



Análisis de evaluación diagnóstica de las materias de ciencias básicas en las ingenierías del Instituto Tecnológico de Toluca

Angélica Monserrat Velázquez Hernández¹

angelica.vh@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2247-7577>

Martha Martínez Moreno

martha.mm@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3793-6315>

María Luisa E. Velázquez Sánchez

mvelazquezs@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4339-4471>

Abigail Villegas Sánchez

avillegass@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0007-8411-0600>

Vanesa Cruz Molina

vcruz@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0004-6208-2475>

Tecnológico Nacional de México Instituto
Tecnológico de Toluca
Metepec -México

RESUMEN

La formación de habilidades y competencias en el área de ciencias básicas es una tarea difícil no solo para el estudiante, sino también para el cuerpo docente y en las universidades e instituciones de educación superior (IES), son la base de las ingenierías el entendimiento de las teorías, métodos, teoremas y fórmulas que al estudiante se le complica y se desmotiva al no aprobar algunas de estas materias que en su carga reticular va ligada a una secuencia de aprendizajes necesarios para su área de conocimiento. Los índices de aprobación son variados y dependen de muchos factores, desde la asignación de profesores con mayor o menor destreza, actitud de enseñanza, hasta los conocimientos previos que se requieren para alcanzar la competencia de la materia que se esté cursando. Muchos de los estudiantes de nivel superior se desmotivan ante el alto índice de reprobación causando en ellos la deserción escolar y abandono (Bosch, et al., 2011) cada institución toma medidas e implementa estrategias de acuerdo a las necesidades de su estudiantado, de su plantel o su infraestructura (Garza, 1999), también considera las características cognitivas, psicológicas y afectivas del estudiante (Camarena, 2009). El presente trabajo describe los resultados de la aplicación de la evaluación diagnóstica como herramienta de análisis de conocimientos previos y las tendencias a futuro próximo de los índices de reprobación, del cual se generan cursos de apoyo a través de la liberación de créditos complementarios para que el estudiante en riesgo mejore sus áreas de oportunidad y sea rescatable en mayor número el índice de aprobación.

Palabras clave: ciencias básicas, análisis, evaluación diagnóstica, reprobación, estrategias didácticas.

¹ Autor Principal

Analysis of diagnostic evaluation of the subjects of basic sciences in the engineering of the Technological Institute of Toluca

ABSTRACT

The formation of skills and competencies in the area of basic sciences is a difficult task not only for the student, but also for the faculty and in universities and higher education institutions (HEIs), the understanding of engineering is the basis of the theories, methods, theorems and formulas that the student finds complicated and demotivated by not passing some of these subjects that in their reticular load is linked to a sequence of learning necessary for their area of knowledge. Pass rates are varied and depend on many factors, from the assignment of teachers with more or less skill, teaching attitude, to the prior knowledge required to achieve proficiency in the subject being studied. Many of the higher level students are demotivated by the high failure rate, causing them to drop out and drop out (Bosch, et al., 2011). Each institution takes measures and implements strategies according to the needs of its students, their campus or its infrastructure (Garza, 1999), also considers the cognitive, psychological and affective characteristics of the student (Camarena, 2009). The present work describes the results of the application of the diagnostic evaluation as a tool for the analysis of previous knowledge and the trends in the near future of the failure rates, from which support courses are generated through the release of complementary credits so that the student at risk improve their areas of opportunity and the approval rate is salvageable in greater numbers.

Keywords: *Basic sciences, analysis, diagnostic evaluation, failure, didactic strategies.*

Artículo recibido 05 Mayo 2023

Aceptado para publicación: 20 Mayo 2023

INTRODUCCIÓN

La matrícula oficial del Tecnológico Nacional de México del ciclo escolar 2022-2023 es de 570,920 estudiantes de los cuales 220,761 son mujeres (40.2%) y 341,159 son hombres (59.8%) en los niveles académicos de Licenciatura, Posgrado y Técnico Superior Universitario (TecNM, 2022). Cuenta con 43 carreras de licenciatura, de las cuales el 90% son ingenierías, destacando entre ellas en el ciclo escolar 2022-2023 la de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Mecatrónica (TecNM, 2022). Las carreras de ingenierías como la mecánica, industrial, electrónica, mecatrónica, sistemas computacionales u otras, requieren de conocimientos denominados ciencias básicas como parte de su formación, a diferencia de las licenciaturas en el ámbito social, económico o político. Por su parte, García (2013) menciona que la enseñanza - aprendizaje de las matemáticas en general, y del cálculo diferencial, en particular, presentan una de las mayores dificultades para los estudiantes de las carreras de ingeniería.

La evaluación diagnóstica es un elemento importante en el proceso educativo, ésta se aplica al inicio del semestre, para medir los conocimientos que tienen los estudiantes. Para este caso se implementa según el objetivo que se persigue en la educación (Vera, 2020), que es evitar los índices de reprobación a mediados del semestre.

De algún modo, en las estrategias de enseñanza aprendizaje, la evaluación diagnóstica requiere de una revisión de contenidos y aprendizajes, para reforzar o incluso replantear mecanismos más profundos de la enseñanza para favorecer su aprendizaje (Morales, 2016).

La estimación de los contenidos en las matemáticas depende directamente de los temas que se han de evaluar, y de la estrategia de la metodología que se utilizará para la cuantificación de aprendizajes ya que en matemáticas es complejo definir niveles de alcance en la resolución de problemas; puesto que esta debe ser una correlación directa entre los contenidos de cursos anteriores y los alcances que pretende alcanzar con la gestión de nuevos conocimientos; para trazar las directivas que llevarán los contenidos que el estudiante debe alcanzar.

Según (Galand, 2002) “Los pilares de las ciencias básicas como la Matemática, Física o Química, en el que ese tronco integrador de conocimientos posibilita que a partir de estas materias en las

que se estudian problemas básicos ingenieriles, surjan conceptos y se determine la necesidad de producir nuevos enfoques y desarrollar modernos conocimientos.

En el instituto tecnológico de Toluca, caso de estudio, se imparten las carreras de ingeniería industrial, gestión empresarial, mecatrónica, electromecánica, química, sistemas, tecnologías de información y comunicación. En las cuales se contemplan las asignaturas de Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Algebra Lineal, afines en todas las carreras y asignaturas como Ecuaciones Diferenciales y las diferentes ramas de la Física en las ingenierías que requieren conocer más sobre diseño, y control así como de aplicación en las ciencias básicas, algunas desde primer semestre hasta cuarto semestre, en los que se consideran las etapas más complicadas para los estudiantes y donde se generan los mayores índices de abandono o deserción debido a la reprobación.

Materiales y Métodos

El presente trabajo es de tipo descriptivo, el cual escribe mediante el análisis de datos cuantitativos: el análisis de conocimientos previos a través de la aplicación de un formulario de cada una de las materias antes mencionadas, con reactivos y gráficas que muestran la posibilidad de un recursamiento de las materias por reprobación y por último se incluye la programación de cursos de 20 horas para apoyo como crédito complementario durante el periodo escolar en funciones.

Población

Se aplicaron evaluaciones diagnósticas a estudiantes desde 1^{er} semestre hasta 4^{to} semestre de forma aleatoria, para identificar las deficiencias que presentan en cada una de las materias en el mes de enero del presente año, ver tabla 1.

Tabla 1. Población evaluada

Materia	Estudiantes	Semestre en que se imparte
Cálculo diferencial	711	1 ^{ro}
Cálculo integral	890	2 ^{do}
Cálculo vectorial	365	3 ^{ro}
Álgebra lineal	718	2 ^{do}
Ecuaciones diferenciales	35	4 ^{to}
Física en diferentes áreas	556	3 ^{ro}

Para evaluar los conocimientos básicos necesarios que deben poseer los estudiantes que desean inscribirse en una materia y que la cursen con éxito, se les aplicó un examen diagnóstico que constaba de 5 a 7 preguntas sobre aritmética, álgebra, identidades trigonométricas y cálculo. Los resultados del examen se expresaron en una escala de 0 a 100. De esta manera, un alumno que contestaba correctamente todas las preguntas del examen obtenía una calificación de 100 mientras que un alumno que no contestó correctamente ninguna pregunta obtuvo una calificación de 0.

Está establecido en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de las Asignaturas (TecNM, 2010), que, para aprobar una signatura, se requiere obtener al menos una calificación mínima de 70 puntos en la evaluación final. Esta calificación mínima refleja el nivel de conocimientos y habilidades que se espera que los estudiantes alcancen. Si la calificación es inferior a 70, se considera que el estudiante no ha alcanzado los objetivos de aprendizaje y debe repetir la asignatura.

Aplicando técnicas de Análisis de Datos se estimó el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, se empleó un análisis estadístico de datos no agrupados, calculándose valores como la media, varianza, desviación estándar e intervalos de confianza (Walpole, 2007), estos métodos facilitan la predicción de la puntuación del alumno de forma individual, basándose en los datos disponibles.

Para la materia de **cálculo diferencial**, esta asignatura en su programa de estudios (TecNM, 2016) describe como competencia “contribuir a desarrollar un pensamiento lógico-matemático al perfil del ingeniero y aporta las herramientas básicas para introducirse al estudio del cálculo y su aplicación, así como las bases para el modelado matemático. Cuya competencia exige plantear y resolver problemas utilizando las definiciones de límite y derivada de funciones de una variable para la elaboración de modelos matemáticos aplicados”. En la figura 1 se muestran los resultados de 711 estudiantes que presentaron el examen diagnóstico, cabe señalar que la muestra de estudiantes evaluados consta de estudiantes que pertenecen a curso normal, son aquellos que es la primera vez que han tomado esta asignatura, así también alumnos que se encuentran en curso de repetición y que han cursado por segunda vez la misma asignatura, así como estudiantes que están en la tercera oportunidad, de los cuales solo el 12% obtuvo una calificación aprobatoria, por lo tanto, el 88% no aprobó el examen.

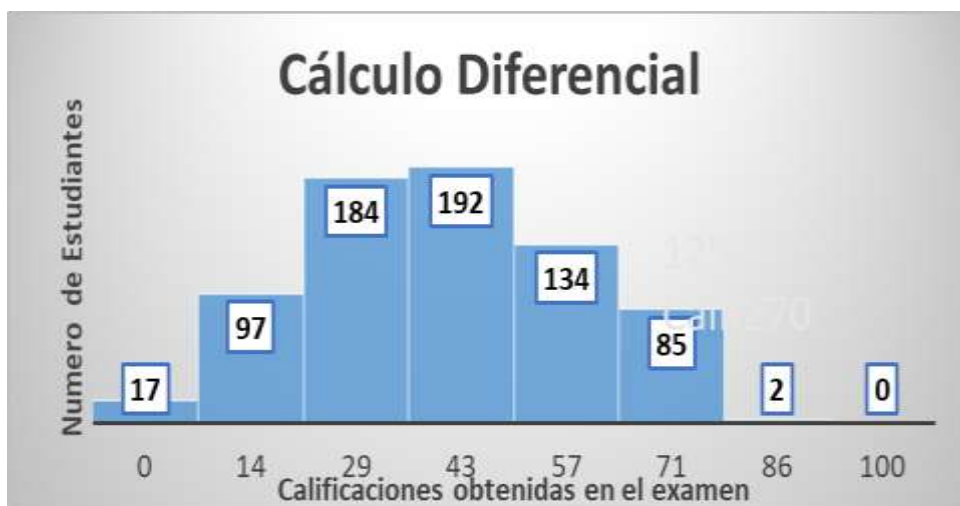


Figura 1. Resultados cálculo diferencial

Las fallas más comunes pertenecen a los conocimientos en Álgebra. (Factorización, Potencias y Prioridades de las operaciones básicas). Haciendo notar que, si se toman acciones remediales en éstas áreas, solo a estudiantes que tengan una calificación de 57 podrán tener una calificación aprobatoria. Sí se logra éste objetivo el 19% de la población podrá rescatarse, lo que corresponde a 134 estudiantes. Teniendo un total de aprobación esperada del 31%.

Por otra parte, la materia de **cálculo integral** en su programa de estudios (TecNM, 2016) comprende las siguientes competencias:

- Contextualizar el concepto de Integral.
- Discernir cuál método puede ser más adecuado para resolver una integral dada y resolverla usándolo.
- Resolver problemas de cálculo de áreas, centroides, longitud de arco y volúmenes de sólidos de revolución.
- Reconocer el potencial del Cálculo integral en la ingeniería.

De la figura 2, se observan a 890 estudiantes que presentaron el examen de la evaluación diagnóstica solo el 33% obtuvo una calificación aprobatoria; por lo tanto, el 63% reprobó. Las fallas más comunes pertenecen a los conocimientos en Álgebra. (Factorización, Potencias y Prioridades de las operaciones básicas). El primer grupo de interés, son los estudiantes que obtuvieron calificaciones de 67 pts, lo que refleja al 29% de la población (256 estudiantes). Éstos estudiantes tienen más probabilidades de mejorar su desempeño si se toman acciones remediales inmediatas. El Segundo grupo de interés corresponde a los estudiantes que obtuvieron una calificación de 50 pts (23%, 203 estudiantes), este grupo necesitará más apoyo para poder obtener una calificación aprobatoria (Existe el riesgo de que no se tenga éxito con ésta población). Si se logran los objetivos podría haber un índice de aprobación del 84%.

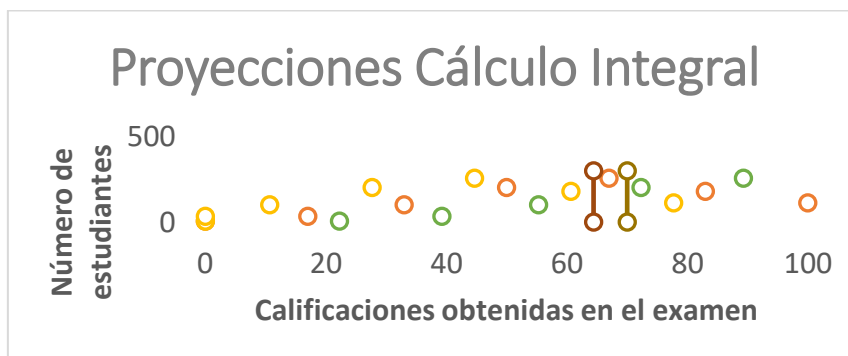


Figura 2. Resultado cálculo integral

La materia de **cálculo vectorial**, en su programa de estudios (TecNM, 2016), es útil en diversas aplicaciones de la ingeniería y física por medio de vectores, el uso de la geometría con varias variables y la concurrencia de variables espaciales y temporales, hace necesario el análisis de fenómenos naturales cuyos modelos utilizan funciones vectoriales o escalares de varias variables. Se señala en su programa de estudios la importancia y relación con otras materias de las diferentes

especialidades tales como: estática, dinámica y mecanismos, con la representación geométrica y álgebra de vectores; en termodinámica; en fenómenos de transporte, transferencia de masa y transferencia de calor, con el cálculo de derivadas el modelado de fenómenos.

En la figura 3, se observa de 365 estudiantes que presentaron el examen diagnóstico, solo el 41% obtuvo una calificación aprobatoria. Los estudiantes presentan problemas al recordar las identidades y propiedades trigonométricas, así como factorización. El grupo de interés reside en los estudiantes que obtuvieron calificaciones de 57 pts, el cual corresponde a 105 estudiantes, equivalentes al 29% de la población. Si se logran identificar a éstos estudiantes el índice de aprobación será del 70% en total.

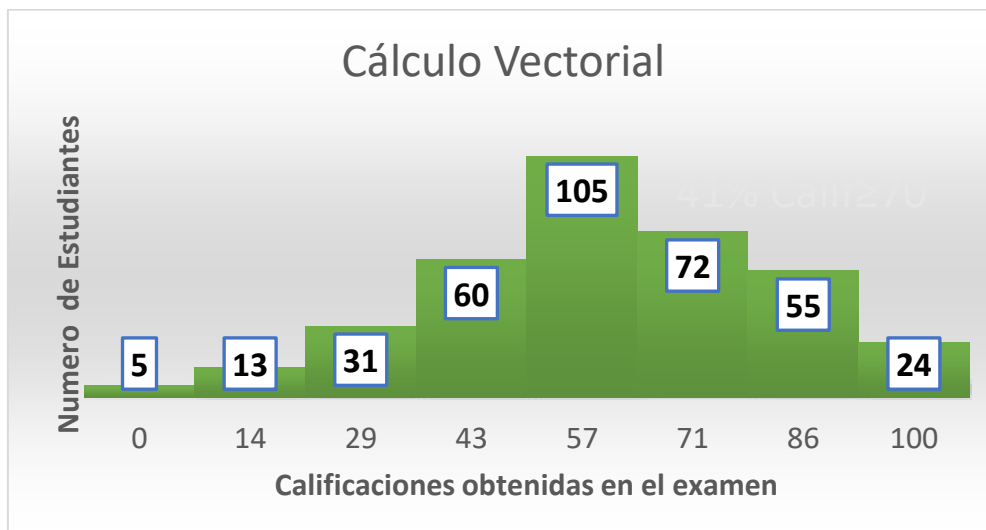


Figura 3. Resultados cálculo vectorial

La materia de **álgebra lineal** identifica como competencias (TecNM Programa, 2016):

- Resolver problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería e Identificar las propiedades de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales para describirlos, resolver problemas y vincularlos con otras ramas de las matemáticas.

En la figura 4 la proyección lineal que se aprecia que de los 718 estudiantes que presentaron examen diagnóstico, solo el 24% (175 alumnos) obtuvieron una calificación aprobatoria. Los estudiantes tienen problemas con factorización, leyes de los exponentes y en las prioridades de las operaciones básicas. El primer grupo de interés corresponde a los estudiantes que obtuvieron calificaciones de 67 pts, equivalente a 137 estudiantes o 19%. El segundo grupo de interés son

los estudiantes que tienen 50pts de calificación, (147 estudiantes o 21%), sin embargo, existe el riesgo de que, aunque se apoye con acciones remediales a esta población, no arrojen resultados favorables.

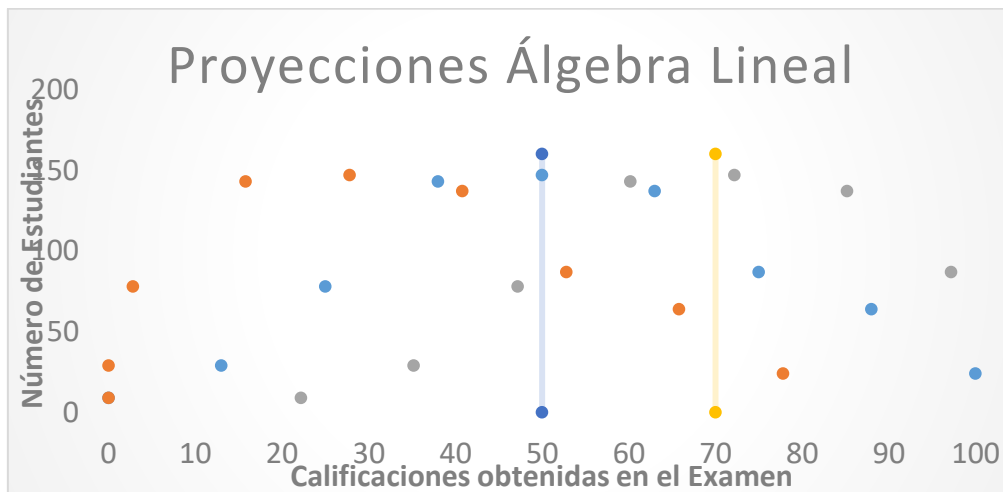


Figura 4. Proyecciones álgebra lineal

La posición dentro de la retícula de las diferentes Ingenierías que oferta la institución, asignaturas como Cálculo Diferenciales, Cálculo Integral, Álgebra Lineal son asignaturas que, por sus competencias, alcances y aporte en la aplicación en términos de Ingeniería, son impartidas de manera general en todas las especialidades.

Para **ecuaciones diferenciales** en su programa de estudios (TecNM, 2016) señala ser un campo fértil de aplicaciones ya que una ecuación diferencial describe la dinámica de un proceso; el resolverla permite predecir su comportamiento y da la posibilidad de analizar el fenómeno en condiciones distintas. En la figura 5 se observa La muestra corresponde solamente a 35 estudiantes, de los cuales solamente el 8% (3 estudiantes tuvieron una calificación mayor que 70 pts). Los estudiantes tienen problemas al factorizar, aplicar leyes de los exponentes y en las prioridades de las operaciones básicas. El grupo de interés está situado para los 14 estudiantes (40%) que obtuvieron calificaciones de 67 pts. Si se rescata a esta población se obtendría el 48% de aprobación.

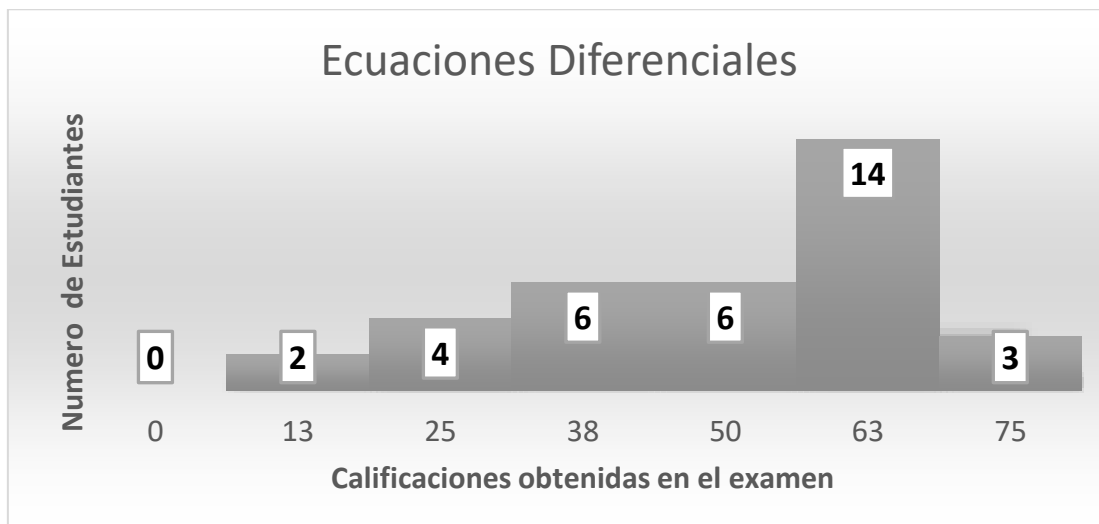


Figura 5. Resultados ecuaciones diferenciales

Asignaturas como Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales suponen un mayor reto en la Ingeniería Aplicada, ya que son asignaturas que no se imparten en todas las carreras de la Institución, por ejemplo el alcance que tiene dentro de las matemáticas la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial solo es hasta Álgebra Lineal, por su aplicación en temas como Economía o Investigación de operaciones, si bien se le puede asignar temas de interés dentro de la misma no siempre es tan indispensable tener alcances de temas como Cálculo Vectorial o Ecuaciones Diferenciales, cabe destacar que si hablamos de Ingeniería Industrial, si se estudian temas de Cálculo Vectorial, dejando desprotegida a la comunidad estudiantil en la Ingeniería de Control de procesos o control de calidad.

Por último, se estimó realizar un examen general diagnóstico de física, **la física** comprende como competencia general (TecNM, 2016), el aplicar las leyes y principios fundamentales de la mecánica en la solución de problemas de partículas y cuerpos rígidos sujetos a la acción de fuerzas. Cabe destacar que dentro de la institución se imparten diferentes programas de Física, con unidades temáticas que van desde, Estática, Dinámica, Mecánica, Hidráulica, Electricidad y Magnetismo, Óptica Termodinámica, entre otras. La física en sus diferentes ramas aporta al perfil de los Ingenieros Industriales, Electromecánicos, Mecatrónicas, Electrónicos, Químicos, Logística, Gestión Empresarial la capacidad para comprender, explicar fenómenos físicos relacionados con procesos de transformación. En la figura 6, de los 556 estudiantes que aplicaron examen diagnóstico, solo aprobó el 28% (153 alumnos). Las fallas más comunes pertenecen a los

conocimientos en Álgebra. (Factorización, Potencias y Prioridades de las operaciones básicas). El grupo de interés reside en los estudiantes que obtuvieron calificaciones de 57 pts, el cual corresponde a 141 estudiantes, equivalentes al 25% de la población. Si se logran cumplir las acciones remediales podría haber un índice de aprobación del 53%.

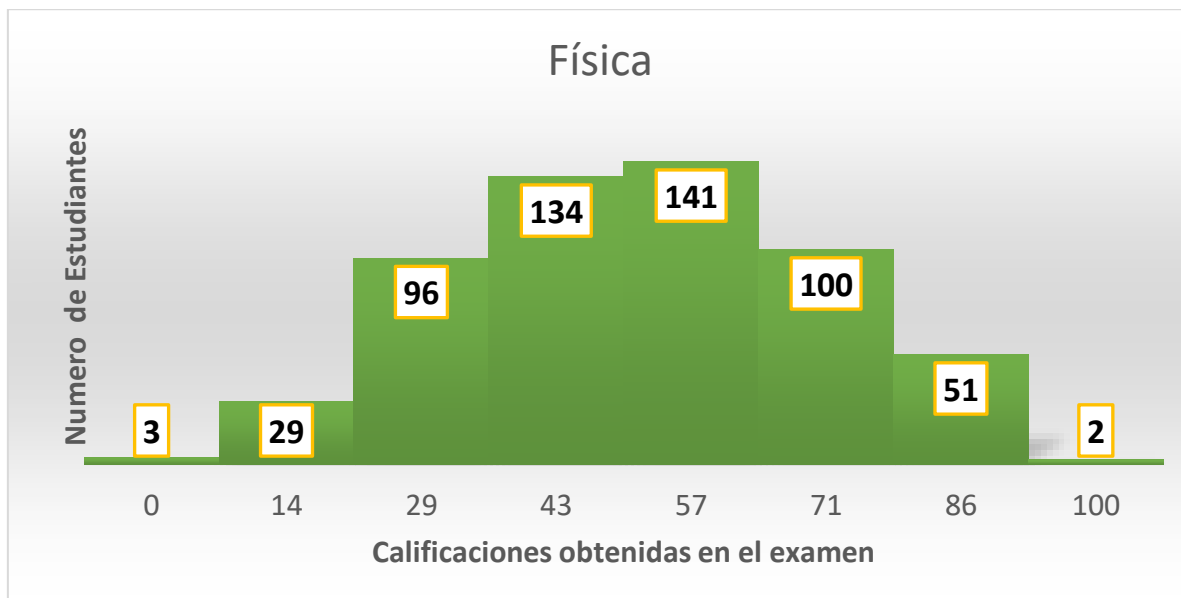


Figura 6. Resultados física

De acuerdo con Jiménez (1995), el concepto de rendimiento escolar se refiere a la capacidad que poseen los estudiantes para adquirir y aplicar los conocimientos y habilidades que de ellos se espera y es que existen factores como las condiciones ambientales, sociales y psicológicas que rodean al alumno y que pueden influir en su motivación, concentración y aprendizaje.

Poder entender el comportamiento de los datos de forma predictiva para evaluar el desempeño de un estudiante representa un papel importante en el crecimiento social como económico, por ello se convierte en una preocupación primordial tanto de educadores, así como del sistema educativo (Hassan, 2020).

Resultados y discusión

El análisis de los datos recopilados del examen diagnóstico aplicado facilita la comprensión de las fortalezas y debilidades de los estudiantes que cursaron las materias de ciencias básicas en el semestre Enero-junio 2023, de esta manera, se pudieron diseñar estrategias pedagógicas adecuadas para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje del estudiante.

En base al análisis de resultados de las gráficas antes descritas, se elaboran diferentes estrategias de apoyo a los estudiantes para mejorar la proyección obtenida una de las estrategias se lleva a cabo a través de un programa de cursos de 20 horas, con duración de 4 semanas, en los que los estudiantes además de aprender podrán liberar un crédito complementario escolar.

La programación se muestra en la tabla 2.

Materia	Fecha de inicio
Álgebra y aritmética	20 de marzo (8 semanas)
Geometría	17 abril
Trigonometría	18 de abril

El objetivo de estos cursos es ayudar a los estudiantes para que puedan acreditar sus materias de forma inmediata y para el próximo semestre. De esta manera, se busca que los estudiantes desarrollen competencias necesarias para que superen los desafíos académicos que presenta cada materia. El incorporar grupos de aprendizaje colaborativo y adaptativo tiene un impacto positivo en los cursos implementados de ciencias básicas en la diversidad de materias propuestas, ya que genera una experiencia de aprendizaje y el desempeño de los estudiantes; así como el ritmo de estudio se ajustan a las necesidades y progreso de cada estudiante. (López, 2020).

Otra de las estrategias es mediante el programa de asesorías pares en las cuales se pretende que estudiantes de semestres avanzados promuevan la asesoría par a estudiantes que así lo soliciten en las salas de asesoría del edificio del Departamento de Ciencias Básicas.

Conclusiones

Uno de los problemas a resolver en el área de ciencias básicas en cualquier Institución de educación superior es la reprobación, la deserción y la eficiencia terminal (Lara y Valadez, 2011; Álvarez, 2009) ya que esto lleva al abandono de sus estudios, plan de vida y por ende el desarrollo y las metas del plan nacional de desarrollo de acuerdo a Álvarez (2009).

Es por ello que se tomó la decisión en academia de trabajar en la homologación de conocimientos previos necesarios para un buen desempeño durante el curso, así, este diagnóstico nos mostró que

es necesario trabajar sobre bases, ya se están implementando los primeros cursos para reforzar, hasta el momento se ha visto buena respuesta por parte de los alumnos en esta nueva implementación y se espera poder aplicar un nuevo diagnóstico que nos muestre los resultados de estos cursos y así poder seguir con un óptimo nivel académico acorde a esta institución, o en su defecto poder trabajar sobre nuevas estrategias.

Lista de Referencias

Bosch, H., Di Blasi, M., Pelem, M., Bergero, M., Carvajal, L., & Geromini, N. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemáticas. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3), 131-140.

Camarena, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9(6), 15-25. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1794/179414894003.pdf>

Galland Gustavo Adolfo. Concepciones sobre Ciencia y Tecnología. Influencia en la formación de ingenieros y docentes para la carrera de ingeniería. 2002 *Revista Educación* 26(2): 61-72, 2002.

García, J. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42.

Garza, R. (1999). La enseñanza de las ciencias básicas en la formación de ingenieros. *Ingenierías*, 2 (5).

Hassan, R., Palaniappan, S., Mahamood, S., Abbas, A., Sarker, K., & Sattar, M. (2020, 4 junio). Predecir el desempeño de los estudiantes en instituciones de educación superior mediante el uso de análisis de aprendizaje por vídeo y técnicas de minería de datos. *MDPI*, 1–20. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/11/3894>

Jiménez, M. (1995). Competencia social: intervención preventiva en la escuela. *Infancia y Sociedad*. Dpto. de Psicología Social y de la Personalidad. Universidad de Málaga. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/259442484_Compentencia_social_intervencion_preventiva_en_la_escuela

Lara-Barrón, A., Valadez-Díaz, D. 2011 Factores que afectan la trayectoria escolar de egresadas(os) de enfermería. *Rev. Enferm Inst. Seguro Soc.* 19(3): 143-148.

López de los Santos Cynthia Rocío, Bedolla Cornejo Ligia Patricia. El aprendizaje adaptativo para la regularización académica de estudiantes de nuevo ingreso: la experiencia en un curso remedial de matemáticas. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa Número 74. Diciembre 2020.

Martinez Bachmann, J. (2017). Predicting Grades for the School Year. Kaggle. Recuperado de: <https://www.kaggle.com/code/janiobachmann/predicting-grades-for-the-school-year>

Morales, Laura M.; Olivera, Adela; Mazzitelli, Claudia Alejandra. Contenidos estudiados vs. Contenidos aprendidos: la importancia de la evaluación diagnóstica. Asociación de Profesores de Física de la Argentina. ISSN: 0326-7091. ISSN: 2451-6007. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15632>

TecNM. Programas de estudios. Secretaría Académica, de Investigación e Innovación Dirección de Docencia e Innovación Educativa, 2016.

TecNM. Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de las Asignaturas. Versión 1.0. Planes de Estudio 2009-2010, 2010.

Vera Arcentales Fredy Orley. (2020). La importancia del proceso de enseñanza- aprendizaje y la evaluación diagnóstica. Revista: Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo. ISSN: 1989-4155

Walpole, Ronald E.; Raymond H. Myers; Sharon L. Myers y Keying, Ye. 2007. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 8va Edición. Pearson Educación, México. ISBN: 978-970-26-0936-0