REBE. Revista Boliviana de Educación/ https://revistarebe.org
Volumen 8, N° 17 / septiembre-diciembre 2026 /ISSN: 2710 - 0537 / pp. 1-15
https://doi.org/10.33996/rebe.v8i17.2

Artículo de investigación

Desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física universitaria ecuatoriana

Development of Cognitive and Metacognitive Competencies in Ecuadorian University Physics Education

Hirám Hernández Ramos
hiram03021@gmail.com
Leobel Morell Pérez
lmorell@uea.edu.ec
Jorge Luis Alba Rojas
jalba@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador

Recibido: 06 de agosto 2026 **/ Aceptado:** 09 de octubre 2026 **/ Publicado:** 30 de octubre 2026

Resumen

Introducción: El aprendizaje de la Física universitaria exige procesos de pensamiento que trasciendan la memorización. **Objetivo:** Analizar el desarrollo de las competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física en estudiantes de primer año de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador. **Método:** El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, no experimental y correlacional, donde 132 estudiantes contestaron un cuestionario. **Resultados:** Los hallazgos indicaron un desarrollo moderado de las competencias cognitivas, con una media de 3.48 puntos y un predominio del nivel casi siempre en ambas dimensiones (43.18 % y 46.97 %). Además, se encontró una correlación positiva, moderada y significativa entre ambas competencias (Rho = 0,617; p = 0,000), con un 38.1 % de varianza compartida. **Conclusión:** Ambas competencias alcanzaron un desarrollo moderado, con debilidades en la evaluación y la transferencia, donde su enseñanza requiere instrucción de estrategias autorregulatorias.

Palabras clave: Aprendizaje; Enseñanza superior; Física; Metacognición; Resolución de problemas.

Abstract

Introduction: Learning university-level Physics requires cognitive processes that extend beyond memorization. **Objective:** To analyze the development of cognitive and metacognitive competencies in Physics instruction among first-year Agricultural Engineering students at the Universidad Estatal Amazónica in Ecuador. **Method:** The study adopted a quantitative, non-experimental, correlational design in which 132 students completed a questionnaire. **Results:**

The findings indicated a moderate development of cognitive competencies, with a mean score of 3.48 points and a predominance of the almost always level in both dimensions (43.18% and 46.97%). In addition, a positive, moderate, and statistically significant correlation was found between both competencies (Rho = 0.617; p = 0.000), with 38.1% shared variance. **Conclusion:** Both competencies exhibited a moderate level of development, with weaknesses in evaluation and transfer; therefore, their instruction requires the teaching of self-regulatory strategies.

Keywords: Learning; Higher Education; Physics; Metacognition; Problem Solving.

Introducción

La educación superior afronta el desafío de preparar profesionales capaces de razonar con profundidad ante problemas que exigen más que la recuperación de contenidos memorizados. En el marco de la educación científica contemporánea, el pensamiento de orden superior concentra el interés de investigadores y organismos, pues abarca habilidades como el análisis, la evaluación y la creación de ideas propias (Sun et al., 2022). A este interés se une la delimitación de sus componentes formativos, dado que estudios recientes precisan dimensiones e indicadores para conceptualizar y valorar ese tipo de pensamiento en distintos niveles educativos (Liu et al., 2024). Desde esta óptica, las competencias cognitivas constituyen un eje del perfil de egreso universitario, porque sostienen el desempeño académico y laboral de los futuros profesionales (Vargas et al., 2024). Ante este panorama, su desarrollo deliberado se convierte en una prioridad institucional.

En relación con lo anterior, la metacognición es prioridad entre los procesos que sostienen ese pensamiento avanzado. Desde el enfoque de la psicología cognitiva, el constructo abarca el conocimiento sobre la propia cognición y la regulación que la persona ejerce sobre su estudio, con fases de planificación, monitoreo y evaluación (Krieger et al., 2022). La literatura describe, además, niveles de conciencia que trascienden al sujeto individual, porque la autorregulación se activa en interacción con los pares y con el entorno de aprendizaje (Çini et al., 2023). En sintonía con lo expuesto, la evidencia señala que la metacognición inicial predice el rendimiento académico posterior en varias etapas formativas (He et al., 2024). Estos estudios sitúan a la dimensión metacognitiva como una palanca educativa de primer orden, cuya evaluación temprana permite anticipar trayectorias exitosas.

En el terreno de la Física, tales procesos revisten especial relevancia, porque la disciplina exige razonamiento abstracto, traducción entre representaciones matemáticas y comprensión conceptual de fenómenos. La investigación con estudiantes universitarios de ciencias e ingeniería documenta concepciones alternativas que dificultan la interpretación de los contenidos mecánicos (Bahtaji, 2023). A esta limitación se une la fragilidad de los vínculos entre los conceptos físicos y sus expresiones matemáticas, conexión como fuente de desconexión conceptual incluso en cursos avanzados (Riihiluoma et al., 2024). Frente a esta problemática, las propuestas didácticas que

combinan el razonamiento conceptual con el cuantitativo obtienen mejores desempeños que las centradas en cálculos algorítmicos (Justice et al., 2025). De este modo, la formación física universitaria reclama métodos que promuevan la reflexión sobre el propio pensamiento y no la mera repetición de procedimientos memorizados.

En esta línea, la dimensión metacognitiva aparece como un diferenciador entre estudiantes expertos y novatos durante la resolución de problemas físicos. Investigaciones con protocolos de pensamiento en voz alta muestran que la mayoría de los alumnos actúan de manera novata, con carencias en el conocimiento y en el monitoreo metacognitivo (Dulger y Ogan, 2025). Sumado a lo anterior, las intervenciones con ingenieros de primer año confirman la posibilidad de promover la resolución metacognitiva de problemas entre universitarios sin preparación matemática avanzada (Follmer et al., 2026). No menos importante, la autorregulación llega de la escuela secundaria a la universidad en niveles subóptimos y afecta el ajuste académico posterior (Sáez et al., 2023). En el contexto ecuatoriano, el estudiante percibe insuficiencias en su formación cognitiva de orden superior, un vacío que compromete su preparación profesional (Zarraga y Cerpa, 2023).

Ante este escenario, la situación de la Universidad Estatal Amazónica reclamaba un diagnóstico riguroso. Los estudiantes de primer año de Ingeniería Agropecuaria llegan a la asignatura de Física con bases conceptuales diversas, dependencia de fórmulas memorizadas y escasa organización de su estudio, un cuadro que produce desempeños irregulares. La problemática cobra mayor fuerza en la Amazonía ecuatoriana, donde la diversidad de procedencias amplía las diferencias de partida. Entre las causas destacan la enseñanza expositiva centrada en ejercicios repetitivos, la evaluación reproductiva y la ausencia de instrucción en estrategias cognitivas y metacognitivas. La situación ideal implicaría alumnos que comprendan, planifiquen, monitoreen y evalúen su aprendizaje. Por ello, esta investigación respondió a dos preguntas: ¿qué nivel de desarrollo presentan las competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física en estos universitarios? y ¿qué relación existe entre ambas competencias?

Un estudio en este sentido contribuiría a reducir la distancia entre las demandas formativas de la Física universitaria y las prácticas de aprendizaje de los estudiantes amazónicos, porque ofrecería una base empírica local para decisiones docentes fundamentadas. Los resultados servirán a los profesores de la asignatura para jerarquizar contenidos, seleccionar métodos activos y diseñar acompañamientos ajustados al perfil estudiantil; a la carrera de Ingeniería Agropecuaria le aportará insumos curriculares, y a la región un horizonte de equidad educativa con evidencia científica. Con base en lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue analizar el desarrollo de las competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física en estudiantes de primer año de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador.

Método

En cuanto al diseño, esta investigación se adscribió al enfoque cuantitativo mediante un estudio no experimental, de alcance descriptivo y correlacional, con corte transversal. Se observó las variables tal como ocurrieron en su contexto natural, sin manipulación de condiciones, con el propósito de describir los niveles de desarrollo y examinar la asociación entre las dos dimensiones. El encuadre correspondió a un diagnóstico puntual durante un único período lectivo, opción pertinente para capturar el estado de las competencias en un momento determinado. Esta decisión permitió comparar los resultados con investigaciones internacionales de carácter descriptivo-correlacional y dejó una línea base para estudios longitudinales futuros. La unidad de análisis fue el estudiante matriculado en la asignatura de Física del primer nivel de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica, con sede en Puyo, Pastaza, Ecuador.

Respecto a los participantes, la población comprendió 156 estudiantes matriculados en tres paralelos de la asignatura de Física del primer nivel de Ingeniería Agropecuaria durante el período académico mayo-octubre de 2025. El muestreo obedeció a un criterio censal. Los criterios de inclusión comprendieron pertenecer al primer nivel, cursar la asignatura, asistir con regularidad a las sesiones y firmar el consentimiento informado.

El estudio excluyó a los estudiantes que abandonaron el curso durante la recolección de datos y a quienes entregaron cuestionarios incompletos o con patrones de respuesta uniformes. La muestra final abarcó 132 estudiantes, equivalentes al 84.62 % de la población. La mayoría fueron hombres (63.64 %), la edad promedio llegó a 18.6 años (DE = 1.1) y el 71.21 % procedía de provincias amazónicas, con predominio de Morona Santiago (38.64 %) y Pastaza (18.18 %).

En lo relativo a los instrumentos, los datos provinieron de un cuestionario ad hoc denominado Cuestionario de Competencias Cognitivas y Metacognitivas en el Aprendizaje de la Física. El instrumento agrupó 24 ítems distribuidos en dos dimensiones: la cognitiva, con 12 ítems sobre comprensión conceptual, razonamiento cuantitativo, aplicación y transferencia de contenidos; y la metacognitiva, con 12 ítems sobre planificación, monitoreo y evaluación del propio aprendizaje.

Las respuestas adoptaron una escala tipo Likert de cinco opciones (Nunca = 1, Casi nunca = 2, A veces = 3, Casi siempre = 4, Siempre = 5), de modo que puntuaciones mayores reflejaron un mayor desarrollo de la competencia. El apartado cognitivo contuvo afirmaciones como “reconozco los conceptos antes de iniciar los ejercicios” y el metacognitivo formuló ítems como “reflexiono sobre la eficacia de mis estrategias y las ajusto”.

Con respecto a las evidencias de validez y confiabilidad, la validez de contenido descansó en el juicio de cinco expertos, doctores en enseñanza de las ciencias, física y psicología educativa, quienes revisaron pertinencia, claridad y coherencia de cada ítem; el coeficiente V de Aiken promedio alcanzó 0.86, sin ítems por debajo de 0.80. Con esa base, se pilotó el cuestionario con 35 estudiantes de una cohorte anterior de la misma carrera, ajenos a la muestra definitiva. La confiabilidad, calculada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, llegó a 0.86 para la dimensión cognitiva, a 0.89 para la metacognitiva y a 0.91 para la escala completa, valores que superan el criterio de 0.70 y permiten interpretar las puntuaciones con garantías de consistencia interna. Cada aplicación demandó 20 minutos y no generó costos ni riesgos para los participantes.

El trabajo de campo ocurrió durante noviembre de 2025, previa autorización de la dirección de la carrera y de los docentes de la asignatura. Se aplicó el cuestionario en las aulas, dentro de horarios regulares de clase y bajo condiciones semejantes de aplicación. Los estudiantes contaron con 20 minutos y recibieron instrucciones escritas sobre el carácter anónimo y confidencial de sus respuestas.

La participación resultó voluntaria, sin consecuencia académica alguna, y cada cuestionario llevó un código que aseguró el anonimato durante el procesamiento. De los 156 matriculados, 141 firmaron el consentimiento informado; 9 instrumentos quedaron fuera del análisis por incompletos o inconsistentes, de manera que la base final agregó 132 casos codificados en una matriz numérica lista para el análisis estadístico. Ningún formulario permitió la identificación personal, pues los códigos reemplazaron a los nombres durante el vaciado de datos.

El procesamiento comprendió dos planos. En el plano descriptivo, el análisis calculó frecuencias, porcentajes, porcentaje acumulado, medias y desviaciones estándar para cada dimensión, y clasificó a los estudiantes en cinco niveles según el promedio de ítems: Nunca (1.00-1.80), Casi nunca (1.81-2.60), A veces (2.61-3.40), Casi siempre (3.41-4.20) y Siempre (4.21-5.00). En el plano inferencial, la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors evaluó la hipótesis nula de normalidad de las puntuaciones, contraste pertinente por la naturaleza de los datos y el tamaño muestral; el contraste fue bilateral, con un nivel de significación de 0.05. El rechazo de la hipótesis de normalidad condujo a la elección de estadística no paramétrica de Rho de Spearman, también bilateral, que midió la correlación entre dimensiones y la prueba U de Mann-Whitney comparó los resultados por sexo. El procesamiento utilizó el programa SPSS, versión 27.

La investigación respetó los principios de la Declaración de Helsinki y la normativa ecuatoriana vigente sobre investigación con seres humanos. El Comité de Ética de Investigación de la Universidad Estatal Amazónica revisó y aprobó el protocolo, con el registro correspondiente en la oficina institucional de investigación. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado que explicó los objetivos del

estudio, el carácter voluntario de la participación, la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin perjuicio académico y la garantía de anonimato y confidencialidad en el tratamiento de los datos. El cuestionario excluyó datos sensibles y los resultados aparecen agregados, sin identificación individual. Ningún estudiante recibió incentivos económicos, de modo que la posible coacción desapareció del proceso. Los autores declaran la ausencia de conflictos de interés en todas las fases del estudio.

Resultados

A continuación, este apartado expone los resultados del estudio, organizados en función de las preguntas de investigación. La exposición describe la distribución de los estudiantes por niveles de desarrollo en la dimensión cognitiva y en la metacognitiva, junto con los estadísticos descriptivos de ambas escalas y la contrastación de la normalidad de las puntuaciones, base para la selección de las pruebas inferenciales. Además, se presenta el análisis correlacional entre las dos competencias y la comparación por sexo, con sus respectivos valores estadísticos. Se recogen la información cuantitativa esencial y se ofrece la lectura de las tendencias.

En esta línea, la Tabla 1 concentra la distribución de frecuencias, porcentajes y porcentaje acumulado de los estudiantes según el nivel alcanzado en la dimensión cognitiva del cuestionario aplicado. Se parte del nivel superior de la escala y avanza hasta la categoría inferior, con un renglón final de totales que facilita la verificación de la muestra analizada. Cada renglón vincula la categoría verbal de la escala Likert con su frecuencia absoluta, con su peso porcentual sobre los 132 participantes y con el acumulado progresivo, información que permite apreciar la densidad del grupo en cada franja de desempeño y anticipar la forma de la distribución.

Tabla 1. *Niveles de desarrollo de las competencias cognitivas en los estudiantes.*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Siempre	19	14.39	14.39
Casi siempre	57	43.18	57.58
A veces	47	35.61	93.18
Casi nunca	9	6.82	100.00
Nunca	0	0.00	100.00
Total	**132**	**100.00**	**100.00**

Los resultados descritos en la Tabla 1 indican un desarrollo moderado de las competencias cognitivas. La categoría casi siempre agrupó a la mayor proporción de estudiantes, seguida del nivel a veces, y apenas una minoría alcanzó el desempeño estable que representa la opción siempre; ningún participante se ubicó en nunca. El promedio de la dimensión llegó a 3.48 puntos (DE = 0.81). Los ítems con mayor acuerdo

correspondieron a la comprensión de conceptos y a la aplicación de fórmulas en ejercicios guiados; las respuestas más débiles aparecieron en la transferencia de lo aprendido a situaciones nuevas y en el análisis crítico de los resultados obtenidos, componentes superiores del razonamiento físico. Esta jerarquía de acuerdos esboza un aprendizaje dependiente de la guía docente, con autonomía cognitiva en construcción. La ausencia de casos en el nivel inferior respalda esa lectura intermedia.

De igual manera, la Tabla 2 reúne la distribución de los estudiantes según los niveles alcanzados en la dimensión metacognitiva, segunda componente del instrumento aplicado. Se conserva la estructura de la tabla anterior, con frecuencias absolutas, porcentajes y porcentaje acumulado para cada categoría de la escala Likert, desde la opción siempre hasta la opción nunca, además del renglón de totales. Este formato facilita la lectura comparada de ambas dimensiones y la identificación de los puntos de inflexión del perfil metacognitivo del grupo.

Tabla 2. *Niveles de desarrollo de las competencias metacognitivas en los estudiantes.*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Siempre	26	19.70	19.70
Casi siempre	62	46.97	66.67
A veces	37	28.03	94.70
Casi nunca	7	5.30	100.00
Nunca	0	0.00	100.00
TOTAL	**132**	**100.00**	**100.00**

Como se aprecia en la Tabla 2, la dimensión metacognitiva alcanzó un perfil algo superior al cognitivo. La categoría casi siempre concentró a cerca de la mitad del grupo y la opción siempre sumó una quinta parte, de manera que dos tercios de los estudiantes se situaron en los dos niveles más altos; el promedio llegó a 3.61 puntos (DE = 0.76). Los ítems de planificación del estudio registraron los acuerdos más altos, seguidos del monitoreo de la comprensión durante la resolución de problemas; la evaluación retrospectiva de las estrategias propias obtuvo los valores menores del cuestionario. Con todo, la proporción reunida en los niveles a veces y casi nunca, cercana a la tercera parte del grupo, advierte sobre procesos regulatorios aún frágiles.

En cuanto a la naturaleza de las puntuaciones, la Tabla 3 resume los estadísticos descriptivos completos de las dos dimensiones del cuestionario y el resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov aplicada a cada escala. La tabla acompaña las medias y las desviaciones estándar con los índices de asimetría y de curtosis, medidas que describen la forma de las distribuciones empíricas. Junto a ellos aparecen también el estadístico de contraste, los grados de libertad y la significación bilateral obtenida, valores que fundamentan la elección del tratamiento inferencial posterior. Esta

presentación concentra la información psicométrica esencial del estudio. El análisis de la normalidad constituye un paso previo obligatorio para decidir entre la estadística paramétrica y la no paramétrica en el plano correlacional del estudio.

Tabla 3. *Estadísticos descriptivos y prueba de normalidad de las dimensiones.*

Dimensión	Media	DE	Asimetría	Curtosis	K-S	gl	Sig.
Cognitiva	3.48	0.81	-0.42	-0.31	0.096	132	0.008
Metacognitiva	3.61	0.76	-0.55	-0.18	0.089	132	0.019

Los valores de la Tabla 3 confirman medias cercanas al nivel casi siempre, con dispersión moderada y asimetrías negativas leves que reflejan la concentración de puntuaciones en la mitad superior de la escala. La curtosis próxima a cero descarta distribuciones muy puntiagudas o aplanadas en las dos dimensiones. La significación de ambos contrastes de normalidad quedó por debajo de 0.05, de modo que el estudio rechazó la hipótesis de distribución normal. Con esa base, se eligió pruebas no paramétricas para el plano inferencial, decisión coherente con la naturaleza ordinal de la escala aplicada y con el tamaño muestral disponible.

En consecuencia, la Tabla 4 expone el resultado de la correlación Rho de Spearman entre las dimensiones cognitiva y metacognitiva, calculada bajo contraste bilateral con un nivel de significación de 0.05 y una muestra de 132 participantes. Se acompaña el coeficiente con su significación exacta y con el intervalo de confianza del 95 %, elementos que la literatura metodológica exige para la interpretación de magnitudes correlacionales. Junto al análisis de asociación, el estudio exploró la uniformidad del perfil en función del sexo mediante la prueba U de Mann-Whitney, cuyos estadísticos aparecen en el texto que sigue la tabla. Esta verificación inferencial responde a la segunda pregunta de investigación.

Tabla 4. *Correlación entre las competencias cognitivas y metacognitivas según la Rho de Spearman.*

Relación	Rho de Spearman	Sig. (bilateral)	IC 95 %
Cognitiva - Metacognitiva	0.617	0.000	[0.500, 0.713]

La Rho de Spearman alcanzó 0.617 (p = 0.000; IC 95 % [0.500, 0.713]), coeficiente que expresó una relación positiva, moderada y significativa, con un 38.1 % de varianza compartida entre ambas competencias. La magnitud detectada ubica la asociación en el rango moderado del baremo clásico de referencia y aparta la lectura de vínculos triviales entre los dos constructos. El intervalo de confianza excluye valores próximos al cero y respalda la estabilidad del coeficiente obtenido. La comparación por sexo no arrojó diferencias significativas ni en la dimensión cognitiva (U = 1978.000; p = 0.857) ni en la metacognitiva (U = 1836.500; p = 0.396), lo que denota un desarrollo uniforme del perfil cognitivo-metacognitivo en el grupo analizado.

Discusión

En respuesta a la primera pregunta de investigación, las competencias cognitivas alcanzaron un desarrollo moderado, con una media de 3.48 puntos y un 57.58 % del grupo en los dos niveles superiores de la escala. En el contexto ecuatoriano, ese perfil se alinea con lo obtenido por Zumárraga y Cevallos (2022), quienes en un estudio con 788 universitarios de Quito mostraron que los recursos personales y autorreguladores influyen sobre el desempeño académico sin alcanzar niveles óptimos. El resultado coincide, además, con la evidencia internacional descrita por Kennedy y Arendale (2023), que vincularon el empleo de estrategias metacognitivas específicas con mejores calificaciones en exámenes universitarios. En la misma dirección, Musullulu et al. (2025) en un trabajo con estudiantes españoles concluyeron que el control cognitivo y la conciencia metacognitiva explican parte del promedio académico, por lo que fortalecer estos procesos trae beneficios observables.

Asimismo, una lectura por componentes matizó ese panorama favorable, dado que los acuerdos mayores aparecieron en la comprensión conceptual y en la aplicación de fórmulas guiadas, en tanto la transferencia y el análisis crítico concentraron los puntajes menores. Ese patrón guarda relación con la evidencia presentada por Morphew (2024) sobre estudiantes de STEM con bajo rendimiento, quienes tienden a sobrestimar sus destrezas y fallan en el monitoreo fino de su preparación. Lee y Boo (2022) por su parte, al estudiar los estilos de enseñanza aportan una explicación plausible donde los docentes que priorizan la transmisión y el ejercicio repetitivo obtienen alumnos con menor interés y desempeño, un efecto que limita el desarrollo del pensamiento de orden superior. Por tanto, la debilidad transferencial detectada parece responder más a oportunidades instruccionales escasas que a una incapacidad del estudiante amazónico.

En la dimensión metacognitiva, el predominio del nivel casi siempre (46.97 %) y la media de 3.61 reprodujeron tendencias internacionales. La instrucción metacognitiva examinada por Khurram (2023), elevó la conciencia y el uso de estrategias de lectura entre universitarios, lo que confirma la sensibilidad de este dominio a la enseñanza deliberada. Huang et al. (2022) en estudio con ciencias de la vida en entornos digitales, asoció el monitoreo metacognitivo y la autoeficacia con una autorregulación más sólida del aprendizaje universitario. De igual modo, el análisis de Tuononen et al. (2023) con 462 estudiantes finlandeses halló que el conocimiento sobre la propia cognición se valora por encima de la regulación efectiva, lo que se corresponde con el perfil aquí obtenido, donde planificar resulta más accesible que evaluar. La coincidencia entre fuentes de distinta tradición educativa respalda la pertenencia del perfil metacognitivo descrito.

Unido a esto, la debilidad relativa de la evaluación retrospectiva merece atención particular. Geraci et al. (2023) en investigación sobre predicción de calificaciones

documentaron errores metacognitivos recurrentes en el aula, pues la variabilidad del desempeño previo degrada la exactitud con que los estudiantes anticipan sus resultados. Con docentes de física en formación, el planteo de problemas no rutinarios descrito por (Kaya y Çildir, 2026), también exhibió estrategias metacognitivas desiguales, concentradas en la planificación y débiles en la verificación del propio proceso. Estos antecedentes, junto con los datos amazónicos, indican que la fase evaluativa constituye el eslabón menos desarrollado de la cadena metacognitiva, incluso en poblaciones con alta formación disciplinar, por lo que las intervenciones deben dirigir su esfuerzo a la reflexión posterior a la tarea.

De igual manera, la correlación positiva, moderada y significativa entre ambas competencias (rho = 0.617) constituyó el resultado central del plano inferencial. Este resultado ratifica la evidencia internacional presentada por Li et al. (2024) que indica que la metacognición predice el pensamiento crítico más allá de la memoria de trabajo en estudiantes de secundaria y de universidad. Aziz y Rawian (2022) por su parte, en un modelo con lectores universitarios demostró, además, que la conciencia metacognitiva modula la relación entre el pensamiento de orden superior y el rendimiento lector. El análisis longitudinal de Nicolay et al. (2022) completó ese cuadro, al mostrar que el conocimiento de estrategias crece en paralelo con su aplicación efectiva en problemas complejos. La coincidencia entre estos tres cuerpos de evidencia y los datos ecuatorianos fortalece la interpretación de una relación entre cognición y metacognición.

Esa relación abre una vía didáctica concreta para la Física universitaria. A tono con esto, Affandy et al. (2024) encontraron que la incorporación de pedagogía creativa al aprendizaje basado en problemas mejoró el pensamiento de orden superior en educación científica, lo que denota que las tareas abiertas activan de conjunto ambos dominios. Como complemento, Wu et al. (2025) concluyen que los andamiajes metacognitivos insertos en entornos digitales apoyados en inteligencia artificial generativa potenciaron el aprendizaje profundo. Trasladadas al aula de Física, estas opciones implican diseñar problemas contextualizados con la actividad agropecuaria amazónica, exigir planes de resolución y reservar espacios de reflexión posterior, decisiones que aprovechan la asociación detectada para que el fortalecimiento de una competencia impulse a la otra. El docente actúa aquí como modelador de procesos invisibles que la clase tradicional rara vez hace visibles.

Por otro lado, el contraste por sexo no arrojó diferencias significativas en ninguna dimensión, un resultado que exige lectura cuidadosa. Ramlah et al. (2023), al emplear materiales digitales describieron diferencias por sexo en los niveles de metacognición, con ventaja masculina en el uso estratégico. Anggia y Habók (2024), en análisis con 1412 universitarios indonesios también hallaron diferencias de conciencia metacognitiva según el sexo en la lectura digital. La discrepancia con esos antecedentes puede

obedecer al tamaño del subgrupo femenino del presente estudio, al dominio evaluado y al carácter autodescriptivo del cuestionario, de modo que la ausencia de diferencias aquí observada conviene tratarla como un resultado provisional y no como una ley general del grupo social analizado. El dominio cognitivo-metacognitivo parece menos sensible al sexo que a la historia escolar y a la motivación del estudiante. Este punto queda abierto para muestras mayores.

Desde la perspectiva latinoamericana, el perfil obtenido gana sentido en contextos de transformación universitaria. El estudio de Navarro et al. (2023) con 301 universitarios limeños mostró que las estrategias autorregulatorias y la autoeficacia guardan relación con el rendimiento durante la educación remota. La investigación chilena de Lobos et al. (2024) con estudiantes de contextos híbridos conceptualizó la autorregulación como un proceso de estructuración, monitoreo y ajuste que demanda apoyo institucional. La intervención de Shao et al. (2026) complementan ese panorama al obtenerse que el libro electrónico gamificado con regulación metacognitiva mejoró el rendimiento, la motivación y la autorregulación en física, y Wang y Somasundram (2025) aprecian que el aprendizaje basado en problemas STEM elevó la capacidad de resolución en estudiantes de ingeniería. La transferencia de esos modelos a la Amazonía exige materiales contextualizados.

En otra dimensión de análisis, el estudio presenta limitaciones que acotan el alcance de sus conclusiones. El diseño transversal impidió establecer relaciones causales entre las competencias, de manera que la correlación detectada solo describe asociación. Las puntuaciones provinieron de un cuestionario autoinformado, con el riesgo de deseabilidad social que ese formato arrastra; las observaciones de aula o las pruebas de desempeño ofrecerían contrastes más ricos. La muestra, aunque censal, correspondió a una sola carrera de una sola universidad, lo que restringe la generalización a otros programas y regiones. El tamaño del subgrupo femenino redujo la potencia del contraste por sexo. A ello se suma la ausencia de variables de rendimiento académico real, cuya incorporación hubiera permitido examinar si el desarrollo de las competencias predice las calificaciones de la asignatura. Estas restricciones delimitan la interpretación de los valores presentados y convocan a la prudencia.

En consecuencia, futuras investigaciones deben disponer de una agenda a partir de estas limitaciones. Resulta prioritario realizar diseños longitudinales que sigan a las cohortes durante varios períodos lectivos, con el fin de observar la evolución conjunta de ambas competencias y su impacto sobre el rendimiento en la asignatura de Física. Los estudios experimentales que incorporen instrucción metacognitiva dentro de los cursos permitirían probar efectos causales y establecer qué componentes, planificación, monitoreo o evaluación, responden con mayor rapidez a la intervención. Complementar los cuestionarios con protocolos de pensamiento en voz alta, grupos focales o bitácoras de estudio aportaría profundidad cualitativa. Ampliar la investigación a otras carreras e

instituciones amazónicas evaluaría la estabilidad del perfil descrito y sustentaría políticas institucionales de fortalecimiento metacognitivo.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación consistió en analizar el desarrollo de las competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física en estudiantes de primer año de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador. Los datos indicaron un desarrollo moderado de ambos dominios donde la dimensión cognitiva obtuvo una media de 3.48 puntos, con el 43.18 % del grupo en el nivel casi siempre y apenas el 14.39 % en el nivel siempre. La dimensión metacognitiva alcanzó una media de 3.61 puntos, con el 46.97 % en casi siempre y el 19.70 % en siempre. La correlación rho de Spearman (0.617; p = 0.000) demostró una relación positiva, moderada y significativa entre las dos competencias.

De estos resultados surgen implicaciones directas para la práctica docente. Los profesores de la asignatura conviene que integren instrucción de planificación, monitoreo y evaluación dentro de las unidades de Física, con problemas contextualizados en la producción agropecuaria que exijan transferencia de conceptos y análisis crítico de resultados. La carrera dispone, con esta línea base, de un referente para rediseñar la evaluación formativa y priorizar los procesos de autorregulación en los primeros niveles. Las recomendaciones se dirigen, además, a la formación docente institucional, con talleres sobre andamiajes metacognitivos, y a la creación de materiales que practiquen la reflexión sobre el propio pensamiento. Fortalecer de conjunto ambas competencias parece una apuesta de alto valor pedagógico, porque el análisis demostró que ambas avanzan unidas en este grupo de estudiantes.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, al desarrollo metodológico, al análisis e interpretación de los datos, a la redacción del manuscrito, a la revisión crítica de su contenido intelectual y aprobaron la versión final para su publicación.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Objetos de ciencia abierta: https://doi.org/10.33996/rebe.v8i17.2

Cómo citar: Hernández Ramos, H., Morell Pérez, L., & Alba Rojas, J. L. (2026). Desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física universitaria ecuatoriana. *RebE, Revista Boliviana De Educación, 8*(17), 1-15. https://doi.org/10.33996/rebe.v8i17.2

Referencias

Affandy, H., Sunarno, W., Suryana, R. y Harjana. (2024). Integrating creative pedagogy into problem-based learning: The effects on higher order thinking skills in science education. *Thinking Skills and Creativity, 53*, 101575. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101575

Anggia, H. y Habók, A. (2024). University students' metacognitive awareness of reading strategies (MARS) in online reading and MARS' role in their English reading comprehension. *PLOS ONE, 19*(11), e0313254. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313254

Aziz, M. y Rawian, R. (2022). Modeling higher order thinking skills and metacognitive awareness in English reading comprehension among university learners. *Frontiers in Education, 7*, 991015. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.991015

Bahtaji, M. A. A. (2023). Examining the physics conceptions, science engagement and misconceptions of undergraduate students in STEM. *Journal of Baltic Science Education, 22*(1), 10-19. h ttps://doi.org/10.33225/jbse/23.22.10

Çini, A., Järvelä, S., Dindar, M. y Malmberg, J. (2023). How multiple levels of metacognitive awareness operate in collaborative problem solving. *Metacognition and Learning, 18*(3), 891-922. https://doi.org/10.1007/s11409-023-09358-7

Dulger, Z. y Ogan, F. (2025). Students' metacognition knowledge and skills during physics problem-solving process. *Physical Review Physics Education Research, 21*(2). https://doi.org/10.1103/4s17-6dxs

Follmer, D. J., Hut, M. y Santiago, L. Y. (2026). Promoting metacognitive problem-solving among non-calculus-ready first-year engineering students. *Learning and Individual Differences, 130*, 102956. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2026.102956

Geraci, L., Kurpad, N., Tirso, R., Gray, K. N. y Wang, Y. (2023). Metacognitive errors in the classroom: The role of variability of past performance on exam prediction accuracy. *Metacognition and Learning, 18*(1), 219-236. https://doi.org/10.1007/s11409-022-09326-7

He, G., Chen, S., Lin, H. y Su, A. (2024). The association between initial metacognition and subsequent academic achievement: A meta-analysis of longitudinal studies. *Educational Psychology Review, 36*(3). https://doi.org/10.1007/s10648-024-09922-w

Huang, X., Bernacki, M. L., Kim, D. y Hong, W. (2022). Examining the role of self-efficacy and online metacognitive monitoring behaviors in undergraduate life science education. *Learning and Instruction, 80*, 101577. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101577

Justice, P. D., Marshman, E. y Singh, C. (2025). A framework for understanding the impact of integrating conceptual and quantitative reasoning in a quantum optics tutorial on students' conceptual understanding. *Education Sciences, 15*(10), 1314. https://doi.org/10.3390/educsci15101314

Kaya, A. y Çildir, S. (2026). Preservice physics teachers' nonroutine problem-posing process: Metacognitive strategies and beliefs. *Physical Review Physics Education Research, 22*(1). https://doi.org/10.1103/mjpn-hycd

Kennedy, J. V. y Arendale, D. R. (2023). Investigating metacognitive strategies and exam performance: A cross-sectional survey research study. *Education Sciences, 13*(11), 1132. https://doi.org/10.3390/educsci13111132

Khurram, B. A. (2023). The impact of metacognitive instruction on ESL university level students' awareness and use of the reading strategies. *SAGE Open, 13*(2). https://doi.org/10.1177/21582440231179695

Krieger, F., Azevedo, R., Graesser, A. C. y Greiff, S. (2022). Introduction to the special issue: The role of metacognition in complex skills - spotlights on problem solving, collaboration, and self-regulated learning. *Metacognition and Learning, 17*(3), 683-690. https://doi.org/10.1007/s11409-022-09327-6

Lee, H. y Boo, E. (2022). The effects of teachers' instructional styles on students' interest in learning school subjects and academic achievement: Differences according to students' gender and prior interest. *Learning and Individual Differences, 99*, 102200. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102200

Li, S., Wang, Z., Wang, J. y He, J. (2024). Metacognition predicts critical thinking ability beyond working memory: Evidence from middle school and university students. *Thinking Skills and Creativity, 53*, 101572. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101572

Liu, J., Liu, Z., Wang, C., Xu, Y., Chen, J. y Cheng, Y. (2024). K-12 students' higher-order thinking skills: Conceptualization, components, and evaluation indicators. *Thinking Skills and Creativity, 52*, 101551. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101551

Lobos, K., Cobo, R., Bruna, D. y Santana, J. (2024). New challenges for higher education: Self-regulated learning in blended learning contexts. *Frontiers in Education, 9*, 1457367. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1457367

Morphew, J. W. (2024). Unskilled and unaware? Differences in metacognitive awareness between high and low-ability students in STEM. *Frontiers in Education, 9*, 1389592. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1389592

Musullulu, H., Garcia, J., Gómez, D. y Garcia, S. (2025). Cognitive control and metacognitive awareness: Do they shape academic achievement in university students? *Frontiers in Psychology,* 16, 1633996. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1633996

Navarro, R., Vega, V., Bayona, H., Bernal, V. y Garcia, A. (2023). Relationship between technology acceptance model, self-regulation strategies, and academic self-efficacy with academic performance and perceived learning among college students during remote education. *Frontiers in Psychology, 14*, 1227956. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1227956

Nicolay, B., Krieger, F., Stadler, M., Vainikainen, M., Lindner, M. A., Hansen, A. y Greiff, S. (2022). Examining the development of metacognitive strategy knowledge and its link to strategy application in complex problem solving - a longitudinal analysis.

Metacognition and Learning, 17(3), 837-854. https://doi.org/10.1007/s11409-022-09324-9

Ramlah, R., Abadi, A. P., Aisyah, D. S., Lestari, K. E. y Yudhanegara, M. R. (2023). Digital puzzle worksheet for identifying metacognition level of students: A study of gender differences. *European Journal of Educational Research, 12*(2), 795-810. https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.795

Riihiluoma, W. D., Topdemir, Z. y Thompson, J. R. (2024). Network analysis of students' conceptual understanding of mathematical expressions for probability in upper-division quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research, 20*(2), 020102. https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.20.020102

Sáez, F., Mella, J., López, Y., Sáez, Y. y León, V. (2023). Invariant and suboptimal trajectories of self-regulated learning during secondary school: Implications focused on quality in higher education. *Frontiers in Psychology, 14*, 1235846. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1235846

Shao, J., Tang, S. y Zhuang, Z. (2026). A gamified interactive e-book incorporating metacognitive self-regulation: Effects on physics achievement, learning motivation, and metacognitive self-regulation ability in junior high school. *Frontiers in Psychology, 17*, 1832021. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1832021

Sun, H., Xie, Y. y Lavonen, J. (2022). Exploring the structure of students' scientific higher order thinking in science education. *Thinking Skills and Creativity, 43*, 100999. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.100999

Tuononen, T., Hyytinen, H., Räisänen, M., Hailikari, T. y Parpala, A. (2023). Metacognitive awareness in relation to university students' learning profiles. *Metacognition and Learning, 18*(1), 37-54. https://doi.org/10.1007/s11409-022-09314-x

Vargas, A., Espinoza, V. y Carrión, F. (2024). The interrelationship between 21st century skills that enhance graduate employability. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning, 15* (2), 403-420. https://doi.org/10.1108/heswbl-01-2024-0012

Wang, J. y Somasundram, P. (2025). Effect of STEM-PBL advanced mathematics course on engineering students' problem-solving ability in higher vocational college. *Frontiers in Education, 10*, 1628482. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1628482

Wu, J., Wang, J., Lei, S., Wu, F. y Gao, X. (2025). The impact of metacognitive scaffolding on deep learning in a GenAI-supported learning environment. *Interactive Learning Environments, 33*(9), 5166-5183. https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2479162

Zarraga, J. E. y Cerpa, C. (2023). Percepción de estudiantes universitarios sobre la formación en competencias de investigación. *Formación Universitaria, 16*(5), 73-82. https://doi.org/10.4067/s0718-50062023000500073

Zumárraga, M. y Cevallos, G. (2022). Autoeficacia, procrastinación y rendimiento académico en estudiantes universitarios de Ecuador. *Alteridad, 17*(2), 277-290. https://doi.org/10.17163/alt.v17n2.2022.08

Este artículo está bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).