

# Análisis de perfiles estratégicos para el aprendizaje autorregulado de matemática en Educación Superior y su relación con el rendimiento académico

Sofía Funkner

Universidad Nacional de La Pampa (Argentina), [funkner.sofia@exactas.unlpam.edu.ar](mailto:funkner.sofia@exactas.unlpam.edu.ar)

Laura Beatriz Wagner

Universidad Nacional de La Pampa (Argentina), [lalywagner@gmail.com](mailto:lalywagner@gmail.com)

Maria Paula Dieser

Universidad Nacional de La Pampa (Argentina), [pauladieser@exactas.unlpam.edu.ar](mailto:pauladieser@exactas.unlpam.edu.ar)

**Resumen:** *El aprendizaje autorregulado ofrece un marco para comprender algunas variables que influyen en el desempeño académico. En este trabajo se analizan perfiles estratégicos de 327 estudiantes de un curso inicial de matemática en una universidad argentina. Se encuentra que, en general, son moderadamente estratégicos, destacando la regulación del esfuerzo y la baja disposición a colaborar con pares. Además, la frecuencia de uso de algunas estrategias depende de variables sexogénicas y del historial académico, y los estudiantes más estratégicos tienen mayores probabilidades de éxito. Esto evidencia la importancia de promover el uso de estrategias autorregulatorias para mejorar el desempeño estudiantil.*

**Palabras clave:** *estrategias de aprendizaje, autorregulación del aprendizaje, rendimiento académico, matemática, educación superior*

## Analysis of strategic profiles for self-regulated learning mathematics in Higher Education and their relationship with academic performance

**Abstract:** *Self-regulated learning offers a framework for understanding some variables that influence academic performance. In this paper, strategic profiles of 327 students who have taken a mathematics subject in the initial university cycle at an Argentine university are analyzed. It is found that, in general, these students are moderately strategic, highlighting the effort regulation and the low willingness to collaborate among peers. In addition, the frequency of use of some strategies depends on sex-gender variables and academic history, and more strategic students are more likely to succeed. This shows the importance of promoting self-regulated learning to improve student performance.*

**Key words:** *learning strategies, self-regulation of learning, academic performance, mathematics, higher education*

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se observa un movimiento internacional que aboga por un desplazamiento de la educación centrada en la enseñanza hacia una enfocada en el aprendizaje,

fijando como meta la formación de competencias. En este contexto, se demanda a las universidades la formación de estudiantes estratégicos, especialmente capacitados para aprender a aprender, y dotados de herramientas adecuadas para un aprendizaje a lo largo de la vida (Pozo y Mateos, 2009). Estas herramientas se concretan en el desarrollo y uso de estrategias de autorregulación del aprendizaje (Pintrich, 2000; Zimmerman, 1989, 2000).

Numerosos estudios empíricos demuestran la importancia del uso de estas estrategias para lograr un mejor aprovechamiento de la enseñanza, así como su rol predictivo sobre el rendimiento y desempeño académicos en diversas áreas de contenidos, contextos, modalidades y niveles educativos (Broadbent y Poon, 2015; Brydges et al., 2015; de Boer et al., 2018; Devolder et al., 2012; Dieser et al., 2020; Donker et al., 2014; Ergen y Kanadli, 2017; Garcia et al., 2018; Lee et al., 2019; Silverajah et al., 2022; Zheng, 2016). En particular, es posible identificar estos temas en el ámbito del aprendizaje de matemática en Educación Superior (Cho y Heron, 2015; Fong et al., 2015; Kuzilek et al., 2021; Musso et al., 2019; Roick y Ringeisen, 2018; Semensato et al., 2023; Sun et al., 2018; Van Dyken y Benson, 2019; Wild y Neef, 2023).

En consecuencia, resulta de interés analizar los perfiles estratégicos de tales estudiantes a fin de reconocer sus falencias formativas e implementar acciones tendientes a la promoción y el fortalecimiento de estrategias eficaces para mejorar su desempeño académico. Sin esta intervención, los estudiantes adquieren solo algunas técnicas que utilizan sin sistematizar ni reflexionar sobre sus beneficios para el aprendizaje (Boruchovitch y Machado, 2017). Este trabajo aborda estos temas. En particular, tiene por objetivo explorar, identificar y describir los perfiles estratégicos de un grupo de estudiantes de un curso de matemática del ciclo inicial universitario; e indagar si el uso de estas estrategias se relaciona con su rendimiento académico en el área. Por lo tanto, se plantean las siguientes preguntas de investigación (PI):

- PI1. ¿Qué estrategias de aprendizaje manifiestan usar los estudiantes?
- PI2. ¿Cómo varía el uso de estas estrategias según el sexo y la carrera de pertenencia, y a lo largo de los ciclos lectivos considerados?
- PI3. ¿Es posible establecer grupos de perfiles estratégicos de estudiantes?
- PI4. ¿Existe relación entre las estrategias de aprendizaje que manifiestan usar los estudiantes y el rendimiento académico?

## **2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES**

La autorregulación del aprendizaje (ARA) es un constructo de relevancia y vigencia en Psicología Educativa pues ofrece un marco para comprender algunas variables que influyen en el aprendizaje. Sin embargo, existen diversas definiciones del constructo (Schunk, 2008) y múltiples descripciones operacionales de los procesos empleados por los estudiantes para autorregular su aprendizaje (Zimmerman, 1990). Pese a ello, existe cierto consenso en que ésta resulta de la interacción de un conjunto de aspectos cognitivos, motivacionales, conductuales y contextuales (Pintrich, 2000; Zimmerman, 1989, 2000).

Esta naturaleza compleja de la ARA permite definirla como un proceso por el cual un estudiante, de manera activa, consciente y constructiva, monitorea y regula su cognición, motivación y conducta con la intención de alcanzar las metas que ha fijado para su aprendizaje, siempre a partir de las características cambiantes del contexto (Dieser et al., 2020).

A la luz de esta concepción, es posible identificar diversos modelos explicativos del aprendizaje autorregulado que intentan identificar las características y los procesos implicados en cada una de las cuatro dimensiones mencionadas, y reconocer algunas estrategias útiles para

la optimización de tales procesos (Panadero, 2017; Puustinen y Pulkkinen, 2001). Entre los modelos desarrollados se destaca el propuesto por Pintrich (2000) por su naturaleza completa y abarcativa, y por estar ampliamente citado por los especialistas en el campo.

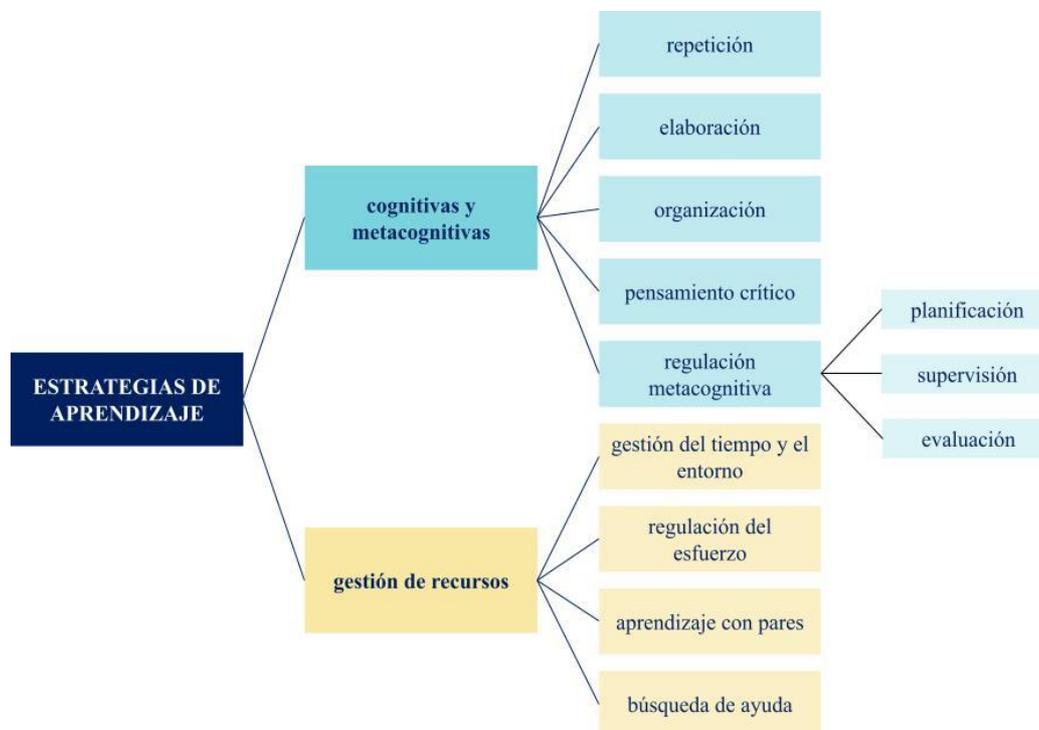
Pintrich (2000) propone un modelo de ARA sustentado en la perspectiva sociocognitiva de Bandura (1991). El modelo incluye dos categorías generales de procesos regulatorios que actúan sobre las cuatro áreas identificadas: (a) las creencias motivacionales, y (b) las estrategias de aprendizaje. Este trabajo centra su atención en el segundo grupo.

Las estrategias de aprendizaje pueden entenderse como una secuencia de acciones, procedimientos, o planes dirigidos a la consecución de ciertas metas (Paris et al., 1983; Zimmerman, 1990). Tienen un carácter consciente e intencional e implican la toma de decisiones, por parte del estudiante, ajustada al objetivo o meta que pretende conseguir y a las condiciones del contexto (Monereo, 2000; Pérez Sánchez y Beltrán Llera, 2014).

Pintrich (2000) reconoce nueve estrategias de aprendizaje esenciales para el proceso de ARA que actúan sobre la dimensión cognitiva, conductual y contextual. Las primeras incluyen las acciones cognitivas desarrolladas por los estudiantes para aprender, recordar y comprender algo nuevo, así como elementos de conocimiento y regulación de la cognición, conjugados en el concepto de metacognición (Pintrich, 2000). Las restantes son consideradas en la categoría de estrategias de gestión de recursos y corresponden a las decisiones y acciones tomadas por los estudiantes para optimizar ciertos elementos de su entorno de aprendizaje (Zimmerman, 1990) y controlar el propio comportamiento (Pintrich, 2000). Ambas categorías, esquematizadas en la Figura 1, se describen a continuación. Se reseñan, además, hallazgos de investigaciones desarrolladas en los últimos cinco años en el ámbito de cursos de matemática en instituciones de Educación Superior. Estos estudios involucraron diferentes instrumentos o escalas psicométricas para identificar el uso de estrategias de ARA en dichos contextos, así como diversas técnicas estadísticas para evaluar su rol predictivo sobre el desempeño de los estudiantes. Algunas de las investigaciones han abordado el efecto de intervenciones activas como aula invertida, factores motivacionales y emocionales (Cho y Heron, 2015; Pranke et al., 2015; Quinn y Aarao, 2020; Rotgans y Schmidt, 2009) sobre el rendimiento académico. Sin embargo, ninguno de los trabajos revisados ha estudiado el efecto de variables de índole sexogenérica o asociadas con la historia académica de los estudiantes sobre el uso de estrategias autorregulatorias. Tampoco se diagnosticaron perfiles de uso de estas estrategias ni se ha reconocido su rol predictivo sobre el desempeño académico en el área. En consecuencia, estos son aportes específicos de esta investigación.

## Figura 1

Estrategias de aprendizaje consideradas en el modelo de ARA de Pintrich (2000). Fuente: Elaboración propia.



### 2.1. Estrategias cognitivas y metacognitivas

Pintrich (2000) incluye cuatro estrategias cognitivas que se ponen en juego en la instancia de ejecución de una tarea. Weinstein et al. (1983) reconocen tres de ellas:

1. Repetición, que incluye un conjunto de procedimientos para mantener y recordar cierta información por un corto periodo de tiempo (*e.g.* realizar múltiples ejercicios de cálculo combinado o de factorización de polinomios).
2. Elaboración, referida a procedimientos que posibilitan la codificación de la información, le dan significatividad conectándola con el conocimiento previo, lo que favorece su posterior recuperación (*e.g.* resumir, tomar notas, explorar diferentes formas de resolver un problema, explicar a otros).
3. Organización, están orientadas a la selección de la información apropiada y la construcción de conexiones entre sus elementos. Implican transformar la información a un formato que facilite la comprensión y asimilación, y combinar los elementos en un todo ordenado y significativo para la persona que aprende (*e.g.* elaborar mapas o redes conceptuales).

Pintrich et al. (1991) agregan una cuarta estrategia de índole cognitivo:

4. Pensamiento crítico, referida al grado en que un estudiante aplica el conocimiento previo a situaciones nuevas para resolver problemas, tomar decisiones o realizar evaluaciones críticas con respecto a ciertos estándares de excelencia (*e.g.* pensar de manera divergente para encontrar soluciones a los problemas).

A estas cuatro estrategias cognitivas, Pintrich (2000) suma la regulación metacognitiva.

5. Jacobs y Paris (1987) afirman que ésta refiere al conocimiento y el control de la cognición, se despliega en los tres momentos distintos de la realización de una tarea, e implica el uso de tres estrategias:
  - a. Planificación, que incluye el establecimiento de metas para la tarea y la selección de una estrategia para alcanzarlas (*e.g.* disponer el material de lectura y establecer un cronograma para leerlo y procesarlo mediante una técnica apropiada).
  - b. Supervisión, referida al seguimiento y la regulación de los progresos realizados hacia el logro de la meta (*e.g.* plantear preguntas para comprobar la comprensión de un material de lectura).
  - c. Evaluación, vinculada a la revisión o modificación de las acciones realizadas para alcanzar la meta (*e.g.* resolver autoevaluaciones optativas para chequear el nivel de comprensión y buscar información adicional si fuera necesario).

Diversas investigaciones de los últimos años demuestran que las estrategias cognitivas y metacognitivas resultan significativas en la predicción del rendimiento académico en cursos de matemática de nivel superior. En efecto, Fong et al. (2015) encuentran que el empleo de ambas predice calificaciones más altas en estudiantes europeos y estadounidenses. En estudiantes hispanos, sólo las estrategias asociadas con los procesos metacognitivos fueron un predictor significativo (Fong et al., 2015). Por su parte, los resultados alcanzados por Roick y Ringeisen (2018) demuestran que el uso de estrategias metacognitivas se relaciona positivamente con el rendimiento académico al inicio del curso, pero negativamente al final del mismo. Resultados similares son obtenidos por Van Dyken y Benson (2019). Estos autores encuentran que el establecimiento y la planificación de objetivos, la autoevaluación y la repetición son algunas de las estrategias con efectos positivos sobre la permanencia en cursos de precálculo. Además, existe evidencia de que la disponibilidad de recursos cognitivos afecta aspectos motivacionales y afectivos que influyen de manera directa sobre el rendimiento académico en matemática (Musso et al., 2019). Resultados similares obtienen Wild y Neef (2023).

## 2.2. Estrategias de gestión de recursos

Pintrich (2000) considera cuatro estrategias de gestión de recursos que se ponen en juego en diferentes etapas de ejecución de una tarea.

1. Gestión del tiempo y del entorno. La primera comprende la gestión de procesos para la planificación de actividades, y la programación y proyección temporal de las mismas a fin de cumplir con las metas fijadas en el tiempo disponible (*e.g.* programar un tiempo semanal para leer las lecturas recomendadas y realizar los ejercicios de la práctica). La segunda refiere a la preparación y disposición de un espacio físico o virtual en condiciones adecuadas para llevar adelante el aprendizaje (*e.g.* elegir una iluminación apropiada, desactivar las notificaciones en los dispositivos electrónicos, y organizar los documentos de lectura en carpetas temáticas).
2. Regulación del esfuerzo, que está vinculada al manejo y control del esfuerzo, la persistencia y la constancia en la tarea, en las que está implicada la voluntad (*e.g.* continuar estudiando aun cuando un material educativo digital no es interesante).
3. Búsqueda de ayuda estratégica entre compañeros y docentes cuando se lleva a cabo una determinada tarea (*e.g.* consultar al profesor en busca de aclaraciones sobre el material de aprendizaje).

4. Aprendizaje entre pares, vinculada a la disponibilidad para trabajar cooperativa o colaborativamente con los compañeros (*e.g.* participar en una reunión con otros estudiantes para estudiar).

Entre estas estrategias, la búsqueda de ayuda es una de las más relevantes en la predicción del rendimiento académico en cursos de matemática. Así lo demuestran diversos trabajos (Sun et al., 2018; Van Dyken y Benson, 2019). En particular, Sun et al. (2018) encuentran que solicitar ayuda se relaciona significativamente de forma positiva con los resultados académicos tanto en propuestas formativas presenciales y las basadas en aula invertida. Según los hallazgos de Van Dyken y Benson (2019), esta estrategia resultó ser la más influyente sobre la permanencia de estudiantes en cursos de precálculo. Kuzilek et al. (2021), por su parte, identifican que las estrategias de planificación y gestión temporal aumentan las posibilidades de aprobar los cursos de matemática en el primer año académico. No se han encontrado antecedentes de trabajos que analicen posibles relaciones entre las restantes estrategias de gestión de recursos y el desempeño en matemática en cursos de Educación Superior.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Participantes y contexto

Este estudio se realiza sobre el colectivo de estudiantes que han cursado la asignatura “Cálculo I - Análisis Matemático I - Matemática I” en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Argentina, entre los años 2019 y 2022. Dicha asignatura se dicta en el primer cuatrimestre del primer año para las carreras Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente (IRNyMA); Licenciaturas en Geología, Química y Física; y Profesorado en Física. Su programa de estudios aborda temas propios del Cálculo Matemático, en adelante Cálculo.

Se trata de una asignatura ofrecida regularmente en modalidad presencial. Sin embargo, debido al contexto de pandemia por COVID-19, durante los años 2020 y 2021 las clases fueron desarrolladas de manera virtual en el marco de la enseñanza remota de emergencia. Con la vuelta parcial a la presencialidad, en el año 2022, la metodología de trabajo en esta asignatura consistió en una estructura híbrida en la que algunas clases se llevaron a cabo de manera presencial y otras virtual.

Entre los años 2019 y 2022 se registró una matrícula de 549 estudiantes. La administración de los instrumentos de indagación generó un total de 441 respuestas de las cuales se excluyen 114 por diversos motivos (*e.g.* datos faltantes o respuestas duplicadas). En consecuencia, la muestra resultante se compone de 327 estudiantes. En la Tabla 1 se resumen las características de la muestra tomada.

**Tabla 1**

*Caracterización del grupo de 327 estudiantes en estudio.*

Característica		Frecuencia	
Cohorte	2019	83	(25,38%)
	2020	85	(26,00%)
	2021	67	(20,49%)
	2022	92	(28,13%)
Sexo	Mujer	182	(55,66%)

	Varón	145	(44,34%)
Carrera	IRNyMA	109	(33,33%)
	Lic. en Geología	39	(11,93%)
	Lic. en Química	85	(26,00%)
	Lic. en Física	80	(24,46%)
	Prof. en Física	14	(4,28%)
Éxito en el curso	2019	31	(37,35%)
	2020	49	(57,65%)
	2021	24	(35,82%)
	2022	20	(21,74%)

## 3.2. Mediciones e instrumentos

### 3.2.1. Estrategias de aprendizaje

A fin de recolectar los datos que permitieran indagar el uso de estrategias de aprendizaje en el estudio del Cálculo por parte de los estudiantes del colectivo bajo estudio, se diseñó un instrumento basado en el Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje (MSLQ, por sus siglas en inglés *Motivated Strategies for Learning Questionnaire*) (Pintrich et al., 1991). El MSLQ consta de 81 reactivos que indagan sobre aspectos motivacionales de los estudiantes y sobre las estrategias de aprendizaje que utilizan para lograr sus metas.

En este trabajo, se consideraron los 50 reactivos correspondientes a la escala de estrategias de aprendizaje. Estas afirmaciones fueron traducidas al español y adaptadas al contexto del Cálculo. También se desglosaron algunas sentencias y agregaron otras para referir a situaciones habituales en el contexto argentino y latinoamericano. De este proceso, resultaron 52 reactivos. Para su valoración se utilizó una escala Likert de cinco niveles asociada a la frecuencia de uso de la conducta referida (1: no uso de la estrategia; 5: alta frecuencia de uso de la estrategia). La media de las valoraciones asignadas a los ítems que refieren a una misma estrategia arroja un valor entre 1 y 5 que da cuenta de la frecuencia media con que el estudiante declara emplear la estrategia en cuestión (Pintrich et al., 1991). Los ítems invertidos se transformaron previamente (6 – valor autoinformado) a fin de que las valoraciones dadas sean favorables a la estrategia evaluada.

Las 52 afirmaciones que surgen del proceso de traducción, adaptación, y validación del MSLQ conforman el Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje de Matemática (SLQmath, por sus siglas en inglés *Mathematics Learning Strategies Questionnaire*) y se incluyen en un cuestionario<sup>1</sup> implementado mediante la herramienta “Formularios de Google”. Dicho instrumento se puso a disposición de los estudiantes en el curso *online* de la asignatura dentro del entorno virtual de enseñanza y aprendizaje Moodle de la FCEyN (UNLPam) al comienzo de cada ciclo lectivo (2019, 2020, 2021 y 2022) durante un periodo aproximado de un mes entre las últimas semanas de marzo y las primeras de abril.

Una sucesión de pruebas psicométricas, sugeridas por Carretero et al. (2007), permiten afirmar que el SLQmath evidencia una estructura factorial adecuada siguiendo los criterios propuestos por Hu y Bentler (1999), Lai (2020), y Walker y Smith (2017) ( $\chi^2=3535,5$ , g.l.=1238,

<sup>1</sup> Enlace al cuestionario aplicado a los estudiantes: <https://forms.gle/i9ipSz5j2YyhVtCr8>

valor  $p \geq 0$ , RMSEA=0,075, CFI=0,893, SRMR=0,0686) y una consistencia interna general buena a excelente (alpha de Cronbach=0,89 y omega de McDonalds=0,9).

En la Tabla 2 se resume la información referida a los índices parciales de consistencia interna. Según se observa, las subescalas asociadas a la gestión del tiempo y del entorno y a las estrategias metacognitivas poseen una fiabilidad aceptable (alpha de Cronbach=0,71). El resto de los índices parciales, a excepción del asociado a la búsqueda de ayuda, fluctúan entre 0,55 y 0,69, lo que indica una fiabilidad cuestionable. No obstante, Guilford (1954) sostiene que una fiabilidad de 0,50 es suficiente para investigaciones asociadas a la descripción de grupos, como es el caso de este trabajo. Por su parte, la subescala de búsqueda de ayuda produce un alfa de Cronbach por debajo de dicho umbral (0,47). Esto podría deberse a que la subescala está compuesta por pocos ítems (5 de 52), dos de ellos (9 y 52) con cargas factoriales bajas (0,1 y 0,18 respectivamente). No obstante, dada la importancia de estos dos reactivos en el ámbito de la Educación Superior Latinoamericana, se decide continuar con el modelo completo, reconociendo que los resultados asociados a la subescala en cuestión deben considerarse prudencialmente.

**Tabla 2**

*Composición y coeficiente alfa de Cronbach de cada subescala.*

Subescala	Cantidad e indicador de ítems	Alfa de Cronbach
Repetición	4 8-15-28-41	0,55
Elaboración	6 22-31-34-36-38-51	0,59
Organización	4 1-11-18-32	0,60
Pensamiento crítico	5 7-16-20-35-40	0,61
Regulación del esfuerzo	4 6-17-29-44	0,69
Gestión del tiempo y el entorno	9 4-12-21-33-39-42-43-47-49	0,71
Regulación metacognitiva	12 2-5-10-13-23-24-25-26-30-46-48-50	0,71
Búsqueda de ayuda	5 9-27-37-45-52	0,47
Aprendizaje con pares	3 3-14-19	0,67

### 3.2.2. Rendimiento académico

El rendimiento académico es medido mediante el resultado obtenido por cada estudiante al finalizar la cursada de la asignatura. Estos resultados se tomaron de los registros del sistema de gestión académica SIU Guaraní. Corresponden a cuatro niveles (ausente, desaprobado, regularizado, promocionado) recategorizados según el resultado se considere exitoso (regulariza o promociona) o no (ausente o desaprueba).

### 3.2.3. Otros atributos

Atributos de índole personal (nombre, DNI y sexo) y vinculados con la historia académica del estudiante (carrera, condición de cursada, experiencia previa con la asignatura u otra similar, y motivo de fracaso si se ha cursado con anterioridad alguna asignatura vinculada con el Cálculo) se indagaron mediante el cuestionario descrito previamente.

### 3.3. Análisis de datos

Para responder a las preguntas de investigación se realizó, en primera instancia, un análisis descriptivo univariado (Johnson y Kuby, 2012) mediante el recuento de frecuencias de las variables correspondientes a los aspectos personales y académicos. Además, con el objetivo de establecer cuáles son las estrategias de aprendizaje que manifiestan poseer los estudiantes, se obtuvieron medidas resumen (media, desvío, coeficiente de variación, mínimo, mediana y máximo) y gráficas (boxplot) de las variables correspondientes a las estrategias de aprendizaje. A su vez, se realizó un análisis descriptivo bivariado con el fin de determinar si existe relación entre las estrategias de aprendizaje declaradas y algunos aspectos personales y académicos, incluido el rendimiento. Para ello se recurrió a medidas resumen por grupos (media, desvío, coeficiente de variación, mínimo, mediana y máximo) (Johnson y Kuby, 2012) y gráficas (radar) (Holtz y Healy, 2018).

Con el fin de encontrar grupos de individuos con características similares (perfiles estratégicos), se llevó a cabo un análisis de cluster jerárquico (Bussab et al., 1990; Johnson y Wichern, 2007) considerando las distancias euclidiana y Manhattan, y los métodos del vecino más cercano, vecino más lejano, promedio de las distancias, centroide y Ward. Se seleccionó el modelo con mayor índice de correlación cofenética. Por último, se aplicó una prueba de independencia Chi Cuadrado (Siegel y Castellan, 1995) para determinar si existe asociación estadística significativa entre el rendimiento académico y el grupo de perfil estratégico al cual pertenece un estudiante.

Se utilizó el *software* estadístico R (R Core Team, 2022) para el total de los análisis realizados. En particular, se utilizaron los paquetes *MASS*, *ggplot2*, *ggradar*, *dplyr*, *scales* y *tibble* para el análisis exploratorio, y el paquete *cluster* para el análisis de cluster.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados y, por consiguiente, para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas y referidas a las estrategias de aprendizaje que manifiestan poseer los estudiantes de “Cálculo I - Matemática I - Análisis Matemático I” de la FCEyN (UNLPam), se considera la siguiente interpretación de las puntuaciones obtenidas referidas a la frecuencia de uso de las estrategias de ARA:

- [1; 1,50): no utilización de la estrategia
- [1,50; 2,50): bajo uso de la estrategia
- [2,50; 3,50): moderado uso de la estrategia
- [3,50; 4,50): alto uso de la estrategia
- [4,50; 5]: fuerte uso de la estrategia

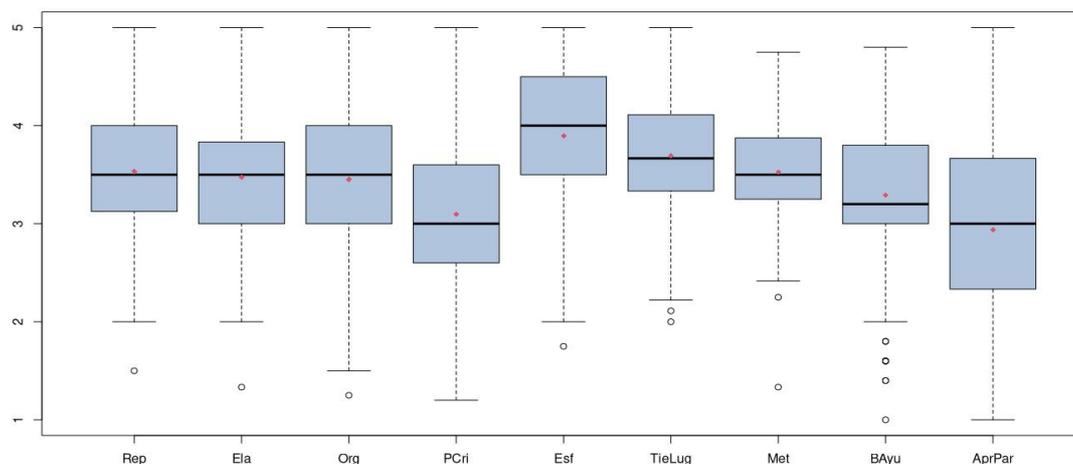
### 4.1. ¿Qué estrategias de aprendizaje manifiestan usar los estudiantes?

Según se observa en la Figura 2, los estudiantes de Cálculo manifiestan hacer un alto uso de la metacognición (valoración media:  $3,53 \pm 0,49$ ), repetición (valoración media:  $3,53 \pm 0,67$ ) y gestión del tiempo y entorno para el estudio (valoración media:  $3,70 \pm 0,57$ ), pero sobre todo del esfuerzo (valoración media:  $3,90 \pm 0,65$ ). En la distribución de esta última estrategia, se observa un leve sesgo a la derecha con el 75% de las valoraciones superando las 3,50 unidades. Sin embargo, se presenta un solo caso atípico en el que el estudiante manifiesta utilizar de manera poco frecuente el esfuerzo (valoración: 1,75).

En lo que respecta al resto de las estrategias de aprendizaje consideradas, estos estudiantes manifiestan ser moderadamente estratégicos (Figura 2). En particular, las estrategias cognitivas de mayor profundidad de procesamiento de la información como la elaboración (valoración media:  $3,48 \pm 0,60$ ), la organización (valoración media:  $3,45 \pm 0,72$ ) y el pensamiento crítico (valoración media:  $3,10 \pm 0,69$ ) presentan una distribución bastante simétrica. Este mismo comportamiento se observa en la estrategia de aprendizaje con pares (valoración media:  $2,94 \pm 0,92$ ). Por su parte, la estrategia búsqueda de ayuda (valoración media:  $3,29 \pm 0,65$ ), presenta un sesgo a la izquierda con el 25% de las valoraciones entre las 3 y 3,20 unidades y algunos casos atípicos (9) de estudiantes que manifiestan buscar ayuda con nula o muy baja frecuencia (valoraciones inferiores a las 2 unidades). Otros valores atípicos se observan en el empleo de la repetición (1), elaboración (1), organización (1), gestión del tiempo y lugar de estudio (2) y metacognición (2) asociados a estudiantes que manifiestan no utilizar estas estrategias o emplearlas con baja frecuencia (Figura 2). En la labor docente es importante identificar estos casos para poder brindar la ayuda necesaria a fin de promover y desarrollar habilidades que les permitan alcanzar su máximo potencial académico (Pintrich, 2000; Zimmerman, 1989, 2000).

## Figura 2

Boxplot de las estrategias de aprendizaje que los 327 estudiantes declaran emplear (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares). Fuente: Elaboración propia.



## 4.2. ¿Cómo varía el uso estas estrategias según el sexo y la carrera de procedencia, y a lo largo de los ciclos lectivos considerados?

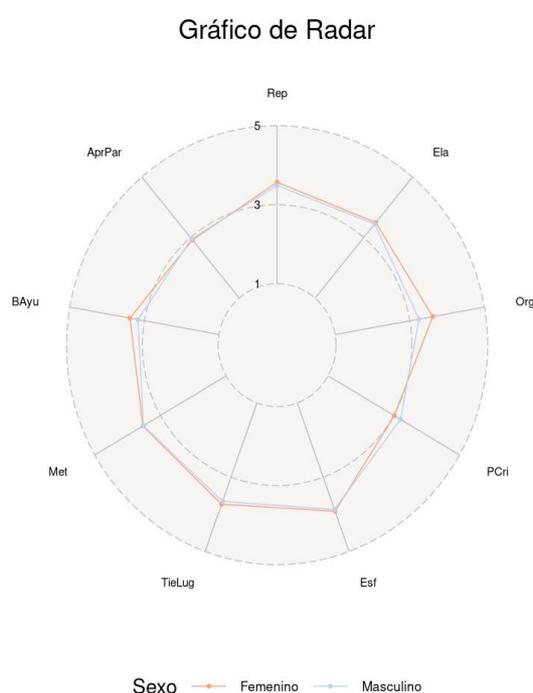
### 4.2.1. Sexo

El colectivo de estudiantes de Cálculo manifiestan utilizar de manera similar la mayoría de las estrategias de aprendizaje (Figura 3). Sin embargo, las mujeres manifiestan hacer un mayor uso de la organización y la búsqueda de ayuda (valoraciones medias:  $3,62 \pm 0,69$  y  $3,39 \pm 0,65$  respectivamente). Mientras que los varones manifiestan usar con mayor frecuencia el pensamiento crítico (valoración media:  $3,20 \pm 0,69$ ). Puesto que, entre los trabajos revisados, no se han encontrado antecedentes de diferencias sexogenéricas en los perfiles estratégicos de los estudiantes cuando se enfrentan al aprendizaje de la matemática, este trabajo constituye un

aporte en la temática. Además, estos resultados, tienen implicancias en el diseño de actividades cooperativas o colaborativas. En efecto, conformar grupos donde ambos sexos estén representados permitiría atender a la grupalidad del conjunto (Schmuck y Schmuck, 1975) al maximizar la frecuencia de uso de mayor cantidad de estrategias dentro del equipo.

### Figura 3

Gráfico de radar de las frecuencias medias de uso de estrategias de aprendizaje según el sexo (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares). Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.2. Carrera

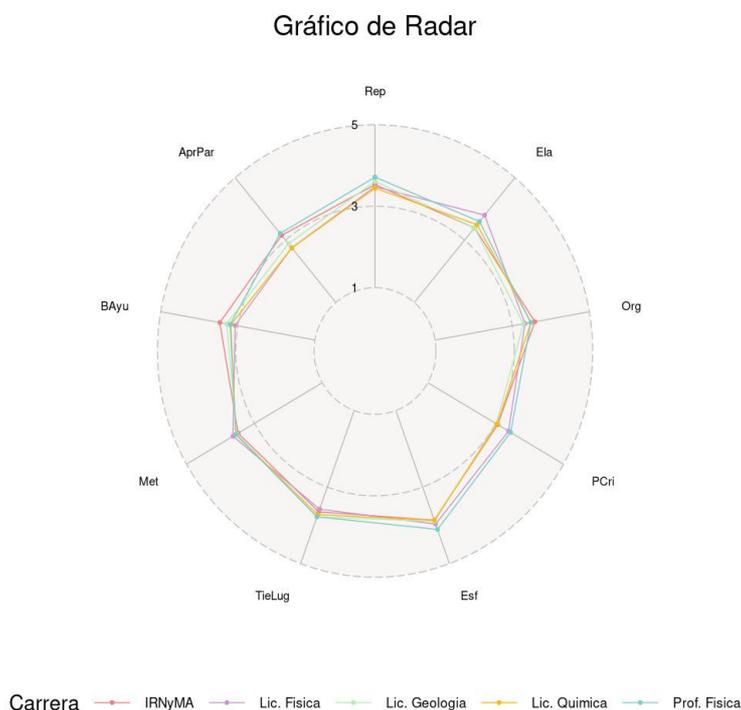
Los estudiantes de las distintas carreras manifiestan una frecuencia de uso similar de la mayoría de las estrategias de aprendizaje consideradas (Figura 4). Sin embargo:

- Los estudiantes de la Licenciatura en Física destacan por el uso moderado o altamente frecuente de estrategias cognitivas de procesamiento profundo como la elaboración (valoración media:  $3,80 \pm 0,63$ ) y el pensamiento crítico (valoración media:  $3,44 \pm 0,75$ ). Este último patrón también se observa en estudiantes del Profesorado en Física (valoración media:  $3,38 \pm 0,69$ ). Esto podría estar asociado a la práctica permanente que dichos estudiantes hacen de esta estrategia en la resolución de problemas cuando se enfrentan a asignaturas de formación específica a su área de conocimiento.
- Por su parte, los estudiantes de la IRNyMA destacan haciendo un moderado uso de la búsqueda de ayuda (valoración media:  $3,47 \pm 0,60$ ) y del aprendizaje con pares (valoración media:  $3,15 \pm 0,79$ ) junto con los estudiantes del Profesorado en Física (valoración media:  $3,21 \pm 0,59$ ). Esta implementación de la interacción social puede

deberse a la naturaleza colaborativa de los campos de la ingeniería ambiental y la enseñanza en física. Los estudiantes en estas disciplinas con frecuencia se enfrentan a desafíos complejos que requieren la cooperación y el intercambio de conocimiento entre pares.

#### Figura 4

Gráfico de radar de las frecuencias medias de uso de estrategias de aprendizaje según la carrera de pertenencia (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares). Fuente: Elaboración propia.



Como en el caso anterior, entre los trabajos revisados, no se han encontrado antecedentes que aborden las diferencias en los perfiles estratégicos de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática según la carrera de origen. Por lo tanto, este trabajo constituye un aporte en la temática. Los resultados alcanzados, como en el caso del sexo, ponen de manifiesto ciertas consideraciones a tener en cuenta en el diseño de actividades grupales para potenciar la grupalidad de los equipos de trabajo incluyendo estudiantes de diversas carreras. Además, de una mayor expresión de estrategias puestas en juego en el desarrollo de la actividad en cuestión, los estudiantes podrían promover diversas estrategias autorregulatorias mediante procesos de correulación.

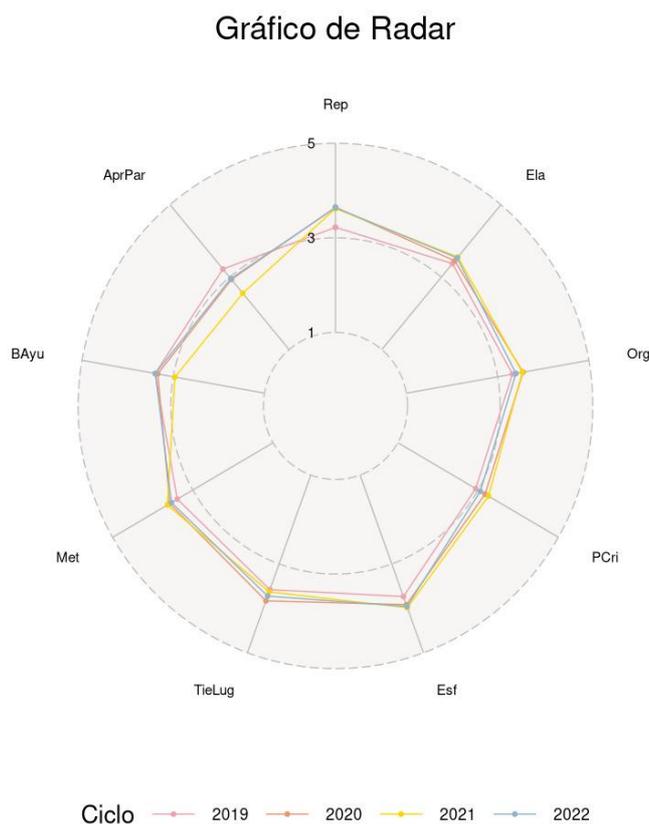
#### 4.2.3. Ciclo lectivo

Se observa que el uso que los estudiantes de Cálculo manifiestan hacer de las estrategias de aprendizaje es similar en los cuatro años (Figura 5). Sin embargo, se identifican algunas leves diferencias que resulta interesante mencionar:

- Se distingue la cohorte 2019 por reconocer un menor uso de la repetición (valoración media:  $3,22 \pm 0,62$ ) pero mayor uso del aprendizaje con pares (valoración media:  $3,22 \pm 0,79$ ) en comparación con las demás cohortes.
- Por su parte, la cohorte 2021 manifiesta emplear en menor medida aquellas estrategias relacionadas con la interacción social, como la búsqueda de ayuda (valoración media:  $2,96 \pm 0,68$ ) y el aprendizaje con pares (valoración media:  $2,55 \pm 0,87$ ). Estos estudiantes atravesaron su último año de secundario, o comienzo de la vida universitaria, en aislamiento social preventivo obligatorio (estricto) debido a la pandemia por COVID-19. Esta situación de aislamiento social pudo haber contribuido a la falta de preparación estratégica en cuanto al uso de las estrategias referidas.

### Figura 5

Gráfico de radar de las frecuencias medias de uso de las estrategias de aprendizaje según el ciclo lectivo (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares). Fuente: Elaboración propia.



Dentro de los trabajos revisados, no se han identificado estudios previos que aborden la diferencia en los perfiles estratégicos de estudiantes que afrontan el estudio del cálculo matemático según el año de cursada. Por lo que este trabajo representa una contribución original a la investigación en esta área. Los hallazgos y su posible relación con el contexto formativo en años anteriores, ponen de manifiesto la necesidad de explorar otras variables asociadas con el recorrido escolar de los estudiantes, como el lugar o colegio de procedencia o su desempeño

previo en matemática. Esto podría proporcionar una mejor comprensión de sus perfiles estratégicos, dado el carácter procesual de la ARA.

### 4.3. ¿Es posible establecer grupos de perfiles estratégicos de estudiantes?

Para determinar los posibles grupos de perfiles estratégicos de estudiantes se realizó un análisis de cluster del tipo jerárquico utilizando cinco métodos (vecino más cercano, vecino más lejano, promedio de las distancias, centroide y Ward) y dos distancias (euclidiana y Manhattan), eligiendo como más apropiado aquel con mayor coeficiente de correlación cofenética. Un resumen de ellos se muestra en la Tabla 3. Se observa que el mayor coeficiente de correlación cofenética se obtiene mediante el método del promedio de las distancias utilizando la distancia Manhattan. Por tal motivo se ensaya la conformación de distintos grupos de estudiantes de perfiles estratégicos mediante este método. De este ensayo, surgen siete grupos, de los cuales tres son descartados por contar con una cantidad reducida de estudiantes. Los cuatro grupos de perfiles estratégicos resultantes se representan en el dendrograma de la Figura 6.

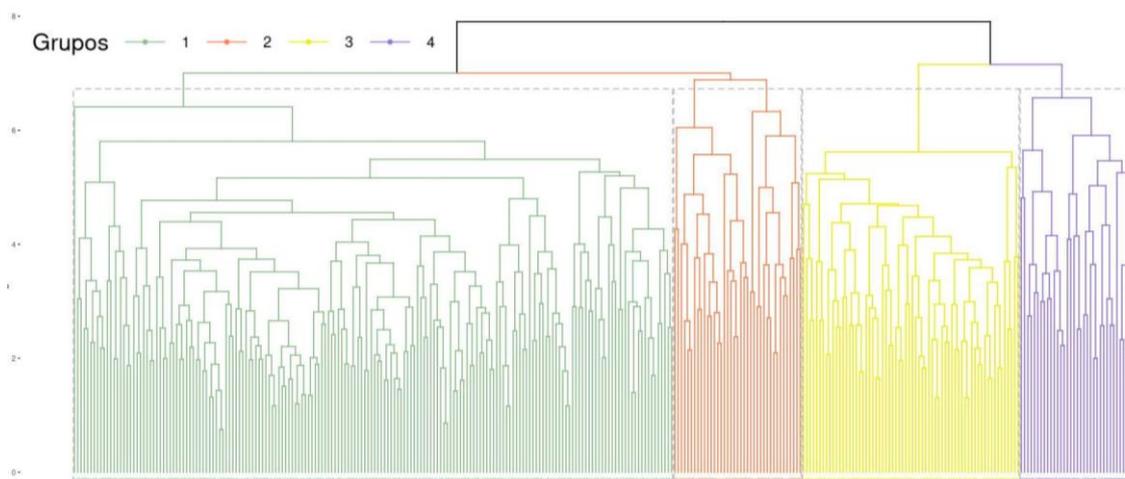
**Tabla 3**

*Comparación de los coeficientes de correlación cofenética.*

Distancia	Método	Coeficiente
Euclidiana	Vecino más cercano	0,5055726
	Vecino más lejano	0,4527487
	Promedio de las distancias	0,6009183
	Centroide	0,4931123
	Ward	0,4805186
Manhattan	Vecino más cercano	0,5219423
	Vecino más lejano	0,4924622
	<b>Promedio de las distancias</b>	<b>0,6116095</b>
	Centroide	0,4820724
	Ward	0,4859128

**Figura 6**

*Dendrograma obtenido mediante el método del promedio de las distancias con la distancia Manhattan distinguiendo cuatro grupos estratégicos. Fuente: Elaboración propia.*



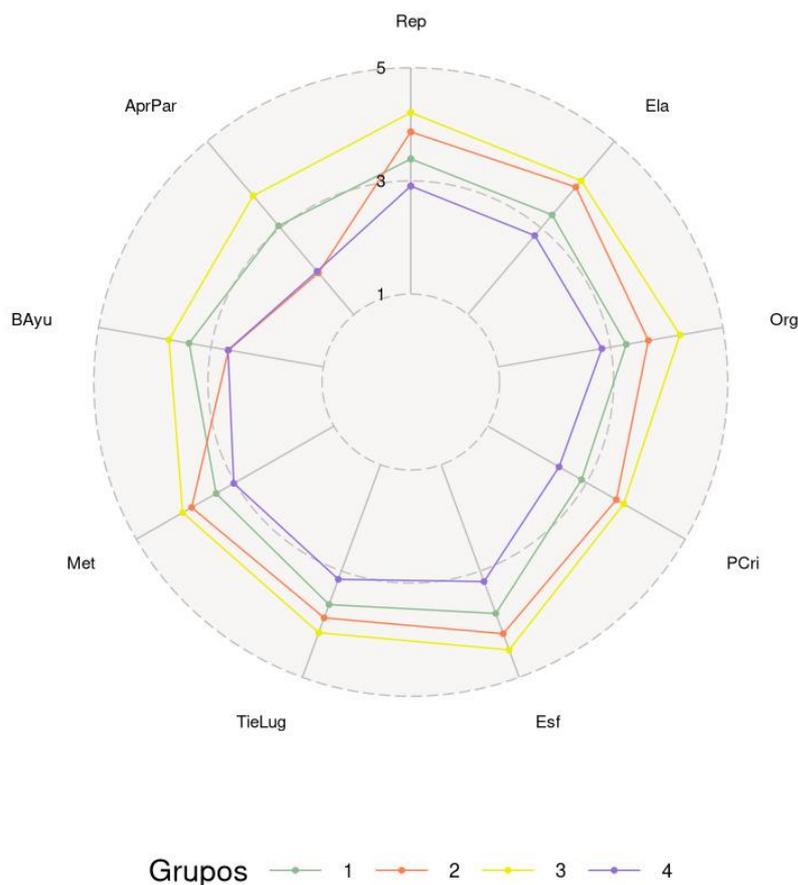
La Figura 7 muestra la valoración media obtenida para cada grupo en cada estrategia de aprendizaje. Esto permite describir los grupos resultantes de la siguiente manera:

- El Grupo 3, representado en color amarillo en las Figuras 6 y 7, es el más estratégico ya que manifiesta un alto uso de todas las estrategias de aprendizaje.
- El Grupo 2, señalado en color naranja en las Figuras 6 y 7, declara hacer un alto uso de la mayoría de las estrategias de aprendizaje, a excepción de las asociadas con la interacción social, es decir, la búsqueda de ayuda y el aprendizaje con pares.
- El Grupo 1, indicado en color verde en las Figuras 6 y 7, resulta moderadamente estratégico pero con una alta gestión de los recursos personales ya que manifiestan regular frecuentemente el esfuerzo y gestionar el tiempo y el entorno de estudio.
- Por último, el Grupo 4, representado en color violeta en las Figuras 6 y 7, es el menos estratégico, al declarar un bajo empleo del pensamiento crítico y aprendizaje con pares, y un moderado uso del resto de las estrategias.

### Figura 7

Gráfico de radar de la frecuencia media de uso de las estrategias de aprendizaje según los grupos identificados mediante análisis de cluster (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares). Fuente: Elaboración propia.

### Gráfico de Radar



#### 4.4. ¿Existe relación entre las estrategias de aprendizaje que manifiestan usar los estudiantes y el rendimiento académico?

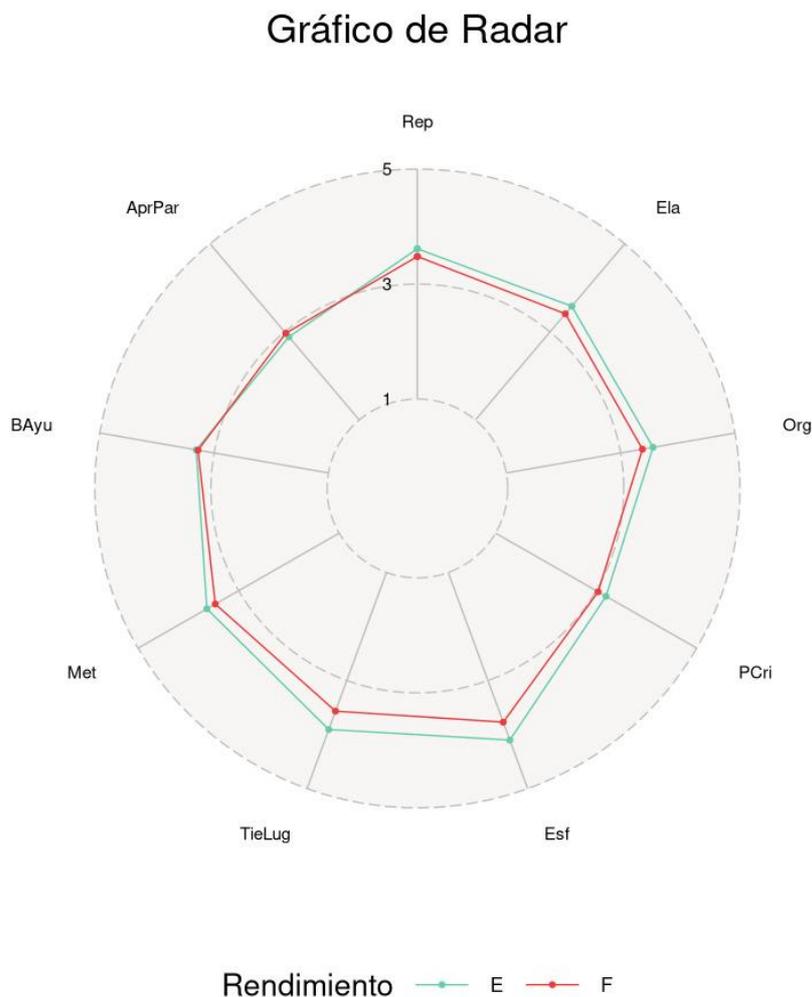
De los 327 estudiantes que respondieron el cuestionario, sólo el 37,92% logró completar la asignatura con éxito. En la Figura 8 puede observarse que son estos mismos estudiantes quienes manifiestan ser un poco más estratégicos.

- En especial, declaran usar con mayor frecuencia las estrategias asociadas con la gestión de recursos personales, como el tiempo y lugar de estudio (valoración media:  $3,91 \pm 0,57$  (éxito),  $3,57 \pm 0,54$  (fracaso)) y el esfuerzo (valoración media:  $4,10 \pm 0,57$  (éxito),  $3,77 \pm 0,66$  (fracaso)). Parte de estos resultados, coinciden con los obtenidos por Kuzilek et al. (2021), quienes reconocen que las estrategias de planificación y gestión temporal aumentan las posibilidades de aprobar los cursos de matemática en el primer año académico.
- Sin embargo, no se observan grandes diferencias en la frecuencia de uso de las estrategias relacionadas con la interacción social entre quienes completaron la asignatura exitosamente y quienes no lo lograron. En ambos casos, los estudiantes buscan ayuda (valoraciones medias:  $3,31 \pm 0,67$  (éxito);  $3,28 \pm 0,64$  (fracaso)) y están dispuestos a aprender con otros (valoraciones medias:  $2,89 \pm 0,92$  (éxito);  $2,97 \pm 0,92$  (fracaso)) con frecuencia moderada. Esto contradice los hallazgos de otras investigaciones en las que se identifica a la búsqueda de ayuda como una de las estrategias autorregulatorias más relevantes en la predicción del rendimiento académico en cursos de matemática (Sun et al., 2018) y en particular de precálculo (Van Dyken y Benson, 2019). Sin embargo, los resultados aquí alcanzados pueden estar moderados por la escasa fiabilidad alcanzada en la subescala en cuestión.
- Por otro lado, quienes lograron completar el curso con éxito manifiestan hacer un mayor uso de las estrategias cognitivas y metacognitivas, es decir, manifiestan hacer un mayor uso de la repetición (valoración media:  $3,61 \pm 0,63$  (éxito) y  $3,48 \pm 0,69$  (fracaso)), elaboración (valoración media:  $3,58 \pm 0,65$  (éxito) y  $3,41 \pm 0,56$  (fracaso)), organización (valoración media:  $3,57 \pm 0,75$  (éxito) y  $3,38 \pm 0,70$  (fracaso)), pensamiento crítico (valoración media:  $3,20 \pm 0,73$  (éxito) y  $3,04 \pm 0,65$  (fracaso)) y metacognición (valoración media:  $3,63 \pm 0,48$  (éxito) y  $3,46 \pm 0,49$  (fracaso)). Sin embargo, la diferencia con quienes no lograron atravesar la asignatura con éxito no es tan acentuada como en el empleo de las estrategias de gestión de recursos personales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en poblaciones de estudiantes europeos y estadounidenses (Fong et al., 2015). Esto demuestra que, en este colectivo de estudiantes hispanoamericanos, también las estrategias de índole cognitiva tendrían relación con un desempeño exitoso en cursos introductorios de matemática, a diferencia de lo que identifican Fong et al. (2015). La importancia de las estrategias metacognitivas sobre el rendimiento académico en este tipo de cursos también es identificada por otros autores en los últimos años (Roick y Ringeisen, 2018; Van Dyken y Benson, 2019).

**Figura 8**

Gráfico de radar de la media de cada estrategia de aprendizaje distinguidas por el rendimiento académico (Rep: repetición, Ela: elaboración, Org: organización, PCri: pensamiento crítico, Esf: regulación del esfuerzo, TieLug: gestión del tiempo y lugar de estudio, Met: regulación metacognitiva, BAyu: búsqueda de ayuda, AprPar: aprendizaje con pares, E: éxito, F: fracaso).

Fuente: Elaboración propia



En la misma línea, un test de independencia reveló que el rendimiento académico depende del grupo de perfiles estratégicos al cual pertenece un estudiante ( $\chi^2=16,457$ , g.l.=3, valor  $p=0,000914$ ). En la Tabla 4 puede observarse que la mayoría de los estudiantes pertenecientes a los grupos menos estratégicos no lograron completar la asignatura con éxito (Grupo 1: 31,87% (éxito), 68,13% (fracaso); Grupo 4: 25,64% (éxito), 74,36% (fracaso)). Por el contrario, la mayoría de los estudiantes pertenecientes a los grupos más estratégicos lograron llevar adelante el curso con éxito (Grupo 2: 55,55% (éxito), 44,45% (fracaso); Grupo 3: 53,03% (éxito), 46,97% (fracaso)). Esto demuestra la importancia del uso conjunto de diversas estrategias cognitivas (repetición, elaboración, organización, pensamiento crítico), metacognitivas, de gestión de recursos (gestión del tiempo y el lugar de estudio, regulación del esfuerzo), y de interacción social (búsqueda de ayuda, aprendizaje con pares) para tener un desempeño exitoso en el curso introductorio tomado por el colectivo bajo estudio. Por lo tanto, la identificación anticipada de las estrategias empleadas en contextos de aprendizaje asociados al cálculo y

matemática introductoria, permitiría identificar aquellas de escaso uso o uso deficitario, y diseñar propuestas formativas orientadas a promover su desarrollo. Esto podría favorecer la formación de estudiantes integralmente autorregulados y estratégicos, lo que potencialmente mejoraría los niveles de éxito académico en los cursos asociados.

**Tabla 4**

*Tabla de contingencia del rendimiento académico y el grupo de perfiles estratégicos obtenidos mediante cluster.*

Grupos	Rendimiento Académico		Total
	Éxito	Fracaso	
1: Moderadamente estratégicos	58	124	182
2: Altamente estratégicos salvo en la interacción social	20	16	36
3: Altamente estratégicos	35	31	66
4: Poco estratégicos	10	29	39
Total	123	200	323

## 5. IMPLICANCIAS PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE

A la luz de los resultados previamente presentados, y en consonancia con lo manifestado por diversos autores citados entre los antecedentes de este trabajo, resulta ineludible la consideración de la ARA como un constructo de importancia para comprender algunas variables que influyen en el aprendizaje y en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios en cursos iniciales de matemática. Esto tiene múltiples implicancias en el quehacer educativo.

En efecto, diagnosticar y analizar los perfiles estratégicos del estudiantado permite, a los profesores, prealimentar el proceso formativo, reconocer falencias formativas e implementar acciones tendientes a la promoción y el fortalecimiento de estrategias eficaces para mejorar el desempeño académico. En tal sentido, coincidimos con Boruchovitch y Machado (2017) en que, sin esta intervención, los estudiantes adquieren solo algunas técnicas que utilizan sin sistematizar ni reflexionar sobre sus beneficios para el aprendizaje. Además, esta reflexión sobre el posible uso de las estrategias indagadas representa una posibilidad para poner en juego la metacognición y, eventualmente, reconocer la necesidad de reforzar o mejorar determinados procesos autorregulatorios.

Adicionalmente, la identificación de relaciones significativas entre el empleo de algunas estrategias de aprendizaje y otras variables, como el sexo y la carrera de pertenencia, deriva en un conjunto de implicancias sobre el diseño, implementación y andamiaje de posibles actividades cooperativas o colaborativas. En particular, a fin de favorecer el criterio de grupalidad (Schmuck y Schmuck, 1975) de los equipos de trabajo y un buen desempeño por parte de los estudiantes, sería recomendable conformar grupos en los que la diversidad de sexos, carreras y perfiles estratégicos esté representada. Atender a la grupalidad del conjunto podría mejorar el desempeño general del equipo a través de una posible correulación (Hadwin et al., 2018) ejercida por los estudiantes más estratégicos, y la consecuente promoción del aprendizaje autorregulado en el resto de los compañeros. Contar con algoritmos automáticos que permitan conformar fácil y rápidamente estos equipos heterogéneos, dado un conjunto de variables de interés, sería una herramienta de utilidad para el profesorado.

## **6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

La ARA es un constructo que ofrece un marco para comprender algunas variables que influyen en el aprendizaje. En particular, cuando éste se asocia a temas de matemática en Educación Superior.

Con base en el modelo propuesto por Pintrich (2000) fue posible identificar, en este trabajo, los perfiles estratégicos declarados por un conjunto de 327 estudiantes que han cursado el grupo de asignaturas “Cálculo I - Matemática I - Análisis Matemático I” de la FCEyN (UNLPam) en alguna de cuatro cohortes (2019, 2020, 2021, 2022). En su conjunto, manifiestan ser moderadamente estratégicos. Destaca la alta frecuencia de uso de la regulación del esfuerzo. Por el contrario, el aprendizaje con pares es la estrategia que declaran utilizar menos frecuentemente.

En el análisis de la influencia de algunos factores sobre los perfiles de uso de estrategias de aprendizaje, no se encuentran diferencias notables según el año de cursado. Sin embargo, la cohorte 2021 manifiesta emplear en menor medida las estrategias que tienen que ver con la interacción social, lo que podría deberse a que estos estudiantes atravesaron su último año de secundario, o comienzo de la vida universitaria, en aislamiento social preventivo obligatorio debido a la pandemia por COVID-19.

Por el contrario, surgen algunas diferencias significativas en torno al sexo y la carrera de pertenencia. En efecto, las mujeres declaran usar más frecuentemente la organización y la búsqueda de ayuda, mientras que los hombres emplean más a menudo el pensamiento crítico. Por otro lado, aunque los estudiantes de las distintas carreras manifiestan ser similarmente estratégicos en la mayoría de las estrategias de aprendizaje consideradas, los estudiantes de Física (licenciatura y profesorado) destacan en la alta frecuencia de uso que dan al pensamiento crítico.

Finalmente, mediante el análisis de cluster fue posible identificar cuatro grupos de perfiles de estudiantes según la frecuencia de uso declarado de las estrategias de aprendizaje. Mediante un test de independencia, se logró determinar que existe relación entre estos perfiles y el rendimiento académico alcanzado en la asignatura cursada. Se observó que la mayoría de los estudiantes pertenecientes a los grupos identificados como más estratégicos lograron llevar adelante el curso con éxito. Mientras que, por el contrario, la amplia mayoría de los estudiantes pertenecientes a los grupos con mayores deficiencias en el uso de las estrategias consideradas, no lo lograron.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de prealimentar la propuesta formativa mediante el diagnóstico y análisis de los perfiles estratégicos de los estudiantes. Esto tiene diversas implicancias en la actividad docente, sea a través de la promoción directa de estrategias eficaces para mejorar el desempeño académico, o indirecta a través de la conformación de grupos potencialmente eficaces que facilite el aprendizaje autorregulado del equipo mediante procesos corregulatorios.

Pese a los hallazgos que aporta este trabajo, se reconocen limitaciones asociadas con su validez externa que, aunque habituales en este tipo de investigaciones, conviene señalar al extraer conclusiones. En particular, el estudio se basa en una muestra reducida de estudiantes argentinos, participantes de un curso de grado ofrecido en una universidad pública. Si bien los resultados obtenidos son consistentes con trabajos anteriores que consideraron otras poblaciones internacionales, el trabajo futuro debería replicar y extender los hallazgos actuales con otras muestras para probar la generalización. Adicionalmente, dado el carácter procesual de la ARA,

considerar otras variables asociadas con la historia académica de los estudiantes, como el lugar o colegio de procedencia, o calificaciones previas en matemática, podría echar luz en el ámbito de sus relaciones con los perfiles estratégicos.

Trabajos futuros se orientan a ampliar el conjunto de datos incorporando nuevas cohortes de ingresantes a la FCEyN (UNLPam) con el fin de aplicar técnicas propias del aprendizaje automático que permitan predecir su rendimiento académico en función de sus perfiles estratégicos y algunas características de índole personales y académicas. En particular, en el marco de un Trabajo de Tesis de Maestría en Matemática que se dicta en la unidad académica mencionada, se pretende generar un estado del arte de las Redes Neuronales Artificiales, para posteriormente aplicarlas al conjunto de datos educativos en cuestión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248–287, [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90022-L)
- Boruchovitch, E. y Machado, A. C. (2017). A autorregulação da aprendizagem na formação inicial e continuada de professores: como intervir para desenvolver?. En: Polydoro, S.A.J (org.). *Promoção da Autorregulação da Aprendizagem: Contribuições da Teoria Social Cognitiva*. Porto Alegre: Letra1, 89-104.
- Broadbent, J. y Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.04.007>
- Brydges, R., Manzone, J., Shanks, D., Hatala, R., Hamstra, S. J., Zendejas, B. y Cook, D. A. (2015). Self-regulated learning in simulation-based training: A systematic review and meta-analysis. *Medical Education*, 49(4), 368-378. <https://doi.org/10.1111/medu.12649>
- Bussab, W. de O., Miyazaki, E. S. y de Andrade, D. F. (1990). *Introdução à análise de agrupamento*. En: IX Simpósio Brasileiro de Probabilidade e Estatística, IME-USP, São Paulo.
- Cho, M. H. y Heron, M. L. (2015). Self-regulated learning: the role of motivation, emotion, and use of learning strategies in students' learning experiences in a self-paced online mathematics course. *Distance Education*, 36(1), 80-99. <https://doi.org/10.1080/01587919.2015.1019963>
- de Boer, H., Donker, A. S., Kostons, D. y van der Werf, G. P. C. (2018). Long-term effects of metacognitive strategy instruction on student academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 24, 98-115. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2018.03.002>
- Devolder, A., van Braak, J. y Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: Systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 557-573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x>
- Dieser, M. P., Sanz, C. V. y Zangara, M. A. (2020). Autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en contextos educativos mediados por TIC. Una revisión sistemática en el ámbito de la Educación Superior Iberoamericana. En *8vo. Seminario Internacional de Educación a Distancia RUEDA 2019. La educación en prospectiva. Prácticas disruptivas mediadas por tecnologías*.

- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. y van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1-26. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2013.11.002>
- Ergen, B. y Kanadli, S. (2017). The effect of self-regulated learning strategies on academic achievement: A meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 69, 55-74. <https://doi.org/10.14689/ejer.2017.69.4>
- Fong, C. J., Zientek, L. R., Yetkiner Ozel, Z. E. y Phelps, J. M. (2015). Between and within ethnic differences in strategic learning: a study of developmental mathematics students. *Social Psychology of Education*, 18(1), 55-74. <https://doi.org/10.1007/s11218-014-9275-5>
- Garcia, R., Falkner, K. y Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-regulated learning strategies using e-learning tools for Computer Science. *Computers & Education*, 123, 150-163. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2018.05.006>
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Hadwin, A. F., Järvelä, S. y Miller, M. (2018). Self-regulation, co-regulation and shared regulation in collaborative learning environments. En D. H. Schunk y J. A. Greene (Eds.), *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. New York: Routledge
- Holtz, Y. y Healy, C. (2018). *The radar chart and its caveats*. from Data to Viz. <https://www.data-to-viz.com/>
- Hu, L. y Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Jacobs, J. E. y Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist*, 22(3–4), 255–278. <https://doi.org/10.1080/00461520.1987.9653052>
- Johnson, R. A. y Kuby P. (2012). *Estadística elemental*. 11a. edición. CENGAGE Learning.
- Johnson, R. A. y Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. 6th edition. Pearson Education, Inc.
- Kuzilek, J., Zdrahal, Z. y Figlik, V. (2021). Student success prediction using student exam behaviour. *Future Generation Computer Systems*, 125(11), 661-671. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.07.009>
- Lai, K. (2020). Fit difference between nonnested models given categorical data: Measures and estimation. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 28, 99-120. <https://doi.org/10.1080/10705511.2020.1763802>
- Lee, D., Watson, S. L. y Watson, W. R. (2019). Systematic literature review on self - regulated learning in massive open online courses. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(1), 28-41. <https://doi.org/10.14742/ajet.3749>
- Monereo, C. (2000). El asesoramiento en el ámbito de las estrategias de aprendizaje. En C. Monereo (Ed.), *Estrategias de aprendizaje* (pp. 15–62). Madrid: Visor.
- Musso, M. F., Boekaerts, M., Segers, M. y Cascallar, E. (2019). Individual differences in basic cognitive processes and self-regulated learning: Their interaction effects on math performance. *Learning and Individual Differences*, ELSEVIER, 71, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.03.003>

- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Panke, A. y Frison, L. M. B. (2015). Potencialização da aprendizagem autorregulada de bolsistas do PIBID/UFPel do curso de licenciatura em matemática através de oficinas pedagógicas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, 29(51), 223-240. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n51a12>
- Paris, S. G., Lipson, M. Y. y Wixson, K. K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8(3), 293–316. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(83\)90018-8](https://doi.org/10.1016/0361-476X(83)90018-8)
- Pérez Sánchez, L. y Beltrán Llera, J. (2014). Estrategias de aprendizaje: Función y diagnóstico en el aprendizaje adolescente. *Padres y Maestros*, (358), 34–38. <https://doi.org/10.14422/pym.v0i358.4086>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 452–502). San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T. y McKeachie, W. J. (1991). *Manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire*. Michigan: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Puustinen, M. y Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269–286. <https://doi.org/10.1080/00313830120074206>
- Quinn, D. y Aarao, J. (2020). Blended learning in first year engineering mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, New York, 52(5), 927-941.
- R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Roick, J. y Ringeisen, T. (2018). Students' math performance in higher education: Examining the role of self-regulated learning and self-efficacy. *Learning and Individual Differences*, 65, 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.05.018>
- Rotgans, J. y Schmidt, H. (2009). Examination of the context-specific nature of self-regulated learning. *Educational Studies*, London, 35(3), 239-253. <https://doi.org/10.1080/03055690802648051>
- Schmuck, R. A. y Schmuck, P. A. (1975). *Group processes in the classroom* (2nd ed.). W. M. C. Brown Company Publishers.
- Schunk, D. H. (2008). Metacognition, self-regulation, and self-regulated learning: Research recommendations. *Educational Psychology Review*, 20(4), 463–467. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9086-3>
- Semensato, M. T., Pilatti, L. A., Damiani e Silva, F. y Maciel Pinheiro, N. A. (2023). Revisão sistemática de estudos sobre a autorregulação da aprendizagem da matemática no ensino superior. *Bolema: Boletim De Educação Matemática*, 37(75), 218–249. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v37n75a11>
- Siegel, S. y Castellan, N. J. J. (1995). Dos muestras independientes. En Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 4th ed. (pp. 128-199). México: Trillas. <https://doi.org/10.26439/persona1998.n001.1715>
- Silverajah, V. S. G., Wong, S. L., Govindaraj, A., Khambari, M. N. M., Rahmat, R. W. B. O. K. y Deni, A. R. M. (2022). A systematic review of self-regulated learning in flipped

- classrooms: Key findings, measurement methods, and potential directions. *IEEE Access*, 10, 20270–20294. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3143857>
- Sun, Z., Xie, K. y Anderman, L. H. (2018). The role of self-regulated learning in students' success in flipped undergraduate math courses. *The Internet and Higher Education*, London, 36, 41-53. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.09.003>
- Van Dyken, J. y Benson, L. (2019). Precalculus as a death sentence for engineering majors: A case study of how one student survived. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 355-373.
- Walker, D. A. y Smith, T. J. (2017). Computing robust, bootstrap-adjusted fit indices for use with nonnormal data. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 50(1-2), 131-137. <https://doi.org/10.1080/07481756.2017.1326748>
- Weinstein, C. E., Mayer, R. E. y Watkins, K. (1983). The teaching of learning strategies. *Innovation Abstracts*, 5(4).
- Wild, S. y Neef, C. (2023). Analyzing the associations between motivation and academic performance via the mediator variables of specific mathematic cognitive learning strategies in different subject domains of higher education. *IJ STEM Ed* 10, 32. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00423-w>
- Zheng, L. (2016). The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: a meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 17(2), 187-202. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9426-9>
- Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329–339. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.329>
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501\\_2](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2)
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. En M. Boekaerts, P. Pintrich y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–40). San Diego, CA: Academic Press. <http://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>