

# Rendimiento escolar en matemáticas básicas para ingeniería en una universidad pública antes y después de la contingencia

Georgina Pulido Rodríguez, Ricardo López Bautista

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, CDMX, México  
Teléfono (55) 5318-9000 Ext. 9017 Fax (55) 5318-9045 E-mail: gpr@azc.uam.mx, rlopez@azc.uam.mx

**Resumen** — La contingencia por COVID19 dio inicio en marzo de 2020 en la Ciudad de México. En la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), al igual que ocurrió en todo el mundo, se inició el lapso en el cual se suspendieron todas las actividades de docencia presencial, para llevarla a cabo a la distancia. Esta modalidad se mantuvo hasta mayo de 2022. La UAM ya había tenido un contratiempo en 2019 por una huelga que duró casi un trimestre; al momento de la suspensión de actividades presenciales, estaba llegando a su fin el último trimestre del año 2019, transcurriendo seis trimestres en modalidad remota y uno en forma mixta. En este trabajo se analiza el desempeño del alumnado de las diez carreras de ingeniería de la UAM-A en las primeras asignaturas de la línea de cálculo durante los últimos cinco años. En forma sorprendente, los resultados del rendimiento del alumnado en las asignaturas de matemáticas básicas para ingeniería fueron mejores en el dos último años de este estudio, 2021.

**Palabras Clave** — Cálculo, educación para ingeniería, matemáticas básicas, rendimiento escolar

**Abstract** — The COVID19 contingency began in March 2020 in Mexico City. At the Autonomous Metropolitan University Azcapotzalco Unit (UAM-A), as it happened throughout the world, the period began in which all face-to-face teaching activities were suspended, to be carried out at a distance. This modality was maintained until May 2022. The UAM had already had a setback in 2019 due to a strike that lasted almost a quarter; At the time of the suspension of face-to-face activities, the last quarter of 2019 was coming to an end, spending six quarters in remote mode and one in mixed mode. This paper analyzes the performance of the students of the ten engineering careers of the UAM-A in the first subjects of the calculus line during the last five years. Surprisingly, student achievement results in basic engineering math subjects were better in the last year of this study, 2021.

**Keywords** — Calculus, engineering education, basic mathematics, achievement.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cursos de matemáticas básicas en la línea de Cálculo para las diez carreras de ingeniería en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI-A) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) se imparten en el tronco general y fueron las siguientes hasta el primer trimestre del año 2020: Taller de Matemáticas (TM), Introducción al Cálculo (IC), Cálculo Diferencial (CD),

Cálculo Integral (CI), Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO).

El TM fue un curso remedial que podía ser exentado por un alumno al aprobar un examen diagnóstico; solía ser aplicado antes del inicio del trimestre; este curso desapareció en el segundo trimestre del año 2020. Se mencionó que, si bien había sido propuesto para subsanar deficiencias en matemáticas que corresponden a niveles previos al universitario, estaba dificultando el avance de los alumnos en sus estudios. El curso constaba de cinco unidades: Aritmética, Álgebra, Geometría, Geometría Analítica y Trigonometría. En [1] y [2] se muestran trabajos donde se comenta acerca del desempeño de los alumnos en TM y cómo se reflejaba en otras asignaturas del tronco general.

En los planes de estudio se quedaron las cuatro asignaturas IC, CD, CI, EDO algunos ajustes en los temas que cubren. Antes, en IC se revisaba la definición de derivada; ahora se hace en CD. Cada una de las asignaturas es prerrequisito de la que sigue. En la Fig. 1 se muestra un diagrama de asignaturas del tronco general de las carreras de ingeniería en la actualidad. Hay que comentar que el número de grupos que se programan es mucho mayor para la primera asignatura IC, va disminuyendo para las que siguen y resulta ser mucho menor para la última asignatura, EDO.

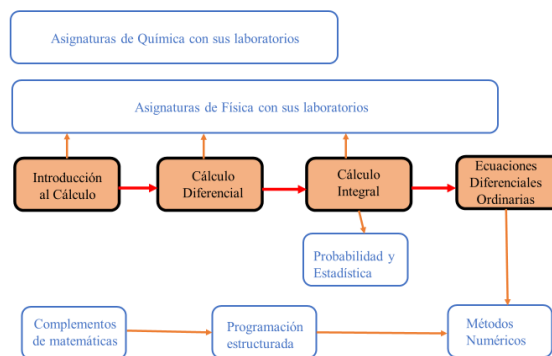


Fig. 1. Diagrama de asignaturas del tronco general de ingeniería en la UAM-A

La gran mayoría de alumnos de nuevo ingreso cursaba TM; para terminar la última asignatura de la cadena, EDO, se esperaba que el alumnado podía tomar tres, cuatro o cinco trimestres, aunque en casos excepcionales, podría ser menor, dado que alguien podría aprobar un Examen Especial en la temporada de exámenes de Recuperación y reducir el tiempo

para completar estas matemáticas básicas, como lo señala el Reglamento de Estudios Superiores (RES) [3].

Lo usual era asentar todas las calificaciones obtenidas en el registro académico; eso ocurrió hasta el último trimestre del año 2019, salvo las notas no aprobatorias de los exámenes de Recuperación, que ocurrieron en mayo del año 2020, cuando todas las actividades se llevaron a cabo a distancia y en línea, por el COVID19. Desde entonces y hasta ahora, las notas No Aprobado (NA) ya no se registran en las historias académicas.

Los autores tienen la conjetura de que, a pesar de la bondad de esa decisión administrativa, la situación para los alumnos ha empeorado en el sentido de que ahora quizá les toma más tiempo acreditar las asignaturas de matemáticas básicas, porque ahora posiblemente se inscriben al curso, pero pueden abandonarlo cuando perciben dificultades para acreditar, dejándolo para el siguiente trimestre. En este trabajo llevamos a cabo un proceso de análisis para obtener respuestas, con dos elementos: el rendimiento en las asignaturas de cálculo y el tiempo en el cual terminan la cadena de asignaturas.

Para la primera parte, se hace un recuento de las calificaciones aprobatorias acumuladas en cada año del 2017 al 2021, analizando los cambios. Para la segunda, se hace el contraste en los tiempos que les tomó a los alumnos acreditar el conjunto de asignaturas de cálculo durante los tres años 2017 al 2019 con la aplicación de reglas estándares y durante los años 2020 y 2021 cuando no se anotaron calificaciones reprobatorias.

## II. METODOLOGÍA

Se contó con los archivos de calificaciones del alumnado de los trimestres de los años 2017 al 2021 en las primeras asignaturas de Cálculo. El último trimestre correspondiente al año 2021 se terminó en el mes de febrero del año 2022.

En cada archivo de calificaciones se organizó la información por matrícula, por trimestre y por asignatura.

En la Tabla I se muestran las cantidades de registros de calificaciones aprobatorias de cada asignatura por año. Aparecen los datos del 2017 al 2019 y luego del primer trimestre del año 2020, último trimestre en el que se impartió TM.

Se dio un cambio en los planes de estudio de las ingenierías en el segundo trimestre del año 2020: se retiró la asignatura TM y se asignó una clave distinta a dos asignaturas con el nombre que tenían Introducción al Cálculo (IC) y Cálculo Diferencial (CD), debido a la modificación de créditos y a la reorganización del total.

En la Tabla II se muestran los números de registros de las cuatro asignaturas de matemáticas básicas que quedaron vigentes a partir del segundo trimestre de 2020.

Para fines de contraste, y dado que el cambio en los planes de estudio de ingeniería dejó el mismo nombre para dos de las asignaturas que reemplazaron a las tres que había al inicio de la cadena de matemáticas básicas, se construyó la Tabla III donde se consideran cuatro asignaturas básicas: IC,

CD, CI, EDO con la suma de registros de calificaciones acreditadas en cada caso.

Con base en la Tabla III, se observa que el número máximo de calificaciones aprobatorias (4749) para las asignaturas de cálculo se obtuvo en 2020 y que durante 2021 el número 3893 también de calificaciones aprobatorias para cálculo fue superior al registrado en los años 2017 y 2018. Esto indica que el rendimiento del alumnado fue mejor durante 2020, año del inicio de la contingencia, que en los años previos.

Una de las preguntas que se formulan acerca de cuánto tiempo les toma a los alumnos de ingeniería terminar las asignaturas de matemáticas, puede ser respondida en la Tabla IV, donde se asienta el número de personas que han acreditado la asignatura EDO en el trimestre enésimo luego de su ingreso. Se marca en negritas el número más alto de egresados de la secuencia de asignaturas de matemáticas en el año correspondiente.

Durante los años 2017 y 2018 el mayor número de egresados de matemáticas del tronco general ocurrió durante el sexto trimestre de su ingreso. En los años 2019 y 2020, en el quinto. Para el año 2021, en el cuarto.

En la Tabla V se muestran las medidas de tendencia central para los tiempos que les tomó terminar el ciclo de asignaturas de matemáticas básicas a los alumnos de ingeniería de los años analizados en este estudio.

De acuerdo con los cálculos, la media aritmética está entre 8 y 10 trimestres, que son más de dos años.

Parece que el haber retirado la asignatura TM tuvo una repercusión en la disminución del número de trimestres dedicados por los alumnos para concluir la cadena de asignaturas de matemáticas en sus estudios de ingeniería en la UAM-A.

A pesar de la disminución en las medidas de tendencia central de la duración de cada alumno para acreditar las matemáticas en secuencia del tronco general, hay alumnos que toman más de tres años en hacerlo, como puede verse en la Tabla IV, donde el último renglón marca 36 trimestres (12 años) como el máximo de tiempo que algún alumno tomó para acreditar EDO en alguno de los años 2017 a 2021 desde que ingresó a la UAM-A.

En la Figura 1 se puede apreciar cómo el número de alumnos que aprobó EDO durante el año 2021 para cualquier número de trimestres entre uno y nueve es mayor o igual al número que lo haya hecho en los años anteriores.

La línea con guiones en la Fig. 1 corresponde al número de egresados de matemáticas del tronco general que terminó dentro de algún trimestre de sus primeros tres años en la universidad.

En la Fig. 2 se muestra una gráfica de barras con el número de alumnos que aprobaron EDO en su cuarto, quinto o sexto año luego de ingresar a la UAM-A.

TABLA I.

	2017	2018	2019	2020-Trim 1
TM	964	1075	1446	127
IC	786	839	983	452
CD	586	662	810	354
CI	558	590	697	279
EDO	591	531	600	298
Total	3485	3697	4536	1510

TABLA II

	2020 trimestres 2 y 3	2021
IC	1270	925
CD	936	906
CI	596	1058
EDO	437	1004
Total	3239	3893

TABLA III

	2017	2018	2019	2020	2021
TM	<b>964</b>	<b>1075</b>	<b>1446</b>	127	
IC	786	839	983	<b>1722</b>	925
CD	586	662	810	1290	906
CI	558	590	697	875	<b>1058</b>
EDO	591	531	600	735	1004
Total	3485	3697	4536	<b>4749</b>	3893

Lo que se advierte de la Fig. 2 es que en el año 2021 hubo entusiasmo por parte de los alumnos que ya tenían al menos tres años de haber ingresado a la UAM-A por terminar sus cursos de matemáticas en el tronco general, puesto que la suma de alumnos que lo hicieron durante su cuarto, quinto o sexto año durante 2017 suman 149, mientras que los que lo hicieron durante el año 2021 suman 220 personas.

En la Fig. 3 se muestra el número de alumnos que terminaron la asignatura EDO entre su séptimo y décimo año después de que ingresaron a estudiar ingeniería; se aprecia que la suma de alumnos que lo hicieron durante 2020 y 2021 es similar a la de los que lo hicieron de 2017 a 2019. Las sumas de alumnos en cada año se muestran en la Tabla IV. En la Tabla V se muestran las medidas de tendencia central para el número de trimestres que les tomó a los alumnos acreditar EDO, la última asignatura de la línea de Cálculo del tronco general. Se distinguen los trimestres múltiplos de tres, porque permiten distinguir el número de años invertidos por los alumnos en el proceso; en esta tabla, hasta doce.

### III. RESULTADOS

De acuerdo con los números mostrados arriba, podemos observar que el número de registros con calificaciones aprobatorias en todas las asignaturas de matemáticas básicas para ingeniería es superior para el año 2021, en comparación con los de los años anteriores. Por otra parte, se notó una mejora en el número de trimestres en los cuales terminan los alumnos el conjunto de asignaturas de cálculo del tronco general, lográndolo en menos tiempo.

### IV. DISCUSIÓN

Como se menciona en [4], “es una percepción común que hoy en día los jóvenes ingenieros e informáticos sufren de falta de conocimientos matemáticos, especialmente capacidades para hacer frente a tareas prácticas”. En esta referencia se menciona que las matemáticas básicas que se cubren en una universidad alemana son: Funciones, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Números Complejos, Series de Potencias y Métodos Numéricos. En las carreras de la DCBI-A se cubren los últimos tres temas de este conjunto en algunas de las ingenierías; solamente Métodos Numéricos forma parte del tronco general.

En [5] se advierte la importancia de tener un conjunto básico de matemáticas para ingeniería; se menciona que se ha tomado como base un documento redactado por la European Society for Engineering Education (SEFI), en el Mathematical Working Group (MWG) y que puede ser consultado en [6], donde se ubican los contenidos básicos de matemáticas en los primeros tres semestres; algo parecido ocurre en la DCBI-A, donde las matemáticas básicas se supone que deberían ser cubiertas en los primeros cuatro trimestres de las carreras de ingeniería.

Aunque es un estudio limitado a pocos casos, el texto [7] tiene una serie de observaciones y comentarios acerca de experiencias obtenidas durante el tiempo de clases virtuales en una universidad colombiana para un curso de Cálculo Integral para ingeniería, que brinda un panorama de las situaciones que se vivieron durante la contingencia y que son similares a las que se han percibido para los alumnos de la DCBI-A: “el estrato socioeconómico de las estudiantes y la disponibilidad de recursos tanto por parte de éstas como de la universidad en donde estudian, influyeron en las percepciones sobre las clases virtuales”.

Los autores de este trabajo consideran que una de las cuestiones que merecen atención es la evaluación del aprendizaje y su relación con la conducción del curso, temas donde no hay suficiente información registrada. Cada fin de trimestre el profesorado debe entregar un informe que hace las veces de autoevaluación docente, que se maneja entre las coordinaciones de carreras y otros cargos docente-administrativos. No se hace del dominio público y no hay una comunicación oficial acerca de en cuántos y qué casos se efectuaron evaluaciones en formas alternativas a las de un examen escrito, una costumbre muy arraigada en los cursos de matemáticas. Si bien hay un sitio en la página de la DCBI-A donde se puede consultar cuáles fueron los exámenes finales aplicados a cohortes de asignaturas de cálculo en trimestres anteriores hasta el segundo de 2019, no hay otro sitio donde se vea algo correspondiente a los trimestres que siguieron.

Durante la contingencia, en la DCBI-A se creó un sitio web donde el profesorado escribía las características de su manera de conducir el curso para las asignaturas que impartiría durante el trimestre siguiente, incluyendo la forma de evaluación; este sitio fue visible prácticamente para toda la comunidad. En este lugar se pudo observar que un gran

número de profesores de matemáticas eligieron llevar a cabo un examen escribiendo preguntas o ejercicios en un archivo en formato PDF, publicarlo en un aula virtual o enviarlo al correo de sus alumnos para recibir en forma similar los resultados en tiempo y forma.

## V. CONCLUSIONES

El análisis y manejo de la información ha brindado un resultado que no se esperaba a priori: que hubo una mejora en el número de calificaciones aprobatorias en las asignaturas de matemáticas en la línea de Cálculo durante 2020 con respecto a los cuatro años previos, además de un mayor número de alumnos que concluyeron la serie de asignaturas de cálculo que está en el tronco general de las carreras de ingeniería de la DCBI-A durante 2021.

Se sugiere considerar a la evaluación como una forma de rendir cuentas, esto es, que haya una mejor forma de evaluar el aprendizaje en matemáticas y que sea compartida por la mayoría de los docentes.

Por otra parte, se reconoce el esfuerzo institucional por hacer transparente la forma de trabajo del profesorado en los cursos durante la pandemia; debería seguir existiendo un sitio donde cada titular de asignatura publique la forma en la que conduce su curso, para que los alumnos cuenten con esa información antes de elegir en qué grupo inscribirse. Tal vez los horarios sean el aspecto más relevante de tal decisión, pero el saber de antemano cuáles son las reglas formales del curso es un aspecto por considerar cuando hay varias opciones en el mismo horario.

TABLA IV

Año. EDO aprob.	2017	2018	2019	2020	2021
1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	1
3	0	1	2	1	4
4	64	62	63	92	<b>172</b>
5	79	89	<b>95</b>	<b>136</b>	158
6	<b>81</b>	<b>90</b>	81	122	174
7	77	58	82	66	108
8	46	33	47	55	73
9	25	25	39	54	45
10	27	34	44	23	38
11	25	15	17	29	43
12	18	17	21	24	34
13	20	4	13	17	35
14	15	8	11	9	18
15	11	14	10	10	26
16	9	14	6	5	13
17	10	11	6	9	9
18	14	6	10	16	4
19	14	4	5	7	4
20	10	6	12	5	5
21	7	8	6	15	3
22	11	4	2	6	8
23	9	5	5	6	2
24	1	6	3	5	4
25	4	5	2	2	1
26	6	1	2	2	4
27	1	1	1	5	2
28	1	3	6	4	6
29	1	2	3	2	1
30	0	3	0	4	3
31	0	0	2	0	0
32	2	0	2	0	0
33	0	0	0	2	3
34	1	0	1	0	0
35	0	1	1	1	0
36	1	0	0	0	2
Totales	591	531	600	734	1003

TABLA V

	2017	2018	2019	2020	2021
Mediana	7	7	7	7	6
Media aritmética	9,8	9,2	9,2	9,0	8,2
Moda	6	6	5	5	4

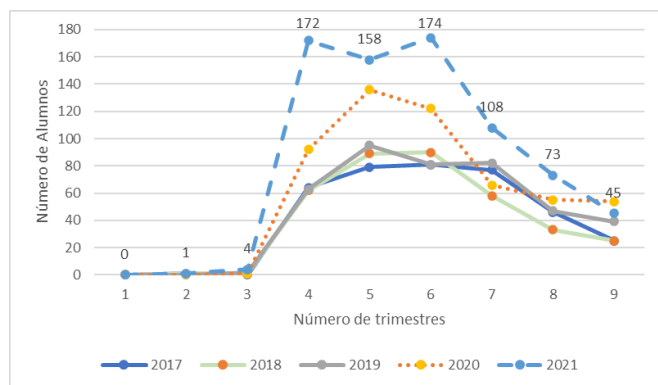


Fig. 1. Gráfica del número de alumnos que aprobaron EDO en el trimestre enésimo de sus primeros tres años de ingresar a la UAM-A.

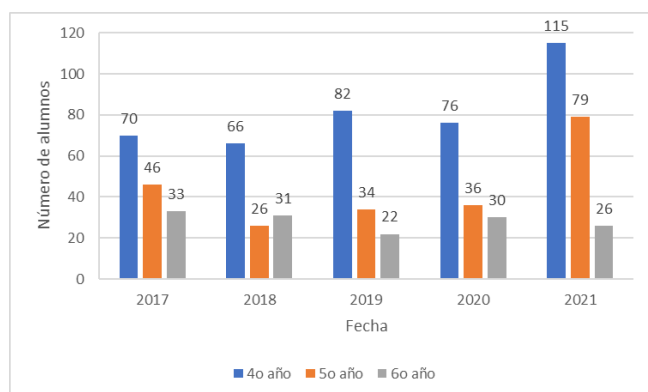


Fig. 2. Gráfica con el número de alumnos que aprobaron EDO en el cuarto, quinto o sexto año después de su ingreso a la UAM-A

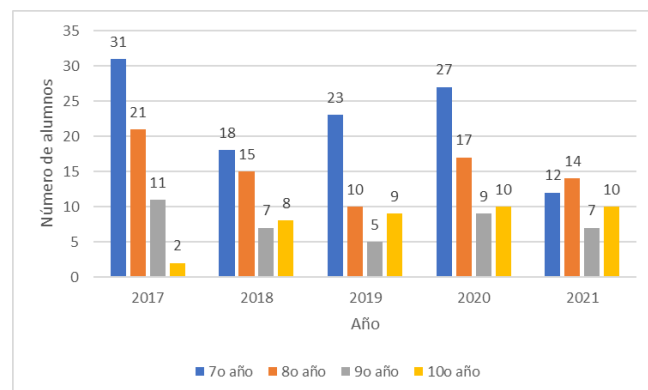


Fig. 3. Gráfica con el número de alumnos que aprobaron EDO después de su ingreso a la UAM-A durante los años 2017 a 2021 en su séptimo a décimo año.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Teresa Merchand Hernández, Directora de la DCBI por brindarnos la información de los registros de calificaciones y al Ing. Manuel Herrera Valdés, por el procesamiento de información necesario para proporcionarnos los datos específicos del Archivo General de Alumnos (AGA).

## REFERENCIAS

- [1] Sánchez Guerrero, L., Figueroa-González, J., González-Beltrán, B., González-Brambila, S., Ardón-Pulido I., Pulido-Rodríguez G., López-Bautista, R. "Tracing and analyzing student's path in mathematic courses using information visualisation". Inted2019 Proceedings Pages 2586-2593. doi: 10.21125/inted.2019.0701.
- [2] Pulido, G., López, R., Figueroa, G. "Tiempo que emplearon alumnos de ingeniería para completar una cadena de cinco asignaturas de Cálculo en tronco general durante 2017". Memorias de la RNAFM 2018. Pp 300-305.
- [3] Reglamento de Estudios Superiores, UAM. <https://www.uam.mx/legislacion/legislacion-uam-mayo-25-2022/legislacion-universitaria-uam-res-mayo2022.pdf>. Página consultada el día 28 de junio, 2022.
- [4] Logofatu, D., Andersson, C., Großkreutz, D., Muharremi, F., Falkenberg, E. "On Teaching Calculus for Prospective Engineers and Computer Scientists. A Case Study Monitoring of Six Semester Calculus at Frankfurt UAS". 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) Page 126. Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. April, 2018.
- [5] Martín-Vaquero, J., Cáceres, M., Rodríguez, G., Queiruga-Dio A., Yılmaz, F. "Basic mathematics assessment in engineering degrees: case study". 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Pag. 1640. Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. April 2018.
- [6] B. Alpers et al, "A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education", SEFI, 2013. Consultado en <https://sefi.htw-aalen.de/Curriculum/Competency%20based%20curriculum%20incl%20ads.pdf> el 18 de junio, 2022.
- [7] Conde-Carmona, R., y Padilla-Escorcía, I. "Aprender matemáticas en tiempos del COVID-19: Un estudio de caso con estudiantes universitarias". Educación y Humanismo, 23(40), 1-19. <https://doi.org/10.17081/eduhum.23.40.4380> 2021.