

02

**EXPERIENCIAS  
EN EL AULA  
PARA LA  
FORMACIÓN DE  
PENSAMIENTO  
CRÍTICO**

# ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA EN ECONOMÍA: el problema de la abstracción

María Gabriela Ramos Barrera<sup>21</sup>

Sandra Patricia Bello Rodríguez<sup>22</sup>

---

21. Economista y Magíster en Economía: Mención Economía cuantitativa, ambas de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Docente investigadora de la Facultad Negocios, Gestión y Sostenibilidad en la Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano, Bogotá, Colombia. Correo: mgramos@poligran.edu.co

22. Matemática de la Universidad Nacional de Colombia y Magíster en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente de la Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de matemáticas de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Correo: sandra.bello@unimilitar.edu.co

## Introducción

Un programa de pregrado de Economía se basa, fundamentalmente, en el estudio de dos grandes áreas: la Microeconomía y la Macroeconomía. Así, la mayor parte de las otras áreas del conocimiento que incluye el programa de pregrado tiene el objeto de facilitar la comprensión de estos dos grandes núcleos de conocimiento. Al observar el contenido académico de estas otras áreas del conocimiento económico, se puede evidenciar una fuerte presencia de aritmética, álgebra y cálculo; esto se debe a que la mayor parte de las teorías sobre las cuales se basa la enseñanza de la economía están fundadas en elementos matemáticos.

En este sentido, para profesores como Richard Ruggles, académico de la Universidad de Yale, la enseñanza de la economía es netamente especulativa cuando no hace uso de la economía matemática, los métodos estadísticos y la econometría; en otras palabras, plantea que cuando el análisis económico no se basa en información empírica este análisis es residual y especulativo (Pulido, 2002).

Con una opinión similar, se pueden citar, entre otros, a economistas reconocidos como: 1. León Walras, considerado el fundador de la economía matemática, pionero en el análisis del equilibrio general con su sistema de ecuaciones para explicar el equilibrio estático, y precursor de la teoría monetaria mediante ecuaciones de circulación para predecir la demanda del dinero; 2. Kenneth Arrow, que hizo un aporte fundamental a la economía con el estudio de funciones de producción de elasticidad constante de sustitución (CES), y el cálculo de la aversión al riesgo; 3. Lawrence Klein, precursor de los modelos econométricos, quien predijo el incremento de la demanda de bienes de consumo que generaría crecimiento en la economía estadounidense luego de la Segunda Guerra Mundial; 4. Gérard Debreu, que estudió la teoría del equilibrio general e investigó las funciones de utilidades diferenciables y cóncavas; o 5. Robert Solow, creador de un modelo de crecimiento neoclásico fundamental para el estudio del estado estacionario de las economías.

Sin embargo, un fenómeno constante dentro de los programas de pregrado de economía es la falta de interés de los estudiantes en cursar espacios académicos como cálculo, economía matemática y econometría. Parte de la dificultad, evidenciada por los docentes, la generan las siguientes tres circunstancias: primera, problemas de tipo cognoscitivo, pues las bases metodológicas con las cuales llegan los estudiantes a la

universidad son débiles; segunda, los estudiantes no dedican tiempo suficiente para elaborar actividades de repaso con el fin de superar las carencias existentes y, tercera, problemas de memoria o el largo tiempo transcurrido entre un curso y otro de la carrera, que impiden poner en práctica el conocimiento apenas adquirido.

Estas circunstancias juegan en contra del aprendizaje de las asignaturas relacionadas con métodos cuantitativos y, por ende, del aprendizaje de la economía en sí. Pero ¿qué sucede dentro del proceso de aprendizaje? ¿pueden los cambios dentro del proceso de enseñanza facilitar el proceso de aprendizaje del estudiante?

En esta investigación se parte de la hipótesis fundamental de que el estudiante de Economía, en particular el de la Universidad de La Salle, comprende la importancia de la matemática como componente principal de su carrera, pero cuestiona su propio proceso de aprendizaje, el método de enseñanza y el lenguaje abstracto utilizado dentro de los cursos de Economía Matemática I y II. Se realizan ejercicios con distintos niveles de dificultad en campos como el álgebra, la aritmética y el cálculo; se evalúan aspectos propios de la vida académica como las horas de dedicación al estudio y el interés por las actividades evaluativas y, finalmente, se aplican nuevas metodologías de enseñanza para valorar la evolución del estudiante.

En este orden de ideas, el capítulo comprende cuatro partes, siendo esta breve introducción la primera de ellas. En segunda instancia explica, desde el punto de vista teórico, el proceso de aprendizaje significativo de los estudiantes y el contexto particular de los cursos de Economía Matemática de la Universidad de La Salle. En tercer lugar, explica el componente metodológico de la investigación y demuestra los problemas evidenciados dentro de la comunidad Lasallista de estudiantes de Economía. Finalmente, esboza una discusión con base en los resultados obtenidos.

EXPERIENCIA  
PERIENCIASE  
IASO2EXPERI

## La enseñanza de la matemática: entre el aprendizaje significativo y el perfil profesional

### El aprendizaje significativo de Ausubel

Para David Ausubel (1976), los procesos que el individuo lleva a cabo para aprender forman parte de lo que llamó aprendizaje significativo, haciendo énfasis sobre lo que ocurre en el aula cuando el estudiante aprende nuevos conocimientos, las condiciones requeridas para que dicho aprendizaje se produzca, así como el contraste entre los resultados esperados y los resultados reales de su evaluación. De esta manera, “la Teoría del Aprendizaje Significativo aborda todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones y tipos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo” (Rodríguez, 2004, p. 1).

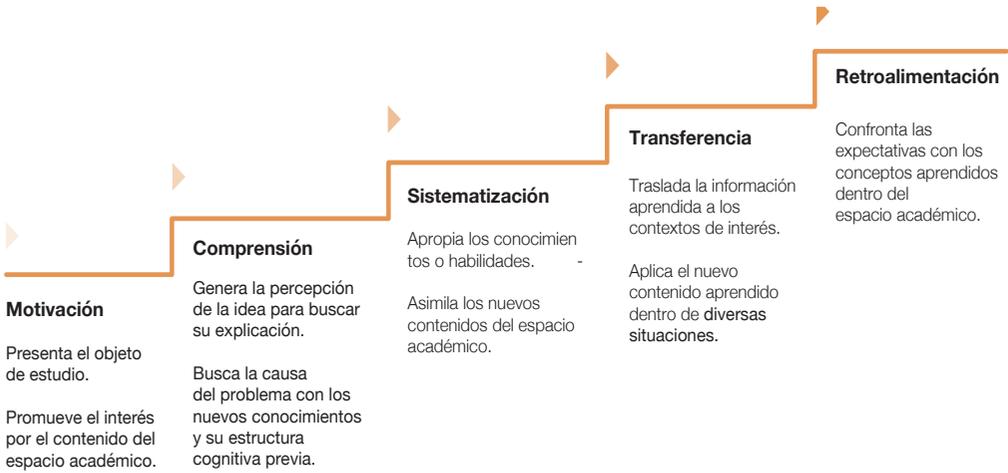
Así, de acuerdo con Rodríguez (2004), el aprendizaje significativo de Ausubel implica que un nuevo conocimiento se relaciona con un proceso de estructura cognitiva, donde el individuo no aprende de forma arbitraria, sino que responde a todo un proceso en donde diversas ideas, conceptos o proposiciones previas de la mente del aprendiz serán las que generen significado de los nuevos conceptos vistos y, por ende, serán las responsables del proceso de aprendizaje.

Sin duda la adquisición y la retención de grandes corpus de información es un fenómeno impresionante si tenemos presente, en primer lugar, que los seres humanos, a diferencia de los ordenadores, solo podemos captar y recordar de inmediato unos cuantos elementos discretos de información que se presenten una sola vez y, en segundo lugar, que la memoria para listas aprendidas de una manera memorista que son objeto de múltiples presentaciones es notoriamente limitada tanto en el tiempo como en relación con la longitud de la lista, a menos que se sometan a un intenso sobre aprendizaje y a una frecuente reproducción. La enorme eficacia del aprendizaje significativo se basa en sus dos características principales: su carácter no arbitrario y su sustancialidad (no literalidad). (Ausubel, 2002, p. 47)

En este sentido, Ausubel (2002), plantea que la diferencia entre un aprendizaje significativo y un aprendizaje no significativo radica en dos factores: 1. En el material que se pretende aprender y 2. En la aptitud del estudiante para aprender; factores que van más allá de la actitud propia del aprendiz. En el primer caso, el material potencialmente significativo tendrá la responsabilidad intencional del aprendizaje mediante el uso de ideas pertinentes, es decir, generará la significancia lógica del

aprendizaje. En el segundo caso, la disponibilidad para el aprendizaje implica el acervo de las nuevas ideas planteadas dentro de la estructura cognoscitiva del alumno. Se implica, entonces, un proceso en donde la motivación, la comprensión, la sistematización, la transferencia y la retroalimentación son los pasos para asegurar un aprendizaje significativo.

### Ilustración 2 – Etapas del proceso del Aprendizaje Significativo del estudiante



Fuente: elaboración propia con base en Rodríguez (2014).

En síntesis, es pertinente afirmar que la Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel supone que el estudiante aprende de forma significativa a partir de lo que ya sabe, por lo que el aprendiz es protagonista de su propio proceso de aprendizaje.

Así, al considerar el estudio de la Economía como el análisis de una teoría axiomática que se combina con geometría aplicada, se implica que el uso de herramientas matemáticas son centrales para la comprensión de los supuestos básicos de la carrera académica y, por ende, el dominio de estas herramientas es fundamental para el proceso continuo de aprendizaje del estudiante. En este sentido, Rosenberg (1994), plantea que el fundamento matemático de la Economía busca evitar errores lógicos, sin embargo, implica condiciones y capacidades de diligencia matemática por parte del economista que requiere saberes específicos para su correcta aplicación.

Por ejemplo, en carreras como Física, la observación empírica y los resultados experimentales facilitan las construcciones teóricas gracias a la validación observable de los supuestos, por lo que la deducción matemática tiene un mayor margen de aceptación. Por el contrario, disciplinas como la economía, en donde la generación del cono-

cimiento no implica validación observable de todos sus supuestos, sino que la garantía de la rigurosidad se enfoca en modelos con base matemática, las apropiaciones de conocimientos tienden a ser más dependientes de las habilidades matemáticas que de las deducciones lógicas del estudiante, dificultando la tarea del aprendizaje (Lagueux, 2010).

### **La Gestión Curricular de las matemáticas en el Programa de Economía**

Dentro del Programa de Economía de La Universidad de La Salle, se concibe al estudiante formado como un profesional con la competencia para participar en investigaciones con una postura crítica y responsable; capaz de diseñar, formular y evaluar proyectos y políticas que den solución a los problemas económicos de la sociedad (Universidad de La Salle, 2018a).

Así, coherentes con el Proyecto Educativo Universitario Lasallista y el Enfoque Formativo Lasallista, se concibe, dentro del programa de Economía, que:

Las matemáticas en economía son una poderosa herramienta de representación y análisis a través de las cuales se han presentado diferentes modelos que explican las teorías económicas. Con base en estas relaciones fundamentales es necesario que los estudiantes de Economía conozcan y tengan dominio de la intensa relación entre Matemáticas y Economía, así como el desarrollo de instrumentos matemáticos que permitan acceder a la representación matemática de los modelos con los que se sintetizan las relaciones económicas (Universidad de La Salle, 2018b)

Por lo tanto, como reconocimiento de la importancia del componente matemático dentro de la formación de un profesional en Economía, la malla curricular del programa comprende tres espacios académicos de matemáticas básicas y uno de matemática financiera dentro del ciclo de fundamentación; y dos espacios académicos de economía matemática dentro del ciclo profesionalizante<sup>23</sup>.

---

23. El componente matemático forma parte de un núcleo problemático de Métodos Cuantitativos que busca dar respuesta a "cómo diseñar y aplicar modelos económicos teóricos y matemáticos para el análisis de la realidad económica y sociales en los países y en los territorios", con el complemento entre los espacios académicos de Matemáticas I, II y III, Métodos Estadísticos, Medición Económica, Probabilidad, Economía Matemática I y II; Econometría I y II; Matemática Financiera, y espacios académicos del área de formación.



Entonces, las etapas de sistematización y transferencia del proceso de aprendizaje significativo se verán desarrolladas dentro del área de profesionalización del diseño curricular, con los espacios académicos de Economía Matemática I y II, en donde el estudiante apropia los conocimientos y traslada sus conocimientos previos a la aplicación de un nuevo concepto. Posteriormente, el ciclo de electivas disciplinares generaría el espacio para que el estudiante del programa de Economía desarrolle plenamente su aprendizaje significativo al poder confrontar las expectativas académicas con su realidad como profesional.

## Evaluación de la habilidad matemática: estudiando la motivación y la comprensión

### Fundamento metodológico

La investigación parte del supuesto de que el componente matemático, propio de la teoría económica, es un factor importante para la comprensión académica de la ciencia, y así lo perciben los estudiantes. Por lo tanto, el problema radica en la comprensión y apropiación del lenguaje matemático por parte del estudiante para desarrollar los supuestos y teoremas que sustentan la teoría económica y no en la discusión, propiamente dicha, de la importancia de la matemática en la economía.

Para comprobar esta hipótesis, y evidenciar los factores que promueven o disminuyen el proceso de aprendizaje significativo de la matemática en Economía, se hace uso de una encuesta para recopilar información. La encuesta fue realizada, en noviembre de 2017, para una muestra de 74 alumnos<sup>24</sup> que se encontraban en el cuarto y quinto semestre y alumnos que cursaban el noveno y décimo semestre de la carrera de Economía de la Universidad de La Salle.

Esta selección se debe a la ubicación de los espacios académicos de Economía Matemática I y II dentro de la malla académica del Programa de Economía de la Universidad de La Salle. Por tanto, la distribución seleccionada de estudiantes pretende, en primer lugar, corroborar si durante el desarrollo de la carrera el estudiante comprende la importancia de la matemática dentro de su proceso de enseñanza-aprendizaje; y, en segundo lugar, identificar la diferencia entre las habilidades procedimentales de los estudiantes que estaban cursando las economías matemáticas durante la aplicación de la encuesta y aquellos que las habían cursado hace más de un año.

---

24. Muestra estadísticamente representativa respecto al total de estudiantes con las características requeridas por la investigación.

## FORMACIÓN DE PENSAMIENTO CRÍTICO

En una primera parte, la encuesta formula 17 ejercicios para identificar la capacidad que tiene el estudiante de realizar operaciones básicas, así como analizar e interpretar conceptos matemáticos, todos fundamentales dentro del análisis económico. Estos ejercicios fueron clasificados en cuatro categorías diferentes: aritmética, álgebra, cálculo e interpretación; y evaluados de acuerdo con cinco niveles de complejidad. La Tabla 4, resume esta categorización.

**Tabla 4 – Criterios de evaluación por categoría**

<b>Categorías / Indicadores:</b> Identificar, analizar y ejecutar la operación			
<b>Aritmética</b>	<b>Álgebra</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza alguna operación.</li> <li>Tiene precisión de dónde y cómo empezar el ejercicio.</li> <li>Identifica si realizar una multiplicación o una suma.</li> <li>Elimina los paréntesis.</li> <li>Realiza operaciones básicas con enteros y fraccionarios.</li> <li>Aplica las propiedades de las potencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza alguna operación.</li> <li>Tiene precisión de dónde y cómo empezar el ejercicio.</li> <li>Realiza una simplificación.</li> <li>Soluciona una ecuación y/o factoriza.</li> <li>Ejecuta la suma y la multiplicación de coeficientes con diferentes potencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene precisión de dónde y cómo empezar el ejercicio.</li> <li>Plantea una matriz.</li> <li>Realiza el cálculo de dominios de la función, derivadas e integrales.</li> <li>Reconoce la variable y la relación de dependencia e independencia de las variables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transforma el planteamiento a una ecuación o a un sistema.</li> <li>Define variables y ejecuta la operación.</li> </ul>
<b>Categorías / Indicadores:</b> Analiza y respeta el orden			
<b>Aritmética</b>	<b>Álgebra</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza y simplifica las operaciones en la expresión.</li> <li>Opera los signos para eliminar paréntesis.</li> <li>Distingue entre suma y multiplicación de números con igual y diferente signo.</li> <li>Aplica las propiedades de las potencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica y analiza el caso de factorización.</li> <li>Resuelve una ecuación.</li> <li>Simplifica las potencias de la ecuación donde haya lugar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y respetar la variable denotada como independiente.</li> <li>Realiza el cálculo de la operación solicitada.</li> <li>Identifica la derivada de una función compuesta.</li> <li>Identifica la sustitución a aplicar en una integral.</li> <li>Calcula un modelo utilizando las posiciones de un elemento de la matriz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las variables solicitadas en el modelo.</li> <li>Plantea la operación básica que describa el modelo.</li> <li>Soluciona respetando el orden de las operaciones.</li> </ul>

<b>Categorías / Indicadores:</b> Obtiene la respuesta correcta			
<b>Aritmética</b>	<b>Álgebra</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Llega a la respuesta correcta de la expresión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llega a la respuesta correcta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcula y expresa de manera efectiva los dominios, las derivadas e integrales (estas últimas incluyendo la suma de la constante).</li> <li>Expresa la notación para el caso solicitado.</li> <li>Determina la matriz solicitada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Da una respuesta matemática y argumentativa.</li> </ul>
<b>Categorías / Indicadores:</b> Interpreta y argumenta los resultados			
<b>Aritmética</b>	<b>Álgebra</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determina si la respuesta de su ejercicio es lógica con el enunciado propuesto.</li> <li>Describe la operación a realizar sin necesidad de llegar a la solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica una función compuesta y aplica la regla de la cadena.</li> <li>Realiza una inecuación para determinar el conjunto válido para la variable independiente.</li> <li>Describe de forma explícita o comprensiva los conjuntos de números solicitados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpreta de manera lógica y coherente.</li> <li>Define de forma correcta la factorización.</li> <li>Define el concepto de derivada.</li> </ul>
<b>Categorías / Indicadores:</b> Transforma problemas a lenguaje matemático			
<b>Aritmética</b>	<b>Álgebra</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica variables.</li> <li>Plantea ecuaciones lineales que describen el problema.</li> <li>Argumenta la escogencia de las variables y las ecuaciones lineales que expresan el modelo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia (2020).

La segunda parte de la encuesta plantea una indagación sobre los factores que definen los métodos de estudio de los estudiantes (tiempos de dedicación al repaso, preparación previa de los contenidos relevantes, formas de estudio), así como los aspectos que consideran prioritarios al momento de enseñar los contenidos de las economías matemáticas y su dominio de las matemáticas básicas.

## Habilidades matemáticas demostradas por los estudiantes

### *Aritmética*

Al estudiante se le solicita calcular el resultado de la expresión:  $-6\{1/2-3(2+1/5)+4\}$ , con el fin de evaluar el manejo de las operaciones básicas entre números enteros, ley de signos y orden de las operaciones. En este caso, 93% de los estudiantes identifican la operación y el proceso a seguir, sin embargo, solo el 39% consigue la respuesta correcta del ejercicio. Este resultado evidenció que los estudiantes reconocen las operaciones, pero fallan en la ejecución al no respetar el orden de los signos de agrupación, lo cual trae como resultado sumas erradas.

En otro ejemplo, al estudiante se le pide calcular el resultado de la siguiente operación:  $[(2/3)^2]^{1/2} + (2/3)^{-3} (2/3)^2 (2/3)^5 - (2/3)^8 \div (2/3)^4$ , para evaluar el manejo de las propiedades de las potencias. En este ejercicio, 65% de los alumnos identifican la operación y el proceso a seguir, sin embargo, solo el 27% logra la respuesta del ejercicio. En la hoja de desarrollo se pudo observar que los alumnos no aplican las propiedades de las potencias para simplificar el cálculo, sino que, por el contrario, desarrollan la potencia, hacen cálculos más extensos y complejos, y amplían la cantidad de errores en el procedimiento.

### *Aritmética y álgebra*

Incrementando la complejidad de los ejercicios, se solicita al estudiante simplificar la expresión  $\sqrt{-32x^5y^{10}z^8}$ , para evaluar el manejo de las propiedades de las potencias representadas en raíces. Para esta operación, solo 46% de los estudiantes identifican el proceso a seguir y el 30% logra la respuesta correcta del ejercicio.

Por otro lado, se solicita factorizar la expresión:  $x^3-2x^2-4x+8$ , caso en el cual 50% de los estudiantes identifica la operación, y solo el 14% responde de forma correcta el ejercicio.

Un alto porcentaje, 68% de los alumnos, no llega a la respuesta y en la mayoría de los casos no se acercan siquiera al contexto del ejercicio. En la hoja de desarrollo se

pudo observar que los alumnos no aplican las propiedades de las potencias y no respetan las diferencias entre variables. De la misma manera, cuando se solicita determinar el valor de  $x$  para la ecuación  $x^3-2x^2-4x+8=0$  y analizar el resultado, solo 51% identifica lo que debe hacer y muy pocos logran la respuesta correcta (9,5%).

### ***Cálculo analítico***

Incrementando la complejidad de los ejercicios, el estudiante debe identificar el dominio de la función  $f(t)=x^2 e^{x^2+5x-3} / \sqrt{2x-1}$ , con el fin de evaluar su conocimiento sobre funciones y la capacidad de análisis de la respuesta. Para este caso, 60% de los estudiantes no logra reconocer el ejercicio propuesto y 90% da una respuesta incorrecta.

Al incorporar análisis estático dentro de la encuesta, mediante el cálculo de la derivada de la función  $f(x)=e^{2x+5}$ , se observa que 76% de los estudiantes identifica la operación y, a diferencia de los casos anteriores, 55% obtiene la respuesta correcta. En este caso, vale la pena resaltar que, durante el proceso de desarrollo, 42% de los estudiantes se confundieron con algunas operaciones, pero identificaron sus errores y obtuvieron la solución.

Sucede lo contrario con el análisis de las integrales, donde 69% de los estudiantes no identifica la operación que debe realizar para resolver el ejercicio: integrar  $\int \ln(x+2/x^2+2x+1)dt$ . Para este ejercicio en particular, 85% obtiene una respuesta incorrecta.

### ***Interpretación***

Al analizar la interpretación del lenguaje matemático y el uso de notación matemática para describir un problema por parte de los estudiantes, se evidencia que 45% no diferencia el conjunto de los números, a pesar de que el tema es el primer acercamiento a la matemática dentro de los contenidos académicos de la carrera.

El concepto “factorizar”, a pesar de ser utilizado desde la educación secundaria y en varias asignaturas del programa de Economía, no puede ser definido concretamente por 92% de los estudiantes encuestados. Interpretar una derivada, con el objetivo de evaluar la concepción de marginalidad, es otro de los conceptos que los estudiantes no logran definir, pues solo 35% de los estudiantes identifican de forma correcta el concepto y uso del término.

Cuando se trata de transformar problemas al lenguaje matemático, los estudiantes muestran mayores dificultades que las evidenciadas en la traducción de la matemática al ámbito económico. Por ejemplo, cuando se propone el siguiente ejercicio:

“Suponga que la función de ganancia de un producto es lineal y la ganancia marginal es \$5. Si la ganancia es \$200 cuando se venden 125 unidades, escriba la ecuación de la función de ganancia”; 73% de los estudiantes no poseen las habilidades necesarias para desarrollar la ecuación, dado que no llegan a la respuesta solicitada, aunque el 27% de los estudiantes identificaron la operación que se debía realizar.

Para evaluar la capacidad de abstracción del estudiante se solicita “construir una matriz de tamaño  $3 \times 3$  donde  $a_{ij} = i + 3j$ , para  $i \neq j$ , y  $a_{ii} = i^2$ , para  $i = j$ , para  $i, j = 1, 2, 3$ ”. En este caso, 87% de los estudiantes muestran deficiencias en la traducción al lenguaje matemático, y 89% no puede llegar a la respuesta correcta del ejercicio. Si se cambia la redacción de la pregunta para priorizar un planteamiento lógico, que prime sobre la estructura matemática, como el ejemplo siguiente: “Si se ponderan 12 números de modo que cada uno tenga igual ponderación y la suma de sus ponderaciones es 1, ¿qué ponderación se debe asignar a cada número?”, se observa que 44% de los estudiantes identifican la operación que deben hacer, pero solo 38% de los estudiantes pueden obtener la respuesta correcta. Al analizar el proceso desarrollado por el estudiante para llegar a la respuesta, se evidencia que fue determinada por el uso de la lógica y no por un planteamiento matemático.

Por otro lado, cuando se plantea una pregunta de análisis, pero con un enfoque netamente aplicado al área de estudio económico, como por ejemplo: “Suponga que una persona tiene 200.000 dólares invertidos, parte con un interés del 9% y parte con interés del 8%; y que el ingreso anual de las dos inversiones es 17.200. ¿Cuánto se está invirtiendo a cada tasa?”, solamente 10% de los estudiantes identificó la operación que debía realizar, mientras que apenas el 5% de los estudiantes logró dar la respuesta correcta a la pregunta planteada.

Sin embargo, cuando se plantea un ejercicio para evaluar las competencias argumentativas del estudiante de manera directa al incluir el ejercicio “Sea  $x^2 + 2x + 3 = 0$ , ¿qué método se puede utilizar para encontrar el valor de  $x$ ?”, se evidencia que 53% de los estudiantes identifican la ecuación cuadrática y aplican la fórmula correctamente. Cuando se cambia la información abstracta por un gráfico que evidencia el comportamiento de siete series durante un transcurso de tiempo determinado, 56% de los estudiantes no reconoce el eje de las ordenadas y solo el 35% sabe analizar y argumentar de manera coherente la información presentada en el gráfico.

### ***Factores de impacto para los estudiantes***

Al considerar actividades directamente relacionadas con el aprendizaje, las falencias del proceso identificadas por los estudiantes son: 1) falta de desarrollo de ejercicios propuestos para que repasen los contenidos vistos en clase, pues 96% reconoció que copia los

resultados de alguno de sus compañeros; 2) escaso tiempo de dedicación para la solución de ejercicios, dado que dedican menos de dos horas al estudio autónomo de las asignaturas cuando, por relación de créditos académicos, deberían dedicar al menos ocho horas semanales y, 3) el 72% acepta que no realiza la preparación de la clase con anticipación.

Por otro lado, al indagar sobre los componentes del proceso de enseñanza, los estudiantes consideran que, si bien comprenden la importancia de la matemática dentro de la economía, factores como las bases matemáticas con las que ingresan a la universidad y el tiempo transcurrido entre los cursos de matemáticas básicas y los cursos de economías matemáticas juegan en contra de sus habilidades.

Los estudiantes señalan que la experiencia docente y profesional es prioritaria al momento de aprender de sus profesores, resaltando en sus comentarios que el conocimiento en Economía de sus docentes (usualmente formados en matemáticas puras), es de gran importancia, ya que facilita el proceso de transmisión de conocimiento y la contextualización de los ejercicios. De la mano con la formación de sus profesores, 70% de los estudiantes consideran que el uso de herramientas digitales y *software* especializados podría facilitar el proceso de aprendizaje de las habilidades matemáticas necesarias para su carrera académica.

### ***Cambios en las estrategias de enseñanza***

Ante los resultados encontrados, y tomando en consideración los factores de impacto planteados por los estudiantes, durante el primer semestre del año 2018 se aplicaron nuevas estrategias con el fin de reforzar el proceso de aprendizaje significativo de los estudiantes por medio de cambios metodológicos en los procesos de enseñanza de los espacios académicos de Economía Matemática. Los resultados se resumen en la Tabla 5.

**Tabla 5 – Comparación en los instrumentos de enseñanza**

<b>Instrumentos y técnicas de enseñanza: Clase magistral</b>		
<b>Semestre 2017-2</b>	<b>Semestre 2018-1</b>	<b>Resultado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La enseñanza era 100% por medio de la clase magistral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se inician clases con una mayor interacción de los estudiantes: el docente explica y resuelve al menos tres ejercicios y, posteriormente, los estudiantes resuelven la misma cantidad sin participación directa del docente.</li> <li>Los estudiantes desarrollan ejercicios en grupos y luego los explican en el tablero para corroborar, junto con sus compañeros, los resultados obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La motivación de los estudiantes crece y comienzan a participar de forma voluntaria en el desarrollo de los ejercicios dentro del aula.</li> </ul>

Instrumentos y técnicas de enseñanza: Evaluaciones		
Semestre 2017-2	Semestre 2018-1	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se elaboraban tres exámenes parciales por corte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se aplicaron talleres grupales, para resolver fuera y dentro del aula.</li> <li>Se asignaron ejercicios como nota adicional a las contempladas dentro del corte (bonos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes desarrollaron mayor cantidad de ejercicios y las calificaciones mejoraron.</li> <li>Sin embargo, 56% de estudiantes prefirieron copiar los ejercicios de sus compañeros y no desarrollarlos de manera personal.</li> </ul>
Instrumentos y técnicas de enseñanza: Material de apoyo		
Semestre 2017-2	Semestre 2018-1	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se limitaba a los libros de texto aprobados por el Syllabus de cada espacio académico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se incorporaron ejercicios de diversas páginas web, para masificar el acceso a la información.</li> <li>Para cada curso se abrió un aula virtual, en donde se generaron ejercicios de refuerzo para contenido visto (por semana).</li> <li>Se incorporó el uso de software dentro de las clases (MATLAB y R).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes mostraron mayor interés dentro del aula.</li> <li>Realizaron 30% más ejercicios en su trabajo independiente.</li> <li>Compartieron con los docentes material adicional que buscaron de forma individual.</li> </ul>
Instrumentos y técnicas de enseñanza: Aplicaciones		
Semestre 2017-2	Semestre 2018-1	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los cursos iniciaban directamente con aplicaciones matemáticas en temas económicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se incorporaron cuatro actividades de repaso antes de iniciar cada bloque de contenido de aplicaciones matemáticas en economía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes agradecieron con entusiasmo la incorporación de repasos.</li> <li>Se evidenció una disminución del 42% en los errores básicos de aritmética, álgebra y cálculo.</li> <li>Para el semestre 2018-2 disminuyó en 27% la cantidad de estudiantes que aplazaron los cursos de Economía Matemática I.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia (2020).

## Discusión

Los ejercicios presentados por los estudiantes demuestran falta de práctica en la solución de operaciones básicas en aritmética y álgebra, que implican una dificultad mayor para resolver operaciones de cálculo; sin embargo, al observar la manera en que intentan dar respuesta a los planteamientos elaborados, se diferencian los esfuerzos en los ejercicios que fueron presentados de forma abstracta y aquellos que se presentaron con lenguaje no matemático.

Durante el desarrollo de los ejercicios que incluían lenguaje matemático, el resultado muestra fallas significativas en los procesos aritméticos, sin claridad en la importancia del orden y la jerarquía de las operaciones básicas, desconocimiento de las operaciones aplicables a las potencias, confusión en el tratamiento de fracciones e incluso errores en el manejo de los signos. Por otro lado, aunque reconocen el objetivo a realizar en las operaciones algebraicas, cuando se enfrentan a una ecuación no logran efectuar el procedimiento solicitado de manera correcta, pues no utilizan la herramienta matemática de factorización.

Resultados similares se encuentran en los ejercicios abstractos de cálculo, dado que los alumnos reconocen el objetivo a alcanzar, sin embargo, no saben ejecutarlo de manera correcta y no prestan importancia a elementos claves como las variables. En la parte matricial es bastante notorio que los alumnos no pueden interpretar la información del enunciado e implementar una fórmula de recursión.

Ahora bien, cuando se observa el desarrollo de los ejercicios no abstractos se evidencia que los estudiantes no resuelven las preguntas planteadas por medio de herramientas matemáticas, sino que 56% hace uso de la lógica. Se hace evidente que esta capacidad para desarrollar una solución mediante la lógica se debe a los conocimientos teóricos de los temas económicos, demostrando una debilidad en su capacidad de comprobar o replantear estos conocimientos generales.

A su vez, un resultado que vale la pena considerar es que los estudiantes que tuvieron la capacidad para resolver los problemas utilizando habilidades no matemáticas fueron aquellos que se encontraban en los semestres más altos de la carrera, es decir, los que poseen un conocimiento académico más profundo de la Economía. Adicionalmente, los resultados también demostraron que quienes desarrollaron los mejores resultados en los ejercicios de cálculo fueron, como era de esperar, los estudiantes que cursaban alguno de los cursos de Economía Matemática. Pero en las operaciones básicas, que ambos grupos deberían manejar, los errores fueron comunes, comprobando la existencia de un problema en la base del conocimiento.

En este orden de ideas, los resultados arrojados por la investigación permiten afirmar que: existen falencias en los estudiantes para desarrollar operaciones matemáticas consideradas elementales dentro de los cursos universitarios, existen dificultades para la elaboración de ejercicios (en parte por interés, en parte por temas de tiempo) y, principalmente, existen conflictos para sistematizar y transferir el lenguaje matemático.

Sin embargo, a pesar de la implementación de distintas estrategias de enseñanza, que incluyen mecanismos para desarrollar más ejercicios dentro del aula para disminuir las dificultades por falta de práctica, el uso de *software* especializado para hacer

más dinámicos, reconocibles y aplicables los problemas, o actividades con distintos mecanismos de evaluación para promover la participación de los estudiantes; se hace evidente que existe una ruptura dentro del proceso de aprendizaje del estudiante.

La investigación permitió corroborar que el proceso de motivación y comprensión que se debería desarrollar dentro de los primeros semestres de la carrera de Economía no están completamente incorporados dentro de la estructura conginitiva de los estudiantes. Esto se traduce en que, en el corto plazo, los estudiantes que se incorporan dentro de los cursos de Economía Matemática inician sus procesos de aprendizaje con la reestructuración de los conceptos aprendidos, por lo que se dificulta alcanzar la posibilidad de aprender nuevas habilidades o conceptos.

Igualmente, por encontrar dificultades dentro del proceso de sistematización y transferencia de los conceptos, los estudiantes perciben como un factor negativo a los conceptos desarrollados dentro de los espacios académicos de Economía Matemática y las expectativas que tenían dentro de sus aplicaciones profesionales, a pesar de reconocer la importancia de las herramientas matemáticas dentro de la formación teórica de la carrera.

## **Bibliografía**

- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Ed. Trillas.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Lagueux, M. (2010). *Rationality and Explanation in Economics*. Routledge Taylor and Francis Group.
- Pulido, S. (2002). *Posibilidades y limitaciones de las Matemáticas en la Economía*. Cuadernos del Fondo de Investigación Richard Stone, (1). Recuperado de: <https://www.uam.es/otroscentros/klein/stone/fiirs/cuadernos/pdf/FIIRS001.PDF>
- Rodríguez, P. (2004). *La Teoría del Aprendizaje Significativo*. First International Conference on Concept Mapping. Recuperado de: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>
- Rodríguez, C. (2014). *Metodologías de enseñanza para un aprendizaje significativo de la Histología*. *Revista Digital Universitaria*, 15(11). Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num11/art90/art90.pdf>

Rosenberg, A. (1994). What is the cognitive status of economic theory? En R. E. Backhouse, *New directions in economic methodology*, Londres: Routledge, 216-235.

Universidad de La Salle (2018a). Pregrado de Economía - Competencias. Disponible en: <https://www.lasalle.edu.co/economia>

Universidad de La Salle (2018b). Syllabus de Economía Matemática I. Programa de Economía.

Universidad de La Salle (2018c). Malla Curricular del Programa de Economía. Programa de Economía.