



---

**Aportes de las herramientas metacognitivas al aprendizaje significativo en la  
formación inicial del profesorado de Biología**

**Contributions of metacognitive tools to meaningful learning in the initial training of  
Biology teachers**

**Contribuições das ferramentas metacognitivas para a aprendizagem significativa na  
formação inicial de professores de Biologia**

Sandra Rossignuolo<sup>1</sup>  
Jorge Sztrajman<sup>2</sup>

**Resumen**

Relatamos una experiencia realizada en el marco de la tesis de maestría de la primera autora, en la que se ponen en práctica un conjunto de estrategias metacognitivas con la finalidad de favorecer el aprendizaje significativo de estudiantes de 1º año de formación del profesorado en ciencias naturales con orientación en Biología. Los resultados hallados fueron alentadores ya que se duplicó el número de estudiantes que mostraron un mejor rendimiento en las evaluaciones realizadas, en acuerdo con otras investigaciones que señalan la importancia del uso de herramientas metacognitivas para propiciar la evolución de las concepciones iniciales del estudiantado.

**Palabras clave:** aprendizaje significativo, metacognición, formación docente

---

<sup>1</sup>EduSchool, Montevideo, Uruguay. Correo: sandrarossignuolo@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7244-8344>

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Correo: [jsztraj@gmail.com](mailto:jsztraj@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9787-0034>



## Summary

We report an experience carried out within the framework of the master's thesis of the first author, in which a set of metacognitive strategies are put into practice with the purpose of favoring the meaningful learning of students in their 1st year of teacher training in natural sciences with orientation in biology. The results found were encouraging since the number of students who showed a better performance in the evaluations carried out doubled, in agreement with other investigations that indicate the importance of the use of metacognitive tools to promote the evolution of the initial conceptions of students.

**Keywords:** meaningful learning, metacognition, teacher training

## Resumo

Relatamos uma experiência realizada no âmbito da dissertação de mestrado da primeira autora, na qual se colocam em prática um conjunto de estratégias metacognitivas com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa dos alunos do 1º ano de formação de professores de ciências naturais com orientação em biologia. Os resultados encontrados foram animadores, pois dobrou o número de alunos que apresentaram melhor desempenho nas avaliações realizadas, concordando com outras investigações que indicam a importância do uso de ferramentas metacognitivas para promover a evolução das concepções iniciais do corpo discente.

**Palavras-chave:** aprendizagem significativa, metacognição, treinamento de professor

## Introducción

En el marco constructivista de la didáctica de las ciencias es reconocida la importancia del aprendizaje significativo (Chrobak, 2017), donde los nuevos contenidos se relacionan con las concepciones iniciales y experiencias vividas. Por otra parte, es aceptada la importancia de la metacognición (González Galli, 2020; Salazar Béjar y Cáceres Mesa, 2022) en la adquisición de ese tipo de aprendizaje y, en particular, en la formación del profesorado (Pacheco Cortés y Alatorre Rojo, 2018). Entre las herramientas metacognitivas trabajamos con la historia de las ciencias, los mapas conceptuales y la V de Gowin. La historia de las



ciencias permite entender la investigación en ciencias como actividad humana, con sus contradicciones, hallazgos fortuitos y egoísmos. Los mapas conceptuales son poderosas herramientas para identificar la estructura cognitiva del estudiante y tomar conciencia del propio proceso de aprendizaje. La V de Gowin permite utilizar y reflexionar sobre los elementos epistémicos de cualquier cuerpo de conocimiento y visualizar las concepciones espontáneas.

Debido a los pocos estudiantes que logran aprendizajes significativos en biología, nos planteamos si es posible propiciarlo mediante estrategias metacognitivas.

### **Objetivos generales**

1. Aportar al conocimiento sobre cómo las estrategias metacognitivas promueven el aprendizaje significativo.
2. Contribuir a la construcción de un saber en biología que forme parte del conocimiento profesional del profesorado.

Trabajamos en la cátedra de Biología y Laboratorio I del 1° año del Profesorado en Ciencias Naturales con orientación en Biología de un Instituto de Formación Docente de Buenos Aires, Argentina. En 2012 se confeccionó una propuesta de enseñanza basada en el modelo instruccional del contenido (Ausubel, 2002; Novak y Gowin, 1988) y, en 2015, una secuencia didáctica. Dichas propuestas, como parte del trabajo de tesis basado en la investigación-acción (Elliot, 2005) de la primera autora, se centraron en el uso de las tres herramientas metacognitivas (HMC) mencionadas (Chrobak, op.cit.; Mendoza Ruiz y Gutiérrez Gómez, 2019).

### **Metodología**

La investigación-acción encarada fue motivada por la preocupación de enseñar contenidos relacionados con el origen de la vida que pudieran ser aprendidos de manera significativa por estudiantes del profesorado. Según Montero y León (2007) la investigación-acción, en la que se investiga al mismo tiempo que se interviene, se inscribe dentro del grupo de estudios cualitativos. A continuación, se detallan las etapas del trabajo:

Año	Instrumento	Objetivo
-----	-------------	----------



2012. Primera etapa Modelo instruccional	Test de concepciones iniciales.	Detectar las concepciones iniciales sobre el origen de la vida, los seres vivos como sistemas y las características de los seres vivos.
	Utilización de tres HMC: mapas conceptuales, líneas de tiempo y V de Gowin.	Entrenar en el uso de HMC.
	Solicitud de un mapa conceptual acerca del Origen de la vida.	Determinar la actitud frente a HMC.
	Utilización de las tres HMC.	Favorecer la comprensión de los contenidos de Biología mediante el uso de HMC.
	Evaluación de aprendizajes	Comparar con los resultados de la evaluación de los cursos de 2009.
2015. Segunda etapa Incorporación de HMC en una secuencia didáctica.	Diseño y puesta en práctica de la secuencia didáctica.	Comparación de los resultados de la evaluación de los cursos de 2012 y de 2015.

En la primera se observó una mayor resistencia del estudiantado a la utilización de las HMC. Esa resistencia fue disminuyendo al incorporar esas herramientas al modelo instruccional del contenido y en una segunda etapa al planificar la instrucción en una secuencia didáctica en la cual se incorporaron herramientas tecnológicas en forma significativa, en la que consideramos especialmente el componente afectivo.

Las variables independientes o explicativas fueron:

- a. Concepciones iniciales del estudiantado sobre la temática a desarrollar.
- b. Actitud ante las HMC.
- c. Nivel de aprendizaje significativo logrado en los contenidos desarrollados.



La variable dependiente o explicada fue el nivel de uso de HMC. La estimación de estas variables permitió establecer ciertos indicadores como, por ejemplo, el interés manifestado en recibir información o formación en dichas herramientas, actitud frente al aprendizaje y posibles obstáculos en la enseñanza de los contenidos tratados.

Los datos fueron procesados mediante el análisis multivariante, un conjunto de métodos estadísticos que permiten considerar diferentes variables simultáneamente (Salvador Figueras, 2000).

Para estimar la variable “a”, concepciones iniciales, se aplicaron distintos test. El procesamiento de datos permitió agrupar las respuestas en categorías: muy próximas, medianamente próximas y escasamente próximas al modelo científico.

Para estimar la variable “b” se formó al alumnado en las competencias necesarias para usar HMC, especialmente en la elaboración de mapas conceptuales. Se propuso el trabajo grupal colaborativo e individual domiciliario sobre textos dados en un cuadernillo y sobre algunos conceptos necesarios de partida.

La HMC historia de las ciencias acompañó todo el desarrollo de la unidad mediante videos, que narraban los avances en el pensamiento científico desde Aristóteles hasta hoy. Para sistematizar la información se solicitó en forma grupal o individual la elaboración de líneas de tiempo, sugiriéndose el formato digital.

La HMC V de Gowin resultó ser la más compleja de enseñar. Para ello se propuso el análisis de la experiencia de Francesco Redi. Cada elemento epistémico de la V de Gowin se explicó mediante el análisis de esa experiencia. Posteriormente se solicitó elaborar grupalmente el informe del laboratorio en el que se reproducía la experiencia de Louis Pasteur sobre la generación espontánea. En ambos casos, se buscaba que el estudiante “salte” del marco teórico del investigador (Redi o Pasteur) presente en el lado teórico de la V de Gowin (lado derecho) al marco conceptual presente en la actualidad, lado metodológico de la V de Gowin (lado izquierdo) en el elemento epistémico de afirmaciones de conocimiento.

Para determinar la variable “c” sobre el nivel de aprendizaje significativo logrado se utilizó un examen en forma de evaluación escrita con preguntas a desarrollar, de opción múltiple, de reconocimiento de estructuras, entre otras actividades que promueven habilidades de nivel básico, como el uso de la narrativa para explicar los avances en ciencias, de nivel medio, como la demostración de la comprensión de conceptos al solicitar la explicación de



determinadas dinámicas de funcionamiento, y de nivel superior, como la utilización de modelos para representar estructuras o la comparación de estructuras.

En la segunda etapa (2015) se incorporó una secuencia didáctica sobre el origen de la vida. El análisis se centró haciendo hincapié en el modo propuesto para gestionar las clases.

Durante la investigación, la secuencia didáctica fue analizada por varios colectivos docentes de todo el país, al ser utilizada junto a otras dos secuencias didácticas como insumo de análisis en el módulo Enseñar con TIC Biología II del Postítulo Educación y TIC del Ministerio de Educación de la Nación.

Se compararon los rendimientos de las cohortes 2012 y 2015, en las que se hizo uso de HMC, y con el rendimiento de la de 2009, en la que no se utilizaron HMC.

## **Resultados y discusión**

La evaluación del curso de ingreso inicial consistió en que cada estudiante debía entregar su mapa conceptual sobre los contenidos trabajados. Esta evaluación permitió determinar la actitud ante las HMC: positiva (presentaron el mapa y lo aprobaron), neutra (presentaron el mapa, pero no era aprobado) o negativa (no presentaron el mapa). Los resultados para la cohorte 2012 fueron:

2012	Actitud			
Grupo	Estudiantes	Positiva (%)	Neutra (%)	Negativa (%)
A	41	46	0	54
B	53	57	0	43
C	35	13	0	87

**Tabla 1**

*Actitud frente a las HMC. Cohorte 2012.*

En el grupo diurno C, hallamos resultados más desalentadores, ya que el 87% tuvo una actitud negativa frente a las HMC, mientras que, en los grupos nocturnos, A y B aproximadamente la mitad presentó una actitud negativa. No detectamos en ninguno de los grupos una actitud neutra, siendo el diurno (C) más resistente a incorporar estas herramientas.

En cuanto al uso de HMC, los resultados fueron:



2012	Uso de HMC (%)			
Grupo	Mapas conceptuales	Línea de tiempo	V de Gowin	Ninguna
A	100	49	71	17
B	83	4	66	17
C	57	74	29	3

**Tabla 2**

*Uso de las HMC. Cohorte 2012.*

La evaluación de la primera unidad consistió en la elaboración de un mapa conceptual de toda la unidad. Los resultados fueron:

2012	Elaboración mapa conceptual de la primera unidad (%)		
Grupo	Aprobaron	No aprobaron	Sin presentar
A	37	10	53
B	34	13	53
C	29	14	57

**Tabla 3**

*Mapa conceptual. Cohorte 2012.*

En los tres casos, quienes no aprobaron lo hicieron con una calificación cercana a la de aprobación (6), de manera que cerca de la mitad de la clase manifestó una actitud positiva frente a las HMC.

Posteriormente se desarrollaron los contenidos de las unidades 2, 3 y 4 correspondientes a Células, Biomoléculas y Metabolismo. Se emplearon mapas conceptuales como instrumentos de evaluación formadora y como estrategias metacognitivas. Al finalizar la cuarta unidad se realizó el primer examen: una evaluación escrita con preguntas a desarrollar, de opción múltiple, dibujos y comparaciones, entre otras consignas. Los resultados fueron:

2012	1º examen (%)		
Grupo	Aprobaron	No aprobaron	Ausentes
A	22	27	51



B	30	38	32
C	23	31	46

**Tabla 4**

*Resultados 1º examen. Cohorte 2012.*

Estos resultados pueden ser comparados con la cohorte del 2009, donde no se utilizaron HMC. En ese año, la cantidad de estudiantes de los grupos A, B y C fueron 69, 14 y 32, respectivamente. Los resultados fueron:

2009	1º examen (%)		
	Aprobaron	No aprobaron	Ausentes
A	22	12	67
B	57	36	7
C	25	47	28

**Tabla 5**

*Resultados 1º examen. Cohorte 2009.*

En el caso del grupo A los porcentajes de alumnos que aprobaron fueron iguales para ambas cohortes. Si bien para el grupo B los resultados fueron más favorables en 2009, una variable importante (el número de estudiantes) dificulta la comparación: en 2009 hubo apenas 14 estudiantes frente a 53 de 2012. En el grupo C, aprobó un 25% en 2009 frente al 23% de 2012, mientras que el 47% desaprobó en 2009 frente al 31% en 2012. El ausentismo al examen del año 2009 fue mucho menor, siendo 28% frente al 46% en 2012. Consideramos que, al poder comenzar a regular su propio proceso de aprendizaje, el ausentismo al examen podría obedecer a la toma de consciencia de la necesidad de mayor tiempo para prepararlo.

Como segunda etapa, la experiencia se repitió en 2015, incorporando las actividades desarrolladas con HMC en una secuencia didáctica, las TIC y el conocimiento profesional del contenido (CPC). En ese año, la cantidad de estudiantes de los grupos A, B y C fueron 62, 58 y 47, respectivamente. Los resultados del primer examen fueron:





2015	1º examen (%)		
Grupo	Aprobaron	No aprobaron	Ausentes
A	40	35	24
B	47	33	21
C	23	26	51

**Tabla 6**

*Resultados 1º examen. Cohorte 2015.*

Para el grupo A se observa un rendimiento superador en 2015, pasando del 22% de aprobación en 2009, igual al de 2012, al 40% en 2015. En el caso del grupo B la comparación puede hacerse entre las cohortes 2012 y 2015, ya que la de 2009 presentó muy pocos estudiantes. También en esta comparación el resultado es superador al implementar la secuencia didáctica, ya que en 2012 el porcentaje de aprobación es de 30%, frente al 47% de 2015. Para el grupo C casi no se observan variantes entre los porcentajes de aprobación de las cohortes 2012 y 2015. Creemos que la variable que influye en estos grupos es el contexto socioeconómico cultural, ya que se trata de una población escolar que no realiza trabajo remunerado, o lo hace durante pocas horas, cursando las asignaturas en las primeras horas de la tarde. Se trata generalmente de grupos de escasa actividad y participación en el aula, con mayores inconvenientes en la comprensión de conceptos. Estos resultados son similares a los obtenidos al estimar la actitud ante las HMC, donde se encontraron los resultados más desalentadores.

Inicialmente esperábamos encontrar estos grupos:

A) Estudiantes de reciente escolarización secundaria y que, por el contexto socioeconómico y cultural de su zona de profesorado, tienen una mediana alfabetización científica con conceptos algo actuales de la biología molecular.

B) Estudiantes jóvenes y adultos mayores que empezaron carreras universitarias de medicina, veterinaria o tecnicaturas, e incluso profesores de otras asignaturas con más alfabetización científica, actualización en biología molecular, autonomía en el proceso de aprendizaje y compromiso en trabajo colaborativo.



C) Estudiantes adultos y adultos mayores, que retoman sus estudios después de mucho tiempo, con dificultad por carecer de alfabetización científica y contenidos actualizados, y que tuvieron una escolarización conductista.

D) Estudiantes jóvenes que retoman sus estudios por encontrar en el profesorado una salida laboral, con poca formación académica y de base que, ante la dificultad de los conceptos presentados, toman una actitud negativa y simplista poniendo la responsabilidad de su incompreensión en el docente.

En el turno tarde se observó una mayor preponderancia de los grupos A y C, lo que condujo a los resultados obtenidos.

Los resultados del análisis de la secuencia didáctica por parte de los distintos colectivos docentes fueron muy favorables, ya que pudieron observar, por ejemplo, como la gestión del trabajo se centra en la indagación de los saberes previos, la evaluación está presente en todo momento de la secuencia didáctica y la evaluación final evalúa las competencias de los alumnos en relación con los objetivos planteados, entre otras consideraciones.

## **Conclusiones**

Los resultados sobre la detección de ideas previas de los contenidos a trabajar en la unidad didáctica “origen de la vida” y sobre la actitud ante herramientas metacognitivas amplían los resultados esperados propuestos en el plan de tesis porque determinan el porcentaje de alumnos que corresponde a cada categoría esperada. El mayor porcentaje corresponde a la categoría C, estudiantes adultos y adultos mayores, que retoman sus estudios después de mucho tiempo, con dificultad por carecer de alfabetización científica y contenidos actualizados, y que tuvieron una escolarización conductista.

Al planificar la instrucción en una secuencia didáctica que incluye estrategias metacognitivas, se duplicó el número de alumnos que mostraron apropiarse del contenido propuesto. Se puso en práctica el modelo didáctico del contenido abordando el mismo en una secuencia didáctica que propone un acercamiento progresivo al contenido, utiliza distintas estrategias didácticas que promueven habilidades cognitivas, incluye las TIC de manera significativa e incorpora el componente afectivo al conocimiento didáctico del contenido, promoviendo así la reflexión sobre el CPC.



En base a los resultados obtenidos se planificaron las siguientes unidades en secuencias didácticas, mejorando la actitud del estudiantado en relación con el contenido y con las HMC.

## Referencias

Ausubel, D.P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. España: Paidós.

Chrobak, R. (2017). El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), e031. <https://doi.org/10.24215/23468866e031>

Collins, H. y Pinch, T. (1996). *El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona: Crítica.

Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.

González Galli, L. (2020). Enseñanza de la biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición. *Revista de Educación en Biología*, 22(2), 4-24.

Guardian, B. y Ballester, A. (2011). UVE de Gowin instrumento metacognitivo para un aprendizaje significativo basado en competencias. *IN. Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3 (1), 51-62.  
[http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3\\_num1/guardianballester/index.html](http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/guardianballester/index.html)

Mendoza Ruiz, M.G. y Gutiérrez Gómez, E. (2019). Estrategias metacognitivas aplicadas en la asignatura de Desarrollo del potencial humano. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 21, 43-53.  
<https://revistas.unam.mx/index.php/rmbd/article/download/68363/60534/201438>

Montero, I. y León, O. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862.

Novak J.D. y Gowin D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.



**Revista Bio-grafia. Escritos sobre la Biología  
y su enseñanza. Año 2023; Número  
Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

---

Pacheco Cortés, A.M. y Alatorre Rojo, E.P. (2018). La metacognición en la profesionalización docente: el pensamiento crítico en un entorno mixto. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 56. <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/12>

Salazar Béjar, J. E. y Cáceres Mesa, M. L. (2022). Estrategias metacognitivas para el logro de aprendizajes significativos. *Revista Conrado*, 18(84), 6-16.  
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2203>

Salvador Figueras, M. (2000). *Introducción al Análisis Multivariante*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.