



# Conocimiento y regulación metacognitiva en estudiantes de olimpiadas de biología

- Metacognitive Knowledge and Regulation in Biology Olympiad Students
- Conhecimento e regulação metacognitiva em estudantes das Olimpíadas de Biologia

## Forma de citar este artículo

Rivera-Fallas, L. E., Pérez, G. M., Pereira-Chaves, J. y Lindwedel Cruz, A. J. (2026). Conocimiento y regulación metacognitiva en estudiantes de olimpiadas de biología. *Tecné Episteme y Didaxis, TED*, (59), 171 - 189. <https://doi.org/10.17227/ted.num59-22635>

## Resumen

La metacognición involucra la reflexión sobre el propio pensamiento y es entendida como un elemento clave en el desarrollo del pensamiento científico. Conocer el nivel metacognitivo de los estudiantes permite a los docentes planificar estrategias didácticas específicas. En Costa Rica es casi nula la investigación al respecto, especialmente en el área de ciencias naturales. Con una finalidad exploratoria esta investigación analizó el conocimiento y las habilidades metacognitivas de 724 estudiantes de secundaria que participaron en las Olimpiadas Costarricenses de Ciencias Biológicas 2024. Mediante un análisis mixto, se realizaron promedios de la elección del estudiante, modelos lineales mixtos generalizados y análisis de varianza. Los resultados mostraron que el grado escolar influye significativamente en el nivel metacognitivo y que las estudiantes autoidentificadas como mujeres destacaron ligeramente en habilidades metacognitivas. En general, los estudiantes presentan un conocimiento condicional y habilidades de planificación débiles, lo que es un dato útil para pensar estrategias para la enseñanza de la biología.



## Palabras clave



metacognición; olimpiadas de biología; conocimiento metacognitivo; competencias metacognitivas

## Abstract

Metacognition involves reflecting on one's own thinking and is understood as a key element in the development of scientific reasoning. Understanding students' metacognitive levels enables teachers to plan specific instructional strategies. In Costa Rica, research in this area—particularly in the natural sciences—is almost

Lucía Elizabeth Rivera-Fallas\*  

Gastón Mariano Pérez\*\*  

José Pereira-Chaves\*\*\*  

Andrew José Lindwedel Cruz\*\*\*\*  

\* Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad nacional, Heredia, Costa Rica. [lucia.riveraf26@gmail.com](mailto:lucia.riveraf26@gmail.com)

\*\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto de investigaciones Ce-FIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. [gastonperez@ccpems.exactas.uba.ar](mailto:gastonperez@ccpems.exactas.uba.ar)

\*\*\* Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. [jose.pereira.chaves@una.cr](mailto:jose.pereira.chaves@una.cr)

\*\*\*\* Investigador independiente, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. [andrewjlc13@gmail.com](mailto:andrewjlc13@gmail.com)

Artículo de investigación

Fecha de recepción: 10/01/2025  
Fecha de aprobación: 11/10/2025  
Fecha de publicación: 01/01/2026



non-existent. With an exploratory aim, this study analysed the metacognitive knowledge and skills of 724 secondary students who participated in the 2024 Costa Rican Biology Olympiad. Using a mixed-methods approach, analyses included student-choice averages, generalised linear mixed models, and analysis of variance. The results showed that school grade level significantly influences metacognitive level, and that students who self-identified as female performed slightly better in metacognitive skills. Overall, students demonstrated limited conditional knowledge and weak planning skills—findings that are valuable for developing more effective strategies for teaching biology.

#### Keywords

metacognition; biology olympiad; metacognitive knowledge; metacognitive skills

#### Resumo

A metacognição envolve a reflexão sobre o próprio pensamento e é compreendida como um elemento essencial no desenvolvimento do pensamento científico. Conhecer o nível metacognitivo dos estudantes permite aos professores planejar estratégias didáticas específicas. Na Costa Rica, as pesquisas sobre esse tema — especialmente na área de ciências naturais — são praticamente inexistentes. Com caráter exploratório, esta investigação analisou o conhecimento e as habilidades metacognitivas de 724 estudantes do ensino médio que participaram das Olimpíadas Costarriquenhas de Ciências Biológicas de 2024. Utilizando uma abordagem mista, foram realizados cálculos de médias das escolhas dos estudantes, modelos lineares mistos generalizados e análises de variância. Os resultados mostraram que o nível escolar influencia significativamente o nível metacognitivo e que as estudantes que se autoidentificaram como mulheres apresentaram desempenho ligeiramente superior em habilidades metacognitivas. De modo geral, os estudantes demonstraram conhecimento condicional limitado e fracas habilidades de planejamento — dados que podem ser úteis para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes no ensino de biologia.

#### Palavras-chave

metacognição; olimpíadas de biologia; conhecimento metacognitivo; habilidades metacognitivas

## Introducción

Es de común acuerdo entre los investigadores<sup>1</sup> que en la escuela se debe fomentar en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas que les permitan enfrentar los desafíos del siglo XXI. Incorporar la metacognición (MC) en las clases parece ser una de las claves para lograrlo (Adiansyah *et al.*, 2022; Jiménez, 2020; Mustopa *et al.*, 2020; Pozo, 2016; Tamayo-Alzate *et al.*, 2019; Willison *et al.*, 2023). Cuando mencionamos la MC, nos referimos a la capacidad de reflexionar explícitamente sobre el propio pensamiento (Avargil *et al.*, 2018; Perry *et al.*, 2018; Pozo, 2016). Esto contribuye a la gestión de las habilidades cognitivas de los estudiantes, tales como la planificación, la supervisión, la atención, la memoria, la resolución de problemas o la evaluación de puntos fuertes y áreas de mejora (Adiansyah *et al.*, 2022). Esta gestión les permite organizar su potencial de aprendizaje de modo que puedan adaptarlo a distintos contextos, escogiendo las estrategias adecuadas para su aprendizaje y facilitándole el camino hacia un aprendizaje autónomo: aprender a aprender para toda la vida (Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera, 2020; Jaramillo y Osses, 2012; Osés y Carrasco, 2013; Willison *et al.*, 2023).

En el campo de la enseñanza de las ciencias, la MC es una condición necesaria para comprender los modelos científicos (Pozo, 2016; Sanmartí, 2002). En la biología, en particular, la MC puede ayudar a los estudiantes a reflexionar y mejorar los caminos de resolución de problemas mendelianos o ecosistémicos, a identificar la potencialidad y las limitaciones del uso del razonamiento analógico en expresiones tales como “El ADN como receta”

(González-Galli, 2023), a autoevaluar las argumentaciones ofrecidas ante una problemática compleja de salud (Revel-Chion *et al.*, 2014) o a reflexionar sobre razonamientos esencialistas en el aprendizaje de cuestiones de genética (Pérez, 2024).

A pesar de la importancia de la MC para el aprendizaje de las ciencias, en Costa Rica es casi nula su investigación en comparación con otros países latinoamericanos (Rivera-Fallas *et al.*, 2025). Si bien en los últimos años la educación costarricense ha incorporado diversos proyectos que involucran a estudiantes de distintos niveles académicos, con el fin de que adquieran e internalicen tanto habilidades blandas como científicas, no parece que la MC tenga un lugar en ellos. En este contexto, la Olimpiada Costarricense de Ciencias Biológicas (OLICOCIBI) (Esquivel y Morera, 2022) tiene como finalidad fomentar el interés de los estudiantes por las ciencias biológicas y contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país (Herrera *et al.*, 2017). Hasta el momento, no se ha indagado sobre la MC en el contexto de estas olimpiadas, a pesar de ser tan importante para el desarrollo de comprensiones profundas, como se mencionó en párrafos anteriores.

Por lo tanto, es necesario documentar el grado de metacognición de los estudiantes que participan en las OLICOCIBI, con el propósito de conocer su desarrollo metacognitivo y pensar en posibles estrategias para mejorar la enseñanza.

## Marco teórico

Actualmente no existe un consenso en la definición de MC, dado que esta varía según el campo de investigación en que se adopte (Azevedo, 2020). En general, en la comunidad de didáctica de las ciencias se acuerda que la MC es la reflexión explícita sobre el propio pensamiento (Avargil *et al.*, 2018; Pérez y

1 En el artículo hemos decidido utilizar la escritura en género masculino con el fin de facilitar la lectura. Sin embargo, somos conscientes de que este tipo de redacción deja por fuera un amplio universo de expresiones de género existentes o por existir.

González-Galli, 2020a; Perry *et al.*, 2018; Willison *et al.*, 2023). Los autores distinguen dos componentes de la MC: el conocimiento metacognitivo y las habilidades metacognitivas (Azevedo, 2020; Pérez y González-Galli, 2020a; Pozo, 2016; Rosa y Darroz, 2022; Willison *et al.*, 2023).

El conocimiento metacognitivo corresponde al conocimiento que posee una persona sobre su propia cognición o la de otros. Este tipo de conocimiento se puede caracterizar a partir de tres componentes: 1) el conocimiento declarativo, que alude a la conciencia que un individuo tiene sobre su propio aprendizaje, articulando lo que sabe y lo que no sabe; 2) el conocimiento procedimental, que se refiere al conocimiento sobre procedimientos o estrategias que facilitan el aprendizaje, es decir, al saber cómo; y 3) el conocimiento condicional, que consiste en saber cuándo y por qué utilizar una determinada estrategia de aprendizaje. Este tipo de conocimiento facilita al estudiante la distribución selectiva de los recursos y el uso más eficiente de las estrategias. Además, le permite identificar las condiciones específicas y las demandas situacionales de cada tarea de aprendizaje (Cantillo-Maldonado, 2022; Pérez y González-Galli, 2020a; Tamayo-Alzate *et al.*, 2015; Tamayo-Alzate, 2017, 2019).

Por su parte, las habilidades metacognitivas corresponden a las capacidades que poseen los sujetos para abordar una tarea. Estas incluyen: 1) la planificación, que pone énfasis en la organización del tiempo, la formulación de objetivos y la selección de estrategias y recursos antes de iniciar una actividad; 2) el monitoreo, que se realiza durante la actividad y consiste en supervisarla a medida que se avanza; y 3) la evaluación, que ocurre al finalizar una actividad y se refiere a la valoración de los resultados de la tarea, así como de los mecanismos de regulación implicados en el proceso de aprendizaje (Gérman, 2019; Pérez y González-Galli, 2020a; Tamayo-Alzate *et al.*, 2019).

Los conocimientos y las habilidades metacognitivas están estrechamente interrelacionados (Gutiérrez de Blume *et al.*, 2022; Tamayo-Alzate *et al.*, 2017). Es probable que el conocimiento que una persona tiene sobre su propia cognición influya en su capacidad para regularla y viceversa (Tamayo-Alzate *et al.*, 2015). Monereo *et al.* (2012) sugieren que la aplicación de las habilidades metacognitivas permite mejorar el conocimiento metacognitivo condicional, y viceversa. En este sentido, la actuación estratégica se efectúa en función de un conocimiento condicional que el estudiante construye para la ocasión o reactualiza si las circunstancias presentan elementos parecidos a los de otra situación en la que haya utilizado eficazmente la estrategia.

Lograr que un estudiante sea metacognitivo requiere un andamiaje particular. Si bien el desarrollo de la MC comienza en la infancia y progresa a lo largo de la escolaridad (Kuhn, 2000, 2012; Zohar y Barzilai, 2013), para alcanzar y capitalizar su potencial es necesario fomentarla y acompañarla de manera explícita. Esto permitirá a los estudiantes ejercer un mejor control sobre su cognición, de modo que, por ejemplo, puedan identificar sus propias concepciones alternati-

vas y distinguirlas del conocimiento científico (Avargil *et al.*, 2018; Pérez y González-Galli, 2020a). En tal sentido, parece esencial potenciar el desarrollo de la MC durante la actividad escolar, facilitando así el análisis de fenómenos científicos de diversos niveles de complejidad (Al-Gaseem *et al.*, 2020).

Los investigadores del área señalan que es necesario que los docentes propongan a sus estudiantes espacios para reflexionar, hablar, evaluar y explicar su pensamiento, incluyendo en el aula el *lenguaje del pensamiento* (Ritchhart *et al.*, 2014). Esto implica plantear actividades en las que el estudiante deba hacer explícito su pensamiento mediante técnicas como la de *think-aloud*, devolviendo *feedback* en el aula, la escritura reflexiva, el uso de mapas conceptuales u otros métodos visuales que promuevan la MC (Anijovich, 2019; Monereo *et al.*, 2012; Quiroga, 2016; Zohar y Barzilai, 2013).

Para documentar el grado de MC en los estudiantes se han planteado diversas metodologías. Veenman (2012) distingue entre métodos que evalúan la MC durante la resolución de la tarea cognitiva —tales como observaciones, técnicas de *think-aloud* o registros del desarrollo de la tarea— y métodos que evalúan la MC antes o después de la realización de la tarea cognitiva —como entrevistas o cuestionarios—. Dentro de estos últimos se encuentran diversos instrumentos, desde los históricos *Feeling of Knowing* o *Judgment of Learning*, que evalúan la metamemoria (Veenman, 2012), hasta pruebas más actuales que miden el conocimiento y la regulación metacognitiva, tales como el *Metacognitive Awareness Inventory* (Schraw y Dennison, 1994), el *Self-Efficacy and Metacognition Learning Inventory-Science* (Thomas *et al.*, 2008), el *Instrument to Measure Students' Motivation and Self-Regulation in Science Learning* (Sunitadevi *et al.*, 2011), el *Knowledge Monitoring Assessment* (Tobias y Everson, 2009) o el *Metacognitive Awareness*

*Inventory Junior* (Sperling *et al.*, 2002), solo por mencionar algunos.

Los cuestionarios presentan algunas limitaciones metodológicas. Entre ellas, tienden a sobrevalorar el papel del conocimiento metacognitivo frente a las habilidades de regulación que presenta el estudiante, de modo que se obtiene más la percepción del estudiante sobre su autorregulación que una medida de su capacidad real para regular los procesos (Saldaña y Aguilera, 2003). También ocurre que los estudiantes suelen elegir los puntos medios en una escala Likert (Victori *et al.*, 2009). Además, en estudiantes con bajos niveles de introspección, la capacidad de explicitar sus conocimientos suele quedar infravalorada (Saldaña y Aguilera, 2003).

Aun así, no existe un instrumento perfecto para medir la MC (Pintrich *et al.*, 2000). Los cuestionarios también ofrecen ventajas: facilitan el análisis de grandes muestras, no requieren que el encuestado escriba o hable de su pensamiento, sino únicamente que seleccione la opción que mejor sintetiza su respuesta. Además, cubren un amplio rango de reactivos que permiten discernir la importancia relativa de los componentes metacognitivos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014; Victori *et al.*, 2009). En función de lo anterior, para un análisis exploratorio como el que aquí se presenta —con una población estudiantil numerosa y distribuida por toda Costa Rica—, los cuestionarios resultan adecuados para captar de manera general el nivel metacognitivo actual de estos estudiantes.

## Metodología

El enfoque de investigación fue mixto, cualitativo-cuantitativo (Palacios *et al.*, 2023), con una orientación interpretativa o naturalista y un diseño concurrente (Miranda y Ortiz, 2020), para alcanzar los objetivos propuestos. Nos

propusimos analizar el conocimiento y las habilidades metacognitivas de los estudiantes participantes de las OLICOCIBI 2024, así como determinar la influencia del grado escolar y el género sobre dichos componentes.

Participaron en el estudio 724 estudiantes, de los cuales el 42,7 % se autoidentificó como mujer y el 57,3 % como hombre<sup>2</sup>, con edades comprendidas entre los 16 y los 18 años. Todos estaban inscritos en la XVIII OLICOCIBI del año 2024 y provenían de diversas regiones de Costa Rica. El 34,3 % cursaba décimo año, el 55,4 % undécimo y el 10,3 % duodécimo año de secundaria. La selección de la muestra se realizó por conveniencia, de forma no probabilística y no aleatoria (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Los participantes de las OLICOCIBI son estudiantes considerados exitosos por sus docentes en las tareas académicas y se inscriben voluntariamente para participar en las olimpiadas.<sup>3</sup> Entre los propósitos de estas se encuentran establecer puentes de comunicación entre el sistema de educación secundaria y el de estudios superiores, así como promover la participación de Costa Rica en eventos olímpicos de biología a nivel internacional.

Para alcanzar los objetivos propuestos se utilizó un cuestionario elaborado mediante la selección de algunas preguntas de instrumentos estandarizados y validados, como el *Metacognitive Awareness Inventory* (Schraw y Dennison, 1994), la versión en español adaptada y validada por Huertas *et al.* (2014), el *Instrument to Measure Students' Motivation and Self-Regulation in Science Learning* (Sunita-devi *et al.*, 2011) y el *semli-s* (Thomas *et al.*, 2008). La selección de los ítems se basó en su representatividad para cada una de las subcategorías presentadas en la Tabla 1, garantizando que todas las dimensiones del conocimiento y de las habilidades metacognitivas estuvieran cubiertas. Para evitar redundancias, se descartaron aquellos ítems que, en los diferentes cuestionarios, se superponían dentro de una misma categoría, priorizando los que presentaban una redacción más clara y comprensible para estudiantes de nivel medio. Asimismo, se realizaron adaptaciones lingüísticas menores con el fin de asegurar la adecuación cultural y disciplinar de los ítems al contexto de la enseñanza de la biología.

El cuestionario<sup>4</sup> incluyó preguntas demográficas y 34 ítems organizados según los seis componentes descritos en el marco teórico sobre la MC (Tabla 1). Los estudiantes debían evaluar cada ítem en una escala Likert de cinco puntos, desde *completamente de acuerdo* (5) hasta *completamente en desacuerdo* (1). El cuestionario fue validado por tres expertos del área de ciencias biológicas, y se tomaron en cuenta todos sus comentarios para la versión final. El análisis del alfa de Cronbach arrojó un  $\alpha = 0,93$ , lo que refleja una buena consistencia interna (Montes *et al.*, 2021).

- 2 Cabe aclarar que no se recopiló información sobre el sexo biológico de los participantes ni se registraron autoidentificaciones con otras identidades, a pesar de existir esa posibilidad en el cuestionario.
- 3 Más particularidades sobre esta población pueden consultarse en: <https://www.biologia.una.ac.cr/index.php/inicio-olimpiadas>
- 4 La versión final del cuestionario se encuentra disponible en el repositorio de *Open Science Zenodo*: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14587983>

**Tabla 1.**

Distribución de las preguntas según el componente metacognitivo

	Subcategoría	Ítems	Ejemplo de ítem
Conocimiento metacognitivo	Conocimiento declarativo	7, 8, 9, 10, 11, 12	Soy consciente de los puntos fuertes y débiles de mi inteligencia.
	Conocimiento procedimental	13, 14, 15	Soy consciente de las estrategias que utilizo cuando estudio.
	Conocimiento condicional	16, 17, 18, 19	Aprendo mejor cuando ya conozco algo sobre el tema.
Habilidades metacognitivas	Planificación	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	Me propongo objetivos específicos antes de empezar una tarea.
	Monitoreo	28, 29, 30, 31, 32, 33	Me pregunto constantemente si estoy alcanzando mis metas.
	Evaluación	34, 35, 36, 37, 38, 39, 40	Cuando termino una tarea, me pregunto si he aprendido lo máximo posible.

**Fuente:** elaboración propia.

Para el análisis de los datos, en primera instancia se calculó el promedio de respuestas de los estudiantes en cada subcategoría (Tabla 1). Posteriormente, las respuestas del cuestionario se cuantificaron con base en la escala Likert del 1 al 5. Luego se sumaron los puntajes obtenidos por cada pregunta y se dividieron entre el número total de ítems de cada categoría (conocimiento y habilidad). De esta manera, se obtuvieron los promedios del conocimiento y de las habilidades metacognitivas para cada estudiante.

A partir del *software* R (v. 4.0, paquete *NLME*), se realizaron modelos lineales mixtos generalizados (López-González y Ruiz-Soler, 2011). Para evaluar tanto el conocimiento como las habilidades metacognitivas de los estudiantes, se utilizó su respectivo promedio como variable de respuesta, junto con el grado (tres niveles) y el género (dos niveles) como variables de efectos fijos, y la provincia (siete niveles) como variable de efectos aleatorios, ajustado a una distribución logarítmica. Posteriormente se aplicó un análisis de varianza

(*anova*) para determinar los valores de significancia de cada variable.

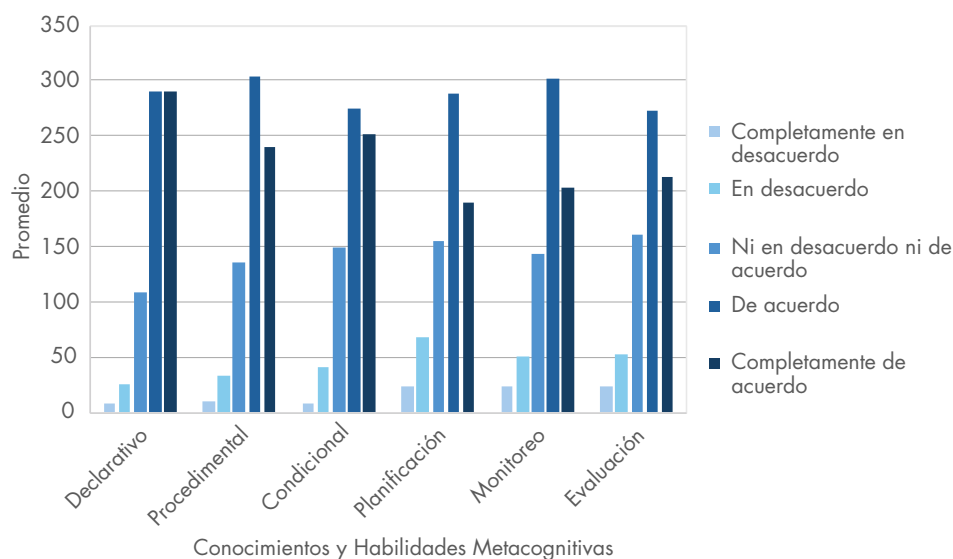
Por otra parte, mediante dos modelos lineales mixtos generalizados, se evaluaron, por un lado, los promedios (variable de respuesta) relacionados con el tipo de conocimiento (declarativo, procedimental y condicional), y por otro, los promedios correspondientes a los tipos de habilidad (evaluación, monitoreo y planificación). Ambos modelos se compararon considerando la interacción del grado escolar y el género como variables de efectos fijos, y la provincia como variable de efectos aleatorios, ajustando el modelo bajo una distribución logarítmica.

## Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados sobre el comportamiento del conocimiento y de las habilidades metacognitivas de los estudiantes participantes en las OLICOCIBI. En la Figura 1 se muestra el promedio de las respuestas de los estudiantes a las preguntas relacionadas con las subcategorías de la MC.

**Figura 1.**

Promedio de la percepción del estudiante en relación con las preguntas de conocimientos y habilidades metacognitivas (n = 724)



**Fuente:** elaboración propia.

En la Figura 1 se observa que gran parte de los estudiantes manifiesta un alto grado de acuerdo con los ítems correspondientes al conocimiento y las habilidades metacognitivas. Se puede inferir que los estudiantes declaran ser conscientes de sus propios conocimientos y de las habilidades que poseen para regular las tareas de aprendizaje. Considerando que los participantes de las OLICOCIBI muestran un buen rendimiento escolar, estos hallazgos coinciden con los de múltiples investigaciones que señalan que cuando el sujeto es consciente de la manera en que aprende, presenta un mejor rendimiento académico (Adiansyah *et al.*, 2022; Ben-David y Orion, 2013; Bogdanovic *et al.*, 2015; Gutiérrez de Blume *et al.*, 2022; Merchán *et al.*, 2020; Pradhan y Das, 2021; Willison *et al.*, 2023; Zulkipli, 2009).

En este sentido, Pradhan y Das (2021) sostienen que, al poseer un alto nivel de habilidades metacognitivas, los estudiantes son conscientes de su proceso de aprendizaje y, por ende, pueden adoptar los estilos de aprendizaje necesarios para facilitarlos. Por lo tanto, el desarrollo de habilidades metacognitivas puede generar una mejor capacidad para regular los procesos cognitivos y escoger las estrategias más adecuadas para cada tarea (Adiansyah *et al.*, 2022). Además, según Zulkipli (2009), los estudiantes que son conscientes de sus propios razonamientos tienden a conocer mejor las estrategias que utilizan para un aprendizaje efectivo, saben cuándo y por qué las aplican y, a la vez, suelen ser buenos planificando, monitoreando y evaluando sus estrategias, fortalezas, debilidades y resultados de aprendizaje. Por ello, tienden a ser estudiantes exitosos.

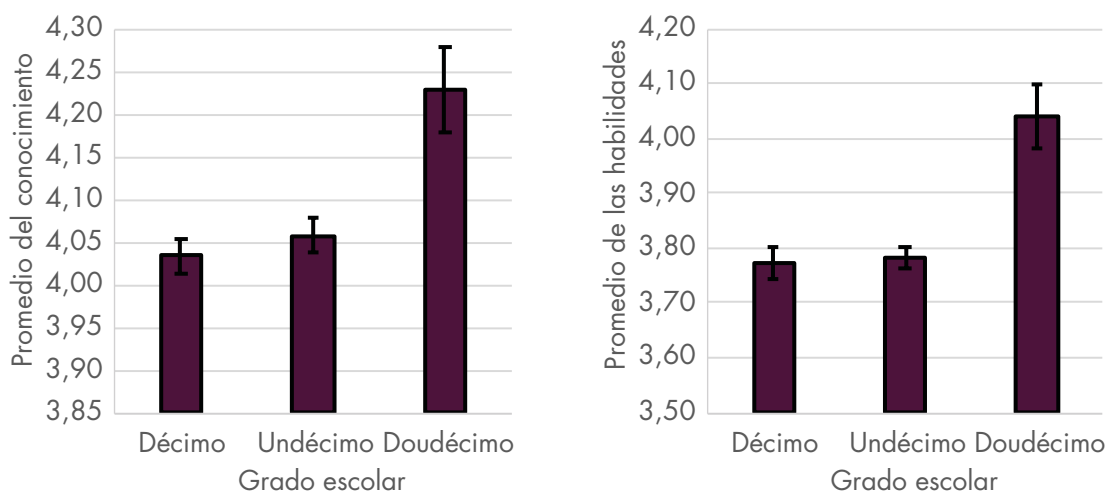
No obstante, cabe considerar que algunos estudiantes pueden haber percibido que poseen habilidades metacognitivas, lo que podría no reflejarse de manera coherente al enfrentar una tarea real, sobrevalorándose este resultado (Saldaña y Aguilera, 2003).

Seguidamente, en la Figura 2 se muestra la influencia del grado escolar sobre el cono-

cimiento y las habilidades metacognitivas. En el primero se encontraron diferencias significativas ( $F = 3,5$ ,  $gl = 2$ ,  $p < 0,05^*$ , Figura 2). Los estudiantes de duodécimo año presentaron mayor conciencia de sus procesos cognitivos, con un promedio de 4,23 (0,05), seguidos de los de undécimo año con 4,06 (0,02) y, por último, los de décimo con 4,03 (0,02).

**Figura 2.**

*Promedio y desviación estándar del puntaje obtenido por los estudiantes en conocimiento y habilidades metacognitivas en relación con el grado escolar de educación diversificada (n = 724)*



**Fuente:** elaboración propia.

Asimismo, en relación con las habilidades metacognitivas, entre los grados escolares se hallaron diferencias significativas ( $F = 5,91$ ,  $gl = 2$ ,  $p < 0,01^{**}$ , Figura 2). Los estudiantes de duodécimo año presentaron un nivel más alto de acuerdo con las habilidades metacognitivas, con un promedio de 4,04(0,03), seguidos de los de undécimo año con 3,78 (0,02) y, finalmente, los de décimo con 3,77 (0,06). A partir de estos resultados, se puede afirmar que, al avanzar en su escolaridad, los estudiantes mejoran su conciencia metacognitiva y parecen tener un mejor control sobre sus propios procesos de aprendizaje. Esto es consistente con otras investigaciones que señalan que, a

medida que aumenta el nivel de escolaridad, crece la conciencia sobre el conocimiento y la capacidad de regularlo (Dörrenbächer-Ulrich *et al.*, 2024; Dye y Stanton, 2017; Merchán *et al.*, 2020; Limueco y Prudente, 2018; Weil *et al.*, 2013; Zulkiply, 2009). De igual modo, se ha evidenciado que a mayor edad corresponde un mayor grado de MC (Arias, 2017; Fernández, 2019; Kuhn, 2000).

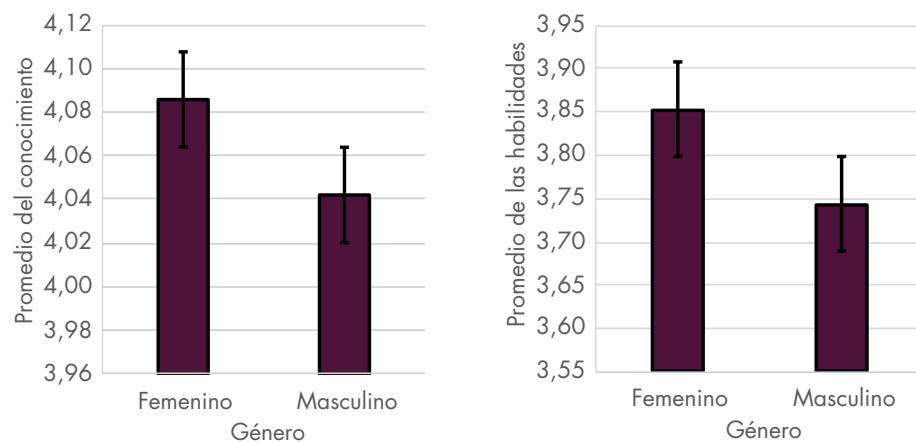
Cabe preguntarse, en esta muestra de estudiantes en particular, si la combinación de ser alumnos exitosos, que eligen participar en las OLICOCIBI, junto con su avance en la escolaridad, son los únicos factores que influyen en el desarrollo de su conciencia sobre el

conocimiento y las habilidades metacognitivas. En este punto se desconoce si la labor docente ha tenido algún impacto mediante el desarrollo de actividades metacognitivas, aunque es posible suponer que el lugar de dichas actividades en las clases de ciencias del país no suele ser preponderante.

En la Figura 3 se presenta la relación con la variable género. No se encontraron diferencias significativas respecto del conocimiento metacognitivo ( $F = 1,18$ ,  $gl = 1$ ,  $p > 0,05$ , Figura 3), pero sí en relación con las habilidades metacognitivas ( $F = 4,94$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0,05^*$ , Figura 3).

**Figura 3.**

*Promedio y desviación estándar del puntaje obtenido por los estudiantes en conocimiento y habilidades metacognitivas en relación con el género (n = 724)*



**Fuente:** elaboración propia.

Las estudiantes que se autopercebieron de género femenino declararon ser más conscientes de sus procesos de regulación metacognitiva, con un promedio de 3,85 (0,02), que aquellos que se autopercebieron de género masculino, con un promedio de 3,74 (0,03). No obstante, este hallazgo debe interpretarse con cautela. Por un lado, coincide con otras investigaciones que muestran diferencias de género en la regulación metacognitiva: las mujeres suelen manifestar mayor capacidad de regulación (Akin, 2016; Barokah *et al.*, 2020; Bogdanovic *et al.*, 2015; Jenkins, 2018; Limueco y Prudente, 2018; Nunaki *et al.*, 2019). Se podría hipotetizar que las estudiantes de esta investigación son más ordenadas y gestionan de manera más efectiva sus tareas. Bordoni *et al.* (2022) reconocieron que las estudiantes mujeres de la carrera de odontología tienden a emplear con frecuencia estrategias de organización y planificación del estudio. Algunos autores afirman que las mujeres tienden a ser más reflexivas sobre sus estrategias de aprendizaje, lo que podría indicar una mayor conciencia de las habilidades que utilizan (Gutiérrez de Blume *et al.*, 2022; Jenkins, 2018; Parra *et al.*, 2014).

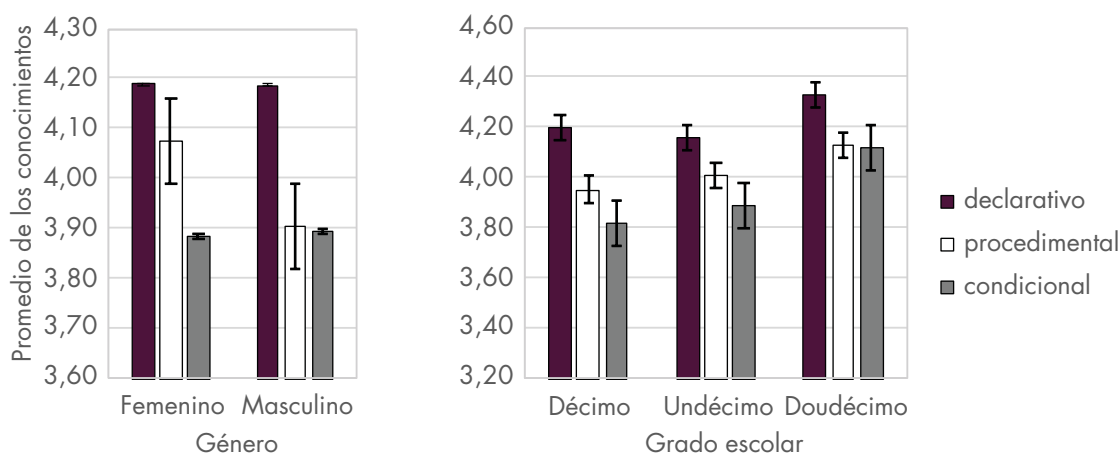
Sin embargo, cabe destacar que las investigaciones citadas suelen referirse a poblaciones y contextos distintos a los de este estudio, por lo que las diferencias

de género podrían atribuirse más a las características individuales y al entorno de aprendizaje que al género en sí (Al Shabibi y Alkharusi, 2018), o incluso a los ítems utilizados para medir la MC (Bogdanovic *et al.*, 2015). Baltaci *et al.* (2016) mencionan que las diferencias pueden explicarse por razones sociales, como el área de desempeño, los valores sociales o la cultura en la que se está inmerso. En la población particular encuestada, posibles hipótesis para estas diferencias podrían relacionarse con los estereotipos de género que se refuerzan en la escuela, donde se espera que las mujeres sean más organizadas, responsables o detallistas. Asimismo, en competencias como las OLUCOCIBI, los varones podrían sentirse más impulsados a *actuar rápido* o priorizar la eficacia sobre la planificación, mientras que las mujeres podrían experimentar una presión social por demostrar solvencia mediante el orden y la reflexión. Por tanto, no se puede atribuir de manera inequívoca una diferencia metacognitiva basada en el género; serán necesarias investigaciones más profundas para identificar cómo este factor influye en el desarrollo metacognitivo.

En la Figura 4 se muestra el efecto del género y del grado escolar sobre las subcategorías del conocimiento metacognitivo. Se hallaron diferencias significativas en el grado escolar ( $F=2,73$ ,  $gl=6$ ,  $p<0,05^*$ , Figura 4) y también con el género ( $F=3,62$ ,  $gl=3$ ,  $p<0,05^*$ , Figura 4). El nivel de conocimiento más alto fue el declarativo, seguido del procedimental y, por último, el condicional, tanto para el género femenino como para el masculino. Entre los grados escolares se observó el mismo patrón, aunque los dos últimos tipos de conocimiento fueron estadísticamente iguales en el duodécimo año. Estos resultados confirman que los estudiantes de las OLUCOCIBI presentan un mayor desarrollo del conocimiento declarativo en relación con el grado y el género. Por lo tanto, se puede suponer que son más conscientes de lo que saben y desconocen respecto de su conocimiento y sus habilidades, aunque podrían presentar dificultades para identificar cuándo y por qué aplicar una estrategia específica en su proceso de aprendizaje cotidiano.

#### Figura 4.

Promedio y desviación estándar del puntaje obtenido por los estudiantes en las subcategorías del conocimiento metacognitivo en relación con el género y grado escolar de educación diversificada ( $n = 724$ )

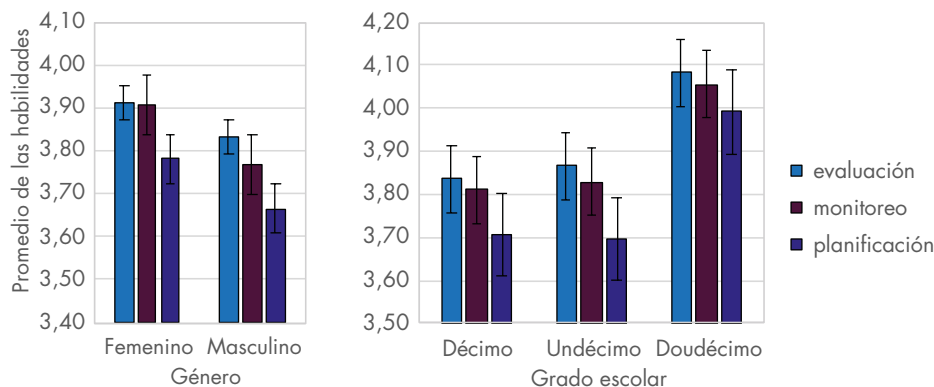


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra el efecto del género y del grado escolar sobre las subcategorías de las habilidades metacognitivas.

**Figura 5.**

*Promedio y desviación estándar del puntaje obtenido por estudiantes en las subcategorías de las habilidades metacognitivas en relación con el género y grado escolar de educación diversificada (n = 724)*



**Fuente:** elaboración propia.

Por un lado, se encontraron diferencias significativas respecto del género ( $F = 5,12$ ,  $gl=3$ ,  $p<0,01^{**}$ , Figura 5). Las estudiantes que se autopercebieron de género femenino presentaron niveles similares en evaluación y monitoreo, pero un nivel más bajo en planificación; mientras que, en el caso del género masculino, los niveles fueron más diferenciados, siendo la evaluación la más alta, seguida del monitoreo y, finalmente, la planificación. A partir de estos resultados, se puede suponer que, más allá de las diferencias, los estudiantes pueden presentar dificultades en el proceso de planificación de una actividad de aprendizaje. Esto contrasta con investigaciones previas (Bordoni *et al.*, 2022; Gutiérrez de Blume *et al.*, 2022; Jenkins, 2018; Parra *et al.*, 2014), que sostienen que, en general, las estudiantes de género femenino tienden a usar con más frecuencia estrategias de organización y planificación. En nuestro caso, no parecería ser así, lo que refuerza la hipótesis de que este tipo de diferencias no se debe necesariamente al género, sino a factores culturales (Baltaci *et al.*, 2016).

Por otro lado, también se encontraron diferencias significativas respecto del grado escolar ( $F = 4,09$ ,  $gl = 6$ ,  $p<0,001^{***}$ , Figura 5). Los niveles de evaluación fueron los más altos, seguidos del monitoreo y, finalmente, de la planificación, para todos los grados. Se puede inferir que las habilidades presentes en los estudiantes no se desarrollan al mismo tiempo en los distintos grados. Esto concuerda con lo señalado por Tamayo Alzate *et al.* (2019), quienes indican que las personas desarrollan habilidades a diferentes edades y ritmos. Además, es posible suponer que en las escuelas son más comunes las actividades relacionadas con la autoevaluación que aquellas vinculadas al monitoreo o la planificación.

## Conclusiones e implicancias didácticas para la enseñanza de la biología

Al analizar el conocimiento y las habilidades metacognitivas de los estudiantes participantes en las OLICOCIBI del año 2024, se encontró que los de duodécimo año presentan una mayor conciencia de su conocimiento y de sus habilidades metacognitivas que los de los otros grados escolares. Se supone que, a medida que los estudiantes avanzan en su escolaridad, tienden a fortalecer sus capacidades metacognitivas. En relación con el género, las mujeres mostraron un mayor control metacognitivo. No obstante, es importante llevar a cabo nuevas investigaciones que permitan evidenciar si, en efecto, el género constituye un factor relevante o si la interacción con los contextos culturales es lo que explica dicha diferencia.

Por otro lado, los resultados indican que los estudiantes poseen un mayor conocimiento declarativo —esto es, sobre lo que saben y no saben—, mientras que el conocimiento condicional (cuándo y por qué utilizar ciertas estrategias) fue el más bajo. En cuanto a las habilidades metacognitivas, los estudiantes suelen ser más conscientes de los procesos de evaluación de su cognición, mientras que la planificación fue el componente con menor grado de acuerdo.

Esta investigación permitió documentar algunas pistas sobre el desarrollo metacognitivo de los estudiantes participantes en las OLICOCIBI. Ello brinda a los docentes información clave sobre las áreas que requieren mejoras y destaca la necesidad de promover en el aula diversas actividades que fomenten la MC en los estudiantes (Pérez y González-Galli, 2020b). Por ejemplo, al enseñar genética mendeliana, los resultados de este estudio sugieren la conveniencia de promover instancias explícitas de

planificación de la resolución de problemas. Con frecuencia, los estudiantes tienden a aplicar el algoritmo para realizar cruces sin anticipar qué información es relevante, cuál sería un resultado esperable o cuál sería la secuencia de pasos más adecuada. Una propuesta didáctica que surge de estos hallazgos consiste en invitar a los estudiantes a construir un plan previo de resolución, donde especifiquen qué datos del enunciado son imprescindibles, qué leyes mendelianas se aplican y en qué orden conviene hacerlo.

Para ello, puede emplearse la estrategia de *bases de orientación*, que implica la construcción de una *receta* con pasos a seguir para resolver un tipo determinado de problema, eligiendo los estudiantes qué pasos realizar y en qué orden (Jorba y Sanmartí, 1996; Revel-Chion *et al.*, 2014). Además de funcionar como instrumento de planificación, la base de orientación favorece la explicitación del conocimiento declarativo (“qué sé de las leyes”) y del conocimiento condicional (“cuándo y por qué aplicar cada una”). De esta manera, la enseñanza de la genética deja de centrarse únicamente en la aplicación mecánica de algoritmos y se convierte en una oportunidad para que los estudiantes desarrollen estrategias metacognitivas transferibles a otras áreas de la biología.

La actividad descrita permitiría a los docentes fortalecer el conocimiento condicional y la planificación, de modo que los estudiantes comprendan cuándo y por qué utilizan una determinada estrategia de aprendizaje y puedan planificar adecuadamente antes de emprender la resolución de actividades como los exámenes de las OLICOCIBI. Además, serán importantes las retroalimentaciones que estos docentes proporcionen a sus estudiantes, de manera que el alumno comprenda más a fondo sus fortalezas y debilidades ante el proceso de aprendizaje (Anijovich, 2019; Quiroga, 2016;

Zohar y Barzilai, 2013), en particular con relación a la planificación y al conocimiento condicional. Debido a los hallazgos, se recomienda que las actividades metacognitivas se implementen en entornos que consideren las experiencias de género de los estudiantes para minimizar el impacto de estereotipos sociales en su autopercepción metacognitiva.

Esta investigación presentó una limitación importante, debido a que no se pudo afirmar con certeza que los estudiantes fueran conscientes de sus procesos cognitivos a través del uso de un cuestionario. Este instrumento permitió que el estudiante declarara su nivel de conciencia, pero confirmar dicha declaración requiere observar su desempeño durante una tarea real (Saldaña y Aguilera, 2003; Veenman *et al.*, 2014). Sin embargo, por el tamaño de la población estudiada, aplicar el cuestionario representó la mejor opción. Para futuras investigaciones se recomienda incorporar otros métodos, tales como entrevistas en las que el estudiante tenga que pensar en voz alta o evaluaciones realizadas durante el desarrollo de una tarea, con la finalidad de poder evidenciar mejor el grado de MC de los estudiantes.

Finalmente, a partir de este estudio surgen diversas interrogantes: ¿por qué los estudiantes suelen ser más conscientes de su conocimiento declarativo que de su conocimiento condicional?, ¿por qué, en las habilidades, hay un mayor desarrollo de la evaluación que de la planificación?, ¿qué tipos de actividades favorecerían el desarrollo del conocimiento condicional y la planificación?, ¿cuáles son las relaciones entre las habilidades y el conocimiento metacognitivo y los puntajes obtenidos en los exámenes de las OLI-COCIBI? Estas preguntas serán objeto de indagación en próximas investigaciones.

## Referencias

- Adiansyah, R., Amin, A., Ardianto, A. y Yani, A. (2022). Metacognitive Skill Profile of Biology Education Students at Institute of Teachers' Education in South Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(2), 150-158. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i2.20732>
- Akin, E. (2016). Examining the Relation between Metacognitive Understanding of What Is Listened to and Metacognitive Awareness Levels of Secondary School Students. *Educational Research and Reviews*, 11(7), 390-401. <https://doi.org/10.5897/ERR2015.2616>
- Al Shabibi, A. y Alkharusi, H. (2018). Mathematical problem-solving and Metacognitive Skills of 5th Grade Students as a Function of Gender and Level of Academic Achievement. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(2), 385-395. <https://doi.org/10.18844/cjes.v13i2.3306>
- Al-Gaseem, M., Bakkar, B. y Al-Zoubi, S. (2020). Metacognitive Thinking Skills among Talented Science Education Students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 897-904. <https://doi.org/10.17478/jegys.707205>

- Anijovich, R. (2019). *Retroalimentación formativa orientaciones para la formación docente y el trabajo en el aula*. Summa.
- Arias, G. (2017). Inteligencia emocional y estrategias metacognitivas en estudiantes de psicología de una universidad privada de Arequipa. *Acta Psicológica Peruana*, 1(2), 353-378. <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/ACPP/article/view/15/12>
- Avargil, S., Lavi, R. y Dori, Y. (2018). Students' Metacognition and Metacognitive Strategies in Science Education. En Y. Dori, Z. Mevarech y D. Baker (eds.), *Cognition, Metacognition, and Culture in stem Education* (pp. 33-64). Springer.
- Azevedo, R. (2020). Reflections on the Field of Metacognition: Issues, Challenges, and Opportunities. *Metacognition and Learning*, (15), 91-98. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09231-x>
- Baltaci, S., Yildiz, A. y ÖzcaKir, B. (2016). The Relationship between Metacognitive Awareness Levels, Learning Styles, Genders and Mathematics Grades of Fifth Graders. *Journal of Education and Learning*, 5(4), 78-89. <https://doi.org/10.5539/jel.v5n4p78>
- Barokah, I., Budiyo, B. y Saputro, D. (2020). Students' Metacognition in Solving Mathematical Problems Based on Gender Differences. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012158>
- Bautista-Vallejo, J. y Hernández-Carrera, R. (2020). Aprendizaje basado en el modelo STEM y la clave de la metacognición. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(1), 18-30. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i1.6719>
- Ben-David, A. y Orion, N. (2013). Teachers' Voices on Integrating Metacognition into Science Education. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3161-3193. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.697208>
- Bogdanovic, I., Obadovic, D., Cvjeticanin, S., Segedinac, M. y Budic, S. (2015). Students' Metacognitive Awareness and Physics Learning Efficiency and Correlation between them. *European Journal of Physics Education*, 6(2), 18-30. <https://doi.org/10.20308/ejpe.96231>
- Bordoni, N., Salgado, P., Argentieri, Á. y Squassi, A. (2022). Learning Strategies of Dental Students in Buenos Aires, Argentina Prior to and during the COVID-19 Pandemic. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 35(3), 214-222. <https://doi.org/10.54589/aol.35/3/214>
- Cantillo-Maldonado, L. (2022). *Aporte del conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado décimo* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Manizales. <https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/1330>
- Dörrenbächer-Ulrich, L., Dilhuit, S. y Perels, F. (2024). Investigating the Relationship between self-regulated Learning, Metacognition, and Executive Functions by Focusing on Academic Transition Phases: A Systematic Review. *Current Psychology*, 43(18), 16045-16072. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-05551-8>
- Dye, K. y Stanton, J. (2017). Metacognition in upper-division Biology Students: Awareness Does not Always Lead to Control. *cbe-Life Sciences Education*, 16(2), 1-14. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-09-0286>
- Esquivel, V. y Morera, J. (2022). *Habilidades blandas y científicas que se potencian en los estudiantes que participan de los procesos de entrenamiento en la Olimpiada Costarricense*

de Ciencias Biológicas (2015-2021) [Tesis de grado, Universidad Nacional de Costa Rica]. <http://hdl.handle.net/11056/23077>

- Fernández, D. (2019). Evaluación de la metacognición sobre el estudio en estudiantes de psicología. *Psicoespacios*, 13(22), 131-147. <https://doi.org/10.25057/21452776.1198>
- Gérman, G. (2019). *Estrategias metacognitivas y competencias científicas en estudiantes de 5.º año de educación secundaria de la I.E. Mixto La Molina* (memoria de bachillerato, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú). <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9714>
- González-Galli, L. (2023). Analogías y enseñanza de la genética y la biología evolucionista. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 63-78. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5615>
- Gutiérrez de Blume, A., Montoya-Londoño, D. y Osorio-Cárdenas, A. (2022). Habilidades metacognitivas y su relación con variables de género y tipo de desempeño profesional de una muestra de docentes colombianos. *Revista Colombiana de Educación*, (84), 1-23. <https://doi.org/10.17227/rce.num84-11298>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Herrera, F., Pereira-Chávez, J. y Muñoz, N. (2017). Caracterización del profesorado de biología participante en la VII Olimpiada Costarricense de Ciencias Biológicas: Una mirada de sus estudiantes. *Uniciencia*, 31(2), 83-97. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.31-2.6>
- Huertas-Bustos, A., Vesga, B. y Galindo, L. (2014). Validación del instrumento "Inventario de Habilidades Metacognitivas (MAI)" con estudiantes colombianos. *Praxis & Saber*, 5(10), 56-74. <https://doi.org/10.19053/22160159.3022>
- Jaramillo, S. y Osses, S. (2012). Validación de un instrumento sobre metacognición para estudiantes de segundo ciclo de educación general básica. *Estudios Pedagógicos*, 38(2), 117-131. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052012000200008>
- Jenkins, A. (2018). *Gender and Subject Area Differences in Academic Metacognition and Motivation* [Tesis de grado, Trinity College Dublín]. <https://digitalrepository.trincoll.edu/theses/734>
- Jiménez, H. (2020). *Entornos de aprendizaje en el desarrollo de competencias y el pensamiento metacognitivo en estudiantes de básica secundaria* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78575>
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Kuhn, D. (2000). Metacognitive Development. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 178-181. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00088>

- Kuhn, D. (2012). *Enseñar a pensar*. Amorrortu.
- Limueco, J. y Prudente, M. (2018). *Predicting progression trends of scientific reasoning skills and metacognitive awareness among secondary level students*. En DLSU Research Congress Proceedings (20–22 de junio de 2018). De La Salle University. <https://www.dlsu.edu.ph/wp-content/uploads/pdf/conferences/research-congress-proceedings/2018/lli-14.pdf>
- López-González, E. y Ruiz-Soler, M. (2011). Análisis de datos con el modelo lineal generalizado: una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*, 69(248), 59-80. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.2485>
- Merchán, G., Huertas-Bustos, A. y Ugarte, L. (2020). Relationship between Metacognitive Skills, Gender, and Level of Schooling in High School Students. *Suma Psicológica*, 27(1), 9-17. <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2020.v27.n1.2>
- Miranda, B. y Ortiz, B. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. (2012). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje* (2.ª ed.). Graó.
- Montes, L., López, A. y Pacheco, L. (2021). Evaluación de la conciencia metacognitiva en estudiantes de medios desde la clase de ciencias. *Boletín Redipe*, 10(1), 215-227. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i1.1175>
- Mustopa, N., Mustofa, R. y Diella, D. (2020). The Relationship between self-regulated Learning and Learning Motivation with Metacognitive Skills in Biology Subject. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(3), 355. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i3.12726>
- Nunaki, J., Damopolii, I., Kandowangko, N. y Nusantari, E. (2019). The Effectiveness of inquiry-based Learning to Train the Students' Metacognitive Skills Based on Gender Differences. *International Journal of Instruction*, 12(2), 505-516. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12232a>
- Oses, S. y Carrasco, L. (2013). Módulos alternativos en la enseñanza de las ciencias: estrategia didáctica orientada al logro de aprendizajes significativos. *Formación Universitaria*, 6(3), 39-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000300006>
- Palacios, A., Cely, C. y Caicedo-Rolón, A. (2023). *Conceptos y enfoques de metodología de la investigación*. Creser.
- Parra, J., Cerda, C., López-Vargas, O. y Saiz, J. (2014). Género, autodirección del aprendizaje y desempeño académico en estudiantes de pedagogía. *Educación y Educadores*, 17(1), 91-107. <https://www.redalyc.org/pdf/834/83430693005.pdf>
- Pérez, G. y González-Galli L. (2020a). Una posible definición de metacognición para la enseñanza de las ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1). <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p384>
- Pérez, G. y González-Galli, L. (2020b). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, (47), 235-249. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-7970>
- Pérez, G. (2024). Essentialism in Biology: Contributions to Teaching. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00584-2>

- Perry, J., Lundie, D. y Golder, G. (2018). Metacognition in Schools: What Does the Literature Suggest about the Effectiveness of Teaching Metacognition in Schools? *Educational Review*, 71(4), 483-500. <https://doi.org/10.1080/00131911.2018.1441127>
- Pintrich, P., Wolters, C. y Baxter, G. (2000). Assessing Metacognition and self-regulated Learning. En G. Schraw y J. Impara (eds.), *Issues in the Measurement of Metacognition* (pp. 43-97). Buros Institute of Mental Measurements.
- Pozo, J. (2016). *Aprender en tiempos revueltos: la nueva ciencia del aprendizaje*. Alianza.
- Pradhan, S. y Das, P. (2021). Influence of Metacognition on Academic Achievement and Learning Style of Undergraduate Students in Tezpur University. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 381-391. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.381>
- Quiroga, M. (2016). La metacognición como función ejecutiva: su rol en la comprensión de textos. *Exlibris*, (5), 516-528. <http://revistas.filo.uba.ar/index.php/exlibris/article/view/3043>
- Revel-Chion, A., Meinardi, E. y Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação*, (20), 987-1001. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>
- Ritchhart, R., Church, M. y Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento*. Paidós.
- Rivera-Fallas, L. E., Pérez, G., Pereira-Chaves, J. M. y Lindwedel-Cruz, A. J. (2025). Análisis del determinismo genético en estudiantes de Costa Rica. *Enseñanza de las Ciencias*, 43(3), 115-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6378>
- Rosa, C. y Darroz, L. (2022). *Cognição, linguagem e docência: Aportes teóricos*. Ilustração.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.
- Saldaña, D. y Aguilera, A. (2003). La evaluación de los procesos metacognitivos: estrategias y problemática actuales. *Estudios de Psicología*, 24(2), 189-204. <https://doi.org/10.1174/021093903765762901>
- Schraw, G. y Dennison, R. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Sperling, R., Howard, B., Miller, L. y Murphy, C. (2002). Measures of Children's Knowledge and Regulation of Cognition. *Contemporary Educational Psychology*, 27(1), 51-79. <https://doi.org/10.1006/ceps.2001.1091>
- Sunitadevi, V., Jill, A. y Barry, F. (2011). Development and Validation of an Instrument to Measure Students' Motivation and self-regulation in Science Learning. *Interna-*

- tional Journal of Science Education*, 33(15), 2159-2179. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.541529>
- Tamayo-Alzate, O., Cadavid, A. y Montoya-Londoño, D. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de ciencias naturales. *Revista Colombiana de Educación*, (76), 117-141. <https://doi.org/10.17227/rce.num76-4188>
- Tamayo-Alzate, O., Zona, J. y Loaiza, Z. (2015). El pensamiento crítico en la educación: algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134146842006.pdf>
- Tamayo-Alzate, O., Zona, J. y Loaiza, Z. (2017). La metacognición como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, (número extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/4849>
- Thomas, G., Anderson, D. y Nashon, S. (2008). Development of an Instrument Designed to Investigate Elements of Science Students' Metacognition, self-efficacy and Learning Processes: The SEMLI-S. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1701-1724. <https://doi.org/10.1080/09500690701482493>
- Tobias, S. y Everson, H. (2009). The Importance of Knowing What you Know: A Knowledge Monitoring Framework for Studying Metacognition in Education. En D. Hacker, J. Dunlosky y A. Graesser (eds.), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 107-127). Routledge.
- Veenman, M. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents and their Intricate Relation with Cognition. En A. Zohar y. Dori (eds.), *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research* (pp. 21-36). Springer.
- Veenman, M., Hesselink, R., Sleeuwaegen, S., Liem, S. y Haaren, M. van. (2014). Assessing Developmental Differences in Metacognitive Skills with Computer Logfiles: Gender by Age Interactions. *Psihologijske Teme*, 23(1), 99-113. <https://www.pt.ffri.hr/index.php/pt/article/view/187/110>
- Victori, M., Pinyana, A. y Khan, S. (2009). Using Structured and open-ended Procedures for Eliciting Data on Learners' Metacognitive Knowledge: A Qualitative Comparative Study. En C. Larson (Ed.), *Metacognition: New Research Developments* (pp. 153-180). Nova Science Publishers.
- Weil, L., Fleming, S., Dumontheil, I., Kilford, E., Weil, R., Rees, G., Dolan, R. y Blakemore, S. (2013). The Development of Metacognitive Ability in Adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.01.004>
- Willison, J., Draper, C., Fornarino, L., Li, M., Sabri, T., Shi, Y. y Zhao, X. (2023). Metacognitively ALERT in Science: Literature Synthesis of a Hierarchical Framework for Metacognition and Preliminary Evidence of its Viability. *Studies in Science Education*, 1-37. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207147>
- Zohar, A. y Barzilai, S. (2013). A Review of Research on Metacognition in Science Education: Current and Future Directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>
- Zulkiply, N. (2009). Metacognition and its Relationship with Students' Academic Performance. *The International Journal of Learning*, 15(11), 97-106. <https://core.ac.uk/download/pdf/11777326.pdf>