un perfil profesional complejo que integre competencias disciplinares, pedagógicas, tecnológicas y socioculturales. Estas competencias no son estáticas, sino que evolucionan continuamente en respuesta a los avances en el conocimiento didáctico, las innovaciones tecnológicas y las transformaciones sociales que impactan la educación matemática (Silva-Hormazábal & Alsina, 2023).

Las competencias disciplinares incluyen no solo el dominio profundo del contenido matemático, sino también la comprensión de la naturaleza epistemológica de las matemáticas, su historia, sus conexiones interdisciplinares y sus aplicaciones en diversos contextos. El docente constructivista debe comprender las matemáticas como una construcción humana, dinámica y culturalmente situada, capaz de transmitir esta visión a sus estudiantes.

Las competencias pedagógicas constructivistas se centran en la capacidad de facilitar procesos de construcción del conocimiento más que en la transmisión de información. Esto requiere habilidades para diseñar situaciones problemáticas auténticas, gestionar ambientes colaborativos de aprendizaje, formular preguntas que promuevan la reflexión y acompañar los procesos individuales de construcción conceptual respetando los ritmos y estilos de aprendizaje diversos.

Tabla 5

Competencias Esenciales del Docente Constructivista de Matemáticas

Dimensión	Competencia	Indicadores de Desarrollo	Estrategias de Fortalecimiento	Nivel de Dominio Esperado
Disciplinar	Dominio conceptual profundo de matemáticas	Explica conceptos desde múltiples perspectivas, establece conexiones interdisciplinares	Estudio continuo, participación en círculos académicos	Experto en niveles que enseña, competente en niveles superiores
Didáctica	Transposición didáctica constructivista	Transforma conocimiento matemático en situaciones de aprendizaje significativas	Análisis de libros de texto, diseño de secuencias didácticas	Capaz de crear experiencias originales y adaptadas

Dimensión	Competencia	Indicadores de Desarrollo	Estrategias de Fortalecimiento	Nivel de Dominio Esperado
Evaluativa	Evaluación formativa auténtica	Diseña e implementa evaluaciones que apoyan el aprendizaje	Formación en instrumentos evaluativos, práctica reflexiva	Integra evaluación naturalmente en la enseñanza
Tecnológica	Integración pedagógica de TIC	Utiliza tecnología para potenciar la construcción del conocimiento matemático	Capacitación técnica, experimentación pedagógica	Selecciona y adapta herramientas según objetivos
Comunicativa	Comunicación matemática efectiva	Facilita diálogos matemáticos, promueve argumentación estudiantil	Técnicas de comunicación, práctica de oralidad matemática	Modela comunicación clara y promueve la estudiantil
Reflexiva	Metacognición pedagógica	Analiza y mejora continuamente su práctica docente	Diarios reflexivos, observación entre pares	Identifica fortalezas y áreas de mejora sistemáticamente
Colaborativa	Trabajo en equipos profesionales	Participa activamente en comunidades de aprendizaje profesional	Proyectos colaborativos, redes profesionales	Contribuye al crecimiento colectivo de la profesión
Investigativa	Investigación-acción en el aula	Sistematiza experiencias y genera conocimiento pedagógico	Metodologías de investigación educativa, documentación	Produce conocimiento aplicable a su contexto

Nota. Basado en estándares internacionales de formación docente y adaptado al contexto constructivista ecuatoriano.

Ejercicio de Autoevaluación Docente: Perfil Competencial

Instrumento de reflexión profesional:

Para cada competencia de la tabla anterior, evalúe su nivel actual usando la siguiente escala:

- **Nivel 4 - Experto:** Domino plenamente la competencia y puedo formar a otros.
- **Nivel 3 - Competente:** Manejo la competencia con confianza en situaciones habituales.
- **Nivel 2 - En desarrollo:** Estoy desarrollando la competencia, necesito apoyo ocasional.
- **Nivel 1 - Inicial:** Reconozco la importancia, pero necesito formación sistemática.

Proceso de autoevaluación:

1. Evalúe honestamente cada competencia.
2. Identifique sus tres fortalezas principales.
3. Seleccione las dos competencias prioritarias para desarrollar.
4. Diseñe un plan de mejora con acciones específicas y plazos.
5. Identifique recursos y apoyos necesarios para su crecimiento.

4.3.2 Programas de Capacitación y Actualización Pedagógica

Los programas de capacitación y actualización pedagógica para docentes de matemáticas deben adoptar enfoques innovadores que modelen las metodologías constructivistas que se espera implementen en sus aulas. Estos programas trascienden los talleres tradicionales de transmisión de información para crear experiencias formativas donde los docentes construyen activamente su conocimiento pedagógico a través de la reflexión, la experimentación y la colaboración profesional (Maldonado et al., 2023).

El diseño de programas efectivos requiere considerar las características del aprendizaje adulto, las necesidades específicas del contexto educativo ecuatoriano y la diversidad de experiencias y formación previa de los participantes. Los programas más exitosos combinan elementos presenciales y virtuales, teoría y práctica, formación individual y colaborativa, creando ecosistemas de aprendizaje ricos y flexibles.

La sostenibilidad de los programas de capacitación depende de su capacidad de generar cambios duraderos en las prácticas pedagógicas. Esto requiere seguimiento, acompañamiento y sistemas de apoyo que permitan a los docentes implementar gradualmente las innovaciones aprendidas, reflexionar sobre los resultados y ajustar sus prácticas en función de las evidencias obtenidas.

Tabla 6

Diseño de Programa de Capacitación Constructivista para Docentes de Matemáticas

Módulo	Duración	Modalidad	Objetivos Específicos	Actividades Centrales	Productos Esperados
Fundamentos del Constructivismo	3 semanas	Híbrido	Comprender principios teóricos y epistemológicos del constructivismo	Seminarios participativos, análisis de casos, construcción colaborativa de mapas conceptuales	Ensayo reflexivo sobre transición pedagógica personal
Didáctica Constructivista	4 semanas	Presencial	Diseñar secuencias didácticas constructivistas para matemáticas	Talleres de diseño, microenseñanza, análisis de videos de aula	Secuencia didáctica completa implementable
Evaluación Formativa	3 semanas	Virtual	Desarrollar competencias evaluativas formativas y auténticas	Diseño de instrumentos, práctica de retroalimentación, análisis de portafolios	Batería de instrumentos evaluativos
Tecnología Educativa	2 semanas	Híbrido	Integrar herramientas tecnológicas en la enseñanza	Exploración de software, creación de recursos digitales	Proyecto tecnológico para el aula

Módulo	Duración	Modalidad	Objetivos Específicos	Actividades Centrales	Productos Esperados
			constructivista		
Investigación-Acción	4 semanas	Presencial	Desarrollar capacidades investigativas para la mejora continua	Diseño de investigaciones, recolección de datos, análisis reflexivo	Proyecto de investigación-acción implementado
Práctica Reflexiva	6 semanas	Acompañamiento	Implementar y reflexionar sobre innovaciones pedagógicas	Implementación en aula, observación entre pares, círculos reflexivos	Portafolio de práctica reflexiva documentado

Nota. Programa de 22 semanas con 120 horas académicas distribuidas en diferentes modalidades.

Ejemplo de Actividad Formativa: Taller de Microenseñanza Constructivista

Objetivos:

- Experimentar metodologías constructivistas desde la perspectiva del aprendiz
- Practicar facilitación de procesos de construcción del conocimiento
- Desarrollar habilidades de observación y retroalimentación pedagógica

Desarrollo de la actividad (3 horas):

Fase 1 - Experiencia de aprendizaje (45 minutos): Los docentes participantes resuelven un problema matemático complejo usando metodología constructivista, experimentando en primera persona los procesos que facilitarán con sus estudiantes.

Fase 2 - Análisis reflexivo (30 minutos): Reflexión grupal sobre la experiencia vivida, identificando elementos clave de la facilitación constructivista observados.

Fase 3 - Microenseñanza (90 minutos): Cada participante facilita una actividad constructivista de 15 minutos con sus colegas, seguida de retroalimentación estructurada.

Fase 4 - Sistematización (15 minutos): Construcción colaborativa de principios para la facilitación constructivista efectiva.

4.3.3 Comunidades de Aprendizaje Profesional

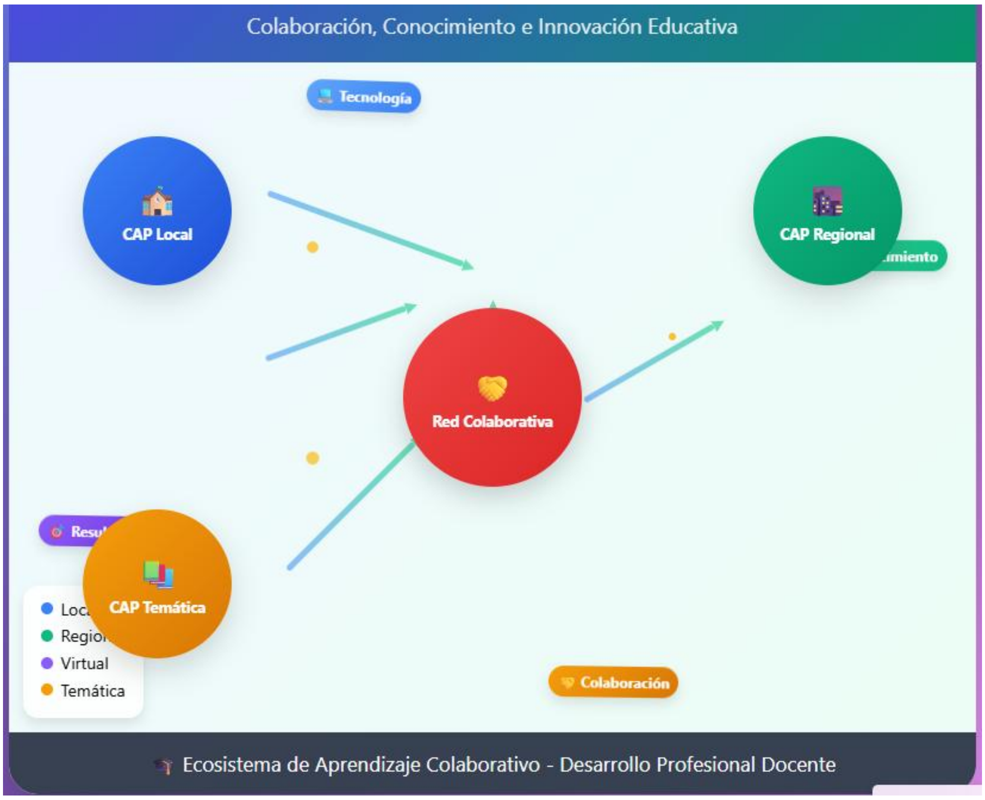
Las comunidades de aprendizaje profesional (CAP) representan una estrategia poderosa para el desarrollo profesional sostenible, creando espacios donde los docentes construyen colectivamente conocimiento pedagógico, comparten experiencias y apoyan mutuamente su crecimiento profesional. En el contexto de la didáctica matemática constructivista, las CAP permiten que los educadores experimenten, reflexionen y mejoren continuamente sus prácticas pedagógicas en un ambiente colaborativo y de apoyo mutuo.

Las comunidades de aprendizaje profesional trascienden los grupos de trabajo tradicionales al establecer propósitos compartidos, compromisos colectivos con el aprendizaje estudiantil y culturas de investigación continua. Los miembros de una CAP se responsabilizan mutuamente por los resultados de aprendizaje, compartiendo tanto éxitos como desafíos, y construyendo juntos soluciones innovadoras a los problemas pedagógicos que enfrentan.

En el contexto ecuatoriano, las CAP pueden adoptar diferentes configuraciones según las características geográficas y tecnológicas del entorno. Las comunidades pueden ser locales (dentro de una institución o distrito), regionales (conectando instituciones de una provincia) o virtuales (aprovechando tecnologías digitales para conectar docentes de diferentes regiones). La flexibilidad organizacional permite que más educadores accedan a los beneficios del aprendizaje colaborativo profesional.

Imagen 6

Red de Comunidades de Aprendizaje Profesional para Docentes de Matemáticas



Características de una CAP Efectiva:

Visión compartida: Los miembros comparten una visión común sobre la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas, comprometiéndose con el éxito de todos los estudiantes y la mejora continua de las prácticas pedagógicas.

Liderazgo distribuido: El liderazgo se comparte entre los miembros según sus fortalezas y experiencias, promoviendo la participación 4y el desarrollo de capacidades de liderazgo en todos los participantes.

Aprendizaje colectivo: Los miembros se comprometen con el aprendizaje continuo, tanto individual como colectivo, manteniéndose actualizados en investigación educativa y experimentando con nuevas metodologías.

Práctica compartida: Los docentes observan mutuamente sus clases, comparten estrategias efectivas y colaboran en el diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras.

Condiciones de apoyo: La comunidad cuenta con tiempo, espacios y recursos necesarios para el trabajo colaborativo, así como apoyo administrativo para la experimentación e innovación pedagógica.

Ejercicio de Diseño: Propuesta de CAP Institucional

Situación: Su institución educativa desea implementar una comunidad de aprendizaje profesional para los docentes de matemáticas de todos los niveles (Inicial, EGB y BGU).

Consigna de diseño: Desarrolle una propuesta completa que incluya:

1. **Definición de propósito y objetivos** específicos para la CAP.
2. **Identificación de participantes** y criterios de vinculación.
3. **Estructura organizacional** y roles de los miembros.
4. **Cronograma de actividades** para el primer año.
5. **Metodologías de trabajo** colaborativo a utilizar.
6. **Recursos necesarios** (tiempo, espacios, materiales, tecnología).
7. **Estrategias de evaluación** del impacto en el aprendizaje estudiantil.
8. **Plan de sostenibilidad** a mediano y largo plazo.

Criterios de evaluación:

- Coherencia con principios constructivistas.
- Viabilidad en el contexto institucional.
- Potencial de impacto en el aprendizaje estudiantil.
- Estrategias de participación y compromiso.
- Innovación en metodologías colaborativas.

4.3.4 Investigación-Acción en el Aula

La investigación-acción en el aula constituye una metodología poderosa para el desarrollo profesional docente, transformando las prácticas pedagógicas cotidianas en oportunidades sistemáticas de indagación, reflexión y mejora continua. Esta aproximación investigativa permite a los docentes generar conocimiento situado sobre la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas, contribuyendo tanto a su crecimiento profesional como al avance del conocimiento didáctico en el contexto ecuatoriano.

La investigación-acción trasciende la reflexión informal sobre la práctica pedagógica para adoptar metodologías sistemáticas de indagación que incluyen la formulación de preguntas de investigación, el diseño de estrategias de recolección de datos, el análisis riguroso de evidencias y la implementación de mejoras basadas en hallazgos. Este proceso cíclico de planificación, acción, observación y reflexión permite a los docentes desarrollar una comprensión profunda de los procesos de enseñanza-aprendizaje en sus contextos específicos.

En el ámbito de la didáctica matemática constructivista, la investigación-acción es particularmente valiosa porque permite documentar y analizar los procesos complejos de construcción del conocimiento matemático, identificar estrategias pedagógicas efectivas y desarrollar innovaciones contextualmente apropiadas. Los hallazgos de estos proyectos contribuyen al desarrollo de una didáctica matemática situada y culturalmente relevante.

Fases del Proceso de Investigación-Acción Pedagógica:

Fase 1 - Problematización: Identificación de situaciones problemáticas o oportunidades de mejora en la enseñanza de matemáticas. Esta fase incluye la observación sistemática de la práctica, el diálogo con colegas y estudiantes, y la revisión de literatura relevante para formular preguntas de investigación significativas.

Fase 2 - Planificación: Diseño de un plan de acción que incluye estrategias pedagógicas innovadoras, metodologías de recolección de datos y cronograma de implementación. La planificación debe considerar aspectos éticos, logísticos y pedagógicos del proceso investigativo.

Fase 3 - Implementación: Ejecución del plan de acción con documentación sistemática del proceso. Esta fase requiere flexibilidad para realizar ajustes según las evidencias emergentes, manteniendo fidelidad a los propósitos investigativos.

Fase 4 - Evaluación: Análisis de los datos recolectados, interpretación de hallazgos y evaluación del impacto de las innovaciones implementadas. La evaluación debe considerar múltiples perspectivas y fuentes de evidencia.

Fase 5 - Reflexión: Sistematización de aprendizajes, identificación de implicaciones para la práctica pedagógica y formulación de nuevas preguntas de investigación. La reflexión debe conectar los hallazgos específicos con principios pedagógicos más amplios.

Ejemplo de Proyecto de Investigación-Acción: "Desarrollo del Pensamiento Espacial a través de Geometría Constructivista en 4° EGB"

Contexto: Docente de 4° EGB observa dificultades estudiantiles en geometría y desea implementar metodologías constructivistas.

Pregunta de investigación: ¿Cómo impacta la implementación de metodologías constructivistas con material manipulativo en el desarrollo del pensamiento espacial de estudiantes de 4° EGB?

Plan de acción:

- Diseño de secuencia didáctica constructivista para geometría (6 semanas).
- Integración de materiales manipulativos y tecnología educativa.
- Implementación de evaluación formativa continua.

Instrumentos de recolección de datos:

- Pre y post-test de pensamiento espacial.
- Diario reflexivo docente.

- Registro de observaciones de clase.
- Entrevistas semiestructuradas a estudiantes.
- Análisis de producciones estudiantiles.
- Portafolios de aprendizaje.

Análisis esperado:

- Comparación cuantitativa de resultados pre/post-test.
- Análisis cualitativo de procesos de construcción del conocimiento.
- Identificación de estrategias pedagógicas más efectivas.
- Documentación de cambios en motivación y participación estudiantil.

Productos de la investigación:

- Informe de investigación para la comunidad educativa.
- Secuencia didáctica validada y replicable.
- Presentación en evento académico o profesional.
- Artículo para revista educativa nacional.

Ejercicio Práctico: Diseño de Proyecto de Investigación-Acción

Consigna: Diseñe un proyecto de investigación-acción para abordar un desafío específico en la enseñanza de matemáticas en su contexto educativo.

Elementos que desarrollar:

1. **Identificación del problema:** Describa una situación específica que requiera investigación e intervención pedagógica.
2. **Pregunta de investigación:** Formule una pregunta clara, específica e investigable.
3. **Justificación:** Explique la relevancia del problema para el aprendizaje estudiantil.
4. **Marco teórico breve:** Identifique principios pedagógicos que orientarán la intervención.
5. **Plan de acción:** Diseñe estrategias pedagógicas innovadoras a implementar.
6. **Metodología:** Seleccione instrumentos de recolección y análisis de datos.
7. **Cronograma:** Establezca tiempos realistas para cada fase del proyecto.
8. **Productos esperados:** Identifique resultados tangibles del proyecto.
9. **Plan de socialización:** Diseñe estrategias para compartir hallazgos con la comunidad profesional.

Criterios de calidad:

- Relevancia del problema identificado.
- Claridad y factibilidad de la pregunta de investigación.

- Coherencia entre objetivos, metodología y productos esperados.
- Viabilidad en el contexto educativo disponible.
- Potencial de impacto en el aprendizaje estudiantil y el desarrollo profesional.

La implementación sistemática de proyectos de investigación-acción por parte de los docentes de matemáticas contribuye significativamente al desarrollo de una didáctica contextualizada, culturalmente relevante y pedagógicamente efectiva. Estos proyectos no solo mejoran las prácticas individuales, sino que también generan conocimiento colectivo que beneficia a toda la comunidad educativa y contribuye al avance de la educación matemática en Ecuador.

4.4 Gestión del Cambio e Innovación Educativa

La gestión del cambio e innovación educativa constituye un proceso complejo que requiere liderazgo visionario, planificación estratégica y comprensión profunda de las dinámicas organizacionales que influyen en la adopción de nuevas metodologías pedagógicas. En el contexto de la implementación de didácticas constructivistas para la enseñanza de matemáticas, la gestión del cambio trasciende la simple introducción de nuevas técnicas para abordar transformaciones sistémicas en la cultura educativa, las estructuras organizacionales y las prácticas pedagógicas consolidadas (Bravo-Aranibar et al., 2020; Rodríguez Jiménez et al., 2024).

Las instituciones educativas ecuatorianas enfrentan desafíos particulares en los procesos de innovación pedagógica, incluyendo limitaciones presupuestarias, resistencia al cambio por parte de diversos actores educativos, variabilidad en la formación docente y expectativas sociales arraigadas sobre la enseñanza tradicional de matemáticas. Sin embargo, estas mismas características del contexto nacional ofrecen oportunidades únicas para desarrollar modelos de gestión del cambio que sean culturalmente apropiados, sostenibles y efectivos en la transformación educativa.

La innovación educativa sostenible requiere una aproximación sistémica que considere simultáneamente los aspectos pedagógicos, organizacionales, tecnológicos y socioculturales del cambio. Esta perspectiva integral reconoce que las transformaciones duraderas en la educación matemática emergen de la interacción sinérgica entre liderazgo efectivo, participación comunitaria, desarrollo profesional continuo y estructuras de apoyo institucional (Villegas González, 2022).

Imagen 7

Sistema Integrado de Gestión del Cambio e Innovación Educativa

4.4.1 Liderazgo Pedagógico en Instituciones Educativas

El liderazgo pedagógico efectivo constituye el motor fundamental de los procesos de transformación educativa, especialmente cuando se trata de implementar metodologías innovadoras como el constructivismo en la enseñanza de matemáticas. Este liderazgo trasciende las funciones administrativas tradicionales para enfocarse en la creación de visiones compartidas, el desarrollo de capacidades profesionales y la construcción de culturas organizacionales que favorezcan la innovación pedagógica continua.

En el contexto ecuatoriano, el liderazgo pedagógico debe navegar entre las demandas del sistema educativo nacional, las necesidades específicas de las comunidades locales y las aspiraciones de transformación pedagógica. Los líderes educativos efectivos desarrollan competencias para articular estas diversas demandas, creando propuestas coherentes que respeten los lineamientos curriculares mientras promueven innovaciones metodológicas significativas.

El liderazgo pedagógico constructivista se caracteriza por su aproximación colaborativa, su enfoque en el aprendizaje organizacional y su capacidad de facilitar procesos participativos de toma de decisiones. Los líderes constructivistas reconocen que la transformación educativa es un proceso colectivo que requiere la participación de todos los miembros de la comunidad educativa, desde docentes y estudiantes hasta familias y autoridades locales.

Tabla 7

Competencias y Estrategias del Liderazgo Pedagógico Constructivista

Competencia	Descripción	Estrategias de Implementación	Indicadores de Efectividad	Desafíos Comunes
Visión compartida	Construcción colaborativa de propósitos educativos comunes	Talleres participativos, diálogos comunitarios, documentos colaborativos	Nivel de apropiación de la visión, coherencia en acciones institucionales	Resistencia a cambios, diversidad de perspectivas
Facilitación del aprendizaje	Promoción del desarrollo profesional continuo	Comunidades de práctica, mentorías, investigación-acción	Mejora en prácticas pedagógicas, satisfacción docente	Limitaciones de tiempo, recursos para formación
Gestión del cambio	Conducción efectiva de procesos de transformación	Planificación estratégica, comunicación asertiva, gestión de resistencias	Adopción exitosa de innovaciones, clima organizacional positivo	Temores al cambio, presiones externas
Toma de decisiones participativa	Inclusión de múltiples voces en decisiones pedagógicas	Consejos académicos ampliados, consultas estudiantiles, participación familiar	Nivel de participación, calidad de decisiones tomadas	Complejidad de procesos, tiempos prolongados
Comunicación efectiva	Articulación clara de propósitos,	Múltiples canales comunicativos, retroalimentación bidireccional	Claridad en la comunicación, reducción de malentendidos	Barreras tecnológicas, diversidad comunicativa

Competencia	Descripción	Estrategias de Implementación	Indicadores de Efectividad	Desafíos Comunes
	procesos y resultados			
Gestión de recursos	Optimización de recursos disponibles para la innovación	Presupuestos participativos, alianzas estratégicas, gestión de donaciones	Eficiencia en uso de recursos, sostenibilidad financiera	Limitaciones presupuestarias, dependencia externa
Evaluación y mejora	Sistemas de monitoreo y evaluación de innovaciones	Indicadores de impacto, evaluaciones participativas, ciclos de mejora	Evidencias de impacto educativo, capacidad de ajuste	Resistencia a evaluación, complejidad de medición

Nota. Basado en modelos de liderazgo educativo y adaptado para contextos constructivistas ecuatorianos.

Ejemplo de Implementación: Plan de Liderazgo para Transformación Pedagógica en Matemáticas

Contexto institucional: Institución educativa fiscal urbana con 45 docentes, 1200 estudiantes, que desea implementar metodologías constructivistas en matemáticas.

Fase 1 - Construcción de visión compartida (2 meses):

- Diagnóstico participativo de prácticas actuales y aspiraciones de cambio.
- Talleres de sensibilización sobre metodologías constructivistas.
- Elaboración colaborativa de propuesta de transformación pedagógica.
- Establecimiento de compromisos institucionales con la innovación.

Fase 2 - Desarrollo de capacidades (6 meses):

- Programa de formación en didáctica constructivista para docentes de matemáticas.
- Establecimiento de comunidades de aprendizaje profesional por nivel educativo.
- Implementación de proyectos piloto en aulas voluntarias.
- Sistema de mentorías entre docentes experimentados y novatos.

Fase 3 - Implementación gradual (12 meses):

- Expansión progresiva de metodologías constructivistas a todas las aulas.
- Adaptación de recursos didácticos y espacios de aprendizaje.
- Implementación de sistemas de evaluación formativa.
- Desarrollo de alianzas con familias y comunidad.

Fase 4 - Consolidación y sostenibilidad (6 meses):

- Evaluación integral del proceso de transformación.
- Sistematización de buenas prácticas desarrolladas.
- Establecimiento de sistemas de mejora continua.
- Planificación de la segunda fase de innovación pedagógica.

4.4.2 Resistencia al Cambio y Estrategias de Superación

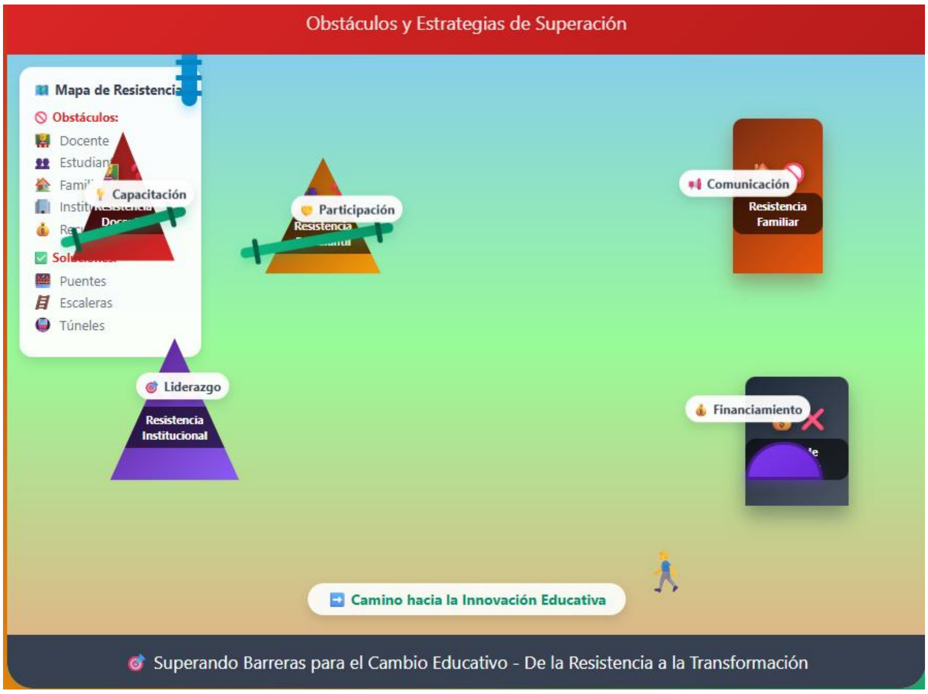
La resistencia al cambio constituye un fenómeno natural en los procesos de innovación educativa, emergiendo de múltiples fuentes que incluyen inseguridades profesionales, apegos a prácticas familiares, preocupaciones sobre resultados académicos y limitaciones en recursos o capacidades. En el contexto de la implementación de metodologías constructivistas para la enseñanza de matemáticas, la resistencia puede manifestarse tanto en docentes como en estudiantes, familias y autoridades educativas, requiriendo estrategias diferenciadas y sensibles a cada contexto específico.

La comprensión profunda de las fuentes de resistencia es fundamental para diseñar estrategias efectivas de superación. Las resistencias no deben ser percibidas como obstáculos a eliminar, sino como señales importantes que revelan preocupaciones legítimas, necesidades no atendidas o aspectos del proceso de cambio que requieren ajustes. Esta perspectiva constructiva de la resistencia permite transformarla en una fuerza positiva que enriquece y fortalece los procesos de innovación pedagógica.

Las estrategias de superación de resistencias deben ser tan diversas como las fuentes de resistencia identificadas. Algunas resistencias se abordan mediante información y formación, otras requieren experiencias directas que demuestren los beneficios del cambio, y algunas necesitan modificaciones en las condiciones estructurales que faciliten la adopción de nuevas prácticas. La clave está en diagnosticar acertadamente el tipo y origen de cada resistencia para aplicar las estrategias más apropiadas.

Figura 8

Mapa de Resistencias al Cambio y Estrategias de Superación en Innovación Educativa



Tipología de Resistencias y Estrategias de Superación:

Resistencia por desconocimiento: **Características:** Falta de información sobre las metodologías constructivistas, sus beneficios y procesos de implementación. **Estrategias de superación:** Programas informativos, demostraciones prácticas, visitas a instituciones exitosas, literatura especializada accesible. **Ejemplo:** Seminarios introductorios sobre constructivismo con testimonios de docentes que han implementado exitosamente estas metodologías.

Resistencia por inseguridad profesional: **Características:** Temores sobre la capacidad personal de implementar nuevas metodologías, preocupaciones sobre evaluación del desempeño docente. **Estrategias de superación:** Formación gradual, sistemas de apoyo y mentorías, reconocimiento de esfuerzos de innovación, evaluaciones formativas del proceso. **Ejemplo:** Programa de acompañamiento pedagógico donde docentes experimentados apoyan a colegas en el proceso de transición metodológica.

Resistencia por experiencias negativas previas: **Características:** Decepciones con innovaciones pedagógicas anteriores, pérdida de confianza en procesos de cambio institucional. **Estrategias de superación:** Reconocimiento de experiencias pasadas, diseño participativo de nuevos procesos, garantías de apoyo sostenido, evaluación transparente de resultados. **Ejemplo:** Consulta inicial que valide experiencias pasadas y incorpore aprendizajes previos en el diseño del nuevo proceso de innovación.

Resistencia por presiones externas: **Características:** Preocupaciones de familias sobre rendimiento en pruebas estandarizadas, expectativas sociales sobre enseñanza tradicional. **Estrategias de superación:** Comunicación clara con familias, evidencias de efectividad del constructivismo, gradualidad en la implementación, mantenimiento de algunos elementos tradicionales durante la transición. **Ejemplo:** Reuniones informativas con padres de familia incluyendo demostraciones de aprendizaje constructivista y comparación de resultados con metodologías tradicionales.

Tabla 8

Plan de Gestión de Resistencias para Implementación de Didáctica Constructivista

Actor	Resistencias Comunes	Estrategias Específicas	Cronograma	Responsables	Indicadores de Éxito
Docentes de matemáticas	Inseguridad metodológica, sobrecarga laboral, apego a prácticas familiares	Formación gradual, reducción de carga administrativa, mentorías pedagógicas	6 meses	Coordinación académica, docentes líderes	Participación en formación, implementación de prácticas constructivistas
Estudiantes	Preferencia por métodos conocidos, ansiedad ante nuevas formas de evaluación	Comunicación clara sobre beneficios, implementación gradual, apoyo emocional	3 meses	Docentes, departamento estudiantil	Participación, satisfacción con nuevas metodologías
Familias	Preocupación por rendimiento académico, desconocimien	Talleres informativos, comunicación regular de resultados,	4 meses	Directivos, docentes, padres líderes	Comprensión del enfoque, apoyo familiar al proceso

Actor	Resistencias Comunes	Estrategias Específicas	Cronograma	Responsables	Indicadores de Éxito
	to de nuevas metodologías	participación en actividades			
Autoridades institucionales	Presión por resultados inmediatos, limitaciones presupuestarias	Evidencias de impacto, planificación financiera, alianzas estratégicas	2 meses	Rectorado, coordinación académica	Apoyo oficial al proceso, asignación de recursos
Comunidad local	Expectativas tradicionales, desconfianza en innovaciones	Socialización de propuesta, participación comunitaria, demostración de resultados	12 meses	Directivos, líderes comunitarios	Aceptación comunitaria, apoyo local

Nota. Plan adaptable según características específicas de cada institución educativa.

Ejercicio Práctico: Análisis de Resistencias Institucionales

Situación: Su institución planea implementar metodologías constructivistas en matemáticas, pero han identificado resistencias significativas.

Consigna de análisis:

1. **Mapeo de actores:** Identifique todos los grupos que podrían mostrar resistencia al cambio
2. **Diagnóstico de resistencias:** Para cada actor, analice las posibles fuentes de resistencia
3. **Priorización:** Determine cuáles resistencias requieren atención inmediata
4. **Diseño de estrategias:** Desarrolle estrategias específicas para cada tipo de resistencia
5. **Plan de implementación:** Establezca cronograma y responsabilidades
6. **Indicadores de monitoreo:** Defina cómo evaluará la efectividad de sus estrategias

Alianzas con Universidades y Centros de Investigación

Las alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación constituyen un elemento fundamental para la sostenibilidad y profundización de las innovaciones en didáctica matemática constructivista. Estas colaboraciones aportan rigor académico, acceso a investigación actualizada, oportunidades de formación avanzada y recursos humanos especializados que enriquecen significativamente los procesos de transformación pedagógica en las instituciones educativas (Silva-Hormazábal & Alsina, 2023).

En el contexto ecuatoriano, estas alianzas cobran particular importancia dado el desarrollo creciente de la investigación educativa en las universidades nacionales y la necesidad de conectar el conocimiento académico con las realidades de la práctica pedagógica. Las universidades que forman docentes tienen especial responsabilidad en apoyar los procesos de innovación en las instituciones educativas, creando puentes entre la formación inicial, la formación continua y la investigación aplicada.

Las alianzas efectivas se caracterizan por su mutuo beneficio, donde las instituciones educativas obtienen apoyo académico y las universidades acceden a contextos reales de investigación y aplicación. Esta reciprocidad fortalece tanto la calidad de la educación básica como la pertinencia de la investigación universitaria, creando ecosistemas de innovación educativa sostenibles y productivos.

Modalidades de Alianza Universidad-Institución Educativa:

Alianzas de investigación colaborativa: Proyectos conjuntos donde investigadores universitarios y docentes de aula colaboran en el estudio de metodologías constructivistas, sus impactos y condiciones de implementación efectiva. Estas alianzas generan conocimiento aplicable y fortalecen las capacidades investigativas de los docentes.

Programas de formación continua: Ofertas académicas diseñadas específicamente para docentes en ejercicio, incluyendo diplomados, especialidades y maestrías en didáctica matemática constructivista. Estos programas combinan fundamentación teórica con aplicación práctica inmediata.

Acompañamiento pedagógico especializado: Programas donde estudiantes de postgrado en educación realizan acompañamiento pedagógico en instituciones educativas bajo supervisión académica, beneficiando tanto la formación universitaria como la innovación escolar.

Laboratorios de innovación educativa: Espacios físicos o virtuales compartidos donde se experimentan nuevas metodologías, se desarrollan recursos didácticos y se prueban tecnologías educativas emergentes.

Redes de práctica e investigación: Comunidades académico-profesionales que conectan investigadores, formadores de docentes y educadores de aula en torno a la didáctica matemática constructivista.

Ejemplo de Alianza: Programa "Matemáticas Constructivistas en Acción"

Participantes: Universidad local con Facultad de Educación + Red de 10 instituciones educativas + Ministerio de Educación zonal

Objetivos:

- Desarrollar e implementar metodologías constructivistas contextualizadas.
- Formar docentes líderes en innovación pedagógica matemática.
- Generar conocimiento sobre efectividad de estas metodologías en contexto ecuatoriano.
- Crear recursos didácticos replicables y escalables.

Componentes del programa:

1. **Investigación-acción colaborativa** (24 meses): Proyectos conjuntos en cada institución.
2. **Formación de postgrado** (18 meses): Especialización en didáctica constructivista.
3. **Desarrollo de recursos** (12 meses): Creación de materiales didácticos innovadores.
4. **Sistematización y difusión** (6 meses): Documentación y socialización de resultados.

Productos esperados:

- 10 proyectos de investigación-acción implementados.
- 40 docentes especializados en didáctica constructivista.
- Batería de recursos didácticos validados.
- Manual de implementación de metodologías constructivistas.
- Artículos académicos y ponencias en eventos especializados.

4.4.3 Sostenibilidad de las Innovaciones Didácticas

La sostenibilidad de las innovaciones didácticas constituye uno de los mayores desafíos en los procesos de transformación educativa, especialmente cuando se trata de metodologías complejas como el constructivismo que requieren cambios profundos en creencias, prácticas y estructuras organizacionales. La sostenibilidad trasciende la simple continuación de prácticas innovadoras para incluir su institucionalización, mejora continua y capacidad de adaptación a contextos cambiantes.

En el contexto ecuatoriano, la sostenibilidad de innovaciones didácticas debe considerar factores específicos como la rotación docente, los cambios en políticas educativas, las limitaciones presupuestarias y las variaciones en liderazgo institucional. Estos factores pueden amenazar la continuidad de las innovaciones, pero también pueden ser gestionados estratégicamente para fortalecer la institucionalización de las mejoras pedagógicas.

La sostenibilidad efectiva requiere una aproximación sistémica que incluya elementos técnicos, organizacionales, financieros y culturales. Las innovaciones sostenibles se caracterizan por su capacidad de generar valor continuo, adaptarse a cambios contextuales y ser apropiadas por la comunidad educativa como parte integral de su identidad y funcionamiento cotidiano.

Dimensiones de la Sostenibilidad de Innovaciones Didácticas:

Sostenibilidad técnica: Capacidad de la innovación de mantener su efectividad pedagógica a lo largo del tiempo, adaptándose a nuevos contextos y integrando mejoras continúas basadas en evidencias de impacto.

Sostenibilidad organizacional: Institucionalización de la innovación en las estructuras, procesos y cultura organizacional, de manera que trascienda personas específicas y se mantenga ante cambios en el personal.

Sostenibilidad financiera: Viabilidad económica de la innovación, incluyendo estrategias de financiamiento diversificado, optimización de recursos y generación de valor que justifique la inversión continua.

Sostenibilidad social: Apropiación de la innovación por parte de la comunidad educativa, incluyendo estudiantes, familias y entorno local, creando redes de apoyo que fortalezcan su continuidad.

Sostenibilidad ambiental: Consideración del impacto ecológico de la innovación, promoviendo prácticas responsables con el medio ambiente y educación para la sostenibilidad.

Estrategias para la Sostenibilidad de Didácticas Constructivistas:

Desarrollo de capacidades locales: Formación de equipos docentes internos con competencias para liderar, implementar y mejorar continuamente las metodologías constructivistas, reduciendo la dependencia de apoyo externo.

Documentación y sistematización: Creación de manuales, protocolos y sistemas de gestión del conocimiento que preserven y faciliten la transmisión de las innovaciones a nuevos miembros de la comunidad educativa.

Redes de apoyo y colaboración: Establecimiento de conexiones con otras instituciones, organizaciones y expertos que proporcionen apoyo continuo, intercambio de experiencias y actualización permanente.

Sistemas de monitoreo y evaluación: Implementación de mecanismos de seguimiento que permitan identificar tempranamente amenazas a la sostenibilidad y oportunidades de mejora continua.

Diversificación de recursos: Desarrollo de múltiples fuentes de financiamiento y apoyo, incluyendo presupuestos institucionales, alianzas estratégicas, recursos comunitarios y gestión de proyectos externos.

Ejercicio de Planificación: Plan de Sostenibilidad Institucional

Contexto: Su institución ha implementado exitosamente metodologías constructivistas en matemáticas durante dos años y debe asegurar su continuidad a largo plazo.

Componentes del plan a desarrollar:

1. **Análisis de amenazas y oportunidades** para la sostenibilidad.
2. **Estrategias de institucionalización** de las prácticas constructivistas.
3. **Plan de desarrollo de capacidades** internas.
4. **Sistema de gestión del conocimiento** pedagógico.
5. **Red de alianzas estratégicas** para apoyo continuo.
6. **Plan financiero** para recursos necesarios.
7. **Sistema de monitoreo y evaluación** de sostenibilidad.
8. **Estrategias de comunicación y apropiación** comunitaria.

Criterios de evaluación del plan:

- Integralidad en el abordaje de diferentes dimensiones de sostenibilidad.
- Viabilidad de las estrategias propuestas en el contexto institucional.
- Claridad en responsabilidades y cronogramas.
- Capacidad de adaptación ante cambios contextuales.
- Evidencias de apropiación comunitaria de las innovaciones.

La gestión efectiva del cambio e innovación educativa requiere una visión sistémica que integre liderazgo pedagógico, gestión de resistencias, alianzas estratégicas y planificación de sostenibilidad. En el contexto específico de la implementación de didácticas constructivistas para matemáticas en Ecuador, estos elementos deben articularse coherentemente para crear condiciones favorables que permitan no solo la adopción inicial de las innovaciones, sino su institucionalización y mejora continua a largo plazo. La transformación educativa sostenible es un proceso gradual que requiere paciencia, persistencia y compromiso colectivo con la mejora de la calidad educativa.

4.5 Recursos y Herramientas Prácticas

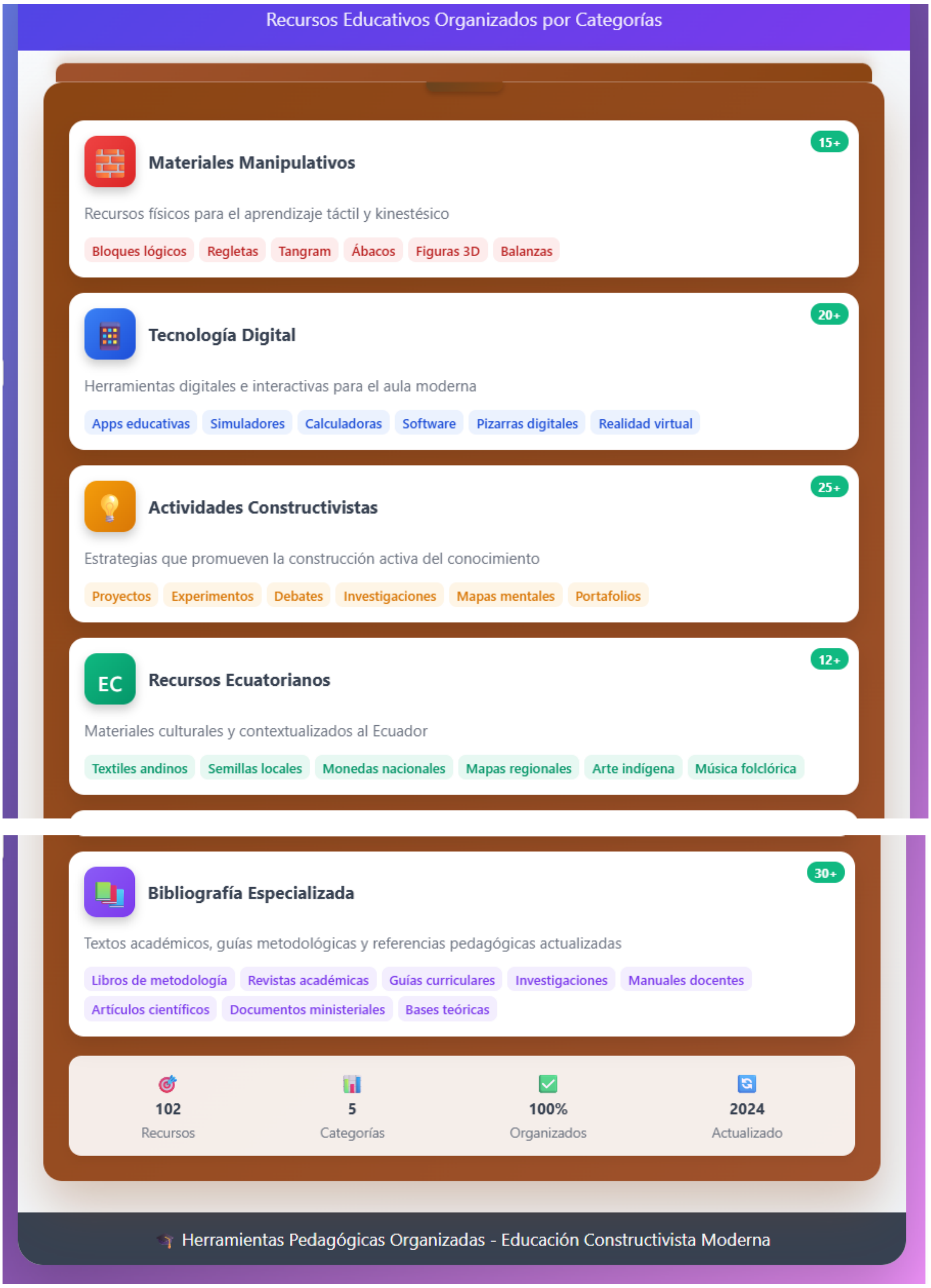
La implementación exitosa de metodologías constructivistas en la didáctica matemática requiere acceso a recursos y herramientas prácticas que faciliten la transición desde enfoques tradicionales hacia pedagogías innovadoras. Esta sección proporciona un compendio integral de materiales, actividades, tecnologías y referencias que apoyan tanto la formación docente como la práctica pedagógica cotidiana, considerando específicamente las características y recursos disponibles en el contexto educativo ecuatoriano (Arteaga Marín, 2023; Vaillant et al., 2020).

Los recursos presentados han sido seleccionados y adaptados considerando criterios de accesibilidad, pertinencia cultural, efectividad pedagógica y sostenibilidad financiera. La diversidad de herramientas propuestas permite que cada docente e institución educativa pueda seleccionar aquellas que mejor se adapten a sus contextos específicos, necesidades particulares y recursos disponibles, promoviendo así una implementación gradual y sostenible de las innovaciones didácticas.

La organización de estos recursos sigue una lógica práctica que facilita su consulta y aplicación inmediata, incluyendo desde actividades concretas para el aula hasta plataformas tecnológicas y referencias bibliográficas especializadas. Esta aproximación integral reconoce que la transformación pedagógica requiere apoyo en múltiples dimensiones: conceptual, metodológica, material y tecnológica.

Imagen 9

Caja de Herramientas para la Didáctica Matemática Constructivista



4.5.1 Banco de Actividades Constructivistas por Tema

El banco de actividades constructivistas constituye una colección sistemática de experiencias de aprendizaje diseñadas específicamente para promover la construcción activa del conocimiento matemático. Estas actividades se organizan por temas curriculares y niveles educativos, proporcionando a los docentes una variedad de opciones metodológicas que pueden ser adaptadas según las características específicas de sus estudiantes y contextos institucionales.

Cada actividad del banco incluye objetivos de aprendizaje claros, materiales necesarios, desarrollo metodológico paso a paso, estrategias de evaluación formativa y sugerencias de adaptación para diferentes necesidades educativas. La estructura modular de las actividades permite su integración flexible en secuencias didácticas más amplias o su implementación independiente según las necesidades curriculares específicas.

Las actividades priorizan la exploración, el descubrimiento y la construcción colaborativa del conocimiento, incorporando elementos lúdicos y contextualizados que aumenten la motivación estudiantil y la relevancia del aprendizaje matemático. La progresión de las actividades considera tanto la complejidad conceptual como el desarrollo cognitivo esperado para cada nivel educativo.

Tabla 9

Banco de Actividades Constructivistas por Tema Curricular

Tema	Nivel	Actividad	Duración	Materiales Principales	Objetivo Constructivista	Producto Esperado
Números Naturales	2° EGB	"El mercado de mi barrio"	2 períodos	Monedas didácticas, productos locales, calculadora	Construir el concepto de número mediante situaciones reales de compra-venta	Lista de precios y registro de transacciones
Fracciones	5° EGB	"Compartiendo la pizza comunitaria"	3 períodos	Círculos fraccionarios, simulación de pizzas, recetas	Desarrollar comprensión de fracciones como partes de un todo	Recetario fraccionario familiar

Tema	Nivel	Actividad	Duración	Materiales Principales	Objetivo Constructivista	Producto Esperado
Geometría	4° EGB	"Arquitectura ancestral ecuatoriana"	4 períodos	Bloques geométricos, imágenes patrimoniales, reglas	Explorar propiedades geométricas en construcciones culturales	Maqueta de estructura geométrica cultural
Álgebra	8° EGB	"Planificación del huerto escolar"	5 períodos	Software GeoGebra, semillas, terreno escolar	Modelar situaciones reales mediante expresiones algebraicas	Plan algebraico de siembra
Estadística	7° EGB	"Investigando nuestra comunidad"	6 períodos	Tablets, formularios digitales, gráficos	Construir conocimiento estadístico mediante investigación auténtica	Informe estadístico comunitario
Probabilidad	9° EGB	"Prediciendo el clima en mi región"	3 períodos	Dados, monedas, datos meteorológicos locales	Desarrollar intuición probabilística con fenómenos naturales	Modelo probabilístico climático
Funciones	10° EGB	"Modelando el crecimiento de plantas nativas"	7 períodos	Plantas ecuatorianas, medidores, graficadores	Construir concepto de función mediante	Modelo funcional de crecimiento

Tema	Nivel	Actividad	Duración	Materiales Principales	Objetivo Constructivista	Producto Esperado
					observación científica	
Trigonometría	1° BGU	"Midiendo alturas en mi ciudad"	4 períodos	Teodolitos artesanales, calculadoras, edificios locales	Aplicar trigonometría en problemas de medición real	Mapa trigonométrico urbano

Nota. Actividades diseñadas según principios constructivistas y adaptadas al currículo ecuatoriano vigente.

Ejemplo Detallado: Actividad "El Mercado de mi Barrio" (2° EGB)

Objetivo general: Construir el concepto de número natural mediante experiencias auténticas de compraventa en contexto comunitario familiar.

Objetivos específicos:

- Reconocer números naturales en situaciones cotidianas de intercambio comercial.
- Desarrollar habilidades de conteo y ordenamiento numérico.
- Establecer relaciones entre cantidad, número y valor monetario.
- Fortalecer vínculos con la cultura comercial local.

Materiales necesarios:

- Monedas y billetes didácticos ecuatorianos.
- Productos típicos de la región (frutas, verduras, artesanías).
- Canastas y balanzas sencillas.
- Calculadora grande para demostraciones.
- Papelotes para registros grupales.

Desarrollo metodológico:

Fase 1 - Exploración inicial (30 minutos): Los estudiantes visitan un mercado local (real o simulado en el aula) y observan las transacciones comerciales, identificando números en precios, cantidades y dinero intercambiado.

Fase 2 - Construcción del conocimiento (45 minutos): En grupos pequeños, los estudiantes establecen sus propios "puestos de mercado" con productos reales, fijan precios usando números conocidos y practican transacciones comerciales auténticas.

Fase 3 - Sistematización (30 minutos): Los grupos registran sus transacciones en papelotes, organizando la información numéricamente y compartiendo patrones descubiertos sobre el uso de números en el comercio.

Evaluación formativa:

- Observación de participación en transacciones comerciales.
- Análisis de registros numéricos creados por los estudiantes.
- Autoevaluación sobre aprendizajes logrados en la actividad.

Adaptaciones sugeridas:

- Para estudiantes con NEE: Usar números más pequeños y apoyo visual adicional.
- Para contextos rurales: Incluir productos agrícolas locales específicos.
- Para ampliación: Introducir conceptos de cambio y operaciones básicas.

4.5.2 Materiales Didácticos con Recursos Ecuatorianos

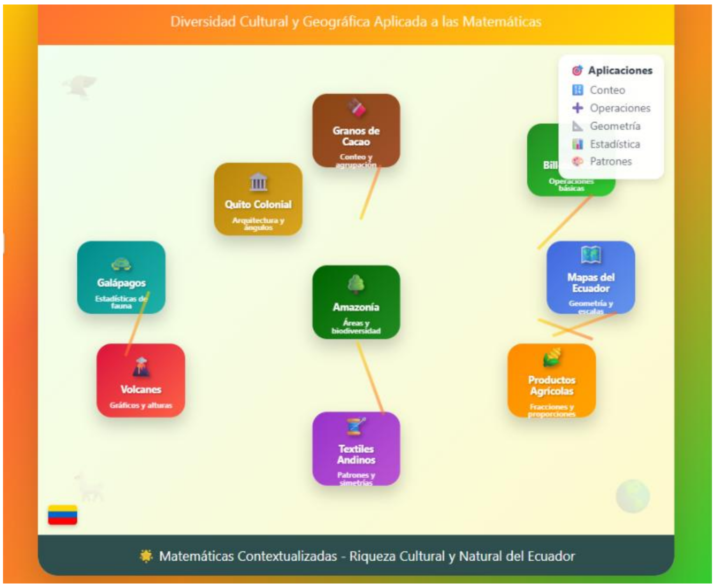
Los materiales didácticos que incorporan recursos ecuatorianos proporcionan contextos auténticos y culturalmente relevantes para la construcción del conocimiento matemático, fortaleciendo simultáneamente la identidad nacional y la comprensión conceptual. Estos materiales aprovechan la riqueza geográfica, cultural y productiva del Ecuador para crear experiencias de aprendizaje significativas que conecten las matemáticas con la realidad inmediata de los estudiantes.

La utilización de recursos ecuatorianos en la didáctica matemática cumple múltiples propósitos pedagógicos: aumenta la motivación estudiantil al trabajar con elementos familiares, fortalece la conexión entre conocimiento académico y vida cotidiana, promueve el orgullo cultural y facilita la comprensión de conceptos abstractos mediante referentes concretos y significativos.

Estos materiales pueden ser desarrollados localmente con recursos de bajo costo y alta disponibilidad, promoviendo la sostenibilidad económica y la adaptabilidad a diferentes contextos regionales. La participación de familias y comunidades en la creación de estos materiales fortalece además los vínculos entre escuela y entorno social.

Imagen 10

Materiales Didácticos Matemáticos con Recursos Ecuatorianos



Recursos Naturales Ecuatorianos para Matemáticas:

Productos agrícolas:

- **Granos de cacao, café y quinua** para actividades de conteo, agrupación y operaciones básicas.
- **Frutas tropicales variadas** para explorar formas geométricas, fracciones y proporciones.
- **Productos de la costa, sierra y oriente** para estudios estadísticos comparativos.

Elementos geográficos:

- **Mapas de Ecuador** para geometría aplicada, escalas y coordenadas geográficas.
- **Fotografías de los Andes** para trigonometría y cálculo de pendientes.
- **Imágenes de las Galápagos** para estudios de biodiversidad y estadística.

Patrimonio cultural:

- **Textiles andinos** para explorar patrones geométricos y simetrías.
- **Arquitectura colonial** para estudiar proporciones y formas geométricas.
- **Instrumentos musicales ancestrales** para explorar frecuencias y proporciones matemáticas.

Tabla 10

Guía de Materiales Didácticos con Recursos Ecuatorianos por Región

Región	Recursos Disponibles	Conceptos Matemáticos	Actividades Sugeridas	Costo Aproximado	Nivel Recomendado
Costa	Conchas marinas, arena, cocos, bananas	Conteo, geometría natural, fracciones	Clasificación de conchas, medición de frutas, construcción con arena	$5-10 por aula	1°-6° EGB
Sierra	Granos andinos, textiles, piedras volcánicas	Patrones, simetría, estadística	Análisis de tejidos, conteo de granos, medición de alturas	$8-15 por aula	3°-10° EGB
Oriente	Semillas amazónicas, maderas, plantas medicinales	Biodiversidad, clasificación, probabilidad	Inventarios de especies, patrones de crecimiento	$6-12 por aula	4°-1° BGU
Galápagos	Elementos volcánicos, especies endémicas (fotografías)	Evolución numérica, escalas, proporciones	Análisis de poblaciones, medición de distancias	$10-20 por aula	6°-3° BGU
Urbano Nacional	Moneda ecuatoriana, productos del mercado	Sistema decimal, operaciones, economía familiar	Simulaciones comerciales, presupuestos familiares	$3-8 por aula	1°-3° BGU

Nota. Costos estimados en dólares americanos para materiales básicos por aula de 30 estudiantes.

Ejemplo de Material: "Kit de Geometría Andina"

Componentes del kit:

- Reproducciones de textiles con patrones geométricos tradicionales.
- Plantillas de formas geométricas presentes en arquitectura inca.
- Fotografías de construcciones coloniales quiteñas.
- Reglas y transportadores artesanales con motivos culturales.
- Guía de actividades para docentes.

Aplicaciones pedagógicas:

- Identificación de formas geométricas en contextos culturales.
- Construcción de patrones siguiendo tradiciones textiles.
- Cálculo de áreas y perímetros en arquitectura patrimonial.
- Exploración de simetrías en diseños ancestrales.
- Proyectos de rescate y aplicación de geometría tradicional.

Instrucciones de construcción:

1. Recolectar imágenes de alta calidad de textiles y arquitectura local.
2. Laminar materiales para durabilidad.
3. Crear plantillas reutilizables con cartón o plástico resistente.
4. Desarrollar guía pedagógica con actividades específicas.
5. Probar materiales con grupos piloto de estudiantes.

4.5.3 Plataformas Digitales y Aplicaciones Recomendadas

La integración de tecnología digital en la didáctica matemática constructivista requiere la selección cuidadosa de plataformas y aplicaciones que potencien la exploración, construcción y colaboración en el aprendizaje matemático. Las herramientas recomendadas priorizan la gratuidad, accesibilidad y funcionalidad pedagógica, considerando las limitaciones de conectividad y recursos tecnológicos que caracterizan diversos contextos educativos ecuatorianos.

Las plataformas seleccionadas permiten tanto trabajo individual como colaborativo, ofrecen múltiples representaciones de conceptos matemáticos y facilitan la documentación del proceso de aprendizaje. La variedad de herramientas asegura que cada docente pueda encontrar opciones apropiadas para sus necesidades específicas, niveles educativos y disponibilidad tecnológica institucional.

La capacitación docente en el uso pedagógico de estas herramientas es fundamental para maximizar su potencial educativo. Las plataformas más efectivas son aquellas que se integran naturalmente en las metodologías constructivistas, facilitando la construcción activa del conocimiento más que la simple práctica de procedimientos algorítmicos.

Categorías de Herramientas Digitales para Matemáticas Constructivistas:

Herramientas de construcción geométrica: Aplicaciones que permiten la exploración interactiva de conceptos geométricos mediante construcciones dinámicas, facilitando el descubrimiento de propiedades y relaciones espaciales.

Plataformas de modelización matemática: Entornos digitales que permiten crear modelos matemáticos de situaciones reales, promoviendo la conexión entre matemáticas y aplicaciones auténticas.

Aplicaciones de visualización de datos: Herramientas que facilitan la creación de representaciones gráficas de información, apoyando la construcción de conocimiento estadístico y el desarrollo de alfabetización de datos.

Entornos de programación educativa: Plataformas que introducen conceptos de pensamiento computacional y algoritmos mediante lenguajes de programación visual apropiados para estudiantes.

Sistemas de gestión del aprendizaje: Plataformas que facilitan la organización, documentación y evaluación de experiencias de aprendizaje matemático constructivista.

Herramientas Digitales Recomendadas por Funcionalidad:

Para Geometría Dinámica:

- **GeoGebra:** Plataforma integral gratuita con herramientas para geometría, álgebra, estadística y cálculo. Incluye versiones offline y recursos curriculares específicos.
- **Desmos Graphing Calculator:** Calculadora gráfica online con capacidades avanzadas de visualización y exploración de funciones.
- **Sketchpad Explorer:** Versión web gratuita del popular software de geometría dinámica, ideal para construcciones geométricas exploratorias.

Para Estadística y Datos:

- **CODAP (Common Online Data Analysis Platform):** Herramienta especializada en análisis de datos con interfaz intuitiva para estudiantes.
- **Google Sheets:** Hoja de cálculo colaborativa con funciones estadísticas básicas y capacidades de visualización gráfica.
- **Tableau Public:** Plataforma profesional gratuita para visualización avanzada de datos.

Para Programación y Pensamiento Computacional:

- **Scratch:** Lenguaje de programación visual que permite crear proyectos matemáticos interactivos y animaciones conceptuales.
- **Turtle Blocks:** Entorno de programación que combina geometría de tortugas con bloques visuales para explorar conceptos matemáticos.
- **Python Turtle:** Módulo de Python apropiado para introducir programación mediante gráficos matemáticos.

Para Colaboración y Documentación:

- **Padlet:** Muro digital colaborativo para compartir ideas, procesos y productos del aprendizaje matemático.
- **Flipgrid:** Plataforma de video-discusiones que permite documentar explicaciones matemáticas orales.
- **Google Classroom:** Sistema de gestión educativa para organizar recursos, tareas y evaluaciones.

Ejercicio Práctico: Evaluación de Herramientas Digitales

Consigna: Seleccione tres herramientas digitales de la lista anterior y evalúe su potencial para un tema específico de matemáticas que enseñe.

Criterios de evaluación:

1. **Accesibilidad:** ¿Es gratuita y funciona con recursos tecnológicos disponibles?
2. **Usabilidad:** ¿Es fácil de aprender y usar para estudiantes del nivel?
3. **Potencial constructivista:** ¿Facilita la exploración y construcción de conocimiento?
4. **Integración curricular:** ¿Se conecta naturalmente con objetivos de aprendizaje?
5. **Sostenibilidad:** ¿Puede usarse consistentemente a lo largo del año?

Formato de reporte:

- Descripción del tema matemático seleccionado.
- Análisis comparativo de las tres herramientas según criterios.
- Diseño de una actividad específica usando la herramienta mejor evaluada.
- Reflexión sobre beneficios y limitaciones identificadas.

Bibliografía Especializada y Referencias Actualizadas

La bibliografía especializada constituye el fundamento teórico y metodológico que sustenta la implementación de didácticas constructivistas en matemáticas. Esta sección proporciona una selección curada de referencias que abordan tanto los aspectos teóricos del constructivismo como sus aplicaciones prácticas en diversos contextos educativos, priorizando fuentes actualizadas, accesibles y relevantes para el contexto ecuatoriano.

Las referencias incluyen tanto literatura internacional de alta calidad como investigaciones locales y regionales que aportan perspectivas contextualizadas sobre la educación matemática constructivista. La diversidad de fuentes asegura que los docentes puedan acceder a diferentes niveles de profundidad teórica según sus necesidades específicas de formación y desarrollo profesional.

La organización temática de las referencias facilita la consulta específica según áreas de interés, mientras que las anotaciones descriptivas orientan sobre el contenido y aplicabilidad de cada fuente. Esta estructura apoya tanto la formación inicial como el desarrollo profesional continuo de educadores comprometidos con la innovación pedagógica.

Referencias Bibliográficas

Altamirano, D. A. L., Morales, M. D. J. G., Alvarado, F. D. R. M., Ojeda, M. E. P., Ojeda, W. E. P., Bozada, C. J. M., ... & Altamirano, D. A. L. (2020). Formación continua docente: Un estudio cualitativo en los docentes de matemática en Ecuador. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *5*(4), 369-388.

Arias, J. A. C., & Guzmán, J. D. C. (2024). Evaluación Formativa En Matemáticas: Una Propuesta Para El Desarrollo De Competencias Evaluativas En Docentes De Instituciones Públicas En Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(2), 1878-1903.

Arteaga Marín, M. I. (2023). Uso de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras como recurso didáctico dinamizador para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales. *Proyecto de investigación*.

Bravo Guerrero, F. E. (2020). Importancia del currículo, texto y docente en la clase de matemática. *Revista Científica UISRAEL*, *7*(2), 109-120.

Bravo-Aranibar, J. C., Weydert, G. A. B., & Marín, G. A. B. (2020). Gestión pedagógica y el rendimiento escolar en el área de matemática. *Investigación Valdizana*, *14*(1), 48-54.

Carrillo, P., & Beatriz, L. (2021). *El diseño curricular como factor de calidad educativa en el área de matemática* (Doctoral dissertation, Corporación Universidad de la Costa).

Del Pilar Gibert-Delgado, R., Naranjo-Vaca, G. E., Siza-Moposita, S. F., & Gorina-Sánchez, A. (2024). Enseñanza de la Matemática: tendencias didácticas y tecnológicas desde la Educación 4.0. *Maestro Y Sociedad*, *21*(1), 1-12.

Díaz, V. S. M., Bravo, F. E. L., Ureña, C. I. V., Cuenca, L. E. M., & Medina, L. I. M. (2024). La Evaluación Formativa en el proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Asignatura de Matemática en Educación General Básica Superior. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, *4*(3), 1090-1110.

GRANADOS, J. J. B., CABALLERO, R. D. G., & MAGDALENA, M. E. E. C. EVALUACIÓN FORMATIVA OPORTUNIDAD EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA.

Farfán Pimentel, J. F., & Delgado Arenas, R. (2025). Evaluación formativa en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *9*(36), 458-466.

Gómez, P. (2002). Análisis didático y diseño curricular en matemáticas.

Larrea, V. A., Rojas, I. B., Barandiaran, A. A., & Intxausti, N. I. (2021). Formación y desarrollo profesional docente en función del grado de eficacia escolar. *Revista de educación*, (393).

Maldonado, V. C., Sadradín, D. R., & Caldera, V. P. (2023). Innovación docente y aplicación de Metodologías Activas en la enseñanza de Matemáticas Aplicadas. *Atenas*, (61 (enero-diciembre)).

Pomares Bory, E. D. J., Arencibia Flores, L. G., & Galvizu Díaz, K. (2021). Percepción profesoral sobre una innovación educativa para mejorar la gestión docente utilizando la plataforma Moodle. *Edumecentro*, *13*(1), 167-183.

Ramos Rodríguez, E., & Vásquez, C. (2020). Un modelo de programas efectivos para el desarrollo profesional docente de profesores de Matemáticas.

Rengifo, Y. A. V. (2025). EVALUACIÓN FORMATIVA EN LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA. *TESIS DOCTORALES*.

Rodríguez Jiménez, F. J., Pérez Ochoa, M. E., & Ulloa Guerra, Ó. (2024). Innovación educativa: explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en matemática.

Silva Paucca, N. A. (2024). La evaluación formativa y el aprendizaje de matemáticas en el cuarto grado de secundaria en el período escolar 2023.

Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM: Diseño y validación de un programa de formación. *Revista de estudios y experiencias en educación*, *22*(50), 99-120.

Vaillant, D., Zidán, E. R., & Biagas, G. B. (2020). Uso de plataformas y herramientas digitales para la enseñanza de la Matemática. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, *28*, 718-740.

Villegas González, J. (2022). La educación bimodal universitaria en la enseñanza de la matemática bajo el enfoque de los principios del constructivismo. *Roca: Revista Científico-Educacional de la Provincia de Granma*, *18*(2).

Widman Aguayo, F. (2021). Desarrollo profesional de profesores de matemáticas en ambientes virtuales: ventajas, aproximaciones teóricas y futuras líneas de investigación. *Educación matemática*, *33*(2), 227-244.

Zavala Urquizo, D., Cobos Velasco, J., Muñoz Correa, K., & Muñoz Correa, G. (2021). TIC y el fortalecimiento de competencias matemáticas en estudiantes de pedagogía de la enseñanza matemática. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *5*(21), 16-27.

ACERCA DE LOS AUTORES

LUIS ENRIQUE CÁCERES OCHOA, nació en Ambato – Tungurahua – Ecuador el 22 de noviembre de 1964 se gradúa como Licenciado en Física y Matemáticas en la Universidad Técnica de Ambato. Máster en gerencia de proyectos educativos y sociales en la Universidad Indoamérica, Doctorado en proyecto educativos en la Universidad Técnica de Ambato, Actualmente Cursa un Doctorado en Educación en la Universidad Cesar Vallejo – Perú. En la actualidad Militar Jubilado SP y labora en la Universidad Estatal Península de Santa Elena como Docente.

INGRID KARINA MALAVÉ TOMALÁ, nació en Colonche – Santa Elena – Ecuador el 23 de octubre de 1990, se gradúa como Licenciada en Ciencias de Educación Básica en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Máster en Educación con mención en Pedagogía en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil – UTEG, actualmente cursa un Doctorado en Educación en la Universidad Santander – México. En la actualidad labora en la Unidad Educativa “Antonio Issa Yazbek” como Docente en el nivel de Educación Inicial y Preparatoria de la Dirección Distrital 24D01- Educación Santa Elena.

JESSENIA MARGARITA RICARDO SUÁREZ nació en La Libertad – Santa Elena – Ecuador el 20 de noviembre de 1979 se gradúa como Ingeniera Comercial - Mención Finanzas en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (2005), como Magister en Gerencia de Innovaciones Educativa en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (2012). También está cursando un Doctorado en Educación en la Universidad Cesar Vallejo. En la actualidad labora en Santa Elena en la Universidad Estatal Península de Santa Elena como Docente de la Facultad de Ciencias de la Educación e Idiomas.

JENNIFER KATHERINE YAGUAL PITA nació en Anconcito – Santa Elena – Ecuador el 01 de enero de 1997 se gradúa como Licenciada en Ciencias de la Educación en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. También está cursando la maestría en Educación con mención Tecnológica e Innovación Educativa en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. En la actualidad labora en Atahualpa, provincia de Santa Elena en la Unidad Educativa Juan Alberto Panchana Padrón como Docente de las asignaturas de Lengua y Literatura, Matemática, Biología y como Coordinadora y Docente del Programa de Participación Estudiantil.

La educación matemática en Ecuador necesita una revolución pedagógica que conecte el conocimiento abstracto con nuestra realidad cultural y social.

- **Metodologías constructivistas adaptadas.**
- **Recursos didácticos con materiales ecuatorianos.**
- **Estrategias para todos los niveles educativos.**
- **Integración de tecnología accesible.**
- **Evaluación formativa y autentica.**

Este libro proporciona herramientas prácticas para transformar la enseñanza de matemáticas desde el aula, respetando nuestra diversidad cultural y promoviendo un aprendizaje significativo y contextualizado.

DIRIGIDO A:

- ✓ **Docentes de matemáticas de educación básica.**
- ✓ **Formadores de docentes.**
- ✓ **Coordinadores académicos.**
- ✓ **Investigadores en educación.**

Visita nuestra Revista Digital.

ISBN: 978-9942-51-864-4

EDITORIAL RICAC