



ISSN: 2711-175X (En línea)
 No. 12 de 2021 (IV Trimestre)
 Boletín SIEA
 Santiago de Cali



SIEA SISTEMA INSTITUCIONAL DE
 EVALUACIÓN DE LOS
 APRENDIZAJES



BOLETÍN DEL SISTEMA INSTITUCIONAL DE EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Editora

Sonia Cadena Castillo
 Universidad Autónoma de Occidente
 Colombia

Comité Editorial

Claudia Alexandra Roldán Morales
 Universidad Autónoma de Occidente
 Colombia

Oswaldo Rodríguez Díaz
 Universidad Autónoma de Occidente
 Colombia

Dulfay Astrid González Jiménez
 Universidad Autónoma de Occidente
 Colombia

Fabio Jurado Valencia
 Universidad Nacional de Colombia
 Colombia

Daniel Bogoya Maldonado
 Consultor Nacional e Internacional
 Colombia

El Boletín del SIEA es un medio de divulgación de resultados de investigación, con periodicidad trimestral y está incluido en bases bibliográficas.

Algunas reflexiones pedagógicas emergentes a partir de la prueba de matemática aplicada en pandemia.

En el 2021, segundo año de pandemia y en una modalidad educativa que la Universidad Autónoma de Occidente denominó *presencialidad-virtual*, se aplicó en línea y desde casa¹, la prueba de entrada y de salida de Matemática a los estudiantes de primer semestre que cursaban la asignatura de *Matemáticas Fundamentales* en la Facultad de Ingeniería y *Fundamentos de Matemáticas* para las carreras de la Facultad de Ciencias Administrativas².

Autores: Erminsul Palomino Bejarano y Beatriz Salguero Rivera
 Apoyaron la producción del Boletín No. 12
 Dulfay Astrid Gonzalez y Sonia Cadena Castillo

Diseño: Pablo Andrés Sánchez

Página web

<https://sitios.uao.edu.co/docentes/boletines-siea>



1 Las modalidades de aplicación han sido en lápiz y papel y en instalaciones de la Universidad; posteriormente con tablets se presentaban en línea en un salón, bajo condiciones controladas y en instalaciones de la Universidad y desde el 2019, poco antes de la pandemia se continuó con la aplicación en línea desde casa. En el segundo semestre de 2021, se continuó con esta aplicación en línea, gestionada desde donde los estudiantes pudieran hacerlo, desde el campus universitario, en salas de sistemas, o desde casa.

2 Son dos asignaturas distintas, pero con varios aspectos convergentes. A nivel de competencias, resultados de aprendizaje y contenidos, son muy cercanos. La variación se evidencia en algunos resultados de aprendizaje, contextos y tiempo. Fundamentos de Matemática tiene 3 créditos, con encuentros semanales de tres horas, en tanto que Matemáticas Fundamentales tiene 4 créditos y los encuentros semanales son de 4 horas.

La prueba de entrada fue aplicada en la tercera semana del periodo académico y la de salida en la semana 17. Esta prueba se ha aplicado a los estudiantes de primer año hace aproximadamente seis años, con más de 3500 estudiantes evaluados a la fecha y ha favorecido diversas iniciativas, entre las cuales, una de las más relevantes, y de mayor impacto ha sido el *Seminario Permanente de reflexión pedagógica*, en el cual cada 15 días el equipo de docentes del anterior Departamento de Matemática, se permite pensar participativamente y de forma multidimensional los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. Algunas de las reflexiones permanentes se refieren a las competencias matemáticas, los resultados de aprendizaje, el uso de recursos en el aula y particularmente los digitales para el enriquecimiento de la didáctica y evaluación, de ello se da cuenta en Bitácoras Digitales³. Asimismo, se recogen discusiones sobre las tendencias contemporáneas en la enseñanza de las matemáticas y las implicaciones en la formación docente, factores asociados al aprendizaje, entre otros. En general, los resultados de las pruebas del SIEA son un excelente pretexto para favorecer discusiones, análisis, y propuestas en torno a la deserción, repitencia, eficacia, rendimiento académico, equidad, estilos de aprendizaje e inclusión.

Los desarrollos del SIEA, a través de diversas iniciativas, entre ellas el diseño de instrumentos estandarizados en diferentes áreas académicas, han obrado como catalizadores para decisiones informadas sobre el currículo en acción, para ampliar y actualizar las propuestas pedagógicas y para impulsar algunas de las producciones textuales de los docentes, como es el caso de este Boletín.

Así entonces, el lector encontrará a continuación un análisis reflexivo a partir de los resultados de la prueba de entrada y de salida de la prueba de matemática del 2021-3, en un grupo de estudiantes de las

Facultades de Ingeniería y Administración, en los que se evidencia una favorable evolución y un logro efectivo en materia de dominios cognitivos y fortalecimiento de competencias matemáticas. Algunas iniciativas docentes acordes con la política curricular y el PEI, en torno al aprendizaje activo, también se evidencia que estrategias pedagógicas centradas en el trabajo colaborativo y en las que el error es fuente de aprendizaje, la creación de materiales de apoyo, la facilidad para que los estudiantes exploren diversas vías de solución, entre otros, incidieron positivamente en los resultados de las pruebas.



³ Ver compilado: <https://drive.google.com/file/d/1laiErLOHh2Xe-JbtU2zmsTUE4Pcjy-Bnr/view>



La prueba de entrada de Matemática 2021-3

Como ya se mencionó, la prueba de entrada se aplica al iniciar el semestre académico, es diseñada por el equipo de docentes que hace parte del SIEA y que ha recibido formación para la construcción de instrumentos de evaluación estandarizada. Es una prueba de selección múltiple con única respuesta, constituido por 30 preguntas, estructurado en dos bloques continuos, y cada bloque consta de 15 preguntas. Se procesa con el software WinStep y con el modelo estadístico de Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). El proceso de diseño se realiza con base en un protocolo, con estándares de validez y confiabilidad, y se apoya en la Taxonomía SOLO de Biggs, dado que es el referente institucional declarado en la Política Curricular. Las preguntas se diseñan para valorar 4 niveles, a saber: uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto ampliado.

Tabla 1. Dominios cognitivos por nivel de acuerdo con la Taxonomía SOLO.

Nivel	Dominio cognitivo
Uniestructural	Solicita que el estudiante identifique un elemento que se encuentra de manera explícita en el texto.
Multiestructural	Pide que reconozca varios elementos de un texto.
Relacional	Demanda que el estudiante analice relaciones de causa/consecuencia, problema/solución, explicación, argumentación , etc.
Abstracto Ampliado	Demanda generalizar a partir del enunciado del ítem, plantear hipótesis, producir diversas inferencias y establecer comparaciones e inter-relaciones con otros contextos posibles.

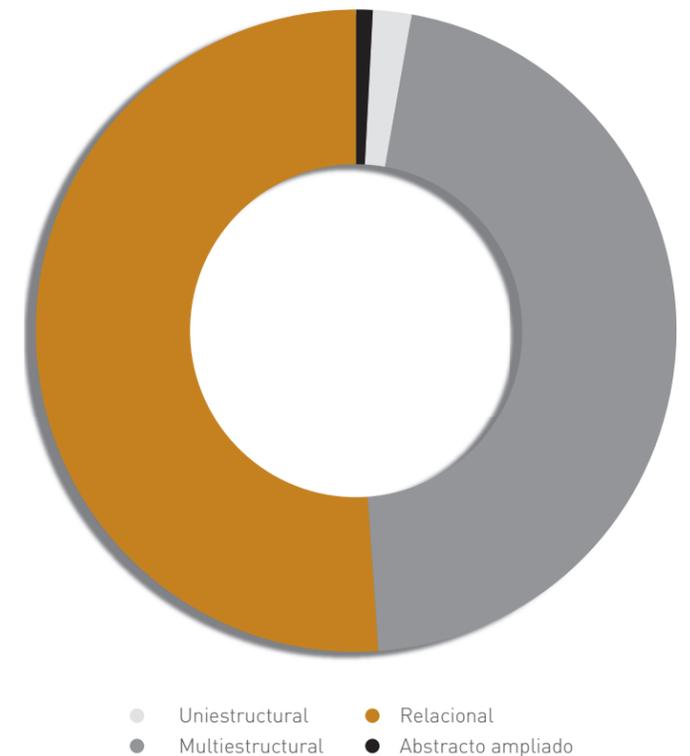
Elaboración propia (2022)



La prueba objeto de análisis es la presentada por 345 estudiantes, de los cuales 245 son de la Facultad de Ingeniería⁴ y los 91 restantes de la Facultad de Ciencias Administrativas⁵. Con la ventaja de que, una vez presentada la prueba, el procesamiento permite conocer la proporción de estudiantes que al iniciar los cursos de matemáticas tienen ya un dominio cognitivo específico de acuerdo con la taxonomía SOLO, y así proyectar con mayor precisión y eficiencia de los cursos.

El gráfico 1 muestra el porcentaje de estudiantes que inicia los cursos de matemática con un dominio cognitivo específico y con un nivel esperado a nivel de competencias.

Gráfico 1. Estudiantes por nivel de desempeño, prueba de entrada de Matemáticas 2021-3



Elaboración propia a partir de datos de resultados. (2022)

⁴ Son estudiantes que inician carreras como Ingeniería Multimedia, Biomédica, Industrial, Ambiental, Informática, Mecatrónica, Eléctrica, Electrónica, Empresarial, fundamentalmente.

⁵ Son estudiantes de Mercadeo y Negocios Internacionales, Contaduría y de Administración de Empresas Modalidad Dual.

La gráfica evidencia que la mitad de los estudiantes evaluados (51%) al iniciar los cursos de matemática, poseen unos saberes previos y aprendizajes propios del dominio cognitivo relacional. Así entonces, y conforme a lo expresado en la tabla 1, se puede afirmar que la habilidad para analizar relaciones de causa/consecuencia, problema/solución, explicación/argumentación, ya está cimentada, y que uno de los desafíos centrales de los cursos es dinamizar cognitivamente a los estudiantes para que se enriquezcan los saberes pasando de un nivel relacional al abstracto ampliado.

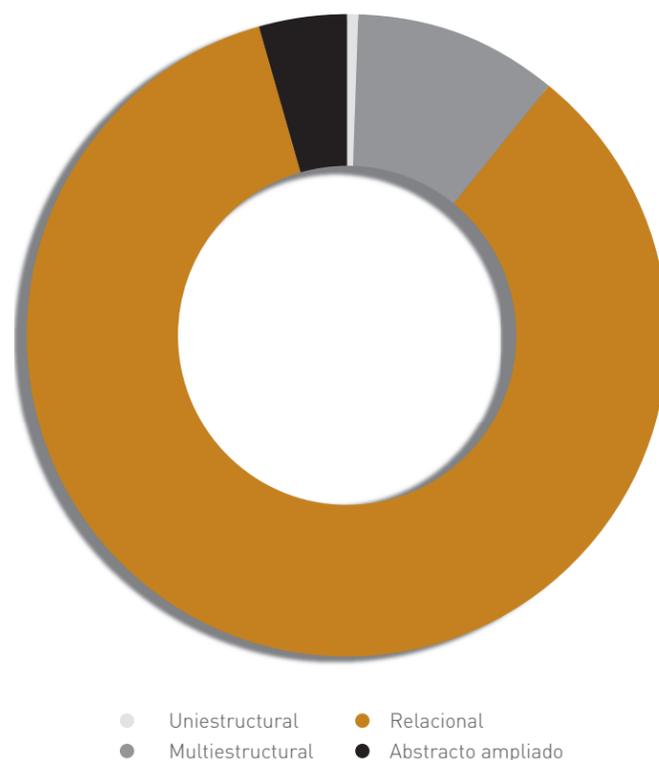
Se observa que el 46% de la población evaluada se ubica en el nivel multiestructural, lo cual indica que, casi la mitad de los estudiantes, inicia su proceso formativo con saberes matemáticos centrados en el reconocimiento de varios elementos de un texto, y en el análisis y la solución de problemas básicos. Este resultado ofrece el desafío de movilizar acciones pedagógicas oportunas y colegiadas, para llevar a los estudiantes de este nivel multiestructural al relacional. Una de las metas centrales al finalizar los cursos, es que los estudiantes de primer semestre mínimamente tengan la habilidad para formular modelos, identificar condicionantes y supuestos, y elaborar argumentos basados en interpretaciones y evidencias teóricas.

Transcurridas 12 semanas del curso, los estudiantes de las distintas carreras se enfrentan a la prueba de salida. Esta prueba no es presentada por el 100% de la población que presentó la de entrada, entre otras razones, porque la prueba de entrada es voluntaria, porque algunos estudiantes se matriculan tardíamente y no la presentan, otros cancelan la asignatura, suspenden o cancelan el semestre, algunos más, pueden enfrentar contingencias o situaciones de salud o provienen de transferencias. Lo cierto es que la diferencia entre una y otra aplicación es de menos de un 4%.

La prueba de salida fue presentada por 334 estudiantes, 249 de matriculados en la asignatura Matemáticas Fundamentales y 85 matriculados en Fundamentos en Matemáticas. La presentación de esta prueba, a diferencia de la de entrada, si tiene carácter

obligatorio y equivale a un porcentaje de la evaluación final del curso. El gráfico 2 evidencia la distribución por nivel de desarrollo cognitivo.

Gráfico 2. Estudiantes por nivel de desempeño, prueba de salida de Matemáticas 2021-3



Elaboración propia a partir de datos de resultados. (2022)

La gráfica 2 evidencia, en comparación con la gráfica 1, una evolución deseada en número de estudiantes que avanzaron del nivel multiestructural al relacional. Un 33% del total de estudiantes se movilizó hacia un nivel de desempeño cognitivo superior y un 3,2% de los ubicados en el relacional se movilizó hacia el abstracto ampliado. Se evidencia que disminuye el número de estudiantes que estaba ubicado en el nivel uniestructural. Pese a que es un porcentaje mínimo de estudiantes el que permanece en el nivel uniestructural, el interés por favorecer acompañamientos personalizados se mantiene, y estrategias como los talleres de apoyo, tuvieron despliegue para quienes estando en niveles uni y mul-

tiestructural, demandaron acompañamiento y apoyo. La evolución permite afirmar que las metas del curso se cumplen, y los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas -para dar soporte a otros saberes específicos según el perfil profesional en Ingeniería y Ciencias de Administrativas- han quedado cimentados para un despliegue y fortalecimiento futuros.

A modo de hipótesis, pareciera que la dinámica de un aprendizaje favorecido por la alta mediación digital durante la pandemia contribuyó a transformaciones en la enseñanza y en las prácticas evaluativas de los cursos de matemática. Las capacitaciones institucionales, entre pares y sobre entornos virtuales de aprendizaje, sobre herramientas digitales, aprendizaje basado en proyectos y problemas, sobre retroalimentación efectiva en cursos híbridos, entre otros, incidieron positivamente, lo que incide en el avance en el desempeño. A lo que se suma las necesidades, motivaciones y dificultades de los estudiantes también fueron leídas, caracterizadas y acompañadas por otras unidades de apoyo institucional como el Centro de Excelencia Académica, de Bienestar Universitario. Los talleres abiertos para fortalecer saberes como radicación, factorización, potenciación, entre otros, en los que se observaban dudas o vacíos persistentes en los estudiantes, se ofertaron durante todo el semestre.

A su vez, múltiples preguntas han emergido y podrían ser origen de investigaciones o de revisiones en la reciente literatura, además podrían ser movilizadoras de abordajes en el seminario permanente y favorecedoras de proyectos a presentar en las convocatorias institucionales de investigación pedagógica y de producción de escritura compartida. Algunos de los interrogantes son:

- ¿La modalidad de presentación de la prueba (Presencial con IPAD; en línea en condiciones controladas y en campus; en línea desde casa) qué tipos de incidencia tiene en el rendimiento educativo que hace ver la prueba?
- ¿La modalidad presencialidad-virtual cómo aporta al rendimiento y eficacia académica que reflejan las pruebas, de acuerdo con las competencias, rutinas y saberes digitales de las

nuevas generaciones que demandan los servicios educativos a nivel superior?

- ¿Las caracterizaciones oportunas de las necesidades y circunstancias de los estudiantes para un eficiente y constante acompañamiento durante la pandemia, cómo dieron paso a una pedagogía de la comprensión y de las diferencias, hoy cada vez más necesaria para el trabajo con las nuevas generaciones?
- ¿El uso de herramientas digitales para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y los recursos trabajados en el laboratorio de Matemática, qué tipo de incidencia tuvieron en el logro educativo reflejado en los resultados?
- ¿La retroalimentación permanente, con apertura al conocimiento directo de las circunstancias de los estudiantes, qué tipo de rutas de atención generó y qué se hacen visibles en los resultados?
- ¿Acaso no se hace necesario sistematizar y mantener vigentes lo que los docentes pusieron en escena respecto de caminos, rutas y estrategias acertadas para el aprendizaje en tiempos de perplejidad, en el que los miedos, la incertidumbre y lo imprevisible convocaban a tramitar la autoridad, la escucha, la comprensión, la cooperación y las promesas educativas de otros modos?

Éstas, entre muchas otras preguntas orbitan, permanecen vivas y se hacen presentes para procesos investigativos en los que sabemos que la pandemia ha movilitado muchas dinámicas educativas, y en las que los relatos apocalípticos o de pérdida, encuentran un límite en aquello logrado y experimentado con las nuevas generaciones.

A continuación, en la tabla No. 2 se evidencia el comparativo entre pruebas de entrada y de salida por programa. Más allá de llevar al lector a una lectura sobre jerarquías desde la inquietud sobre cuáles programas tienen un mayor rendimiento y cuáles uno menor, se procura movilizar líneas de análisis como:

- Conformación por género de los grupos. En el caso de las ingenierías persiste una mayor proporción de hombres que de mujeres.
- Colegios de los cuales proceden los estudiantes y el capital cultural con el que inician el mundo universitario.
- Los grupos socioeconómicos a los que pertenecen los estudiantes, sus circunstancias para las actividades educativas en casa, si también trabajan, si tienen personas a cargo que demandan tiempo pleno para el cuidado, o se dedican solo a sus estudios.
- La edad al iniciar la carrera: hay una alta proporción de estudiantes finalizando la adolescencia e iniciando la adultez.
- Circunstancias económicas, relaciones familiares, tiempo invertido y circunstancias de transporte para dirigirse a la Universidad.
- Entorno social y desarrollo emocional.
- Situación nutricional y recursos socioemocionales para el afrontamiento de los desarrollos de la vida universitaria.



Muchos de ellos, factores asociados al aprendizaje que inciden considerablemente en el rendimiento y eficacia educativa.

Tabla 2. Resultados de la prueba de entrada y de salida de Matemáticas por Programa y Facultad – 2021-3

	Programa	Niveles Taxonomía SOLO	PRUEBA DE ENTRADA		PRUEBA DE SALIDA	
			Total estudiantes que presentaron la prueba	No. de estudiantes	Total estudiantes que presentaron la prueba	No. de estudiantes
Facultad de Ciencias Administrativas	Administración de empresas-Modalidad Dual	Multiestructural	21	17	21	5
		Relacional		7		16
	Mercadeo y Negocios Internacionales	Uniestructural	69	-	63	1
		Multiestructural		35		15
		Relacional		34		47
	Contaduría Pública	Uniestructural	1	1	1	-
		Relacional		-		1

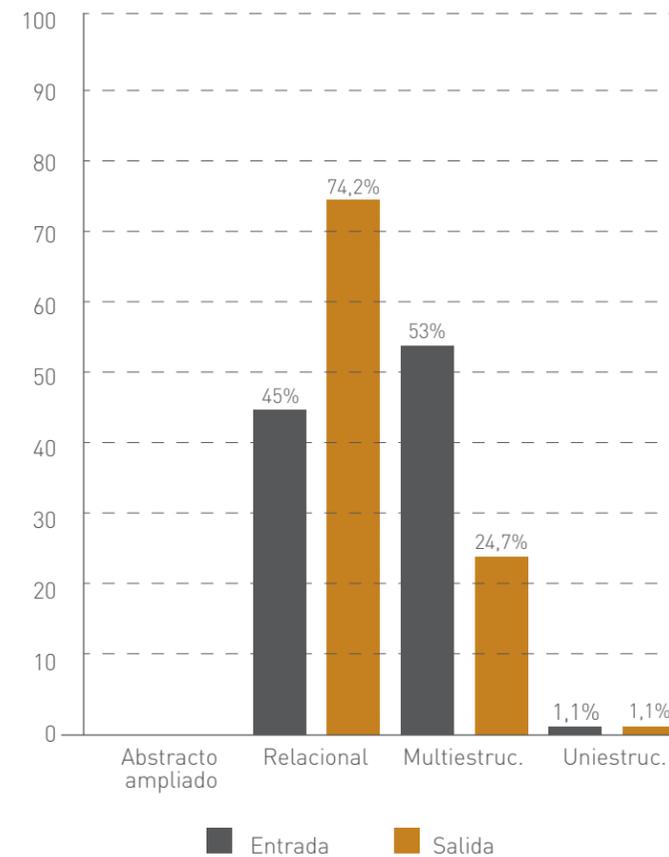
	Programa	Niveles Taxonomía SOLO	PRUEBA DE ENTRADA		PRUEBA DE SALIDA	
			Total estudiantes que presentaron la prueba	No. de estudiantes	Total estudiantes que presentaron la prueba	No. de estudiantes
Facultad de Ingeniería	Ingeniería Empresarial	Multiestructural	14	7	14	-
		Relacional		7		11
		Abstracto Ampliado		-		3
	Ingeniería Multimedia	Uniestructural	35	1	35	-
		Multiestructural		20		4
		Relacional		14		30
		Abstracto ampliado		-		1
	Ingeniería Ambiental	Multiestructural	7	5	7	1
		Relacional		2		5
		Abstracto ampliado		-		1
	Ingeniería Biomédica	Uniestructural	40	1	40	-
		Multiestructural		12		3
		Relacional		25		33
		Abstracto Ampliado		2		4
	Ingeniería Eléctrica	Multiestructural	9	5	9	-
		Relacional		4		9
	Ingeniería Industrial	Uniestructural	28	1	27	-
		Multiestructural		8		1
		Relacional		19		26
Ingeniería Informática	Uniestructural	35	1	35	1	
	Multiestructural		16		2	
	Relacional		18		31	
	Abstracto ampliado		-		1	
Ingeniería Mecánica	Multiestructural	20	11	18	1	
	Relacional		9		16	
	Abstracto Ampliado		-		1	
Ingeniería Mecatrónica	Multiestructural	56	22	54	2	
	Relacional		31		49	
	Abstracto Ampliado		3		3	
Ingeniería de datos e Inteligencia Artificial	Multiestructural	10	4	10	1	
	Relacional		6		9	

Elaboración propia a partir de datos de resultados. (2022)

Nivel de desempeño en las pruebas de entrada y de salida de matemáticas por Facultades

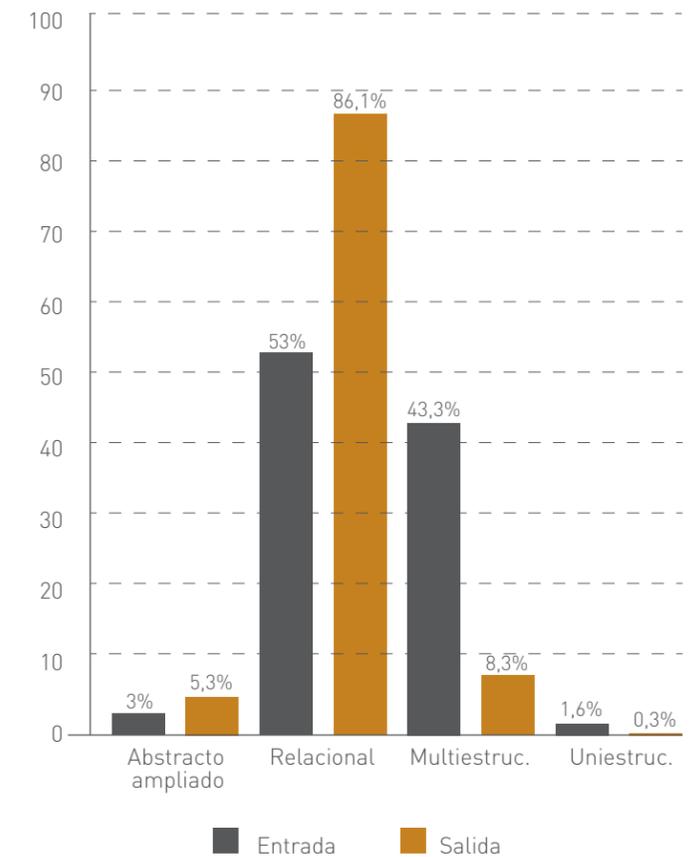
Los niveles de desempeño para las pruebas entrada y salida por Facultad: gráficos 3 y 4.

Gráfico 3. Porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño en la prueba de entrada y salida de Matemáticas en la Facultad de Ciencias Administrativas.



Elaboración propia a partir de datos de resultados. (2022)

Gráfico 4. Porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño, prueba de entrada y salida de Matemáticas, en la Facultad de Ingeniería.



Elaboración propia a partir de datos de resultados. (2022)

Se observa que para las facultades objeto de análisis, las asignaturas de Fundamentos en Matemática y Matemáticas Fundamentales, muestran una evolución en el porcentaje de estudiantes que alcanzaron el nivel de desempeño relacional. En el caso de la asignatura ofrecida para la Facultad de Ciencias Administrativas, el porcentaje aumentó de 45% a 75,2%, de igual manera, para la Facultad de Ingenierías esta evolución fue de 34.9% adicional a lo reflejado en la prueba de entrada.

Se evidencia que para la asignatura de Matemáticas Fundamentales que se imparte para la facultad de

Ingeniería, el nivel abstracto ampliado logró cambiar favorablemente de 2% a 5,3%, lo que indica que los estudiantes en este nivel logran plantear hipótesis, producir diversas inferencias y establecer comparaciones e interrelaciones con otros contextos.

Sin duda alguna, las estrategias implementadas fructifican, puesto que al analizar el desempeño en la prueba de salida y contrastarlos con la prueba de entrada, se nota un progreso significativo en los aprendizajes. Es de resaltar que en todos los programas se logró mejorar el porcentaje en el nivel relacional.

La información de la tabla 2 permite evidenciar que en los programas de Ingeniería Biomédica, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Datos e Inteligencia Artificial y Mecatrónica cerca del 55% de los evaluados se encuentra ubicado en el nivel de desempeño relacional; lo que permite afirmar que los estudiantes al iniciar los cursos construyen relaciones matemáticas entre variables involucradas en un contexto dado. De otra parte, el 1% de los estudiantes se ubica en el nivel abstracto ampliado y se concentran en los programas de Ingeniería Biomédica y Mecatrónica; se colige -entonces- que una minoría ingresa formulando y resolviendo modelos explícitos asociados a situaciones complejas en diferentes contextos.

Por otro lado, la proporción de estudiantes de los programas de Administración de Empresas Modalidad Dual, Mercadeo y Negocios Internacionales, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Multimedia e Ingeniería Mecánica, tiende a ubicarse en el nivel multiestructural; ello significa que, al iniciar los cursos de matemática, aún no trascienden el nivel superficial en el análisis y solución de problemas.

En el nivel uniestructural, el 2% de quienes presentaron la prueba de entrada provienen de las carreras como Contaduría Pública, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Informática, Ingeniería Industrial e Ingeniería Multimedia.

Los resultados de la prueba de entrada constituyen un desafío para diseñar estrategias orientadas desde

las recientes coordinaciones del núcleo académico de Matemáticas y Estadística, en la perspectiva de posicionar el mayor número de estudiantes posible, y ojalá a todos, en los niveles de desempeño relacional y abstracto ampliado.

Para tal fin, diseñar e implementar actividades de aprendizaje que potencien el desarrollo de las competencias y alcanzar así el nivel deseado, a través de las asignaturas, es perentorio; por lo tanto, el esfuerzo pedagógico ha de seguir focalizado, en el trabajo a partir de contextos reales y el análisis de situaciones, en la diversificación de las asesorías permanentes (monitorias) en diferentes horarios y modalidades (presencial, virtual e híbridas), con el objeto que, además, los estudiantes puedan resolver dudas oportunamente y conocer con detalle sus circunstancias, motivaciones, potencialidades y expectativas. En las sesiones magistrales también se potencia el trabajo desde el análisis de situaciones reales que pretenden llevar al estudiante a analizar contextos y a cuestionarse sobre los conceptos y su importancia en la vida real y profesional. Una estrategia de gran valor ha sido la inclusión -en la sesión magistral- de un invitado externo que narre desde su profesión, el aporte de las matemáticas al desempeño laboral. Esto ha motivado a los estudiantes al comprender que no hay saberes aislados, y que, son de gran efectividad y pertinencia en la solución diaria de situaciones relacionadas con su profesión.

También se evidencia un mejoramiento en el nivel abstracto ampliado, por lo que se puede afirmar que la mayoría de los estudiantes egresa de los cursos analizando relaciones de causa/consecuencia, problema/ solución, explicación y argumentación en situaciones problemáticas.

Así entonces, pareciera que los diversos desafíos educativos enfrentados en la pandemia, el paso por lo que la Universidad denominó modalidad presencial-virtual, la prueba presentada en línea y desde casa, los procesos de acompañamiento y la apuesta por una pedagogía de la comprensión con apoyo permanente al estudiante, obraron como aspectos favorecedores para la mejora del rendimiento académico en saberes asociados al desarrollo y fortalecimiento de competencias matemáticas.

Sumado a ello, el interés ampliado por líneas de investigación-acción asociados a los cambios sustantivos que se están dando en educación superior y que el equipo del área de matemática ya se ocupa de algunos de ellos.

Referencias bibliográficas

Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.

Universidad Autónoma de Occidente. (2016). *El Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes de los Estudiantes*. Cali: Vicerrectoría Académica. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/1DimgFHF-82nyA3sWujiCIRl7eYA3DyEB/view>

_____. (2019). *Proyecto Educativo Institucional*. Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de: https://sitios.uao.edu.co/docentes/wp-content/uploads/sites/26/2020/09/DOCUMENTO_PEI-UAO-2020_.pdf?x73514&x45625



Consulte en línea nuestros tres últimos boletines:
<https://sitios.uao.edu.co/docentes/boletines-siea>