SciELO Preprints

Estado de la publicación: El preprint ha sido publicado como artículo en una revista
DOI del artículo publicado: https://doi.org/10.37135/chk.002.29.07

TÉCNICAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE CRIMINALÍSTICA

Patricio David Mena Sevilla, Carlos Julio Castro Angos, Miguel Ángel Herrera Pavo

https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Envíado en: 2026-03-11
Postado en: 2026-03-12 (versión 1)
(AAAA-MM-DD)

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Artículo de Investigación

TÉCNICAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE CRIMINALÍSTICA

ACTIVE LEARNING AND ASSESSMENT TECHNIQUES TO DEVELOP CRITICAL THINKING IN CRIMINALISTICS STUDENTS

Patricio David Mena Sevilla[1], ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2723-2178
Carlos Julio Castro Angos[2], ORCID: https://orcid.org/0009-0001-2854-5032
Miguel Ángel Herrera Pavo[3], ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0321-7235

[1]Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Ecuador, email: patricio.mena@uasb.edu.ec
[2]Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador: carlos.castro@uasb.edu.ec
[3]Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador: miguel.herrera.p@uasb.edu.ec

RESUMEN
El desarrollo del pensamiento crítico permite que el futuro profesional reflexione sobre hechos, analice evidencias y proporcione juicios responsables. La investigación se realizó ante la necesidad de fortalecer las habilidades de los estudiantes de Criminalística del Instituto Superior de la Policía (ISUPOL), en Ecuador. El objetivo fue analizar la influencia de las técnicas activas y evaluación en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de Criminalística. El estudio adoptó un enfoque mixto, con diseño cuasiexperimental. Participaron dos grupos: experimental (n = 15) y control (n = 16). La intervención incluyó tres sesiones basadas en investigación cooperativa, debate estructurado y coevaluación con uso de rúbricas. Los resultados evidenciaron una mejora significativa del pensamiento crítico en el grupo experimental (t = 2,75; p = 0,016; d = 0,83) después de la aplicación de técnicas activas y evaluación, demostrando una influencia positiva en los procesos evaluados a través del modelo Watson-Glaser, principalmente el análisis, la inferencia y la evaluación de argumentos.
PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico, policía, aprendizaje activo, evaluación formativa, autoevaluación

ABSTRACT
The development of critical thinking allows future professionals to reflect on facts, analyze evidence, and make responsible judgments. The research was conducted in response to the need to strengthen the skills of Criminalistics students at the Higher Police Institute (ISUPOL) in Ecuador. The objective was to analyze the influence of active techniques and assessment on the development of critical thinking in Criminalistics students. The study adopted a mixed approach with a quasi-experimental design. Two groups participated: experimental (n = 15) and control (n = 16). The intervention included three sessions based on cooperative research, structured debate, and co-evaluation using rubrics. The results showed a significant improvement in critical thinking in the experimental group (t = 2.75; p = 0.016; d = 0.83) after the application of active techniques and assessment, demonstrating a positive influence on the processes evaluated through the Watson-Glaser model, mainly the analysis, inference, and evaluation of arguments.
KEYWORDS: *Critical thinking, police, active learning, formative assessment, self-assessment*

Recibido: (24/11/2025)
Aceptado: (06/03/2026)

INTRODUCCIÓN

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

En la educación superior contemporánea, el pensamiento crítico se identifica como una competencia esencial en el desarrollo estudiantil, por su influencia en el análisis de información, fundamentación de argumentos y toma de decisiones en contextos complejos (Dori & Lavi, 2023). La inclusión del pensamiento crítico resulta un resultado clave del aprendizaje, al vincularse a currículos basados en el aprendizaje socioemocional (Blewitt et al., 2020). Las estrategias de aprendizaje activo, esenciales para abordar sesgos cognitivos, construyen argumentos fundamentados en evidencia empírica (Bates et al., 2024). Desde el enfoque constructivista se le considera como una estrategia de enseñanza que aporta al desarrollo del pensamiento crítico (Gaspe & Hathiringe, 2024).

En el campo de la formación policial en criminalística, el desarrollo del pensamiento crítico ha adquirido especial relevancia, debido a que los futuros profesionales necesitan conocimientos técnicos, capacidades de reflexión, análisis y toma de decisiones fundamentadas para la correcta interpretación de evidencias y la evaluación de argumentos en su práctica profesional. “El pensamiento crítico se refiere al proceso de conceptualizar activamente, analizar sistemáticamente, sintetizar y evaluar la información para formar un juicio lógico y decidir qué es confiable y qué hacer” (Hwang et al., 2023, p. 1080).

El modelo de Watson y Glaser evidencia cómo reaccionan los estudiantes ante los problemas desde perspectivas multidimensionales; e identifica cinco dimensiones: inferencia, reconocimiento de suposiciones, deducción, interpretación de información y evaluación de argumentos (Arif, 2024). Estos componentes se manifiestan en procesos de análisis, interpretación, evaluación, inferencia y autorregulación, medulares para el desarrollo del pensamiento crítico (İlhan et al., 2023).

A pesar de la importancia de este último, la habilidad ha sido evaluada de forma muy limitada en las aulas (Aston, 2023), lo que demuestra una persistente evidencia empírica sobre la eficacia de técnicas activas y evaluación orientadas al fortalecimiento del pensamiento crítico en contextos de educación policial, específicamente en el campo de la criminalística.

Arif (2024) demuestra que un estudiante con pensamiento crítico desarrollado debía poseer una actitud de indagación y exploración; conocimiento sobre la validez de la inferencia y habilidades para aplicar el conocimiento. Asimismo, la evaluación sistemática mide el progreso y mejora el enfoque instruccional en el desarrollo del pensamiento crítico (Kadrija et al., 2023).

En efecto, la práctica pedagógica tradicional limita la evaluación sistemática del pensamiento crítico, lo que induce la realización de una investigación empírica para evaluar la aplicabilidad de estas estrategias en contextos educativos especializados. Una vía adecuada es incorporar a la evaluación las dimensiones del modelo de Watson y Glaser para medir el pensamiento crítico (Alarcon et al., 2024).

En este contexto, el presente estudio analiza la influencia de las técnicas activas y evaluación en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de Criminalística del. (Instituto Superior de la Policía (ISUPOL), en Quito, Ecuador. Desde esta perspectiva, el uso de técnicas activas de aprendizaje permite que el estudiante cambie su rol pasivo a activo (Reddy et al., 2024). Estas técnicas fueron vinculadas con el desarrollo del pensamiento crítico, a través de métodos como el aprendizaje basado en problemas, mesas redondas, foros, así como métodos de simulación (Kryucheva & Tolstoukhova, 2023).

Evaluaciones activas como la coevaluación y autoevaluación permiten explorar la percepción de los estudiantes y la efectividad de las técnicas. Se ha demostrado que la participación en el proceso evaluativo facilitó este propósito, así como el aprendizaje activo, la autorreflexión, el compromiso y la cooperación grupal (İlhan et al., 2023). La aplicación de estas estrategias en criminalística es limitada; por ello, fue necesario incluir estas estrategias en la formación de los estudiantes policiales.

METODOLOGÍA

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

El estudio adoptó un enfoque mixto secuencial explicativo con diseño cuasiexperimental, que "se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos" (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2023, p. 656) para ofrecer una visión más profunda de la problemática.

A continuación, se detallan las seis etapas que conformaron el proceso y que sirvieron de base para el desarrollo de la investigación.

1. Se seleccionó la población y la muestra de estudio.

En consideración a que la investigación se realizó con la participación de personas, se garantizó el proceder ético de los investigadores. Los instrumentos para la recolección de datos fueron validados por pares expertos y, previo a su aplicación, se solicitó el consentimiento de los estudiantes para participar, respetando la confidencialidad y anonimato. Adicionalmente, se gestionó la autorización del ISUPOL.

Los estudiantes fueron organizados por el instituto en cohortes fijas por periodos. Las restricciones administrativas impidieron la asignación aleatoria. La población estuvo conformada por estudiantes de criminalística en edades de 20 a 40 años, sin distinción de género. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Se incluyó aquellos estudiantes que cursaban el módulo de Introducción a la Criminología, con asistencia regular (≥80%), quienes aceptaron participar después de haber firmado el consentimiento informado. Se excluyeron aquellos sin asistencia regular o retirados. Luego de aplicar estos criterios la muestra fue de 31 participantes: grupo experimental (n=15) y grupo control (n=16), los grupos pertenecían a distintos periodos. Sin embargo, la aplicación del pretest ayudó a establecer una base comparable, al verificar la equivalencia inicial y asegurar la validez interna.

2. Se seleccionaron los instrumentos destinados a la recolección de los datos.

En el estudio previo a este artículo, se empleó un enfoque mixto, donde los instrumentos cuantitativos incluyeron una prueba de pensamiento crítico adaptada al modelo Watson-Glaser, y concebida como la capacidad de analizar la información de manera fundamentada (Arif, 2024). Mostró excelentes propiedades psicométricas con fiabilidad sólida ($\alpha = 0.83$), estabilidad temporal ($\tau = 0.403$, $p < 0.05$) y validez de constructo, la cual se confirmó mediante análisis factorial exploratorio.

Los instrumentos cualitativos fueron la ficha de observación estructurada y la entrevista semiestructurada, ambos con alta validez de contenido (V de Aiken=0.948 y 0.960 respectivamente) y concordancia perfecta entre codificadores (Kappa=1.0), lo cual garantizó la consistencia en la recolección de datos.

3. En la tercera etapa se aplicó el pretest a ambos grupos para establecer las condiciones basales y verificar la equivalencia inicial.
4. En la cuarta etapa se implementó la intervención en el grupo experimental.

La intervención se fundamentó en el enfoque constructivista, dirigido a la participación activa del estudiante y del docente como tutor, articulando las técnicas activas de aprendizaje y evaluación (Reddy et al., 2024) y se aplicaron tres sesiones de 180 minutos distribuidas en una semana académica:

- La primera sesión consistió en la investigación colaborativa de textos especializados para preparar argumentos asignados al debate.
- La segunda abordó la técnica del debate estructurado con moderadores. Se inició con exposiciones, luego con contraargumentos y contrarréplicas que invitaban al diálogo reflexivo.
- La tres incluyó la coevaluación entre grupos, la autoevaluación y la síntesis colaborativa con la aplicación del aplicativo digital Mentimeter, lo que visualizó el desarrollo metacognitivo. Durante la intervención, dos observadores, a quienes se les asignó los códigos O1 y O2 aplicaron la ficha de observación.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

5. En la quinta etapa se aplicó el postest a ambos grupos para medir los cambios producidos y se realizaron entrevistas semiestructuradas a seis participantes del grupo experimental: tres más activos y tres menos participativos, con códigos E1, E2, E3, E4, E5 y E6.

Para guiar el análisis cualitativo se desarrolló un sistema de codificación, que se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1: Libro de códigos cualitativo

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Técnicas activas de aprendizaje y evaluación				
Código	**Definición Categoría**	**Subcategoría**	**Código**	**Definición**
TAE	Según Reddy et al. (2024) el aprendizaje activo permite a los estudiantes convertirse en participantes activos de su propio conocimiento. Promueve habilidades como el trabajo en equipo, la comprensión de la ciencia y la tecnología. Por otro lado, (Ílhan et al., 2023) expresan que tanto la evaluación entre pares como la autoevaluación permiten a los estudiantes aprender de su propio trabajo, así como del de los demás. Esto les permite autorregularse, participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	Participantes activos	PA	Capacidad de asumir un rol protagónico en su proceso de enseñanza-aprendizaje, participando activa y reflexivamente. Aplicando el pensamiento crítico al dar solución a problemas. (Reddy et al., 2024)
		Trabajo en equipo	TE	Proceso colaborativo, donde los integrantes aportan con sus criterios y conocimientos para conseguir una meta en común. es necesaria la comunicación asertiva y compartir responsabilidades, colaborando en las decisiones conjuntas. (Rumayor et al., 2024)
		Autonomía	Au	Capacidad de gestionar independientemente su aprendizaje, fijando objetivos, planificando sus actividades de manera responsable. Está relacionada con el deseo interno de aprender, el compromiso personal y la habilidad para afrontar problemas con creatividad y reflexión. (Reddy et al., 2024)
		Autorregulación	Ar	Capacidad de observar y evaluar de manera consciente el propio proceso de aprendizaje, lo que permite identificar logros, obstáculos y métodos utilizados. Esta reflexión personal promueve el pensamiento crítico, la mejora constante y una mayor responsabilidad sobre el crecimiento académico y formativo. (Ilhan et al., 2023)
Desarrollo del pensamiento crítico				
Código	**Definición Categoría**	**Subcategoría**	**Código**	**Definición**
PC	El modelo de Watson y Glaser observa los problemas desde varias perspectivas y están abiertos a nuevos eventos para resolver dudas. Los indicadores de las habilidades de pensamiento crítico son: Sacar conclusiones (Inferencia); Suponer (Reconocer suposiciones); Deducir; Interpretar la información (Interpretación); Analizar el argumento (Evaluar el argumento). (Arif, 2024)	Inferencia	In	Proceso que permite elaborar conclusiones lógicas a partir de información previa o evidencias, analizando, relacionando y anticipando ideas en función de un contexto. (Arif, 2024)
		Reconocimiento de suposiciones	RS	Habilidad para identificar afirmaciones o ideas no expresadas en una declaración. Discerniendo si una suposición es válida y lógicamente justificable. (Alarcon et al., 2024)
		Deducir	De	Capacidad para extraer conclusiones lógicas a partir de una o varias premisas, analizando la información disponible y aplicando el razonamiento para llegar a una idea coherente y fundamentada. (Alarcon et al., 2024)
		Interpretar la información	II	Destreza para comprender y analizar, dando sentido a los datos presentados, considerando su contexto y propósito. (Ilhan et al., 2023)
		Evaluar el argumento	EA	Acción que consiste en examinar la estructura, coherencia y fundamentos de una afirmación para determinar su validez, contribuyendo a una comprensión más profunda y consciente del conocimiento. (Hwang et al., 2023)

6. Ejecución del análisis de los datos.

Mediante el orden secuencial explicativo, primero se analizaron los resultados cuantitativos y posteriormente se profundizó en el análisis cualitativo. El enfoque cuantitativo se realizó con

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Python; se inició con estadística descriptiva y se verificó los supuestos con pruebas de Shapiro-Wilk (normalidad) y Breusch-Pagan (homocedasticidad).

Ante la detección de violaciones significativas de la normalidad, se adoptó una estrategia de triangulación, combinando métodos paramétricos y no paramétricos. Los principales análisis incluyeron t de Student al comparar el inter e intragrupo, Mann-Whitney U en las comparaciones entre grupos, y Wilcoxon pareado al analizar el intragrupo. Para la covarianza (ANCOVA) se implementó con errores estándar robustos HC3, controlando las puntuaciones iniciales y manejando violaciones de supuestos. Se calcularon múltiples tamaños de efecto con d de Cohen, g de Hedges, δ de Cliff; además, se complementó mediante GLM binomiales para validar hallazgos.

Para el enfoque cualitativo se utilizó el software Atlas.ti, aplicando el análisis temático inductivo con codificación abierta, codificación axial, triangulación de fuentes para aumentar credibilidad y verificación por doble codificación independiente para garantizar consistencia interpretativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis descriptivo reveló diferencias de partida importantes entre los grupos, donde el grupo control presentó puntuaciones iniciales superiores (M = 10.94, DE = 1.48) comparado con el grupo experimental (M = 9.20, DE = 2.43), lo que sugiere un nivel inicial de pensamiento crítico más homogéneo en el primero y una mayor variabilidad en el segundo, y refuerza la pertinencia de analizar el efecto de la intervención.

Estos hallazgos deben interpretarse con moderación, ya que la literatura reporta efectos diversos. Para Bates et al. (2024) “una observación clave es que en el grupo de tratamiento las dimensiones y puntuaciones combinadas para el pensamiento crítico, muestran una mejora estadísticamente significativa del Después (última asignación) respecto del Antes (primera asignación)” (p. 7).

Para el análisis del test, las respuestas fueron clasificadas de manera dicotómica, como correctas o incorrectas; fue utilizado el coeficiente KR-20 que pasó de rangos moderados en el pretest a niveles más altos en el postest del grupo experimental, mostrando valores entre 0.654 y 0.693 en el pretest y 0.708 a 0.826 en el postest, y una mejora en la fiabilidad después de la intervención al grupo experimental. Los datos sugieren que la intervención no solo influyó en el desempeño de los estudiantes, sino en la coherencia con la que el instrumento captó las habilidades asociadas al pensamiento crítico, resaltando la importancia de la consistencia interna.

Sanad et al. (2023) mencionan que “para el instrumento de evaluación de estudiantes, la encuesta de participación en el aula, la prueba de garantía de preparación y el inventario modificado partió desde la valoración de la consistencia interna de la hoja de disposición de pensamiento crítico” (p. 227). Esta diferencia era esperada, dado el diseño cuasiexperimental empleado, donde los grupos tanto experimental como control correspondieron a diferentes periodos académicos (tabla 2).

La verificación de supuestos mostró violaciones significativas de la normalidad en el grupo control con valores $W = 0.537$, $p < 0.001$, mientras que el grupo experimental cumplió este supuesto con hallazgos $W = 0.920$, $p = 0.196$, planteando una mayor estabilidad en las respuestas del grupo experimental, posiblemente asociada con la intervención aplicada.

Los residuos del ANCOVA también presentaron desviaciones de la normalidad ($W = 0.790$, $p < 0.001$), aunque la homocedasticidad se mantuvo (Breusch-Pagan: $\chi^2 = 0.51$, $p = 0.773$). Justificando el uso complementario de análisis no paramétricos para garantizar la robustez de las inferencias estadísticas.

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Estadística descriptiva y fiabilidad

Grupo	Momento	n	Media	DE	Min	Max	KR-20
Control	Pretest	16	10.94	1.48	8.0	12.0	0.693
Control	Postest	16	10.44	2.10	6.0	12.0	0.826
Experimental	Pretest	15	9.20	2.43	5.0	12.0	0.654
Experimental	Postest	15	10.87	1.60	8.0	12.0	0.708

Análisis intragrupo: cambios pre-post por grupo

Grupo	DE	IC 95 %	t	gl	p	d de Cohen	Wilcoxon W	p (Wilcoxon)	Mediana Dif.
Control	-0.50 (1.86)	[-1.49, 0.49]	-1.07	15	0.300	-0.27	4.0	0.336	0.0
Experimental	1.67 (2.64)	[0.21, 3.13]	2.75	14	0.028	0.63	11.0	0.027	2.0

Análisis intergrupo: comparación de ganancias

Análisis	Estadístico	Valor	gl	p	IC 95 %	Tamaño de efecto
t de Welch	t	2.63	25.04	0.014	[0.47, 3.87]	g de Hedges = 0.93
Mann-Whitney U	U	199.5	-	0.001	-	δ de Cliff = -0.66

Análisis de covarianza (ANCOVA)

Fuente	SC	gl	F	p	η^2 parcial
Grupo	1.47	1	0.42	0.524	0.015
Pretest (centrado)	8.40	1	2.38	0.134	0.078
Residual	98.77	28	-	-	-

ANCOVA con errores robustos HC3

Parámetro	Coeficiente	SE robusto	z	p	IC 95 %
Intercepto	10.36	0.55	18.89	< 0.001	[9.29, 11.44]
Grupo Experimental	0.52	0.90	0.57	0.566	[-1.33, 2.36]
Pretest (centrado)	0.29	0.21	1.36	0.173	[-0.13, 0.71]

Verificación de supuestos

Grupo/Análisis	Prueba	Estadístico	p	Interpretación
Control (ganancias)	Shapiro-Wilk	W = 0.537	< 0.001	Violación severa
Experimental (ganancias)	Shapiro-Wilk	W = 0.920	0.196	Cumple normalidad
Residuos ANCOVA	Shapiro-Wilk	W = 0.790	< 0.001	Violación severa
Homocedasticidad	Breusch-Pagan	$\chi^2 = 0.51$	0.773	Cumple supuesto

Análisis complementario: GLM Binomial

Parámetro	Coeficiente	SE	z	p	OR	IC 95 % OR
Intercepto	-0.29	0.95	-0.30	0.762	0.75	[0.12, 4.87]
Grupo Experimental	0.43	0.41	1.06	0.290	1.53	[0.69, 3.39]
Pretest (proporción)	2.60	1.02	2.54	0.011	13.41	[1.81, 99.52]

Nota. DE = Desviación estándar; IC = Intervalo de confianza; SE = Error estándar; OR = Odds ratio; SC = Suma de cuadrados; gl = grados de libertad; W = Shapiro-Wilk; U = Mann-Whitney; χ^2 = Chi cuadrado; η^2 = Eta cuadrado parcial; δ = Delta de Cliff. Valores $p < 0.05$ en negrita. Rango del test: 0-12 puntos. El delta de Cliff negativo (-0.66) indica superioridad del grupo experimental (efecto grande). HC3 = errores estándar robustos heterocedásticos. El análisis no paramétrico respaldó lo hallado ante las violaciones detectadas de la normalidad.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

El análisis de comparaciones pareadas reveló patrones claramente diferenciados entre los grupos en términos de desarrollo del pensamiento crítico. El grupo experimental mostró una mejora estadísticamente significativa de 1.67 puntos (DE = 2.64) entre el pretest y postest ($t_{14} = 2.75$, $p = 0.028$, IC 95% [0.21, 3.13]), con un tamaño de efecto medio-grande (d de Cohen = 0.63).

Este incremento sugiere que la intervención favoreció procesos cognitivos de mayor complejidad, como el análisis reflexivo y la evaluación de argumentos, apuntando a una transformación en la que los estudiantes resolvieron problemas propios de la criminalística.

Si bien este hallazgo se alinea con lo reportado por MacKenzie et al. (2024), quienes indican que "los resultados de la encuesta posterior se compararon utilizando pruebas de muestras independientes. La evaluación previa y posterior, funcionó en la actividad" (p. 4), los resultados observados pueden estar asociados a condiciones contextuales de la intervención, por lo que resulta pertinente contrastarlos en otros escenarios formativos.

La prueba no paramétrica de Wilcoxon ($W = 11.0$, $p = 0.027$), con una diferencia mediana de 2.0 puntos y un tamaño de efecto considerable ($r = 0.64$), evidenciando que tras la intervención existieron cambios sustantivos en el pensamiento crítico. En marcado contraste, el grupo control no presentó cambios significativos ($t_{15} = -1.07$, $p = 0.300$; $W = 4.0$, $p = 0.336$), manteniendo puntuaciones estables, planteando que la mejora se asoció a la aplicación de técnicas activas como de evaluación y no solamente a fluctuaciones naturales del tiempo.

Los hallazgos fueron coincidentes con los expuestos por Dori & Lavi, (2023) quienes mencionaron que "el estudio también incluyó un grupo de control de estudiantes que no utilizaron estos Módulos de intervención MathBench, lo que resultó eficaz para ayudar a estos estudiantes a mejorar sus habilidades y su capacidad para aplicarlas a problemas biológicos" (p. 774).

Los patrones diferenciados de cambio fueron graficados en la figura 1, donde las trayectorias individuales revelaron la heterogeneidad de respuestas dentro de cada grupo, mientras que las medias grupales evidenciaron tendencias contrastantes en la observación de los datos registrados.

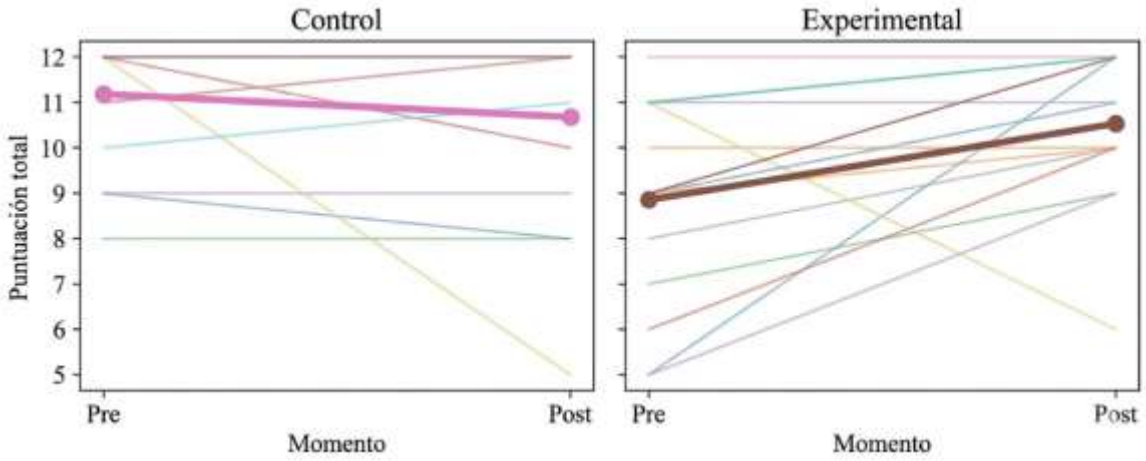


Figura 1: Trayectorias individuales y medias grupales del pensamiento crítico pre-post intervención

Al comparar las ganancias entre grupos se demostró diferencias estadísticamente significativas y la consecuente efectividad en la intervención, lo cual se ajustó al criterio de Dominguez (2024) quien señala que las "actividades (intervención) incentivaron a los estudiantes a reconocer que los problemas pueden tener más de una respuesta correcta y más de una forma de ser resueltos, y sobre todo, a valorar lo que sus compañeros pueden proponer y argumentar" (p. 6).

La prueba t de Welch expuso una diferencia media de 2.17 puntos en el grupo experimental ($t_{25.04} = 2.63$, $p = 0.014$, IC 95% [0.47, 3.87]), acompañada de un tamaño de efecto grande (g de Hedges = 0.93), aplicable a una influencia significativa de la intervención en el desarrollo del pensamiento crítico.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

La tendencia resulta consistente con los análisis no paramétricos, donde la prueba U de Mann-Whitney confirmó diferencias significativas entre los grupos ($U = 199.5$, $p = 0.001$), con un tamaño de efecto grande (δ de Cliff $= -0.66$), que indicó que la mayoría de las comparaciones favorecieron al grupo experimental. Los resultados respaldaron la efectividad de la intervención, al evidenciar cambios relevantes en la forma que los estudiantes abordaron problemáticas diversas en el campo de la criminalística.

Los hallazgos se relacionan con lo referido por Archila et al. (2024): "el tamaño del efecto de Cohen se calculó utilizando la argumentación de los estudiantes de la decisión inicial y la argumentación de la decisión final mejorando principalmente en el tratamiento del grupo experimental" (p. 13). No obstante, al obtener el ANCOVA con errores estándar robustos HC3 y controlar las diferencias iniciales entre los grupos, la influencia de la intervención se mostró más matizada.

Se observó una atenuación del efecto en el grupo experimental ($\beta = 0.52$, SE robusto $= 0.90$, $p = 0.566$, IC 95% $[-1.33, 2.36]$), sugiriendo que parte de las diferencias podría explicarse por las puntuaciones de partida más que por un impacto uniforme de la intervención. Los hallazgos invitaron a interpretar los resultados considerando las condiciones iniciales en la evaluación.

Los efectos mencionados se apoyaron en el criterio de Sanad et al. (2023), donde se recomienda "un mayor uso del aprendizaje interactivo, destinado a cambiar la actitud del personal docente hacia el uso de modelos más innovadores de aprendizaje activo que mejoren la participación en el aula y la disposición al pensamiento crítico de los estudiantes" (p. 223). De este modo, su efectividad requiere condiciones pedagógicas específicas para generar efectos sostenidos en el pensamiento crítico.

La verificación de la homogeneidad de pendientes no reveló interacciones significativas ($F_{1,27} = 2.78$, $p = 0.107$), validando así, la aplicación del modelo ANCOVA. El contraste entre el efecto observado con valores de 2.17 puntos, $p = 0.001$ y el efecto ajustado con datos de 0.52 puntos, $p = 0.566$, sugirió que aproximadamente el 75 % del beneficio observado en la aplicación pedagógica de las técnicas activas y evaluación se explica por las diferencias de partida entre grupos, característica inherente al diseño cuasiexperimental empleado.

Esta divergencia no invalidó los hallazgos principales, sino que proporcionó una perspectiva complementaria sobre la naturaleza del efecto observado durante la intervención diseñada. El modelo logístico generalizado (GLM) binomial, que trató las puntuaciones como proporciones de aciertos, mostró una tendencia consistente, aunque no significativa, con valores de OR ajustado = 1.53, IC 95% [0.69, 3.39], $p = 0.290$, reforzando la dirección del efecto de la aplicación de técnicas activas de aprendizaje y evaluación en los principales análisis presentados.

Investigaciones previas destacaron consistentemente los "efectos positivos de los métodos de aprendizaje combinados y auténticos en el compromiso de los estudiantes, la satisfacción y los resultados generales de aprendizaje. Estos métodos también facilitaron un aprendizaje más profundo, enfatizando el valor de incorporar tareas prácticas educativas" (Indriati et al., 2024, p. 29).

La convergencia de los múltiples enfoques analíticos permitió proporcionar hallazgos robustos en el contexto de la efectividad de la intervención. El análisis de los datos no paramétricos resultó particularmente adecuado para las violaciones de normalidad detectadas, confirmando los hallazgos de las pruebas paramétricas, al demostrar que las diferencias observadas no representaron artefactos de las distribuciones asimétricas.

El efecto hallado en la investigación, de 2.17 puntos, representó la efectividad en la práctica de la intervención, en tanto la aplicación de las técnicas activas de aprendizaje y evaluación permitió que los grupos naturalmente diferenciados desarrollaran sus habilidades. Se respaldan en investigaciones revisadas que mencionan que "la entrega efectiva de cursos de programación (técnicas activas) es muy importante, ya que desempeña un papel vital en la creación de interés entre los estudiantes para aprender los lenguajes de programación" (Patil et al., 2022, p. 101), es decir, durante la intervención.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Sin embargo, aunque estos hallazgos protegen la aplicación de técnicas activas y evaluación, también advierten la necesidad de analizar con mayor detalle las condiciones pedagógicas bajo las cuales estas estrategias logran efectos duraderos. Por otro lado, el efecto ajustado por ANCOVA con valores de 0.52 puntos estimó el beneficio hipotético en condiciones de equivalencia de partida perfecta, suministrando una perspectiva moderada del impacto en la intervención.

Este criterio concomita con los resultados de Surapaneni (2024), quien refiere que

> se administraron seis módulos SPLICE al grupo de intervención mientras que el grupo de control siguió los planes tradicionales. El resultado se comparó, obteniendo que los estudiantes, que percibieron que el módulo SPLICE mejoró su comunicación y su aprendizaje activo. (p. 69)

Los resultados fueron apoyados por tamaños de efecto entre medianos y grandes según múltiples índices como es el caso de la d de Cohen = 0.63, g de Hedges = 0.93, δ de Cliff = 0.66.

En términos aplicados, los resultados aportan evidencia útil para la toma de decisiones pedagógicas en la formación policial en criminalística, al haber demostrado consistentemente que las técnicas activas de aprendizaje y evaluación implementadas mejoraron significativamente el desarrollo del pensamiento crítico en el grupo experimental, ofreciendo orientaciones concretas para el diseño de intervenciones formativas más participativas y contextualizadas, y contribuyendo a la mejora del proceso educativo en contextos educativos de similares condiciones.

LA PERCEPCIÓN SOBRE LAS METODOLOGÍAS ACTIVAS

Los hallazgos en el enfoque cualitativo revelaron procesos de profundidad en la transformación mediante la utilización de técnicas activas de aprendizaje y evaluación, donde la triangulación entre la observación directa y las percepciones de los estudiantes fue significativa. Esto se respalda en la investigación expuesta por Reddy et al. (2024), para quienes “los resultados ilustran cómo estos enfoques de aprendizaje activo afectan profundamente a los estudiantes. Mejores resultados académicos, habilidades de pensamiento crítico más sustanciales y una comprensión más completa de los conceptos de ciencia y tecnología” (p. 562).

Se identificó cuatro dimensiones de relevancia. Resulta interesante que la observación externa prevaleció con la participación activa (31.3 %), criterio observado en anteriores estudios que mencionan que “la aplicación de una pedagogía adecuada es la clave para la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, lo que conducirá a la aplicación de los conceptos para resolver problemas técnicos” (Rumayor et al., 2024, p. 45).

Por su parte, la autorregulación (29.2 %), mencionada también por Lakhtakia et al. (2022), refiere que “el aprendizaje autorregulado es un atributo deseable en los estudiantes que inculca el hábito del aprendizaje permanente y es invaluable para los profesionales de la salud, alienta a planificar, implementar y evaluar sus necesidades y resultados de aprendizaje” (p. 2).

Asimismo, los estudiantes apreciaron el trabajo en equipo (30.8 %), datos similares a los de Dominguez (2024): “el trabajo en equipo sistemático fomenta interacciones y enfoques para construir entendimientos más sólidos. Las actividades de modelación promueven la socialización del conocimiento a nivel de equipo y grupo” (p. 2). En tanto, la autonomía (26.9 %) condiciona estrategias de aprendizaje activo, estimulando la autonomía y desarrollando el pensamiento crítico en contextos reales.

La divergencia entre los datos de los observadores y las percepciones de los estudiantes no representó contradicciones y reveló una riqueza multidimensional. Mientras los observadores externos captaron la activación cognitiva de cada individuo y los cambios comportamentales, los estudiantes experimentaron beneficios cooperativos y de autogestión, lo que sugiere que la intervención ejecutada mantuvo múltiples niveles de desarrollo del pensamiento crítico, mostrando la eficacia de la intervención.

Se registró una transformación progresiva: al inicio se evidenció la preparación del participante, panelista, falta fluidez dentro de la intervención, pero a medida que avanzaron las sesiones se

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

observó cambios significativos. Como documentó uno de los observadores del proceso, la contrarréplica es más fluida, demuestra mayor solidez en el argumento e improvisación con su propio conocimiento (O1).

Es destacable su evolución en el pensamiento crítico (O1). Esta observación externa se complementó con evidencias de que los estudiantes siempre actúan y entienden la pregunta antes de elaborar la respuesta (O2); y comprenden y acogen las ideas de los demás grupos; y reconstruyen adecuadamente sus ideas (O2), indicando no solo mayor fluidez sino capacidad de procesamiento crítico en tiempo real. Así lo ampara la siguiente conclusión:

> … la aplicación de VTS (técnicas activas) puede ayudar a los estudiantes a desarrollar el pensamiento crítico, la comunicación y las habilidades de colaboración, como alternativa a la enseñanza tradicional. Tiene el potencial de motivar la participación en el aprendizaje activo. (Choi et al., 2022, p. 1)

Respecto a la perspectiva interna, los estudiantes evidenciaron la transformación por medio de descripciones metacognitivas de sus nuevas estrategias. “Más importante aún, la aplicación de aprendizaje activo permitió a los estudiantes percibir el aprendizaje desde diferentes ángulos (la rúbrica del maestro y los comentarios de sus compañeros), incluido el aspecto de la metacognición” (Hwang et al., 2023, p. 13).

En este contexto, los estudiantes participantes articularon específicos cambios en su aprendizaje: “estar atento a lo que nos dicen, posteriormente, comparar o tomarme el tiempo para reflexionar o analizar” (E4, comunicación personal, 22 de mayo de 2025), así observando una evolución desde lo pasivo hacia el proceso activo de la información. Esta evolución se manifestó también en su preparación: “analizar el tema a utilizar para exponer en ese caso y buscar herramientas” (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025), y en su conciencia del rol protagónico: “Yo principalmente cuando aporto con ideas o pongo mis ideas, y conversando y analizando con los compañeros” (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Los testimonios revelaron que los participantes cambiaron sus comportamientos y desarrollaron conciencia sobre sus procesos educativos. Se identificó que en el desarrollo de la autorregulación surgió un proceso particularmente sofisticado. Lo mencionado está respaldado por estudios que acotaron que:

> … el desarrollo de estrategias de autorregulación mediante la promoción de la cognición (es decir, el aprendizaje) y la metacognición (es decir, aprender a aprender), es un componente importante de este mecanismo de autorregulación, pero a menudo se basa en la retroalimentación. (Lakhtakia et al., 2022, p. 2)

En tal sentido, la retroalimentación constituye una técnica activa de evaluación, abarcando tanto dimensiones de cognición como la esfera emocional de los participantes. A partir de los registros de observación se identificó una evolución desde el reconocimiento de limitaciones hacia la mejora continua del proceso: auto-reconoce sus debilidades del principio y mejora en sus opiniones posteriores (O1) y asume constructivamente el contraargumento y construye las opiniones en base a su conocimiento (O1).

Lo referido resultó relevante por medio de la observación de que la retroalimentación durante la coevaluación y autoevaluación alimentó el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes (O2), esto sugirió que las técnicas de evaluación entre pares midieron el aprendizaje y también se convirtieron en catalizadores en el desarrollo metacognitivo del individuo participante.

Los estudiantes desde su perspectiva desarrollaron habilidades autorregulatorias y conscientes, como describió uno de los participantes: “Para poder mantener mi concentración, dejo todas las distracciones de lado, trató de mantener mi mente en blanco y así pudo tener una mayor concentración y análisis de lo que estaba haciendo” (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

En otros casos, se evidenció que los estudiantes efectuaron enfoques más estructurados: “en actividades de larga duración creo yo que viene siendo muy importante las pausas activas” (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y habilidades de orientación emocional: “me centro en el objetivo específico” (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Las descripciones

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

permitieron percibir que los estudiantes aprendieron técnicas específicas y también desarrollaron comprensión sofisticada de sus procesos emocionales y cognitivos.

Gaspe & Hathiringe (2024) demuestran que:

> … los efectos emocionales positivos de la aplicación de técnicas activas en las creencias motivacionales y las emociones de logro de los estudiantes mejoraron el rendimiento académico. Brindando la oportunidad de desarrollar habilidades de aprendizaje autodirigido y oportunidades para consolidar el conocimiento. (p. 674)

Respecto a la dimensión colaborativa se identificó la evolución notable de las dinámicas grupales en los criterios de los participantes en el desenvolvimiento del aprendizaje colaborativo. Dicho criterio también ha sido mencionado en investigaciones que relatan que "las tareas y proyectos grupales son parte integral del curso y fomentan el aprendizaje entre pares y la tutoría. Esto fomenta un entorno de aprendizaje colaborativo y permite que estudiantes de diversos orígenes aporten perspectivas y conocimientos únicos" (Tsai, 2024, p. 6).

La observación externa registró una progresión clara: mientras inicialmente únicamente dos personas aportan argumentos sobre el tema (O1), las sesiones posteriores mostraron que siempre el grupo es participativo (O2) y complementó la participación en las preguntas a otros grupos (O2). La evolución finalizó con observaciones tales como: coopera dentro del grupo de manera adecuada; el resto del grupo apoya con argumentos (O1), indicando mayor participación, así como una calidad superior a nivel grupal. Los participantes apreciaron la construcción colaborativa de su aprendizaje, como se evidenció en el testimonio: "todos hemos participado de una manera activa dentro de lo que viene siendo la actividad" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

La participación colaborativa se respaldó entonces en procesos delimitados: "reunimos todas las ideas y sacamos una conclusión" (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025), lo que evidenció capacidades de síntesis en el trabajo de grupo. Particularmente interesante fue la emergencia natural de liderazgo colaborativo. Para Indriati et al. (2024) la educación activa "enriquece el aprendizaje más profundo al estimular a los estudiantes a analizar el material críticamente e interactuar entre sí, fomentando así el desarrollo de habilidades de comunicación, liderazgo y resolución de problemas" (p. 27).

Varios estudiantes desempeñaron roles como facilitadores del proceso: "supe organizar a mis compañeros" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y "la contribución mía es ser una líder que quiere decir que yo también a la cabeza ejecuto todo lo que nos toca hacer" (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Los testimonios evidenciaron que las técnicas activas promovieron la participación y habilidades de liderazgo.

Según Moreno & Villoria (2024) "es imperativo comprender el impacto que las transformaciones en la metodología educativa tienen en los estudiantes, así como identificar sus percepciones sobre su participación, nivel de compromiso y logro de objetivos de aprendizaje" (p. 79).

La autonomía representó uno de los logros más representativos en la perspectiva de la formación, hecho respaldado con hallazgos que acotaron que "la participación activa de los estudiantes y la autonomía del alumno solo se pueden garantizar cuando perciben los beneficios de una intervención educativa, tanto en el aprendizaje inmediato como en la mejora del aprendizaje social y académico" (Lakhtakia et al., 2022, p. 2).

Se distinguieron manifestaciones específicas como: siempre toma la iniciativa en la contrarréplica (O2) y durante el debate, siempre el panelista persiste en la resolución de problemas planteados (O1). Estas observaciones se complementaron con evidencias de proactividad: el participante formula preguntas oportunamente (O2) y aporta de forma oportuna (O2), que indican no solo independencia sino criterio para identificar momentos apropiados de intervención.

Los estudiantes desarrollaron una conciencia explícita sobre su gestión independiente del aprendizaje, como evidenció el testimonio: "no hay necesidad de tener una supervisión para hacer el trabajo bien hecho" (E6, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Esta autonomía se manifestó en estrategias organizacionales concretas: "cada que tengo tiempo libre intento organizarme lo mejor posible para poder realizar todas mis tareas y mis proyectos" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y herramientas específicas: "agendas, anoto todo lo

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

que tengo que hacer en el lapso del tiempo que tengo" (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025), además "Tratar de acomodarme con la información que ya está disponible y tratar de investigar un poco más" (E5, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Tales descripciones revelaron que los estudiantes no solo se volvieron más independientes, sino que desarrollaron sistemas personales de gestión académica propios.

EL PENSAMIENTO CRÍTICO DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Las cinco dimensiones desde la perspectiva del modelo Watson-Glaser mostraron un desarrollo equitativo, con énfasis definido, lo cual reflejó fortalezas específicas, desarrolladas por medio de las técnicas activas y evaluación aplicadas. La distribución emergente evidenció que la inferencia representó (25 %) y la evaluación de argumentos (21.2 %), constituyéndose así en las habilidades más consolidadas. El desarrollo de "un lector crítico implica desarrollar habilidades sobre la identificación de patrones de elementos textuales, la distinción entre ideas principales y subordinadas, la evaluación de la credibilidad, el juicio sobre la argumentación de un texto y la producción de inferencias relevantes" (Archila et al., 2024, p. 13).

Los hallazgos también mostraron que la deducción y la interpretación de información alcanzaron un 19.2 %, mientras que el reconocimiento de suposiciones obtuvo un 15.4 %, la dimensión menos representativa del análisis, pero con creciente sofisticación. La habilidad de inferencia se desarrolló desde criterios rigurosos al validar la información obtenida, como se muestra en la descripción: "comprobaría las afirmaciones una con la otra para ver si son afirmaciones reales" (E4, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Se percibió, además, que los sujetos de estudio desarrollaron patrones de evidencia mayormente exigentes, como enunció otro participante: "cuando una persona realiza una afirmación, debe tener algún tipo de respaldo, algún tipo de libro o una fuente en la que haya consultado la información" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Esta evolución hacia la verificación sistemática se complementó con la aplicación consciente del razonamiento lógico del estudiante que menciona: "lo primero que haría es utilizando mi lógica y mi raciocinio" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y la consideración deliberada de múltiples perspectivas: "las diferentes opiniones que tiene la otra persona" (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Los registros evidencian que los estudiantes aprendieron a cuestionar los conocimientos y desarrollaron marcos de análisis crítico, fundamento respaldado por Lakhtakia et al. (2022): "el desarrollo del pensamiento de orden superior se logra mejor a través de la indagación y la investigación, la aplicación del conocimiento a nuevas situaciones y problemas, la producción de ideas y soluciones y la resolución colaborativa de problemas" (p. 11).

La evaluación de los argumentos emergió como una competencia particularmente refinada del estudio, lo cual mostró estrategias integrales de verificación y análisis comparativo. Los estudiantes articularon entonces procesos delimitados: "para decidir si una fuente de información fue confiable, se tendría que verificar la información dentro de otras fuentes" (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) e "investigar profundamente la fuente donde yo extraje información" (E4, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Esta capacidad evaluativa evolucionó hacia habilidades de síntesis más complejas dentro del proceso: "poder así sintetizar una sola respuesta, con base en los documentos" (E6, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y análisis comparativo crítico: "analizar ambos argumentos para sacar lo positivo de ambos" (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Patil et al. (2022) argumentan que la evaluación de argumentos demostró que el nivel de retención de los estudiantes y las habilidades de aprendizaje mejoran como resultado de la aplicación de técnicas activas y evaluación. Las descripciones han sugerido que los participantes desarrollaron capacidades de evaluación y también competencias de integración crítica.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Las habilidades deductivas como las interpretativas revelaron evolución paralela, demostrando razonamientos cada vez más estilizados. Los participantes refirieron procesos deductivos complejos, como se evidencia en uno de sus criterios: “un análisis de hipótesis para llegar a una premisa y se podría decir un hecho real” (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y “sería comprobar todas las ideas y sacar una conclusión concreta la cual pueda exponer” (E4, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). La lógica experiencial aumentó la profundidad a estos conocimientos: “la lógica, basada en más experiencias que hemos tenido algunos” (E3, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Así, la capacidad interpretativa se mostró en estrategias integradoras comprehensivas: “consulto de todas las fuentes abiertas, cerradas o las que tenga a mi alcance para poder llegar a una respuesta” (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y acercamientos adaptativos: “tratar de acomodarme con la información que ya está disponible y tratar de investigar un poco más” (E2, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Archila et al. (2024) conciben a la inferencia como la habilidad de deducir información implícita a partir de elementos explícitos en un texto, permitiendo al lector crítico construir significados más profundos y conectarlos con su conocimiento.

También desarrollaron enfoques sistemáticos para el procesamiento reflexivo de su pensamiento: “me tomo el tiempo para tener una idea concreta a base de lo que me preguntan” (E4, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). El reconocimiento de suposiciones, aunque figuró como la menor frecuencia, ayudó a mostrar sofisticación y evolución de criterios de confirmación más robustos. Los participantes desarrollaron habilidades concretas al identificar la información dudosa: “investigar y verificar si la información que me está dando esa persona es verdadera y apoyar esa idea” (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025) y mostrando capacidades de autocorrección: “tratar de repararlo o modificarlo bien” (E6, comunicación personal, 22 de mayo de 2025).

Particularmente fue relevante el desarrollo de criterios de verificación mayormente proactivos: “cuando no entiendo completamente la información que se me está brindando, le preguntaré al profesor si puede volver a explicar” (E1, comunicación personal, 22 de mayo de 2025). Esto se respaldó con el criterio que al momento de identificar afirmaciones o ideas el estudiante piensa si una suposición es válida y lógicamente justificable (Alarcón et al., 2024). Estos testimonios revelaron que los estudiantes no solo aprendieron a identificar suposiciones, sino que desarrollaron protocolos específicos para manejar la incertidumbre epistemológica.

La afinidad de evidencias cuantitativas y cualitativas corroboró que las técnicas activas de aprendizaje forjaron evoluciones tanto medibles como es el caso de 1.67 puntos de mejora con efecto grande d=0.83, como cualitativamente representativas en la aproximación de los participantes al conocimiento.

Los estudiantes evolucionaron de un rol pasivo a participativo, al desarrollar habilidades individuales en la autorregulación y el pensamiento crítico; resultados concomitantes con los MacKenzie et al. (2024), quienes reconocen “la necesidad de mejorar el aprendizaje activo y la participación de los estudiantes para mejorar la experiencia de aprendizaje y los resultados del aprendizaje. Se ha demostrado una eficacia educativa mejor arando el aprendizaje y fomentando el pensamiento crítico” (p. 2).

Por lo tanto, se desarrollaron competencias colaborativas en el trabajo colectivo, así como en el desarrollo de argumentos. La diferencia en perspectivas entre los observadores y los estudiantes sugirió que las técnicas activas y evaluación maximizan el desarrollo tanto personal como social del pensamiento crítico, al crear un ecosistema de aprendizaje donde las competencias cognitivas superiores emergen a través de la interacción reflexiva y el análisis.

CONCLUSIONES

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Las técnicas activas de aprendizaje y evaluación generaron un desarrollo significativo del pensamiento crítico en los estudiantes de Criminalística del ISUPOL, aportando evidencia empírica en un contexto de formación policial poco explorado. La intervención se basó en investigación colaborativa, debate estructurado, autoevaluación y coevaluación, y permitió fortalecer las dimensiones de inferencia y evaluación de argumentos del modelo Watson-Glaser. Estos hallazgos coinciden con los de Bates et al. (2024), al demostrar que el aprendizaje activo permitió abordar sesgos cognitivos; con los de Gaspe & Hathiringe (2024) respecto a la influencia del enfoque constructivista; con los de Hwang et al. (2023) sobre el pensamiento crítico como proceso de análisis sistemático; y con los de İlhan et al. (2023), quienes señalaron que estas estrategias promueven la autorregulación y reflexión crítica.

Los datos cualitativos complementaron los cuantitativos, evidenciando que la intervención facilitó el desempeño individual y colaborativo, promoviendo participación, autorregulación y reflexión crítica. Los participantes percibieron beneficios grupales, mientras que los observadores externos evidenciaron una elevada actividad individual. El uso de técnicas activas y evaluación fomentó habilidades individuales y grupales articuladas con el pensamiento crítico.

Aunque el estudio presenta limitaciones relacionadas con el tamaño muestral, el diseño cuasiexperimental y la duración de la intervención, los resultados amplían la evidencia existente y confirman que la intervención facilitó la integración entre conocimiento teórico y práctica profesional, en concordancia con lo propuesto por Choi et al. (2022), al sostener que estas prácticas conectan el conocimiento teórico y la práctica.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES: Los autores declaran que no existen relaciones personales, profesionales ni financieras, distintas a las aquí mencionadas, que pudieran influir de manera inapropiada en la elaboración del presente manuscrito. No obstante, se comunica que el segundo autor mantiene un vínculo laboral con la Policía Nacional, institución a la cual pertenece el centro donde se realizó el estudio. Si bien el autor no trabaja directamente en dicha unidad específica, ni tuvo injerencia en los procesos administrativos del lugar, se informa esta relación por transparencia, dado que podría interpretarse como un potencial conflicto de intereses institucional. Los autores manifiestan que este vínculo no influyó en el diseño, desarrollo, análisis, ni interpretación de los resultados del estudio.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES Y AGRADECIMIENTOS: A continuación, se menciona la contribución de cada autor/a, utilizando la Taxonomía CRediT.

- Patricio David Mena Sevilla: Autor principal, Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Recursos, Validación, Visualización, Redacción - borrador original, Redacción.
- Carlos Julio Castro Angos: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Recursos, Validación, Visualización, Redacción - borrador original, Redacción.
- Miguel Ángel Herrera Pavo: Análisis formal, revisión y edición.

Los autores agradecen el apoyo brindado por el ISUPOL (Instituto Superior de la Policía, Ecuador), que brindaron la apertura para realizar el estudio en sus instalaciones.

DECLARACIÓN DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA: Los autores declaran que la investigación fue autorizada formalmente por las autoridades de la institución donde se desarrolló el estudio, cumpliendo los procedimientos internos establecidos para la realización de actividades de investigación. En relación con la aprobación de un Comité de Ética, se informa que para este estudio no se obtuvo dictamen de un Comité de Ética institucional, ya que el proceso de autorización se gestionó directamente a través de las autoridades responsables. Los autores aseguran que, durante toda la investigación, se cumplieron los principios éticos fundamentales: voluntariedad, consentimiento informado, confidencialidad y resguardo de la información de las personas participantes.

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS: El autor o autores declaran que los datos utilizados en la investigación ejecutada se encuentran disponibles y sin restricciones de acceso para ser analizados por los interesados, en el repositorio https://n9.cl/o7pm2e

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcon, J. L. P., Bahian, M. A., Loyloy, L. M., Nonan, K. R. G., Nonan, K. T. G., Sacupayo, G. L. B., Sayson, R. S. J., & Wayas, K. J. B. (2024). Measuring the Level of Critical Thinking Ability of the Students Using Watson – Glaser Appraisal. *International Journal*, *2*(4), 1528-1536. https://doi.org/10.17613/8cpg-4n19

Archila, P., Ortiz, B., & de Mejía, A. (2024). Beyond the Passive Absorption of Information: Engaging Students in the Critical Reading of Scientific Articles. *Science & Education*, *34*, 2189-2223. https://doi.org/10.1007/s11191-024-00507-1

Arif, R. N. H. (2024). Assessment of Critical Thinking Ability in Science Learning Using Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA). *ARRUS Journal of Social Sciences and Humanities*, *4*(2), 270-275. https://doi.org/10.35877/soshum2599

Aston, K. J. (2023). 'Why is this hard, to have critical thinking?' Exploring the factors affecting critical thinking with international higher education students. *Active Learning in Higher Education*, *25*(3), 537-550. https://doi.org/10.1177/14697874231168341

Bates, J., Cheng, S., Ferris, M., & Wang, X. (2024). Cultivating Critical Thinking Skills: A Pedagogical Study in a Business Statistics Course. *Journal of Statistics and Data Science Education*, *33*(2), 166-176. https://doi.org/10.1080/26939169.2024.2394534

Blewitt, C., O'Connor, A., Morris, H., Mousa, A., Bergmeier, H., Nolan, A., Jackson, K., Barrett, H., & Skouteris, H. (2020). Do Curriculum-Based Social and Emotional Learning Programs in Early Childhood Education and Care Strengthen Teacher Outcomes? A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(3), 1-23. https://doi.org/10.3390/ijerph17031049

Choi, J., Lee, S. E., Choi, S., Kang, B., Kim, S. H., Bae, J., Tate, J. A., & Son, Y. J. (2022). Integration of visual thinking strategies to undergraduate health assessment course: A mixed-method feasibility study. *Nurse Education Today*, *113*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105374

Dominguez, A. (2024). Teaching dynamics to enhance critical thinking and knowledge socialization in the mathematics classroom. *Frontiers in Education*, *9*, 1-9. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1388720

Dori, Y. J., & Lavi, R. (2023). Teaching and Assessing Thinking Skills and Applying Educational Technologies in Higher Education. *Journal of Science Education and Technology*, *32*(6), 773-777. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10072-x

Gaspe, G. M. S. M., & Hathiringe, I. P. (2024). Using case-based learning to enhance students' performance in mechanical engineering undergraduates. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, *53*(4), 861-880. https://doi.org/10.1177/03064190241258437

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Hwang, G. J., Zou, D., & Wu, Y. X. (2023). Learning by storytelling and critiquing: A peer assessment-enhanced digital storytelling approach to promoting young students' information literacy, self-efficacy, and critical thinking awareness. *Educational Technology Research and Development*, *71*(3), 1079-1103. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10184-y

İlhan, A., Pocan, S., & Aslaner, R. (2023). Microteaching and Peer Assessment in Mathematics Teaching Practice A journal of educational research and practice. *Brock Education*, *32*(2), 29-57. https://doi.org/10.26522/brocked.v32i2.992

Indriati, L., Mai, N., & Yeen-Ju, H. T. (2024). Enhancing Authentic Assessment in Large-Class Design Education Through Authentic Project-Based Learning. *International Journal of*

SciELO Preprints - Este documento es un preprint y su situación actual está disponible en: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15405

Learning, Teaching and Educational Research, *23*(9), 432-452. https://doi.org/10.26803/ijlter.23.9.22

Kadrija, R., Shatri, Z. G., Haxhijaha, E., & Mulliqi, S. (2023). The Impact of Critical Thinking on How Learning Outcomes are Evaluated in Primary Schools. *Journal of Educational and Social Research*, *13*(4), 302-310. https://doi.org/10.36941/jesr-2023-0110

Kryucheva, Y., & Tolstoukhova, I. (2023). Formas modernas de aprendizagem como meio de melhorar a atividade cognitiva dos estudantes. *Nuances*, *34*, 1-15. https://doi.org/10.32930/nuances.v34i00.9963

Lakhtakia, R., Otaki, F., Alsuwaidi, L., & Zary, N. (2022). Assessment as Learning in Medical Education: Feasibility and Perceived Impact of Student-Generated Formative Assessments. *JMIR Medical Education*, *8*(3), 1-14. https://doi.org/10.2196/35820

MacKenzie, I., Parsons, K., & Lee, Y. P. (2024). Escape rooms in pharmacy education: More than just a game. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, *16*(12), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.cptl.2024.102201

Moreno, E., & Villoria, J. (2024). Percepción de los estudiantes del grado en Educación Infantil sobre el modelo de enseñanza-aprendizaje "flipped classroom". *Etic@net*, *24*(1), 74-90. https://doi.org/10.30827/eticanet.v24i1.30147

Patil, A., Mane, D., & Shinde, N. (2022). Incorporating Visualization Tools and Active Learning Approach for Programming Courses. *Journal of Engineering Education Transformations*, *35*(1), 92-102. https://doi.org/10.16920/jeet/2022/v35i0/167894

Reddy, S. N., Pathlavath, M., Narsareddygari, S., & Naik, S. M. (2024). Investigating The Transformative Effects of Active Learning Methodologies in The Field of Engineering Education to Improve Learning Outcomes in Students by Unleashing Their Potential. *Journal of Engineering Education Transformations*, *37*(2), 562-567. https://doi.org/10.16920/jeet/2024/v37is2/24088

Rumayor, M., Margallo, M., Pinedo, J., & Albo, J. (2024). Learning by doing using the Life Cycle Assessment tool: LCA projects in collaboration with industries. *Education for Chemical Engineers*, *48*, 44-52. https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.05.002

Sanad, A., El-Sayed, S., Bassuni, E., & Ahmed, K. (2023). Effect of Team Based Learning on Classroom Engagement, Critical thinking dispositions And Academic Achievement of Nursing Students Enrolled in Principle of Nursing Research Course. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, *30*(7), 222-237. https://doi.org/10.47750/jptcp.2023.30.07.027

Surapaneni, K. M. (2024). Innovative Self-directed, Problem-oriented, Lifelong learning, Integrated Clinical case Exercise (SPLICE) modules promote critical thinking skills, early clinical exposure, and contextual learning among first professional-year medical Students. *Advances in Physiology Education*, *48*(1), 69-79. https://doi.org/10.1152/advan.00211.2023

Tsai, Y. C. (2024). Empowering students through active learning in educational big data analytics. *Smart Learning Environments*, *11*(1), 1-21. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00300-1

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia Creative Commons CC-BY.
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.