



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

**LA REPROBACIÓN EN ÁLGEBRA LINEAL:
EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN
EN LA RELACIÓN PROFESOR-ALUMNO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS
(PLANEACIÓN)

PRESENTA:

ING. FRANCISCO BARRERA DEL RAYO

TUTOR PRINCIPAL:

DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO
FACULTAD DE INGENIERÍA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. José Jesús Acosta Flores
Secretario: M.I. José Antonio Rivera Colmenero
1er. Vocal: Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero
2do. Vocal: Dr. Eugenio Mario López y Ortega
3er. Vocal: Ing. Jaime Érik Castañeda de Isla Puga

LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA TESIS:

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, México, Ciudad de México.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero

Firma

Dedicatoria

Con todo mi corazón
a mi Mamá y a mi Papá,
quienes se han sacrificado para que
haga realidad este sueño.
¡Hemos alcanzado la meta!

Agradecimientos

Ahora que llego al final de esta importante etapa en mi vida, deseo reconocer y agradecer, a las personas que han sido protagonistas en mi historia de vida, que me han brindaron su apoyo incondicional y el día de hoy quiero expresarles mi eterna gratitud...

Primero que nada, quiero agradecer a mi hermosa e inigualable Mamá Lourdes Circe Del Rayo Iturriaga (Chulita)

Porque ha creído en mi desde el primer momento, quien es la persona que me ha apoyado en todo, gracias por haberme dado la vida y porque cada día, antes de salir de casa, siempre me despide con un beso. Por ser mi maestra en mi educación inicial y haber buscado siempre la mejor forma de explicarme, al grado de ir con los profesores para que le explicarán y ella poder enseñarme. En verdad gracias por la grandeza de tu infinito amor, comprensión y paciencia con la que me educaste. Gracias por apoyar cada una de mis metas y por acompañarme con entusiasmo a hacerlas realidad. Gracias mamita, te quiero muchísimo. Esta tesis va dedicada para ti.

A mi Papá Francisco Barrera García

Por ser un buen padre y un sabio de grandes consejos, pero principalmente por estar siempre a mi lado en los momentos más importantes de mi vida. Quien, pese a su ocupada vida laboral, se tomó el tiempo de revisar minuciosamente cada punto, cada coma y cada palabra contenida en este trabajo y que, gracias a sus valiosas observaciones y consejos, esta investigación se vio ampliamente enriquecida. A quien admiro por todo su conocimiento y por el compromiso que tiene de compartirlo con los demás. Por educarme de tal forma que me hace sentir muy orgulloso de quien soy. Muchas gracias por llevarme de vacaciones, mi vida no sería lo mismo sin tu espíritu viajero.

A mis hermanas Itzel Yahaira y Circe Jatsiry por ser mis compañeras y amigas en nuestro proceso de formación a lado de nuestros padres, por toda la felicidad y alegría que compartimos en muchos juegos, por el apoyo recibido todos estos años, por compartir conmigo triunfos, fracasos, sueños e inquietudes y ayudarme a salir adelante. Gracias por todo su cariño.

A mi cuñado Víctor y mi sobrina Circe Sofía quienes son una parte importante en mi familia. Un buen ejemplo que seguir y una futura doctora.

A mi novia Nayelli, por haber llegado a mi vida de una forma inesperada y convertirse en mi mejor amiga, mi novia y mi compañera de aventuras. Por compartir conmigo su vida, sus sonrisas y sueños.

A mis mejores amigos, Bertha, Carlos, Juan, Luis y Rubén por siempre apoyarme incondicionalmente. En cada uno de ustedes hay una persona muy especial para mí. He aprendido y crecido a su lado. Gracias por brindarme su amistad desde que nos conocemos y compartir conmigo las mejores historias que tengo para contar.

A Oscar Sulvarán por su cálida y sincera amistad. Porque a pesar de su saturada agenda, siempre tuvo tiempo y espacio para poder ir a desayunar y platicar. Pláticas muy enriquecedoras para mi vida. Gracias por creer en mí.

A mi tutor Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero, por permitirme aprender de él, por su tiempo, la ayuda, el acompañamiento y la atención que hicieron de este trabajo una realidad.

A la UNAM, quien me recibió sin ser nada para darme absolutamente todo. Por haberme regalado, a mis mejores amigos, a mi novia, una profesión que me ha permitido ganarme la vida dignamente y a la vez me ha permitido llevar a cabo lo que más me apasiona en la vida, impartir clases en mi alma mater.

A la Facultad de Ingeniería, por la formación académica de excelencia y de calidad que me ha dado y que ahora me da la oportunidad de poder transmitirla a las próximas generaciones. Porque ahí descubrí, que ser docente es mi forma de ser y existir. Pero, sobre todo, por enseñarme a transformar mi imaginación en realidad.

Al Consejo Nacional y Tecnología, por concederme una beca para realizar mis estudios de maestría durante los años 2016 a 2018.

A todos, ¡Muchas gracias!

“Por mi raza hablará el espíritu”

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE GRÁFICAS	8
Prefacio	9
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 La Facultad de Ingeniería y la División de Ciencias Básicas (DCB)	10
1.2 Problemática general	15
1.3 El problema de investigación	17
1.4 Justificación	17
1.5 Estrategia de investigación	19
CAPÍTULO 2. CONCEPTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	21
2.1 Elementos del proceso enseñanza-aprendizaje en el marco const.....	21
2.2 Conceptos: sistemas suaves, planeación normativa y diagnóstico.....	27
2.3 Metodología de la evaluación constructivista.....	39
2.4 El plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería y la normatividad.....	56
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.....	58
3.1 Planteamiento de la problemática	58
3.2 Investigación de lo real	64
3.3 Formulación de lo deseado.....	86
3.4 Evaluación diagnóstica	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS	107
Anexo 1. Diseño de la encuesta para alumnos y la entrevista a prof.....	107
Anexo 2. Índice por pregunta de la encuesta para alumnos	123
Anexo 3. Análisis de la muestra	124
Anexo 4. Rutina en R usada en el análisis.....	126
Anexo 5. Histórico de reprobación en matemáticas	127

Anexo 6. Resultados de las encuestas que aplica la Facultad de Ingeniería a los alumnos para evaluar el desempeño de los profesores	131
Anexo 7. Desarrollo de la Técnica Delphi	136
Anexo 8. Programa de Álgebra Lineal (2016)	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la Facultad de Ingeniería	10
Figura 2 Organigrama de la División de Ciencias Básicas	12
Figura 3 Mapa curricular de la carrera de Ingeniería en Computación	13
Figura 4 Diagrama de dependencias del programa de Álgebra Lineal	15
Figura 5 La metodología de sistemas para problemas no estructurados	29
Figura 6 Subsistema “formulación del problema”	34
Figura 7 Flujo de la cuarta generación de evaluación	40
Figura 8 Procedimiento para realizar un ejercicio Delphi	48
Figura 9 Procedimiento de la técnica PROMETHEE	54
Figura 10 Acciones para apoyar el aprovechamiento de los alumnos 2016	60
Figura 11 Figura rica del proceso enseñanza-aprendizaje en álgebra lineal	67
Figura 12 Esquema conceptual sobre los factores que indican en la reprobación de Álgebra Lineal	70
Figura 13 Esquema conceptual sobre el estado actual	77
Figura 14 Resultado de PROMETHEE	90
Figura 15 Árbol de problemas de los antecedentes	94
Figura 16 Árbol de problemas de la explicación de los temas	96
Figura 17 Planteamiento del problema	100
Figura 18 Encuesta de evaluación por parte de la FI (Parte I)	134
Figura 19 Encuesta de evaluación por parte de la FI (Parte II)	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Costo por alumno	18
Tabla 2 Las tareas profesionales de un instructor.....	26
Tabla 3 Resultados de entrevistas a profesores	75
tabla 4 Histórico del número de alumnos (1979-2017).....	85
Tabla 5 Factores significativos con base en la teoría constructivista	109
Tabla 6 Relaciones significativas entre los factores	111
Tabla 7 Ponderación de las preguntas de la encuesta de alumnos	116
Tabla 8 Indicador de antecedentes	117
Tabla 9 Indicador de responsabilidad del alumno	118
Tabla 10 Indicador de habilidades para aprender	119
Tabla 11 Indicador de habilidades docentes	120
Tabla 12 Indicador de características personales	121
Tabla 13 Indicador de responsabilidad del profesor.....	122
Tabla 14 Resultados de la encuesta para alumnos por pregunta (índices)....	123
Tabla 15 Estadística de reprobación plan 1991	128
Tabla 16 Estadística de reprobación plan 2006	128
Tabla 17 Estadística de reprobación plan 2016	128
Tabla 18 Categorías en las que se agrupa la encuesta aplicada a los alumnos por parte de la FI	131
Tabla 19 Promedio general por categoría de la encuesta en la FI.....	132
Tabla 20 Promedio general por pregunta de la encuesta en la FI.....	132

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Histórico del total de alumnos en la facultad (1979-2017)	85
Gráfica 2 Porcentajes de reprobación de la asignatura de la academia de Álgebra (1994-2017)	129
Gráfica 3 Porcentajes de reprobación de las asignaturas de la academia de cálculo (1994-2017).....	130

Prefacio

La asignatura Álgebra Lineal en la Facultad de Ingeniería (FI) es una de las asignaturas que presenta uno de los mayores índices de reprobación en la División de Ciencias Básicas (DCB) y la primera pregunta que surge de manera natural es: ¿Por qué sucede esto? A raíz de esta pregunta y para darle respuesta, se planteó como objetivo general en este trabajo de investigación para identificar y evaluar los factores que tienen un mayor impacto en esta problemática, acotándola en la relación profesor-alumno.

Las bases conceptuales y metodológicas de esta investigación son:

El pensamiento de sistemas suaves, la teoría del aprendizaje constructivista y la planeación normativa que proponen Fuentes y Sánchez (1987).

Para la identificación y evaluación de los factores, se diseñó una entrevista para profesores y una encuesta para alumnos, cuidando la confiabilidad y validez de los instrumentos. Con ayuda de ambos instrumentos se lograron identificar aquellos factores que mostraron tener mayor impacto en la reprobación de alumnos en la asignatura Álgebra Lineal.

Posteriormente, se realizó un análisis causal considerando los factores críticos, con el fin de poder identificar los problemas raíz, por los cuales en esos factores no se tienen los resultados deseados.

Finalmente, después de una búsqueda de posibles alternativas de solución que podrían incidir, de manera positiva, en el incremento de los índices de acreditación en Álgebra Lineal, se proponen dos recomendaciones.

Es importante resaltar el hecho de que todo el proceso se llevó a cabo con base en información estadística, y con la participación de profesores y alumnos que cursaron la asignatura. De igual forma, todos los resultados parciales, las alternativas de solución y las conclusiones se obtuvieron con base en la opinión, puntos de vista y propuestas de los actores principales. A lo largo de la tesis se fueron haciendo algunos comentarios y señalamientos puntuales que se consideraron convenientes realizar, pero cuidando en todo momento no alterar los resultados obtenidos y apegarme rigurosamente a la cuestión metodológica.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 La Facultad de Ingeniería y la División de Ciencias Básicas (DCB)

Facultad de Ingeniería (FI) es una entidad académica de la Universidad Nacional autónoma de México (UNAM), cuya misión es generar recursos humanos en ingeniería con una formación integral de excelencia académica, con un sentido ecológico, ético y humanista que los compromete a mantenerse actualizados permanentemente, capaces de resolver problemas de forma creativa e innovadora en el ámbito de su competencia, así como de realizar investigación científica y aplicada acorde a las necesidades de la sociedad y de impacto en el desarrollo nacional.

La Facultad de ingeniería, está organizada por: Dirección, consejo técnico, dos coordinaciones, cinco secretarías, siete divisiones, mostradas en la Figura 1.

Organigrama

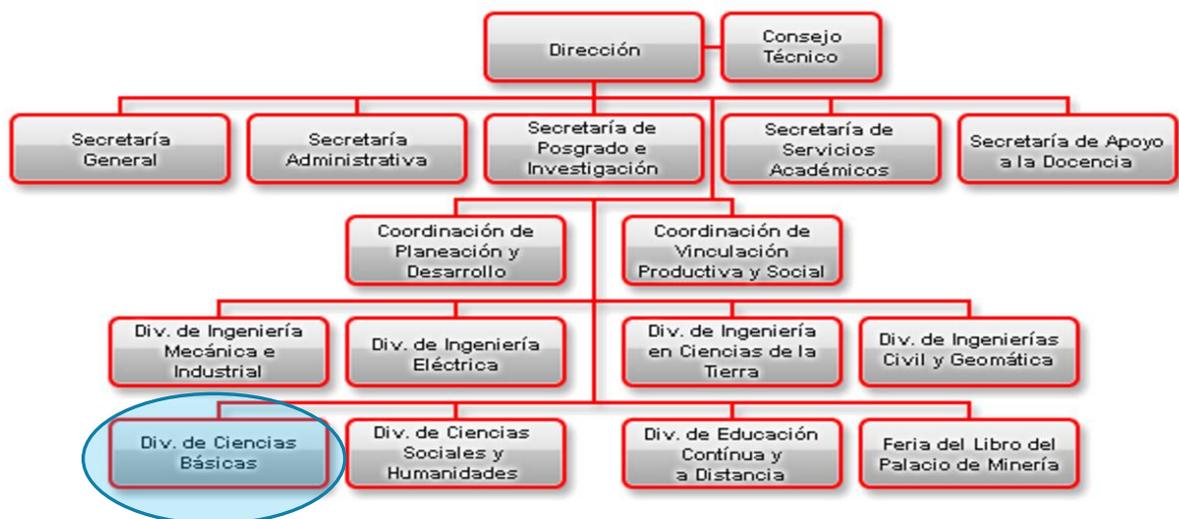


FIGURA 1 ORGANIGRAMA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Fuente: Pagina web de la Facultad de Ingeniería

Por su parte, la División de Ciencias Básicas (DCB), división de interés, pretende desarrollar en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería una madurez intelectual que les permita contar con una alta capacidad de análisis y síntesis para formular y resolver problemas relacionados con su área de trabajo. Esta madurez y capacidades están basadas en un entendimiento profundo de fenómenos físicos y químicos y de su conceptualización matemática, con lo cual se logra un dominio del conocimiento completo. Para ello, la formación básica de los estudiantes incluye la asimilación de conocimientos científicos y técnicos por

medio del dominio de herramientas básicas matemáticas y su aplicación a las diferentes especialidades de la ingeniería.

La estructura organizacional de la DCB se muestra en la

Figura 2, se pueden apreciar: la jefatura de academia y la sección de Álgebra Lineal, donde se presenta la problemática que será objeto de este estudio.

La academia de Álgebra que comprende las asignaturas: Álgebra y Álgebra Lineal, es un cuerpo colegiado conformado por un jefe de academia que es el encargado de coordinar los trabajos de todos aquellos profesores que imparten alguna de estas asignaturas. Ambos realizan trabajos académicos, entre los que destacan: elaboración de material didáctico, preparación e impartición de cursos de superación académica para profesores, elaboración de exámenes, etc.

La sección de Álgebra Lineal está a cargo de un jefe de sección académica, quien es el responsable de toda la parte administrativa, algunas actividades que destacan son: selección de la planta docente, asignación de profesores a grupos, contratación, etc.

ORGANIGRAMA
Vigente a partir del 1 de febrero de 2018

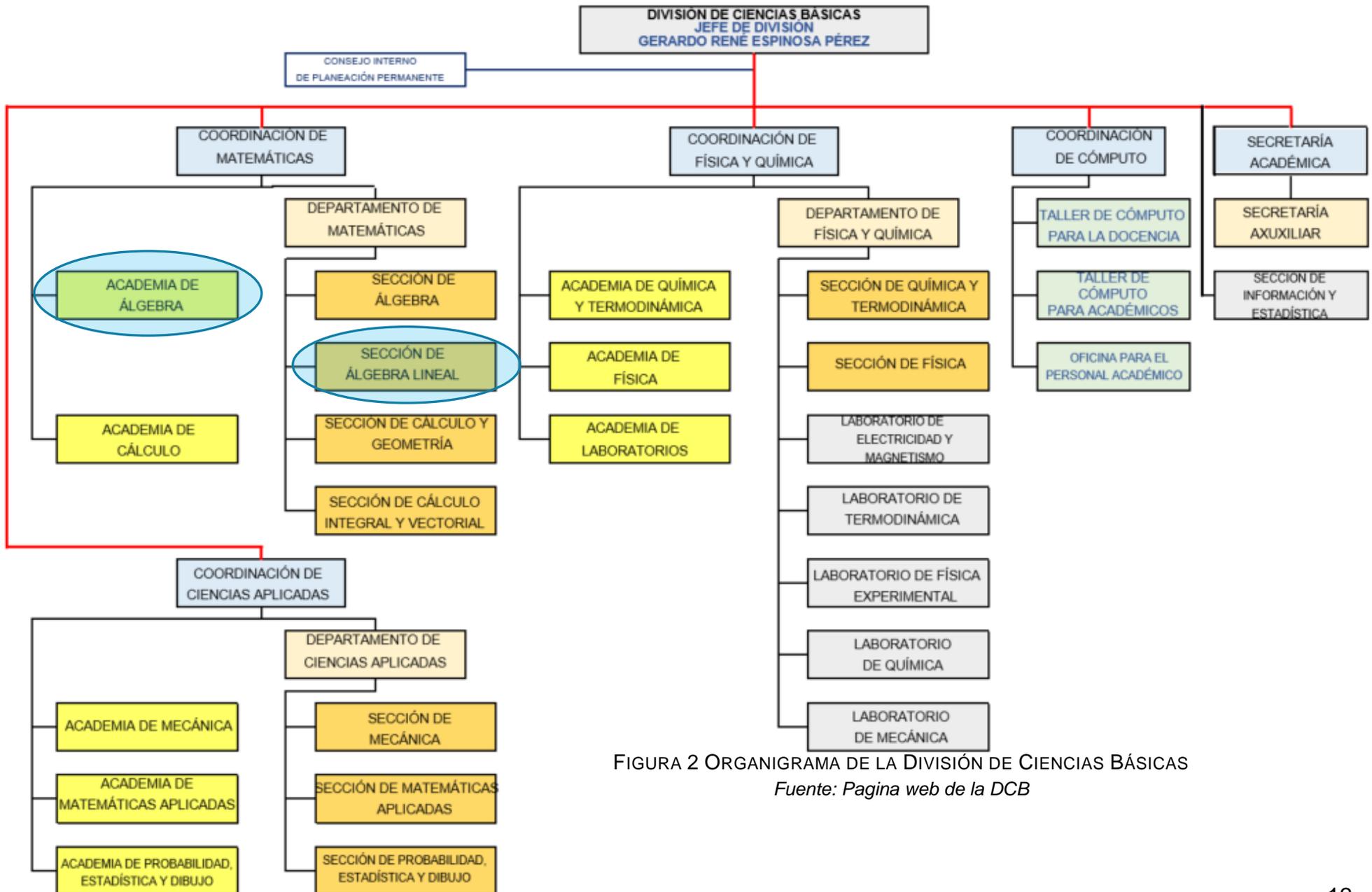


FIGURA 2 ORGANIGRAMA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
Fuente: Pagina web de la DCB

La asignatura Álgebra Lineal es obligatoria para todas las carreras de ingeniería que se ofrecen en esta facultad, por lo que figura en los diferentes planes de estudios de cada una de ellas, por ejemplo, en la Figura 3 se muestran los primeros cuatro semestres del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería en Computación, donde se puede apreciar que la materia de Álgebra se encuentra ubicada en el primer semestre y como seriada Álgebra Lineal en el segundo semestre. Estas asignaturas son teóricas por lo que no cuentan con un laboratorio asociado, en el actual plan 2016 se imparte en 64 horas y tiene ocho créditos.



FIGURA 3 MAPA CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

Fuente: Pagina Web de la FI

Como ya se mencionó Álgebra Lineal es la materia subsecuente de Álgebra, debido a esto resulta significativo realizar un análisis de la relación entre las dos asignaturas, así como también conocer la estructura y diseño del programa de estudio del plan 2016 de la materia de Álgebra Lineal, de este se muestra una copia en el Anexo 8.

Para este análisis se desarrolló un diagrama de dependencias, que se muestra en la Figura 4, este contempla dos tipos de dependencia, el primero entre los temas que contempla el programa de estudio de Álgebra Lineal, y el segundo la que se tiene con algunos antecedentes de Álgebra que resultan ampliamente significativos, cuando se estudian algunos de los temas.

Respecto al primero, se indica con flechas de color azul la dependencia que tienen los temas de Álgebra Lineal entre ellos. Con este análisis se observa que los temas impartidos en esta asignatura tienen por así decirlo un tipo de seriación entre ellos, debido a que no se puede abordar uno de ellos sin haber comprendido el anterior, por ejemplo en el caso de Espacios Vectoriales y Transformaciones Lineales, no se puede hablar de una transformación lineal entre dos espacios, sin haber comprendido la definición de espacio vectorial y sus propiedades, así mismo, también se aprecia en Operadores lineales en espacios con PI, como el mismo nombre lo indica, se base en operadores lineales, que son un caso especial dentro de las transformaciones lineales y estos operan en un espacio con producto interno. Con esto se puede decir que el orden de los temas en el programa es adecuado.

Con relación al segundo tipo, se muestra la dependencia que tienen los temas con algunos de los antecedentes inmediatos de la asignatura de Álgebra, en la parte superior de la Figura 4 se indican en cuadros de colores los antecedentes y se señala la dependencia con círculos del mismo color dentro de los temas del programa de Álgebra Lineal, en caso de que resulte muy importante el buen dominio de cierto antecedente, al abordar los subtemas contenidos.

Por ejemplo, en el caso de Transformaciones Lineales, en el subtema de valores y vectores característico, en el cual, se obtiene la matriz asociada al operador, que a su vez se le resta λ a su diagonal principal y a la matriz resultante, se calcula su determinante, para obtener el polinomio característico, cuyas raíces son los valores propios, con los cuales sustituyéndolos en la matriz que se obtuvo y haciendo uso de la resoluciones de sistemas de ecuaciones lineales se obtienen los vectores característico. Otro ejemplo rápido de identificar es el caso en el tema de Espacios Vectoriales, para obtener la combinación lineal de un vector, se requiere utilizar un sistema de ecuaciones lineales. Con todo resulta claro que la seriación entre ellas es necesaria.

Antecedentes

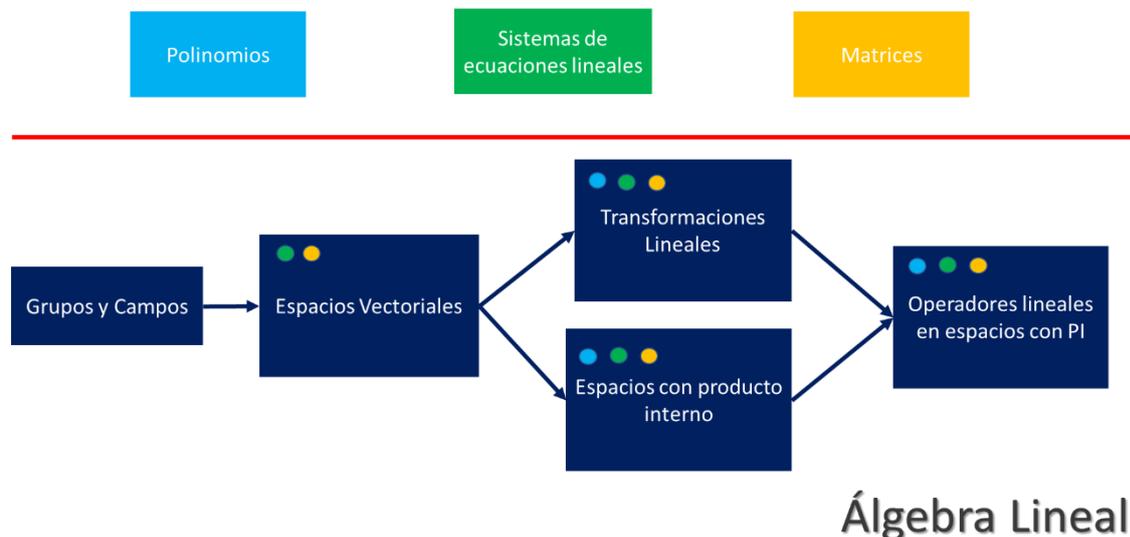


FIGURA 4 DIAGRAMA DE DEPENDENCIAS DEL PROGRAMA DE ÁLGEBRA LINEAL
Fuente: Elaboración Propia

1.2 Problemática general

(Serrano 2016) en la publicación ¿Por qué mis alumnos aprenden fácilmente a... odiar Álgebra Lineal? Menciona que la asignatura Álgebra Lineal, tal como la conocemos actualmente en la DCB, nació a partir de la fragmentación de la asignatura de Álgebra, la cual se impartía a inicio de los años setenta. La teoría de los sistemas lineales se estaba desarrollando intensamente en nuestra Facultad y requería de las bases conceptuales del Álgebra Lineal aplicada a las ecuaciones diferenciales y los procesos de optimación, para poder abordar las asignaturas de Ingeniería de Control, Ingeniería de Sistemas, entre otras asignaturas. En sus inicios, en los exámenes departamentales no llegaban a acreditar más del 2% de la totalidad de alumnos que cursaban dicha materia.

Desde que se tiene registro estadístico de los índices de reprobación de esta asignatura, la problemática de reprobación, rezago y deserción es algo que se presenta desde sus inicios y no daba muestra de ir mejorando con el paso del tiempo de manera satisfactoria, lo cual se puede apreciar en la Gráfica 2, de detalle de cómo se obtuvo esta grafica se puede encontrar en el Anexo 5.

En esta gráfica se puede observar cómo ha ido evolucionando la reprobación de los alumnos en las asignaturas de la academia de Álgebra, en los tres diferentes planes de estudios desde 1991 a la fecha: en el plan de 1991 la reprobación

de los temas que se imparten en Álgebra Lineal en la FI. En esta asignatura actualmente tienen una problemática de reprobación cercana al 50%. Esta información se obtuvo platicando con profesores de carrera que imparten la asignatura.

La Facultad de Química ha implementado diversas estrategias para tratar de mitigar esta problemática, uno de los mayores proyectos fue implementar el proyecto “grupo de los veinte”, este proyecto consistía en poner a los alumnos que reprobaban en un grupo, en el cual los alumnos cursarían sus materias que están programadas para cursarse en un semestre, este grupo las cursaría en un año, esto, comentan los profesores, mostró una mejoría en el avance de sus estudiantes, pero actualmente no se continúa practicando.

1.3 El problema de investigación

El problema de investigación que se abordará es la reprobación que se tiene en Álgebra Lineal. Con la pretensión de poder identificar aquellos factores más significativos en la relación profesor-alumno que inciden en la reprobación.

Específicamente en Álgebra Lineal, puesto que se puede tener un mayor control de variables, a diferencia del problema de reprobación que se tiene en asignaturas del primer semestre, donde esta problemática tiene un vínculo directo con el bachillerato.

1.4 Justificación

Este problema de altos índices de reprobación, deserción y rezago escolar es complejo y multivariable, por lo que resulta necesario e indispensable el adoptar un enfoque sistémico que permita estudiarlo.

El identificar estos factores, permitirá poder trabajar en torno a ellos, con el fin de poder plantear una posible alternativa de solución que, si bien ésta sería parcial, pues está enfocada sólo en los factores más significativos en la relación profesor-alumno que inciden en la reprobación; al ser éstos los de mayor impacto, la alternativa propuesta sería también, la que más nos puede acercar a una eventual solución del problema.

Por otro lado, viendo la problemática desde una perspectiva financiera, si consideramos el presupuesto de egresos de la Facultad de Ingeniería por año, la cual se puede obtener en el patronato universitario, y entre el número de

alumnos inscritos en ese mismo año, que se obtiene de la agenda de la Dirección General de Planeación, se puede obtener el costo anual por alumno. Este cálculo se realizó para los últimos 8 años y las cifras se puede observar en la Tabla 1. A grandes rasgos se tiene que el costo anual actual (2017) por alumno es de \$74,959.26. Es claro que, desde el punto de vista financiero (costo-beneficio), el problema de la reprobación y el rezago escolar también cobra singular importancia y, por sí mismo, este factor sería suficiente para justificar un estudio del problema y tratar de encontrar alguna solución, debido a que si el promedio actual de reprobación es del 50%, indica que cada semestre se tiene que reinvertir la mitad de lo que se invirtió para formar a los alumnos en la asignatura de Álgebra Lineal en el semestre anterior, más alumnos entraste a esta asignatura, lo que hace evidente que esta cantidad va en aumento y no se aprovecha ni cerca del 70% de estos recursos.

Año	Presupuesto	Alumnos	Costo por alumno
2017	\$ 976,944,000	13,033	\$ 74,959.26
2016	\$ 956,106,000	13,134	\$ 72,796.25
2015	\$ 915,905,000	12,937	\$ 70,797.33
2014	\$ 859,121,000	12,622	\$ 68,065.36
2013	\$ 817,491,000	12,631	\$ 64,721.00
2012	\$ 819,899,000	12,263	\$ 66,859.58
2011	\$ 718,199,000	12,019	\$ 59,755.30
2010	\$ 654,901,000	11,709	\$ 55,931.42

TABLA 1 COSTO POR ALUMNO

Fuente: *Elaboración propia *Sin considerar los ingresos extraordinarios de la facultad*

Para el caso que nos ocupa de Álgebra Lineal en los últimos años, el promedio de reprobación es mayor al 40%. Resulta evidente que no se está teniendo un aprovechamiento eficiente de los recursos; los altos índices de reprobación están provocando rezago escolar y si a esto le agregamos que el número de alumnos de primer ingreso también se ha incrementado, esto ha provocado que la matrícula de alumnos en la Facultad vaya en aumento. Todo este contexto de reprobación, rezago escolar e incremento de alumnos de primer ingreso ha traído como consecuencia que la infraestructura disponible en la Facultad ha resultado insuficiente; actualmente en la División de Ciencias Básicas se construyó un nuevo edificio de salones y laboratorios, para mitigar estos efectos.

Cierto es que la problemática de reprobación que se tiene en Álgebra Lineal no representa todo el problema; sin embargo, actualmente resulta ser una de las asignaturas con el mayor índice de reprobación, por esta razón se tomó la decisión de analizar esta problemática e intentar identificar las causas de mayor

impacto que están provocando dichos índices de reprobación y, con la colaboración de los profesores de la materia, tratar de plantear algunas alternativas de solución, cuidando desde luego no sacrificar el nivel académico con que los alumnos acreditan la asignatura.

Es importante señalar que explicaciones a este problema hay muchas, y algunas coinciden con los hallazgos de esta investigación, sin embargo, no es lo mismo emitir un juicio con sólo la intuición que hacerlo con una base metodológica.

1.5 Estrategia de investigación

La estrategia de investigación que se siguió fue:

Se hizo una breve valoración de las diversas teorías del aprendizaje con el fin de identificar cuál de ellas sería la más adecuada y sirviera como marco teórico, desde el punto de vista didáctico-pedagógico, para la realización del estudio. Después de esta valoración, se decidió que la teoría constructivista sería la más adecuada, por dos razones principalmente: 1) Resulta que el modelo educativo que se adopta en la mayor parte de las Instituciones de Educación Superior donde se ofrecen carreras de Ingeniería, es precisamente un modelo constructivista centrado en el aprendizaje de los alumnos, y 2) Por su consistencia con el pensamiento de sistemas, en particular con el enfoque de sistemas suaves de Peter Checkland (1981), el procedimiento de la planeación normativa que proponen Fuentes y Sánchez (1987) y la evaluación constructivista que proponen Guba & Lincoln (1989). Cabe mencionar que se realizará una evaluación heurística, mezclando los elementos conceptuales y técnicos de una evaluación constructivista y una evaluación experimental.

Se realizó una revisión bibliográfica para identificar los conceptos esenciales del constructivismo para que, con base en ellos, se identificaran los factores más significativos en la relación profesor-alumno en el proceso enseñanza-aprendizaje. Con estas bases, se realizó un análisis sistémico de la problemática, teniendo siempre presentes los dos principales actores en el sistema, los alumnos y los profesores. A partir de este análisis se identificó y construyó el sistema objeto de estudio; las relaciones funcionales entre profesor-alumno.

Con el propósito de identificar factores que más influyen en la reprobación de Álgebra Lineal en las relaciones funcionales profesor-alumno, se llevó a cabo la siguiente estrategia de investigación:

La generación de una lluvia de ideas con la participación de profesores que imparten la asignatura, donde se les solicitó que identificaran los factores que más influyen en la reprobación de ésta. A partir del análisis y la sistematización de la información recabada y con base en la teoría del constructivismo, se diseñaron: una entrevista para profesores y una encuesta para alumnos; los elementos tomados en cuenta para el diseño de estos instrumentos y sus indicadores pueden verse en el Anexo 1. Ambos instrumentos se aplicaron a una muestra representativa tanto de profesores como de alumnos. El método utilizado y el cálculo que se hizo para determinar el tamaño y las características de la muestra, se pueden consultar en el Anexo 2.

Las entrevistas a profesores se realizaron a docentes que imparten la asignatura Álgebra Lineal y las encuestas de alumnos se aplicaron en grupos de Cálculo Vectorial, materia que se ubica en el tercer semestre de la carrera en los diferentes planes de estudios. Se decidió aplicar la encuesta de alumnos en grupos de Cálculo Vectorial, buscando con ello que los alumnos encuestados hubiesen tomado clase con distintos profesores de Álgebra Lineal y evitar así sesgar la encuesta con alumnos de un profesor en particular. Posteriormente se procedió al análisis de los resultados, para identificar aquellos factores más significativos que inciden en la reprobación; en el caso de los profesores el análisis se hizo empleando la técnica Promethee y, para el caso de los alumnos, se realizó un análisis estadístico donde se incluyeron también datos de las encuestas de alumnos que realiza la Facultad, con las cuales se evalúan el desempeño de sus profesores. Con ambos instrumentos se logró identificar aquellos factores que tienen mayor impacto en la reprobación de alumnos en la asignatura Álgebra lineal.

Posteriormente, se realizó un análisis causal, considerando los factores críticos, para poder identificar aquellos problemas raíz por los cuales en esos factores no se tienen los resultados deseados. Finalmente, se realizó una búsqueda de posibles alternativas, utilizando nuevamente un enfoque constructivista y aplicando la técnica Delphi, buscando determinar aquellas alternativas que podrían incidir de manera positiva para aumentar los índices de aprobación en Álgebra Lineal.

CAPÍTULO 2. CONCEPTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

2.1 Elementos del proceso enseñanza-aprendizaje en el marco constructivista.

Es bien sabido y citado por varios expertos en materia educativa que el proceso enseñanza-aprendizaje es un fenómeno complejo en el cual intervienen múltiples factores, a continuación, se abordarán algunos de ellos, empezando con Zavala (2000) menciona que los procesos educativos son lo suficientemente complejos y no es fácil reconocer todos los factores que los definen. La estructura de la práctica obedece a múltiples determinantes, tiene su justificación en parámetros institucionales, organizativos, tradiciones metodológicas, posibilidades reales de los profesores, de los medios y las condiciones físicas existentes, etc. Por lo que en una intervención se debe generar un modelo en el que las clases son como un microsistema, donde los procesos educativos se explican con elementos estrechamente integrados en dicho sistema.

Es por esta razón que la tesis se centra en estudiar exclusivamente los factores principales en la relación profesor-alumno que inciden en la reprobación, y para ello es necesario contar con un enfoque teórico sobre el proceso enseñanza-aprendizaje. Existen diversas teorías del aprendizaje que proponen explicar, desde diferentes puntos de vista, cómo aprende el ser humano. Estas teorías son: conductismo, cognitivismo y constructivismo. A continuación, se explican con apoyo en el contenido de (Josefina 2017) de manera breve en qué consiste cada una de ellas:

La teoría conductista: Ésta percibe al aprendizaje como algo mecánico y reduccionista, en la cual el alumno no aporta nada al proceso (un papel pasivo) y espera que el profesor le dé la información y le indique las tareas que debe realizar. El aprendizaje únicamente ocurre cuando se observa un cambio en el comportamiento. Si no hay cambio observable no hay aprendizaje.

Se pueden destacar las siguientes características respecto a los estudiantes:

- Los estudiantes son vistos como recipientes que hay que llenar y cuya función es recibir información del maestro.
- El estudiante cumple órdenes, obedece.
- El estudiante requiere constante aprobación.
- Depende del maestro.
- Ente pasivo en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

- Realiza tareas en las cuales el comportamiento pueda ser observado, medido, evaluado directamente.

El docente:

- Es el proveedor del conocimiento.
- Es la figura central del proceso.
- Imparte la educación.
- Centraliza la autoridad y las decisiones.

Los principales autores son: J. B. Watson, B.F. Skinner y I. Pávlov.

La teoría cognitivista: Los tres principales autores son Jean Piaget, Jerome Brunner y David Ausubel.

Piaget sostiene que el ser humano construye su conocimiento a partir de la enseñanza, pero va complementando con base en la etapa que vive, crea la teoría psicogenética en que el ser humano, desde pequeño, aprende automotivado, buscando conocimiento, creando teorías y comprobándolas con la experiencia.

Jerome Brunner plantea el aprendizaje por descubrimiento, en donde a partir de la experiencia y el contacto con el objeto de estudio, lo integra a sus conocimientos ya sea mediante Inducción (aprendizaje por descubrimiento) o deducción (aprendizaje por razonamiento).

David Ausubel postula que los seres humanos aprenden cuando son capaces de encontrarle sentido a ese aprendizaje, que se logra a través de su experiencia y la relación que tienen los nuevos aprendizajes con los anteriores, es decir, aprender significa que los nuevos aprendizajes conectan con los anteriores y se crea un nuevo significado, la nueva información asimilada hace que los conocimientos previos sean más estables y completos, logrando así un aprendizaje significativo.

Se pueden destacar las siguientes características respecto a los estudiantes:

- Muestra un papel activo.
- Capacidad de autoevaluación.
- El alumno, debe interactuar con los diferentes mecanismos que el docente decida para el aprendizaje, (foros, chat, video conferencias, etc.)

El docente:

- Organizar dinámicas que posibiliten la interacción de ideas.
- Crear y modificar estructuras mentales.
- Procura que el papel del estudiante sea activo y progresivamente más autónomo.
- Plantea los objetivos a conseguir.

La teoría constructivista: Los dos principales teóricos del constructivismo son Jean Piaget y Lev Semiónovich Vygotski. Esta teoría del conocimiento retoma parte de los anteriores modelos y plantea que el conocimiento nuevo sólo se origina de otro conocimiento previamente adquirido. La persona no sólo acumula conocimiento, sino que lo construye a partir de sus experiencias y de la información que recibe. Como ya se mencionó, esta teoría del aprendizaje servirá como marco de referencia para la realización de nuestro estudio. A continuación, se explican sus principales características:

La concepción constructivista (Coll, 1986; 1990; Coll, Martín, Mauri, Miras, Onrubia, Solé y Zabala, 1993; Mauri, Solé, Del Carmen y Zabala, 1990) citada en Zavala (2000), asume que nuestra estructura cognoscitiva está configurada por una red de *esquemas de conocimiento*, estos esquemas se revisan, se modifican, se vuelven más complejos y adaptados a la realidad, más ricos en relaciones. La naturaleza de los esquemas de conocimiento de un alumno depende de su *nivel de desarrollo* y de los *conocimientos previos* que ha podido ir construyendo; la situación de aprendizaje puede ser conceptualizada como un proceso de contraste, de revisión y de construcción de esquemas de conocimiento sobre los contenidos escolares.

Novak y Hanesian (1983) consideran que el aprendizaje por descubrimiento no debe ser presentado como opuesto al aprendizaje por exposición (recepción), ya que éste puede ser igual de eficaz. Así, el aprendizaje escolar puede darse por recepción o por descubrimiento, como estrategia de enseñanza, y puede lograr un aprendizaje significativo. De acuerdo con el aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno. Esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero también es necesario que el alumno se interese por aprender lo que se le está mostrando.

A su vez, la mayoría de los autores, coinciden en que el docente debe asignar a los alumnos tareas, actividades y procedimientos de evaluación que reflejen las interpretaciones y significados construidos como producto de los aprendizajes alcanzados y mediados por el docente, fomentar actividades didácticas encaminadas a que los alumnos reconozcan y valoren la utilidad de lo que aprenden, para comprender y dar sentido a los significados, plantear la

evaluación como una experiencia natural y propia del proceso de aprendizaje, lograr que el alumno asuma el control y autorregulación sobre su propio proceso de aprendizaje.

En la concepción constructivista, el papel activo y protagonista del alumno no se contrapone a la necesidad de un papel igualmente activo por parte del docente. Él es quien pone las condiciones para que la construcción que hace el alumno sea más amplia o más restringida, se oriente en un sentido o el otro, a través de la observación de los alumnos, de la ayuda que les proporciona para que aporten sus conocimientos previos, de la presentación que hace de los contenidos, mostrando sus elementos nucleares. Coll (1983) citado en Zavala (2000)

La enseñanza y aprendizaje también puede considerarse como un proceso encaminado a superar retos que puedan ser abordados y que hagan avanzar un poco más allá del punto de partida. Es evidente que este punto no sólo está definido por lo que se sabe. En la disposición para el aprendizaje y en la posibilidad de convertirlo en significativo intervienen, junto a las capacidades cognitivas, factores vinculados a las capacidades de equilibrio personal, de relación interpersonal y de inserción social. Los alumnos se perciben a sí mismos y perciben las situaciones de enseñanza y aprendizaje de una manera determinada y, dicha percepción -"lo conseguiré, me ayudarán, es divertido, me ganarán, lo haré mal, es interesante, me castigarán, me pondrán buena nota ..." influye en la manera de situarse ante los nuevos contenidos y, muy probablemente, (Solé, 1993) citado en (Zabala 2000) en los resultados que se obtendrán.

A su vez, estos resultados no tienen un efecto, por así decirlo, exclusivamente cognitivo. También inciden en el autoconcepto y en la forma de percibir la escuela, el maestro y los compañeros y, por lo tanto, en la forma de relacionarse con ellos. Es decir, inciden en las diversas capacidades de las personas, en sus competencias y en su bienestar.

La concepción constructivista, parte de la complejidad intrínseca de los procesos de enseñar y aprender y, al mismo tiempo, de su potencialidad para explicar el crecimiento de las personas.

Expresado de forma muy sintética, el aprendizaje es una construcción personal que realiza cada alumno gracias a la ayuda que reciben de otras personas. Esta construcción, a través de la cual pueden atribuir significado a un determinado objeto de enseñanza, implica la aportación por parte de la persona que aprende, de su interés y disponibilidad, de sus conocimientos previos y de su experiencia.

En todo esto juega un papel esencial la persona más experta, que ayuda a detectar un conflicto inicial entre lo que ya se conoce y lo que hay que saber, que

contribuye a que el alumno se sienta capaz y con ganas de resolverlo, que plantea, el nuevo contenido, como un reto interesante la resolución del referido conflicto, el cual tendrá alguna utilidad, que interviene de forma ajustada en los progresos y las dificultades que el alumno manifiesta, apoyándolo y previendo, a la vez, la actuación autónoma del alumno. Es un proceso que no sólo contribuye a que el alumno aprenda unos contenidos, sino que también hace que aprenda a aprender y que aprenda que puede aprender. Su repercusión no se limita a lo que el alumno sabe, sino que también influye en lo que sabe hacer y en la imagen que tiene de sí mismo.

Zavala (2000) plantea las siguientes funciones del profesorado para poder lograr estos objetivos:

- a) Planificar la actuación docente de una manera lo suficientemente flexible para permitir la adaptación a las necesidades de los alumnos en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- b) Contar con las aportaciones y los conocimientos de los alumnos, tanto al inicio de las actividades como durante su realización.
- c) Ayudarles a encontrar sentido a lo que están haciendo para que conozcan lo que tienen que hacer, sientan que lo pueden hacer y les resulte interesante hacerlo.
- d) Establecer retos y desafíos a su alcance que puedan ser superados con el esfuerzo y la ayuda necesarios.
- e) Ofrecer ayudas adecuadas, en el proceso de construcción del alumno, a los progresos que experimenta y a los obstáculos con los que se encuentra.
- f) Promover la actividad mental autoestructurante que permita establecer el máximo de relaciones con el nuevo contenido, atribuyéndole significado en el mayor grado posible y fomentando los procesos de metacognición que le faciliten asegurar el control personal sobre sus conocimientos y los propios procesos durante el aprendizaje.
- g) Establecer un ambiente y unas relaciones presididos por el respeto mutuo y por el sentimiento de confianza, que promuevan la autoestima y el autoconcepto.
- h) Promover canales de comunicación que regulen los procesos de negociación, participación y construcción.

- i) Potenciar progresivamente la autonomía de los alumnos en el establecimiento de objetivos, en la planificación de las acciones que les conducirán a ellos y en su realización y control, posibilitando que aprendan a aprender.
- j) Valorar a los alumnos según sus capacidades y su esfuerzo, teniendo en cuenta el punto personal de partida y el proceso a través del cual adquieren conocimientos e incentivando la autoevaluación de las competencias como medio para favorecer las estrategias de control y regulación de la propia actividad.

Por otra parte, Robert E. Stake (2008) menciona que a veces los deberes del profesor son rara vez explícitos, más bien son de costumbre, pero se asume su cumplimiento como si fueran obligaciones de contrato. Michael Scriven (1988, 1995) desarrolló un método que llamó la Evaluación Basada en los Deberes del Profesor (DBTE); En la Tabla 2 se muestra los criterios en los que se basó:

Conocimiento de deberes	Incluye el conocimiento de la ley y regulaciones que aplican a su universidad o institución así como las expectativas de su escuela en particular. Esto supone el conocimiento de las exigencias del plan de estudios y deberes en general; la obligación de seguir órdenes y regulaciones, pero esto jamás justificaría un trato poco profesional o una violación de ética.
Conocimiento de escuela y comunidad	Incluye el conocimiento de cualquier característica especial, fondo o ideología de la escuela, su personal y estudiantes y de su ambiente en particular.
Conocimiento de materia	Supone el conocimiento de: <i>a)</i> en el campo (s) de capacidad especial; <i>b)</i> de cursos adicionales como inglés, hábitos de estudio, conocimiento personal/profesional, estudios de computación, etc.
Diseño educativo	Consta de: <i>a)</i> diseño del curso; <i>b)</i> selección y creación de materiales; <i>c)</i> empleo adecuado de recursos disponibles; <i>d)</i> evaluación del curso y plan de estudios; <i>e)</i> conocimiento para adecuar a las necesidades de grupos especiales; y <i>f)</i> empleo de recursos humanos especializados cuando los haya (especialistas en planes de estudios, expertos en audiovisuales y métodos, etc.)
Recopilar información del aprendizaje del alumno	Incluye: <i>a)</i> diseño de exámenes; <i>b)</i> habilidad para calificar (calificación, corrección, rangos, etc.); <i>c)</i> procedimientos claros para calificaciones; y <i>d)</i> asignación de grado.
Proporcionar información del aprendizaje del estudiante	Supone: <i>a)</i> a cada alumno; <i>b)</i> después de cada prueba; <i>c)</i> a la administración; y <i>d)</i> a padres, tutores u otras autoridades apropiadas
Habilidades en clase	Incluye: <i>a)</i> habilidades de comunicación; <i>b)</i> habilidades de dirigir bajo el estándar (disciplina, cumplimiento del contenido diseñado con el nivel apropiado de entendimiento), y planes para emergencias (fuego, inundación, tornado/tifón, terremoto, erupción volcánica, etc.).
Características personales	Supone: actitud profesional y desarrollo profesional (buscar sistemáticamente la mejoría en la enseñanza, materiales de clase y contenido, utilizar autoevaluación y planes de desarrollo cuando sea posible).
Servicio a la profesión	Incluye: <i>a)</i> conocimiento de asuntos profesionales; <i>b)</i> conocimiento y funcionamiento que adhiere a la ética profesional; <i>c)</i> ayuda a principiantes y colegas; <i>d)</i> trabajo en proyectos para otros profesionales; y <i>e)</i> contribuciones a la investigación lo cual enriquece la profesión.

TABLA 2 LAS TAREAS PROFESIONALES DE UN INSTRUCTOR

Fuente: Stake, Robert E. (2008)

En resumen, de los principios planteados por los diversos teóricos y autores de la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar proporcionan los parámetros que permiten identificar las características que estructuran la vida de una clase. Estos aspectos básicos del modelo, los enlisto a manera de resumen a continuación, se enlistan:

- El conocimiento se construye a partir de la experiencia y la información que se recibe.
- Se relacionan los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos.
- El profesor debe promover actividades.
- El profesor debe establecer procedimientos de evaluación.
- Se debe encontrar un sentido a lo que se aprende.
- El alumno debe ser autorregulado sobre su propio aprendizaje.
- Alumno y profesor muestran un papel activo.
- Relación dialógica.
- Conocimiento flexible, modificable.
- Conocimiento subjetivo interno al sujeto.
- Interesa más el proceso que los resultados.
- Currículum horizontal.
- Una planeación flexible sobre la clase.
- Existen asesorías por parte del docente para alcanzar los objetivos.
- Existe un ambiente de respeto mutuo.
- Canales de comunicación entre el profesor y sus alumnos.
- Valorar a los alumnos según capacidades y esfuerzo.

Estos aspectos proporcionan parámetros que permiten identificar las características que estructuran la vida de una clase. Las cuales se utilizarán como base, para definir una gama de factores en los cuales enfocaremos nuestro estudio.

2.2 Conceptos: sistemas suaves, planeación normativa y diagnóstico.

2.2.1 Metodología de sistemas suaves.

A continuación, se hace un breve resumen del libro con el propósito de mostrar las bases conceptuales y metodológicas de la propuesta de (Checkland, 1981).

La Metodología de Sistemas Suaves (SSM) desarrollada por el profesor Peter B. Checkland desde 1972, surge como resultado del fracaso de la ingeniería de sistemas, cuando se enfrentaba situaciones problemáticas que se consideraban complejas y donde los objetivos no parecían ser tan obvios. Checkland plantea la necesidad de identificar dos tipos de problemas:

Los problemas estructurados, que se pueden formular explícitamente en un lenguaje en donde el “¿Qué?” parece estar bien definido o consensado desde un principio y el problema se reduce a los “¿Cómo?”, estos cuentan con una estructura particular donde existen técnicas que se pueden aplicar. (por ejemplo: ¿Cómo podemos transportar X desde A hasta B, a un costo mínimo?, Realizar

pronósticos de demanda por producto, maximiza las operaciones de un proceso, etc.), de este tipo de problemas se ocupa el pensamiento de sistemas “duros”.

Los problemas no estructurados, son aquellos donde está presente un sentimiento de inquietud pero no se pueden formular explícitamente (por ejemplo: “pensamos que tenemos problemas, pero no estamos seguros de cuáles son; si pudiéramos decir cuáles son ¡Nosotros mismos podríamos resolverlos!”), de este tipo de problemas se ocupa el pensamiento de sistemas “suaves”, donde se parte de la idea de administrar algo donde no podemos estar seguros del “¿Qué?” y del “¿Cómo?”, pero se percibe la necesidad de efectuar mejoras, lo cual se considera un trabajo continuo ya que las situaciones problemáticas evolucionan.

Un problema relacionado con las manifestaciones del mundo real de los sistemas de actividad humana es una condición, caracterizada por un sentido de desajuste, que elude la definición precisa, entre lo que se percibe como la realidad y lo que se percibe que podría ser la realidad.

Nuestro caso de estudio, la reprobación, el rezago y la deserción en el proceso enseñanza-aprendizaje en la asignatura Álgebra Lineal de nuestra Facultad, es un problema suave no estructurado. Cuando se habla de la reprobación, los factores que intervienen en ella no están bien definidos, pero se sabe que existe la necesidad de mejorar; es claro que se trata de una actividad humana y una problemática multivariable, las influencias a las que está sujeta son tan numerosas que hace complejo su estudio, además de estar sujeta a cambios con el paso del tiempo.

Para enfrentar esta problemática no conviene reducirla a la realización de un experimento, la aplicación de un algoritmo analítico o un análisis estadístico simple, el histórico de los esfuerzos por buscar soluciones por parte de la facultad muestra que no ha sido el camino más adecuado.

La metodología incluye dos tipos de actividades como lo muestra la Figura 5. Los estadios 1, 2, 5, 6 y 7 son actividades “del mundo real” que necesariamente involucra gente en la situación problema; los estadios 3, 4, 4a y 4b son actividades del “pensamiento de sistemas” que quizá pueda o no involucrar a aquellos en la situación problema, dependiendo de las circunstancias individuales del estudio. En general, el lenguaje de los primeros estadios será el mismo que el lenguaje normal de la situación problema, el de los pasos 3, 4, 4a y 4b será lenguaje de sistemas, porque es en estos estadios donde la complejidad del mundo real se desenmaraña y entiende como resultado de la traducción a un lenguaje de nivel superior de los sistemas.

Los estadios 1 y 2 son una fase de “expresión” durante la cual se hace un intento por construir la figura más rica posible, no del “problema” si no de la situación en la que se percibe que hay un problema, en otras palabras, de la problemática.

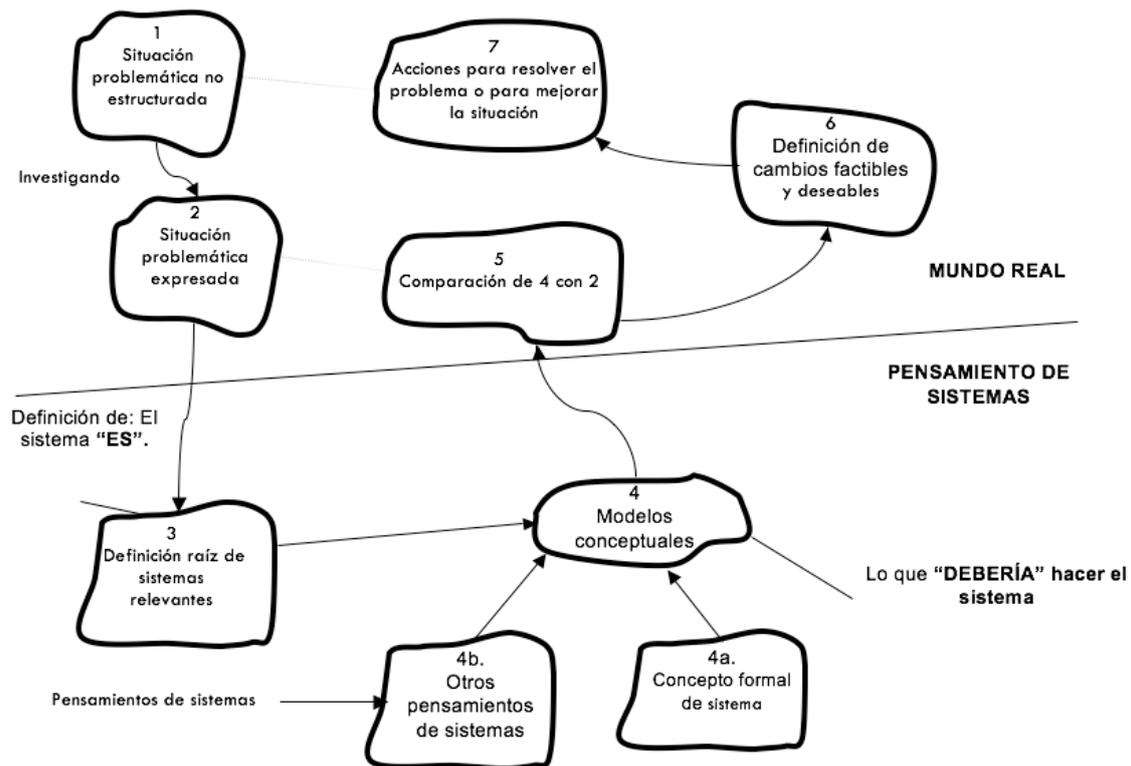


FIGURA 5 LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS PARA PROBLEMAS NO ESTRUCTURADOS
Fuente: P. Checkland. (1993).

Siguiendo esta metodología, en primera instancia es necesario hacer una descripción verbal concisa del sistema, el cual contenga su naturaleza esencial. En otras palabras, es necesario formular la “**definición raíz del sistema**”. Cada Definición Raíz derivará en una visión subjetiva de la realidad, una particular “imagen del mundo”, y es importante resaltar que en los pasos 3 y 4 no interesa describir la realidad, pero sí adoptar una visión del mundo. Cada palabra en la Definición Raíz debe ser cuidadosamente ponderada, asegurándose que esté bien elaborada. Para formular la Definición Raíz se puede seguir la técnica que se muestra a continuación:

Consideración	Amplificación
(1) El dueño del sistema (O)	El dueño del sistema, control, preocupación o patrocinio.
(2) Actores (A)	Agentes que ejecutan el proceso de transformación o actividades del sistema.
(3) Transformación (T)	Esencia de la Definición Raíz. El proceso de transformación cumplido por el sistema. Incluir el objeto directo de los verbos de la actividad principal.
(4) Cliente (C)	Cliente (de la actividad), beneficiario o víctima, el subsistema afectado por la actividad principal. El objeto indirecto de los verbos de la actividad principal.
(5) Medio ambiente y Restricciones de suprasistemas. (E)	Imposiciones ambientales. Tal vez interacciones con vastos sistemas no incluidos en el punto (1).
(6) "Weltanschauung" o visión del mundo" (W)	El punto de vista que hace significativa a la Definición Raíz.

Estas seis consideraciones pueden recordarse por el nemotécnico CATWOE. La relación entre ellas y las propiedades contenidas en el modelo de sistema formal son:

Propiedad del Sistema Formal	Características relevantes de la Definición Raíz
1. Objetivo, propósito, misión.	(T), (W) está implícito.
2. Medida de desempeño.	Puede estar implícita en (T) o definida en (E). Será magnificada por (W).
3. Componentes y conectividad.	El mapa puede hacerse comparando estas dos propiedades y sus relaciones. Solamente esperamos encontrar componentes y conectividad en forma implícita en la Definición Raíz.
5. Medio Ambiente de suprasistemas.	El origen de (E). Posible localización de (C). (O) puede convertirse en un sistema vasto.
6. Recursos	(T), (A)
7. Proceso de toma de decisiones.	(A), (O)
8. Continuidad.	(O) usualmente será el origen de la garantía de continuidad.

La Definición Raíz es un reporte de lo que el sistema es, el modelo conceptual es un reporte de las actividades que el sistema debe hacer para convertirse en el sistema nombrado en la definición.

El modelo incluirá el número mínimo de verbos (factores significativos) necesarios para el sistema, sea el que se nombra y se describe concisamente en la Definición Raíz. Éstos tendrán que estar conectados entre sí para que representen el sistema como si fuera una entidad, y la forma más básica que esta conectividad podría tomar es la del número de flechas que indican dependencias lógicas.

La tarea de la construcción de modelos conceptuales consiste simplemente en ensamblar la lista de verbos que describen las actividades que la Definición Raíz requiere, en conectarlos de acuerdo con los requerimientos de la lógica y en indicar cualquier flujo que parezca esencial en este primer nivel de resolución.

Una vez que esta versión del modelo se haya construido, puede usarse como base para versiones más expandidas. Algunos quizá muestren actividades en niveles más detallados o registren todos los flujos en el sistema, materiales y abstractos; también, las versiones basadas en sustantivos del modelo podrían incluir entidades organizacionales que quizá lleven a cabo las actividades en el modelo básico. Un proceso para su elaboración frecuentemente consiste en preguntar acerca de cada actividad: ¿qué información es necesaria para llevar a cabo esta actividad?, ¿a partir de qué recurso?, ¿con qué frecuencia?, ¿en qué forma? El modelo de actividad básica entonces se vuelve el origen de un modelo de flujo de información que se puede usar para indagar sobre flujos de información presentes o para diseñar nuevos sistemas de información.

La construcción de modelos es la piedra angular de la actividad científica y juega un papel importante de la ingeniería de sistemas. Los ingenieros en sistemas ven la construcción de modelos como una etapa intermedia para optimizar el desarrollo del sistema.

La técnica para construir un modelo conceptual de primer nivel a partir de una Definición Raíz podría generalizarse en la secuencia siguiente que, sin embargo, deberá usarse de manera flexible.

1. A partir de la Definición Raíz y de los elementos CATWOE de ésta, formar una impresión del sistema visto como una entidad autónoma que lleva a cabo un proceso de transformación físico o abstracto.
2. Ensamblar un número pequeño de verbos que describen las actividades más fundamentales en el sistema ya descrito. Tratar de mantener un nivel de resolución evitando la mezcla de actividades definidas en diferentes niveles de detalle.

3. Si se puede justificar a partir de la Definición Raíz, estructura de las actividades en grupos que junten actividades similares.
4. Conectar las actividades y los grupos de actividades con flechas que indiquen dependencias lógicas.
5. Indicar los flujos que sean esenciales para expresar lo que el sistema hace. Distinguir estos flujos de las dependencias lógicas del número cuatro anterior, y, en cualquier caso, mantener el número de flujos a un mínimo en ese estadio.
6. Verificar que la Definición Raíz y el modelo conceptual juntos constituyen un par de declaraciones mutuamente informantes: qué es el sistema y qué hace el sistema.

2.2.2 Planeación normativa.

La planeación normativa (también llamada planeación interactiva o participativa) consiste en generar una imagen ideal que se proyecta en el futuro con la intención de llegar a ella a partir de acciones que serán realizadas en el presente. Este diseño se contrasta con los problemas revelados en la situación inicial. Este tipo de planeación se apoya en la metodología de sistemas suaves, que se abordó en el anterior punto.

La metodología que proponen Fuentes A. & Sánchez G. (1987), sobre la planeación normativa está integrada por tres subsistemas:

a) SUBSISTEMA “FORMULACIÓN DEL PROBLEMA”

Tiene como función el identificar los problemas presentes y los previsibles para el futuro, además de explicar la razón de su existencia.

b) SUBSISTEMA “IDENTIFICACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES”

Su propósito es plantear y juzgar las posibles formas de intervención, así como la elaboración de los programas, presupuestos y diseños requeridos para pasar a la fase de ejecución.

c) SUBSISTEMA “CONTROL DE RESULTADOS”

Todo plan, estrategia o programa está sujeto a ajustes o replanteamientos al detectar errores, omisiones, cambios en el medio ambiente, variaciones en la estructura de valores, etc. Actividades propias de este subsistema.

En este trabajo sólo se abordará el subsistema de “Formulación del problema” el cual se desagrega de la siguiente manera:

SUBSISTEMA “FORMULACIÓN DEL PROBLEMA”

- A.1. Planteamiento de la problemática.
- A.2. Investigación de lo real.
- A.3. Formulación de lo deseado.
- A.4. Evaluación y diagnóstico.

Cabe advertir que este procedimiento no es lineal, de hecho, varias etapas son llevadas al mismo tiempo y continuamente hay que retornar para obtener más información. En la Figura 6 se muestra gráficamente el subsistema de formulación del problema y su desagregación:

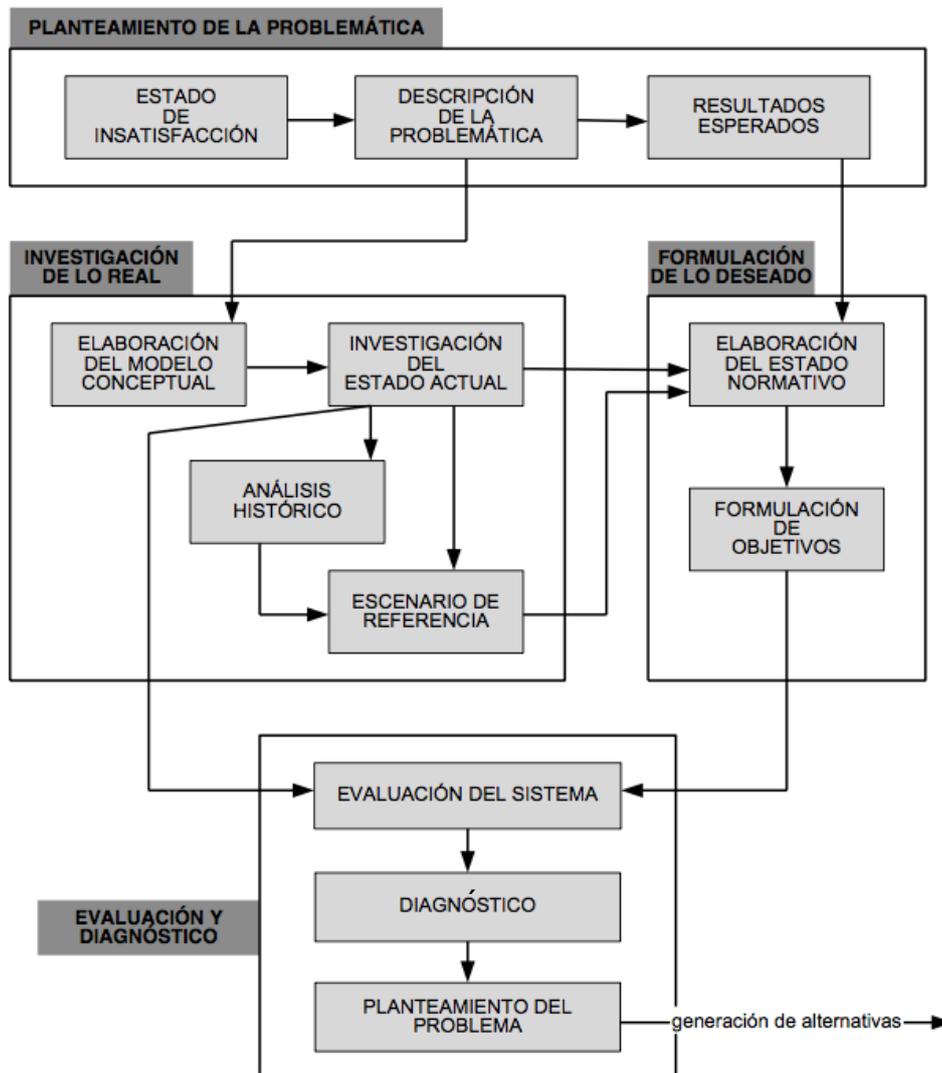


FIGURA 6 SUBSISTEMA "FORMULACIÓN DEL PROBLEMA"
Fuente: Fuentes A. & Sánchez G. (1987).

A.1. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

a) ESTADO DE INSATISFACCIÓN

El proceso de planeación inicia en un estado de insatisfacción y el deseo de actuar por parte de los responsables. La primera visión que se ofrece generalmente es parcial, vaga y a veces equívoca (principales síntomas, algunos datos aislados, creencias respecto a las causas, etc.), por lo que se debe tener cuidado de no adelantar juicios o crear compromisos prematuros.

b) DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

De la misma manera que un médico requiere elaborar un cuadro completo de la sintomatología para conjeturar de manera más justa en cuanto a las posibles causas de una enfermedad, en la planeación también es necesario contar con una visión amplia y ordenada de la situación que se enfrenta, para así orientar de mejor manera las etapas de estudio subsecuentes.

Para ello, entre las distintas personas involucradas se recabará su opinión respecto a los siguientes puntos:

- Problema: ¿cuál o cuáles se cree que son los principales problemas?
- Antecedentes: ¿cómo se gesta el problema?, ¿cuáles son las causas y cómo ha evolucionado?
- Efectos: ¿qué repercusiones existen y qué se espera para el futuro?
- Soluciones: ¿qué se sugiere hacer y qué debe evitarse?
- Restricciones: ¿qué limitantes deben tomarse en cuenta?

c) RESULTADOS ESPERADOS

Por ningún motivo conviene avanzar sin dejar claro la clase de resultados a que se aspira, pues ello es determinante para fijar la profundidad y tipo de estudios por realizar. Por ejemplo, al tratar un problema de suministros la solución puede ir desde la sola revisión de la lista de proveedores, hasta un análisis integral de la política de inventarios, del manejo de almacenes y del flujo de información en la organización.

A.2. INVESTIGACIÓN DE LO REAL

d) ELABORACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

El modelo conceptual es una representación gráfica o escrita del problema y del objeto bajo consideración, cuyo propósito es delimitar el área de interés, fijar la estructura del problema, definir qué es relevante y qué irrelevante, identificar las principales restricciones, etc.

Los modelos conceptuales son importantes porque obligan a ser claros en cuanto a lo que se está tratando de estudiar, observar y medir, y porque permiten una comunicación más amplia entre los distintos participantes.

Esa representación incluye elementos de estructura (personal, instalaciones, equipo, etc.), elementos de proceso (organización, objetivos, programas, etc.) y

factores ambientales (demanda, competidores, política económica, etc.), cuya selección depende de la problemática planteada, las conjeturas en cuanto a sus causas y los resultados esperados.

e) INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL

La recopilación, procesamiento y análisis de la información es tal vez la actividad que mayor cantidad de recursos y tiempo demanda, de ahí la necesidad de que se precise lo siguiente:

- qué conjetura o hecho se busca esclarecer,
- qué información se requiere,
- qué indicadores se pretende obtener,
- cuáles son las posibles fuentes de información, y
- qué procesamiento se sugiere.

f) ANÁLISIS HISTÓRICO

El análisis histórico no consiste en capturar todo antecedente con la sola esperanza de un “hallazgo” que dé respuesta a las preguntas que ni siquiera hemos sido capaces de formular.

El valor de una serie o dato histórico está dado por su capacidad para explicar algún hecho del presente que despierte dudas o como base de conocimiento para el pronóstico de alguna variable de interés, por ello siempre debe quedar claro qué información se busca y para qué.

Desafortunadamente, la práctica común consiste en recopilar datos sin ningún orden ni propósito, lo cual lleva al manejo de grandes volúmenes de información de escasa utilidad.

g) ESCENARIO DE REFERENCIA

La planeación tiene que ver no sólo con las dificultades o propósitos del presente, sino también con las amenazas, oportunidades y aspiraciones para el mediano y largo plazo.

Esa es la razón de esta etapa, que consiste en la proyección de las variables relevantes y en la elaboración de una síntesis que describa el clima que se vivirá en el futuro.

Para la elaboración de los escenarios de referencia se parte de la hipótesis de que no habrá ninguna intervención para cambiar el curso de las cosas y así poner de manifiesto las dificultades latentes.

A.3. FORMULACIÓN DE LO DESEADO

h) ELABORACIÓN DEL ESTADO NORMATIVO

Esta etapa debe partir de una crítica de lo observado o previsible en la realidad, ya que así se evita caer en consideraciones vagas y de poca utilidad para la planeación.

Por ejemplo, si se le pregunta a un rector a qué aspira en su universidad, es previsible que se pronuncie por una institución al servicio de la sociedad o por cualquier otra generalidad. Esta situación cambia drásticamente si previamente ha sido planteada la problemática de un severo atraso tecnológico o los altos niveles de deserción.

i) FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

La definición del estado normativo (lo deseado) es cualitativa en un mayor o menor grado y dado que la utilidad de los fines para orientar la acción está correlacionada con el grado de explícitos alcanzado, en esta etapa cada planteamiento se deberá traducir en objetivos concretos y que parezcan alcanzables, aun cuando este último no sea posible de garantizar dentro del período de planeación.

Respecto a los objetivos conviene distinguir entre lo que denominaremos objetivos operacionales y objetivos de desarrollo. Los primeros buscan la corrección o el mejoramiento del desempeño del sistema, en tanto que los segundos establecen la imagen general hacia dónde se pretende conducir al sistema (con un futuro a veces radicalmente distinto de lo actual y de lo previsto de acuerdo con las tendencias).

A.4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

j) EVALUACIÓN DEL SISTEMA

La evaluación del sistema tiene por propósito establecer las discrepancias entre lo que se desea y el estado actual o previsto; contando, para el efecto, con los elementos necesarios (el conocimiento del sistema y los objetivos) para dejar de lado las meras opiniones e inquietudes dadas en el planteamiento de la problemática.

k) DIAGNÓSTICO

Esta es una de las etapas básicas en la formulación del problema, consiste en establecer las relaciones causa-efecto que permiten explicar el porqué de las diferencias detectadas en la fase anterior y por este medio identificar sobre qué actuar para corregir o mejorar la funcionalidad del sistema.

Por lo que se refiere a los objetivos de desarrollo, la intención es indagar qué bases objetivas existen para su logro, así como la identificación de los obstáculos que deben salvarse.

l) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta es la última fase del proceso de formulación del problema, tiene por propósito hacer una presentación clara y ordenada de los resultados hasta ahora obtenidos, a efecto de comunicarlos a quienes corresponda.

Entre los aspectos a contemplar destacan los siguientes:

- Proponer un título adecuado para el problema.
- Elaborar una descripción sumaria de la naturaleza del problema y de lo que se espera para el futuro.
- Determinar los principales factores y agentes (o departamentos) involucrados en el problema y por tanto en su solución.
- Plantear los objetivos y prioridades entre los distintos puntos por atender.
- Concluir con una breve descripción del procedimiento que se siguió y de los principales trabajos realizados.

Se pretende seguir esta metodología de la planeación normativa por las características de nuestra problemática, donde se busca que el proceso enseñanza-aprendizaje se lleve de manera eficiente en la asignatura Álgebra Lineal y los alumnos acreditan la materia como consecuencia de un buen aprendizaje. El problema de la reprobación en la asignatura Álgebra Lineal, será abordado mediante un análisis de sistemas suaves que nos permitirá estructurar la problemática y poder comparar el estado actual con el estado deseado. Se pretende con esto el poder identificar los factores más significativos en la relación profesor-alumno que más inciden en la reprobación y poder plantear algunas líneas de acción a las autoridades de la División de Ciencias Básicas con las cuales se podrían disminuir dichos índices de reprobación.

2.3 Metodología de la evaluación constructivista.

2.3.1 Evaluación constructivista

Guba y Lincoln (1989) propone la evaluación de cuarta generación, esta evaluación tiene un enfoque receptivo a los reclamos, preocupaciones y problemas de las partes interesadas, como elementos organizadores de la metodología constructivista, con el objetivo de llegar a un consenso entre las partes interesadas, las cuales en un inicio eran diferentes.

La posición ontológica relativista del constructivismo garantiza que las construcciones generadas de las partes interesadas (las que se celebran individualmente antes del inicio del proceso) son legítimas, en lugar de considerarlas percepciones simplemente tendenciosas. Los reclamos, las preocupaciones y los problemas de las partes interesadas, junto con todo lo que pueda estar implícito en ellos, constituyen el "material" del que se basan sus construcciones.

La evaluación de cuarta generación se basa en el principio del círculo hermenéutico. En este proceso se tienen doce pasos que se muestran en la Figura 7. Aunque los pasos parecen ser lineales, no es el caso, si bien el flujo es lineal, no quiere decir que deba ser seguido rígidamente. Más bien, el cuadro indica la progresión solo de una manera general; es normal que al repetir los pasos a veces se omitan algunos, no solo es posible sino también es deseable.

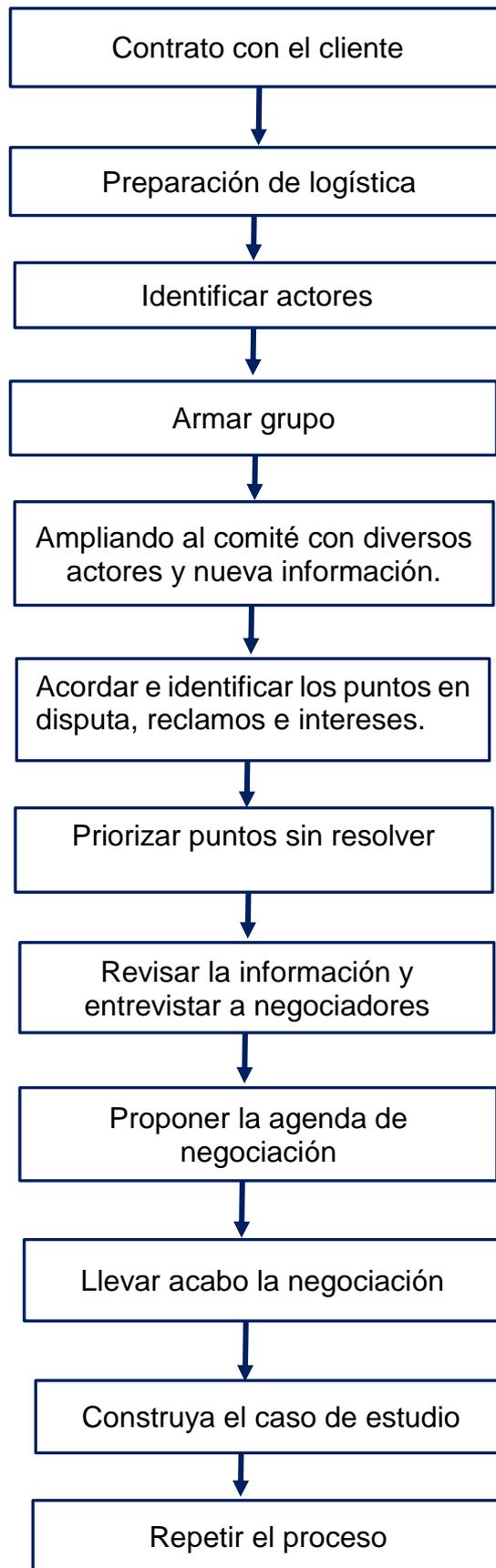


FIGURA 7 FLUJO DE LA CUARTA GENERACIÓN DE EVALUACIÓN
Fuente: Guba y Lincoln (1989) pp. 186

A continuación, se detallarán cada uno de estos pasos, en algunos de ellos será a nivel superficial ya que no son parte esencial de este estudio y se hará un mayor énfasis en aquellos pasos en los que se apoyará esta investigación.

Contrato con el cliente

Las evaluaciones no se realizan sin ninguna razón, estas están son solicitadas normalmente por clientes o patrocinadores, que están en una condición que les permite poder contratar dicho servicio. Los puntos que se deben tomar en cuenta en la elaboración del contrato son:

1. Identificación del cliente o patrocinador de la evaluación.
2. Identificación del evaluador.
3. Una declaración del propósito para la evaluación.
4. Una declaración del cliente para adherirse a las condiciones para una Dialéctica Hermenéutica Productiva
5. Una declaración de intenciones del evaluador con respecto a la participación.
6. Una breve descripción de la metodología a ser utilizada.
7. Una garantía de acceso a registros y documentos.
8. Una declaración de la intención del evaluador de garantizar la confidencialidad y el anonimato de las fuentes de información en la medida en que eso pueda ser legalmente consumado.
9. Una descripción del informe a ser utilizado.
10. Una lista de especificaciones técnicas.

Preparación de logística

En la preparación de la logística de la evaluación se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Seleccionar y entrenar a un equipo de evaluadores
2. Obtener acceso y establecerse en el lugar

El desarrollo de la confianza ... es algo en lo que el constructivista debe trabajar desde el mismo comienzo de la consulta. En un sentido real, la credibilidad final de los resultados depende de la medida en que se ha establecido la confianza. Pero la confianza es biográficamente específica, es decir, es una relación que existe entre dos personas de uno a uno; por lo tanto, el investigador constructivista tendrá que desarrollar la confianza con cada uno de los encuestados. Además, la construcción de la confianza es una tarea continua; la confianza no es algo que de repente aparece después de que se

hayan logrado ciertos objetivos, pero es algo en lo que se debe trabajar en el día a día. Además, la confianza no se establece de una vez por todas; es frágil, e incluso la confianza que ha llevado un largo tiempo de construcción puede ser destruida de la noche a la mañana ante una acción desacertada.

Identificar actores

Los interesados son personas o grupos que tienen una participación. Se identifican tres grupos de partes interesadas:

- Agentes, aquellas personas involucradas en producir, usar o implementar la evaluación
- Beneficiarios, aquellas personas que se benefician en cierta medida de la evaluación
- Víctimas, aquellas personas que son afectadas por la evaluación.

Los agentes se identifican más fácilmente, y en la evaluación casi siempre resultan ser los encargados de uno o varios subgrupos. Los posibles beneficiarios también pueden ser, casi siempre identificados (lo más probable es que sean los "objetivos" o "mercados" para la evaluación y personas estrechamente relacionadas con ellos), pero muy a menudo, los beneficiarios no identificados desde el inicio ("Beneficiarios involuntarios") aparecen a lo largo del estudio. Las víctimas son las más difíciles de identificar, en parte porque nunca tienen la intención de ser víctimas, a menudo desconocen que son víctimas y a veces son prácticamente invisibles, tal vez debido a su propio interés en "mantener un perfil bajo".

Una vez que se hayan identificado a los interesados se deben formalizar los acuerdos. Estos acuerdos pueden consistir en parte, en la ratificación del contrato que se ha elaborado con el patrocinador o en la renegociación de contrato.

Armar grupo

Este paso implica la primera aplicación completa del círculo hermenéutico. El propósito de "hacer el círculo" esta primera vez es conseguir todas las diferentes construcciones que sean posibles.

Después de que se haya entrevistado a varios encuestados, numerosos elementos comenzarán a surgir, como información que parece ser importante o de relevancia para los encuestados. En este punto, los evaluadores estarán menos interesados en descubrir otras construcciones que de obtener

información más específica o detallada sobre aquellos que ya han surgido. De ahí es que el evaluador realice este primer círculo, para que posteriormente pueda buscar a los encuestados que son de especial interés en cierto asunto. Por lo tanto, este primer círculo, lo que busca es tener una idea de cómo está el grupo de los entrevistados versus el evaluador. El objetivo del juego, después de todo, no es simplemente para lograr el consenso en este grupo, es diseñar una construcción que sea aceptable para otras partes interesadas similares. Por supuesto, no hay ninguna fórmula que garantice la aceptación. Sin embargo, este tipo de representatividad es importante para el evaluador y debe tenerlo en cuenta.

Ampliando al comité con diversos actores y nueva información.

En el paso anterior, se establecieron círculos hermenéuticos de los involucrados, lo que facilitó, la aparición de construcciones conjuntas para esa participación del grupo, desarrolladas prácticamente en su totalidad a partir de la información obtenida. Pero se debe tomar en cuenta información adicional, que esté disponible y pueda obtenerse. El propósito de este paso es para introducir este material a la información obtenida en los círculos con el fin de elevarlos a un mayor nivel de sofisticación. La información adicional puede ser extraída de todas las siguientes fuentes:

1. Documentos y registros.
2. Observación.
3. La literatura profesional.
4. Otros círculos de interesados.
5. La construcción ética del evaluador.

Cuando toda esta información ha sido expuesta y tratada, el final de la interacción hermenéutica se alcanza en esencia.

Acordar e identificar los puntos en disputa, reclamos e intereses.

Este paso de clasificación es quizás el más simple de llevar a cabo. Después de los círculos hermenéuticos de los pasos anteriores, ya que es probable que un buen número de reclamos, inquietudes y problemas que surgieron de los intereses individuales, se desvanecieron a medida que se integraba más información al grupo.

Priorice puntos sin resolver

Mientras que muchos problemas ya se habrán resuelto en el proceso hermenéutico, en especial porque la información de los grupos fue introducida y considerada durante el proceso, otros conflictos seguirán siendo problemáticos y requerirá más atención. Por lo tanto, la probabilidad de tener desacuerdos “falta de consenso” es alta. Bajo tal circunstancia, será necesario priorizar los ítems, determinando cómo se deben distribuir los recursos para tratar con aquellos que se consideran más destacados.

Puede ser necesario realizar otro círculo hermenéutico que debe estar centrado en determinar los criterios que serán utilizados en la priorización.

Hay al menos tres que deberían ser considerados:

- Los que fácilmente pueden resolverse.
- En los que se puede lograr un compromiso de acción.
- Aquellos que pertenezcan al sistema de valores de uno o más de los interesados.

Revisar la información y entrevistar a negociadores

Para decir que ciertas cuestiones permanecen "sin resolver" simplemente significa que hay construcciones que no han evolucionado. Puede que no sea posible llegar a una resolución debido a diferencias. En la mayoría de los casos las construcciones conjuntas pueden evolucionar si hay suficiente información disponible y si se puede alcanzar niveles apropiados de sofisticación.

El evaluador, al haber identificado problemas no resueltos y habiendo trabajado a través del proceso de priorización, ahora está listo para embarcarse en el paso, que se parece más a la evaluación convencional; la recolección de información. Cuando ésta se añade a las construcciones existentes, conducirán a la reconstrucción y la determinación de formas y medios para valorar esa nueva información posible.

En tales casos, para la búsqueda de información pueden considerar materiales y experiencias que se puedan emplear para aumentar el interés los participantes.

Proponer la agenda de negociación

La identificación de los problemas no resueltos y la recopilación de información relacionada a ellos hace posible que el evaluador prepare una agenda de negociación entre las partes interesadas.

La preparación de la agenda de negociación implica una serie de actividades por parte del evaluador:

- Definir cada problema a tratar cuidadosamente.
- Considerar los casos de problema, preocupación o reclamo,
- Proporcione toda la información disponible que ilustre cada problema no resuelto.
- Proporcione capacitación.
- Pruebe la agenda con los representantes de las partes involucradas para determinar su aceptabilidad como base de la negociación.

Llevar acabo la negociación

La negociación se lleva a cabo preferiblemente a través de la dialéctica hermenéutica por lo que debe utilizarse otro círculo más. El círculo consiste en probar la agenda del paso anterior, de preferencia es usar un nuevo grupo, pero la logística, la disponibilidad de los participantes y otros factores, puede argumentar a favor del uso de algún círculo formado con anterioridad.

El círculo de negociación se selecciona de forma que respeta el principio de evaluación participativa, el sentido participativo implica que los grupos interesados seleccionen sus propios representantes de cualquier manera que consideren apropiada. Lo única restricción es que solo se envían representantes que estén dispuestos a trabajar de acuerdo con las condiciones para una dialéctica hermenéutica productiva.

El evaluador se convierte en el mediador y facilitador del círculo. Las negociaciones finalizan cuando se llega a un consenso sobre cada uno de los problemas que aún no se han resuelto. En efecto, una nueva construcción conjunta se alcanza por conceso, que reemplaza construcciones previamente desarrolladas.

Por último, en los dos últimos pasos se debe construir el caso de estudio y de ser necesario repetir el proceso.

En este tipo de evaluación, se retienen las características del evaluador fruto de las tres primeras generaciones, esto es, la de técnico, la de analista y la de juez, pero éstas deben ampliarse con destrezas para recoger e interpretar datos cualitativos (Patton, 1980).

Russell y Willinsky (1997) defienden las potencialidades del planteamiento de la cuarta generación para desarrollar formulaciones alternativas de práctica evaluadora entre los implicados, incrementando la probabilidad de que la evaluación sirva para mejorar la enseñanza escolar. Esto requiere, por parte del profesorado, el reconocimiento de otras posiciones, además de la suya, la implicación de todos desde el principio del proceso y, por otra parte, el desarrollo de aproximaciones más pragmáticas de la conceptualización de Guba y Lincoln, adaptadas a las distintas realidades escolares.

Es importante mencionar que, para la aplicación en esta investigación, se empleara una heurística con la evaluación experimental.

2.3.2 Técnica Delphi

Para llevar a cabo una evaluación constructivista como ya se mencionó, es de vital importancia que se consideren a los actores clave involucrados. Para esto se utilizará la técnica participativa Delphi, además de emplearla para la identificación de soluciones. A continuación, se presenta un resumen del capítulo 13 “La técnica Delphi” del libro Técnicas heurísticas participativas para la planeación de Sánchez, G. (2016).

La técnica Delphi es una herramienta que fue desarrollada en la Corporación Rand por Norman Dalkey y Olaf Helmer, a raíz de un proyecto sobre pronóstico militar patrocinado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de América, aunque debido a su naturaleza, puede emplearse para enfrentar problemas no necesariamente referentes al futuro. Toma su nombre de las consultas que en la antigua Grecia hacían sus habitantes al Oráculo de Delfos para conocer el destino de sus acciones.

Consiste en encuestar (consultar) a un grupo de expertos de manera iterativa y en el anonimato, con el propósito de obtener sus juicios y propuestas, buscando puntos en común y organizando las respuestas para llegar a un consenso de sus opiniones.

Las diversas versiones de la técnica normalmente no mencionan la naturaleza de los expertos. Nosotros consideramos como experto, a aquel individuo cuya

opinión tiene gran valor y utilidad para valorar intuitivamente la importancia relativa de diversos factores referentes a un determinado estudio.

La técnica se utiliza para diversos fines, destacando los siguientes:

- a. Formulación de problemas o diseño de soluciones
- b. Establecimiento de metas y prioridades.
- c. Identificación de acontecimientos y prioridades

En general su empleo es conveniente en problemas donde la evidencia no está articulada, es percibida intuitivamente y los procesos de razonamiento informal prevalecen. Asimismo, es adecuada si los expertos están dispuestos a ser consultados de manera iterativa y con posibilidades de modificar sus respuestas.

Las características que distinguen a la técnica son tres:

- a. Anonimato.
- b. Retroalimentación controlada.
- c. Respuesta estadística de grupo.

Las principales ventajas que presenta la técnica son:

- a. Es recomendable cuando existe gran incertidumbre en los datos, se encuentran dispersos o se carece de ellos.
- b. La actitud del entrevistado es de búsqueda de respuestas y no de resistencia como podría suceder en caso de reunir a los entrevistados en grupo.
- c. Por el carácter de anonimato entre los expertos, permite obtener información de personas antagónicas entre sí y evita la dominación individual por parte de algún experto.
- d. Dar un juicio por escrito obliga al experto a pensar seriamente en el problema, a ser coherente y conciso.

PROCEDIMIENTO

En el procedimiento Delphi intervienen tres grupos diferentes: los encargados de tomar decisiones, quienes en última instancia actúan con los resultados del estudio; los entrevistados, que son las personas que emiten su juicio respondiendo los cuestionarios y el tercer grupo, los que conducen el estudio

Delphi, quienes interactúan con los decisores y los entrevistados. El procedimiento se resume en las fases siguientes (ver Figura 8)

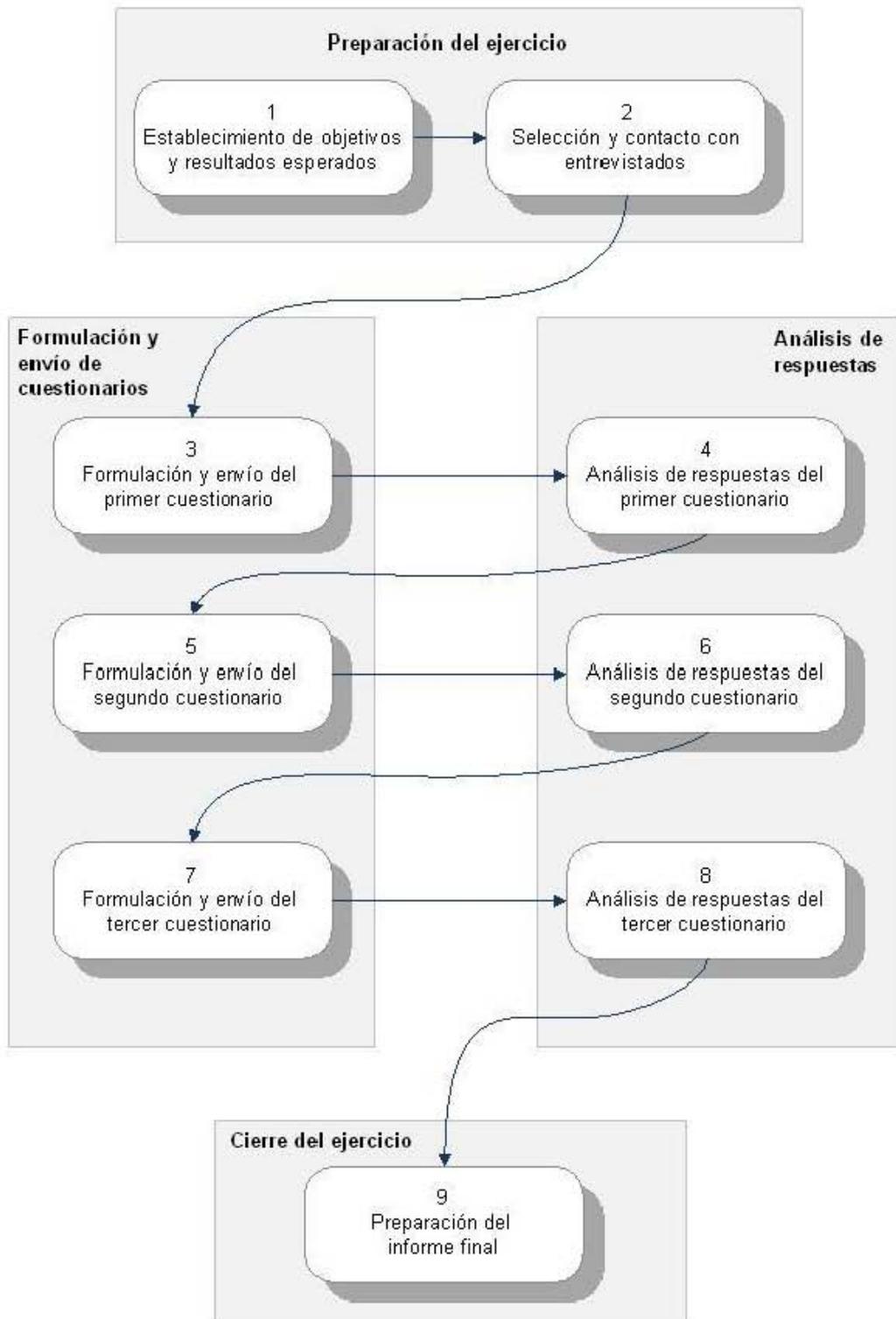


FIGURA 8 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN EJERCICIO DELPHI
Fuente: Sánchez, G. (2016).

FASES

1. Establecimiento de los objetivos y resultados esperados del estudio

El grupo conductor y los decisores dejan claro cuáles son los objetivos, la necesidad e interés del estudio, los alcances y limitaciones de la técnica y la clase de resultados que se pretende alcanzar.

Aquí es recomendable dejar explícito, las necesidades de los recursos humanos y financieras que un tiempo conservador es de 4 a 5 meses.

2. Selección y contacto con entrevistados

Una vez que los decisores y los conductores convengan las características generales de los entrevistados, se procede a seleccionarlos. Se busca que los participantes tengan un fuerte peso específico en el tema por tratar, un interés profundo del problema y conocimientos o experiencias importantes que compartir. Por otra parte, una persona que sea respetada por los entrevistados establece contacto personal o por teléfono con ellos. A cada uno le describe claramente los objetivos del estudio, las características de la técnica y sus compromisos como participante.

El número de entrevistados para lograr un grupo homogéneo es de 10 a 15 participantes; sin embargo, si participan diversos grupos de referencia, podrían integrarse muchos más. Ahora bien, cuantas más personas participen, mayor es el esfuerzo que se necesita para realizar el análisis. Varios expertos recomiendan que el número máximo de entrevistados sea de 30.

3. Formulación y envío del primer cuestionario

El equipo consultor elabora una primera versión del cuestionario basado en los objetivos, las necesidades e intereses de los decisores, así como la manera en que el entrevistado pueda responder con facilidad. Posteriormente el grupo consultor se reúne con los decisores para revisar el cuestionario.

En ocasiones los decisores varían los términos de referencia iniciales, lo que da pauta a modificar algunas preguntas. El cuestionario definitivo se obtiene después de probar y calibrar la efectividad de las preguntas mediante la realización de una prueba piloto.

Por último, el documento que envía a los entrevistados es acompañado de una carta, en la que se agradece a la persona su participación, se le explica por qué

se necesita su ayuda, cómo se analizarán los resultados del estudio y se le proporcionarán instrucciones y una fecha de respuesta.

Algunas sugerencias para este paso son:

- a) Asegurarse que ni la carta ni el cuestionario contengan errores técnicos.
- b) Apoyarse de especialistas para diseñar la presentación de los documentos: la estructura, el tipo de letra, el color, etc.
- c) Conviene enviar el cuestionario y la carta lo más pronto posible a partir de que el participante acepta ser entrevistado, la demora puede ocasionar que los entrevistados pierdan el entusiasmo.
- d) La carta no debe exceder de una página y el cuestionario tener entre 15 y 50 reactivos, ya que los entrevistados son personas ocupadas.
- e) Como el procedimiento busca la convergencia de opiniones, las preguntas deben ser semiabiertas y de ser posible cuantificables, aunque pueden incluirse algunas preguntas abiertas.
- f) Las escalas de calificación deben ser claras y pueden ser cuantitativas o cualitativas.
- g) Diseñar las preguntas de tal forma que los participantes contesten específicamente lo que se les pregunta. Para precisar el uso de términos, es recomendable hacer un listado de definiciones y enviarlo Anexo al cuestionario.
- h) Establecer un límite de tiempo para recibir la respuesta, por lo general de 2 semanas.

El envío de los cuestionarios puede hacerse mediante sobre cerrado o de manera electrónica, actualmente existen diversas maneras de hacerlo rápido y seguro. La entrevista personal resulta una opción adecuada, esto dependerá de los expertos participantes.

4. Análisis de las respuestas del primer cuestionario

El grupo consultor recibe las respuestas al primer cuestionario e informa a los decisores el rumbo del estudio. Se realiza un análisis, donde se cotejan y procesan estadísticamente los resultados. Incluye la respuesta estadística de grupo, las razones dadas para cada respuesta y su dispersión del promedio del

grupo. Se puede adicionar un despliegue de la distribución de todos los datos obtenidos, así como de estadísticas o información previa a dichos datos.

Los estadísticos que se emplean son medidas de tendencia central y dispersión media, mediana, moda, máximo, mínimo y desviación típica. El objetivo del primer cuestionario es calcular el espacio intercuartil. El rango intercuartílico es una medida de variabilidad adecuada cuando la medida de tendencia central empleada ha sido la mediana. Se define como la diferencia entre el tercer cuartil y el primer cuartil. A la mitad del rango intercuartil se le conoce como desviación cuartil. Se utiliza para elaborar los llamados “box plots”, mediante los cuales se determina la variabilidad de una variable, la ubicación de los valores extremos.

En esta etapa es importante poner atención especial a los expertos cuyas opiniones difieren significativamente de la norma, ellos pueden tener concepciones diferentes y valiosas.

5. Formulación y envío del segundo cuestionario

El diseño del segundo cuestionario se deduce a partir de las respuestas del primero. El formato para el segundo cuestionario debe facilitar la identificación y comprensión de los conceptos tomados del primer cuestionario; debe permitir que se agreguen comentarios de acuerdo, desacuerdo o aclaración; debe tener preguntas más cerradas y debe ser lo suficientemente breve para que se conteste en veinte o treinta minutos.

Al igual que el primer cuestionario se realizan pruebas piloto, las que se hacen con personas que no forman parte del equipo que participa en el estudio.

Las mismas sugerencias para asegurar una buena respuesta del primer cuestionario valen para el segundo.

El cuestionario se envía acompañado del informe realizado del análisis de las respuestas y de una carta, que debe dar a los participantes la sensación de que el estudio avanza en forma adecuada.

Cada participante recibe, como retroalimentación a sus opiniones, la carta, el informe y el segundo cuestionario. Al entrevistado se le pide que revise sus estimaciones previas con base en el informe recibido y que justifique sus puntos de vista con razonamientos precisos y con la información que los apoye. Esto es, el entrevistado es incitado a dudar o aceptar dicha información, generando nuevos argumentos o contra argumentos, mismos que expresa en el nuevo cuestionario.

6. Análisis de las respuestas del segundo cuestionario

Para este paso los comentarios son similares a los de la fase 5, sin embargo, conviene señalar algunos aspectos adicionales.

Si los consultores no obtienen las respuestas que necesitan para tomar decisiones, se debe cambiar la dirección del estudio; esto se hace elaborando preguntas más generales o en ocasiones más específicas. Si aun así persiste el problema, habrá que cambiar la estructura del cuestionario.

Cuando se tengan respuestas bien cimentadas que difieran sustancialmente de las de los demás, deberán ser enviadas a los entrevistados junto con el informe. En ocasiones esto puede conducir a una modificación sustantiva en la opinión del resto del grupo.

Hasta aquí el grupo consultor tiene bastante información clasificada y jerarquizada, lo que procede ahora es buscar más precisión en las posiciones de los entrevistados. Para ello se invita al entrevistado a emitir su voto de manera precisa y sencilla, aclarando su posición.

Con los resultados del análisis se elabora un informe, el cual se envía a los entrevistados.

7. Formulación del tercer cuestionario y envío

Para este paso los comentarios son similares a los de la fase 5.

Conviene recordar que conforme se avanza en el estudio, se debe buscar la convergencia de opiniones y al mismo tiempo conocer las diferencias individuales de juicio que aún persisten.

8. Análisis de las respuestas del tercer cuestionario

El procedimiento es similar al de la fase 6.

Se debe asegurar la claridad en la preparación de los resultados a fin de que las personas que no participaron en el estudio lo comprendan integralmente.

Es esencial que los entrevistados reciban el informe de los resultados del tercer cuestionario con el fin de alcanzar la sensación de término en el proceso Delphi.

El proceso se detendrá cuando las respuestas se aproximan al consenso o cuando la información sea suficiente, dado que se ha llegado a una síntesis

satisfactoria. Esto en términos generales ocurre a partir del análisis del tercer cuestionario.

9. Preparación del informe final

Un informe final a los decisores resume los objetivos, los criterios considerados, el número de cuestionarios y sus respuestas, los resultados finales, las conclusiones y los nombres de los participantes. El informe final puede legitimar las acciones que emprendan los encargados de tomar decisiones.

La técnica Delphi nos permite, como ya se describió, el poder realizar una técnica grupal con los involucrados sin disponer de su presencia en algún horario específico; esto permite que los que apoyarán en la actividad puedan realizar sus actividades con normalidad y en sus tiempos libres poder reflexionar sobre lo que se les solicite. Este tipo de técnica es idónea para aplicarse con profesores y alumnos de la DCB, ya que los profesores de asignatura generalmente realizan actividades después de su clase fuera de la universidad y los profesores que ocupan un cargo académico-administrativo, su disponibilidad de tiempo es muy limitada y eso prácticamente impide el realizar una técnica presencial que implique varias horas de su tiempo.

2.3.3 Técnica PROMETHEE

La técnica denominada PROMETHEE es uno de los métodos más recientes para el análisis de decisiones multicriterio, propuesto por Brans y Mareschal en 1984. Esta técnica plantea un procedimiento robusto para jerarquizar un número finito de alternativas, sometidas a una evaluación donde existen múltiples criterios que se encuentran en conflicto. Actualmente, es una de las técnicas más empleadas y su aceptación es cada vez mayor, debido a la fácil interpretación de sus parámetros y a la estabilidad de sus resultados, además de contar con software que permite, de manera ágil y amigable, la aplicación de la técnica.

Para conocer más a detalle sobre esta técnica PROMETHEE, se puede consultar (Sánchez, G. 2016). En esta investigación sólo se hará mención de los aspectos más relevantes del capítulo 18 del libro antes citado, y que son necesarios para el estudio que estamos realizando.

El procedimiento de la técnica PROMETHEE se divide en seis pasos, los cuales se ilustran en la Figura 9.

1. Definición del problema

La definición del problema, donde deberá formularse con claridad el objetivo que se desea alcanzar, definir un conjunto A de alternativas que se pretenden jerarquizar y un conjunto G que agrupa los criterios bajo los cuales las normativas serán evaluadas.

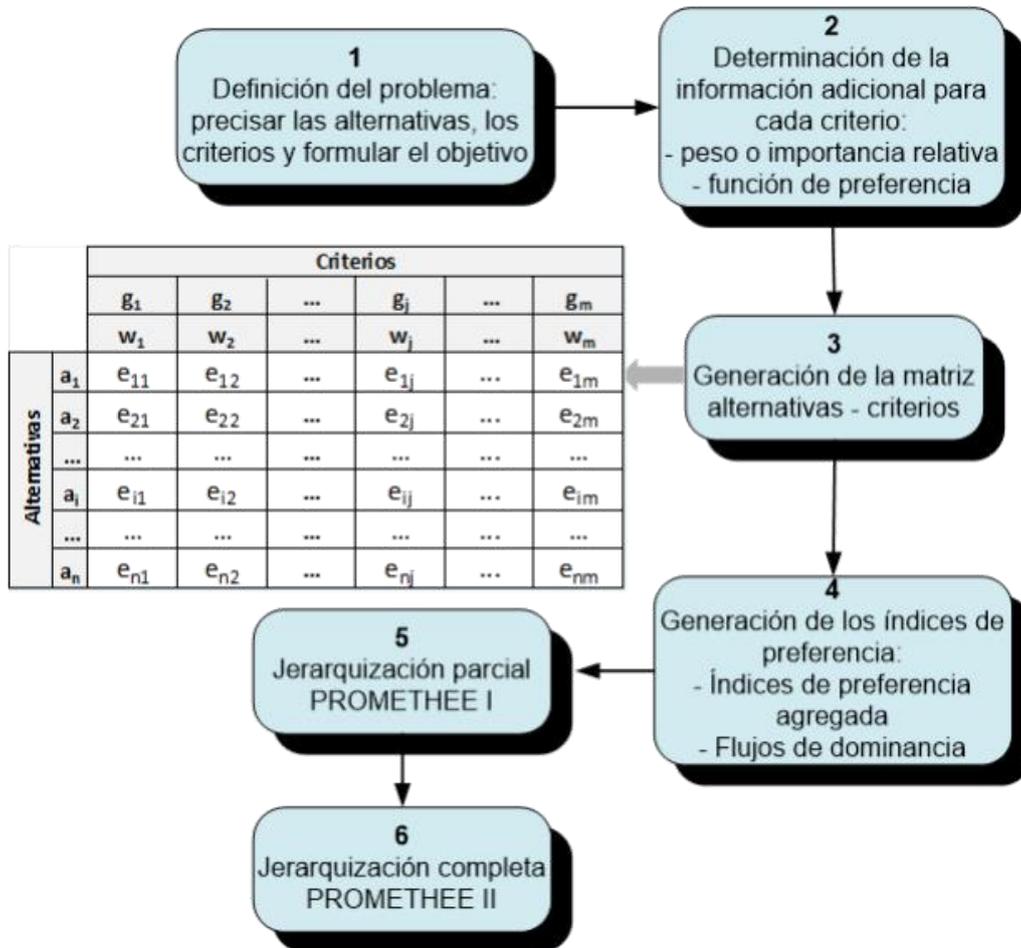


FIGURA 9 PROCEDIMIENTO DE LA TÉCNICA PROMETHEE
Fuente: Sánchez, G. (2016).

2. Determinación de la información adicional para cada criterio

Una vez que se ha definido el problema, el siguiente paso es generar información adicional requerida para cada criterio:

Información adicional para cada criterio: la información requerida entre criterios es la que nos permite determinar la importancia relativa o peso de cada uno de los criterios. Estos pesos, deben ser números positivos e independientes de las unidades de medición de los criterios.

Información dentro de cada criterio: la estructura de preferencia de PROMETHEE está basada en comparaciones de pares de alternativas evaluadas en los criterios, el tomador de decisiones asignará un peso a cada criterio de acuerdo con una función que determine el nivel de preferencia que tiene cada uno de ellos y éste puede ser, por ejemplo, entre 0 y 1.

3. Generación de la matriz de alternativas-criterios

En este paso se elabora la matriz de alternativas-criterios como la que se muestra en la Figura 9. En ella se capturan las evaluaciones hechas para cada una de las alternativas con base en los criterios establecidos. Las evaluaciones se pueden obtener mediante la realización de diversos estudios, como: encuestas, opinión de los expertos, simulaciones, etc.

Los pasos 4, 5 y 6 se refieren al manejo que hace el software utilizado con la matriz de alternativas-criterios. En nuestro estudio, se decidió aplicar el software directamente, por lo que la descripción que se hace de los pasos 4, 5 y 6 consiste únicamente en señalar los objetivos de cada uno de ellos y no el describir el manejo matemático que realiza el software correspondiente. Para conocer más acerca del procedimiento, se puede consultar la fuente (Sánchez, G. 2016).

4. Generación de la matriz de alternativas-criterios

En este paso se capturan las evaluaciones para cada una de las alternativas con base a los diversos criterios establecidos en una matriz.

5. Generación de índices de preferencia

Este paso se genera la información necesaria para establecer la jerarquización de las alternativas, los elementos requeridos son:

Índices de preferencia agregada: Estos índices nos señalan el grado en que una alternativa es preferida sobre otra, esta jerarquización se hace con todas alternativas. Se representa con π .

Flujos de dominancia: Este parámetro indica el grado en que una alternativa “a” domina o es dominada por todas las demás alternativas. Cada alternativa es comparada con las demás, definiendo dos flujos (uno positivo y uno negativo). El flujo positivo (ϕ^+) determina cómo la alternativa “a” domina al resto de las alternativas, su carácter dominante se refleja en la medida en que mayor sea el flujo positivo, es decir, se trata de una mejor la alternativa. El flujo negativo (ϕ^-) nos indica cómo las demás alternativas dominan a la alternativa “a”, entre menor sea el flujo negativo mejor es la alternativa.

6. Jerarquización parcial PROMETHEE I (Parcial)

Se analizan las intersecciones de los flujos de dominancia para obtener una primera jerarquización.

7. Jerarquización completa PROMETHEE II (Completa)

Se debe calcular el flujo neto de dominancia que es el balance entre los flujos positivos y negativos, $\phi = \phi^+ - \phi^-$, entre mayor sea el flujo neto, la alternativa es mejor. Esto nos permite eliminar la posibilidad de incomparabilidad. Cuando el flujo es positivo, significa que la alternativa “a” domina a todas las demás y cuando es negativo, indica que es dominada.

2.4 El plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería y la normatividad.

Dentro del plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería (2015-2019), se tiene el Programa 1. Formación integral de los estudiantes, en este programa se tiene el proyecto 1.2 Fortalecimiento del currículo de licenciatura, cuyo objetivo es: diversificar los medios para reforzar los planes y programas de estudio a través de la oferta de cursos, talleres, asesorías y otras estrategias diferenciadas que incrementen la tasa de retención y reduzcan los índices de reprobación y abandono escolar en los alumnos de licenciatura. El diagnóstico realizado para este proyecto es:

“En aras de reducir la tasa de reprobación y fomentar un avance más homogéneo de los grupos, la División de Ciencias Básicas (DCB) ofrece talleres de ejercicios, asesorías y conferencias clase. Durante los semestres 2014-2 y 2015-1 se registraron más de 52 mil estudiantes en 28 talleres de ejercicios y las conferencias clases contaron con la participación de 2,700 estudiantes en 25 presentaciones.

Los exámenes extraordinarios en tres etapas constituyen otra estrategia que combate el rezago escolar de los estudiantes en la DCB y ha permitido reducir el número de inscritos en condiciones especiales.

La DCB cuenta con un programa piloto de Asesoría en Línea, foro donde los estudiantes plantean dudas concretas a un asesor sobre alguna asignatura de Matemáticas, Probabilidad y Estadística, Física, Análisis Numérico, Ecuaciones Diferenciales, Cálculo, Álgebra, Álgebra Lineal y Geometría Analítica, dentro de horarios establecidos. Además, se puede entablar comunicación en tiempo real a través de un enlace streaming, en la modalidad de videoconferencia.

Otra herramienta en línea que ha servido a los estudiantes para reafirmar los conceptos de una asignatura con alta tasa de reprobación es el Laboratorio Virtual de Geometría Analítica (LVGA), puesto en operación gracias a la colaboración entre la DCB y la Dirección de Educación Continua y a Distancia (DECD).

Si bien es cierto que estas acciones significaron avances para mejorar la eficiencia escolar de los estudiantes, se requiere ampliar y diversificar las estrategias y medios para reforzar los planes de estudio vigentes. Es recomendable dar seguimiento a cada generación para detectar oportunamente las causas que afectan el rendimiento académico de los estudiantes, ampliar la oferta de cursos, talleres y asesorías presenciales y en línea, ofrecer a los alumnos recursos didácticos que les permitan reforzar y aprender los temas abordados en aulas y laboratorios.

También resulta necesario revitalizar el Programa de Alto Rendimiento Académico (PARA), con la finalidad de que los estudiantes de excelencia académica, además de potenciar sus capacidades y habilidades, se solidaricen con sus compañeros en desventaja académica mediante una participación más intensa en iniciativas como el programa de apoyo académico de estudiante a estudiante (PACE).

En este proyecto 1.2 se plantean 4 líneas de acción, una de ellas consiste en establecer estrategias remediales para disminuir el rezago o abandono escolar de los estudiantes en los planes de estudio vigentes. Mismo objetivo que tiene planeado este trabajo de investigación.

Cabe mencionar que dentro del plan de desarrollo de la División de Ciencias Básicas (2015-2019) se tiene el Programa 2. Formación integral de los estudiantes, que está alineado con el Programa 1 del Plan de Desarrollo de la Facultad de Ingeniería, en éste, se tienen dos proyectos: Proyecto 2.1 Apoyo a la formación académica del estudiantado, cuyo objetivo es proveer al estudiantado de diferentes mecanismos que le permitan tratar problemáticas personales relacionadas con el aprendizaje de cada una de las asignaturas y, el Proyecto 2.2 Disminución del rezago estudiantil, cuyo objetivo es implementar medidas remediales que permitan al estudiantado regularizar su situación académica. Estas medidas deberán contemplar tanto a los estudiantes que tienen la posibilidad de remediar su situación en el intersemestre siguiente al que reprobaron una asignatura y a aquellos que no tienen derecho a reinscripción.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

3.1 Planteamiento de la problemática

3.1.1 Estado insatisfecho

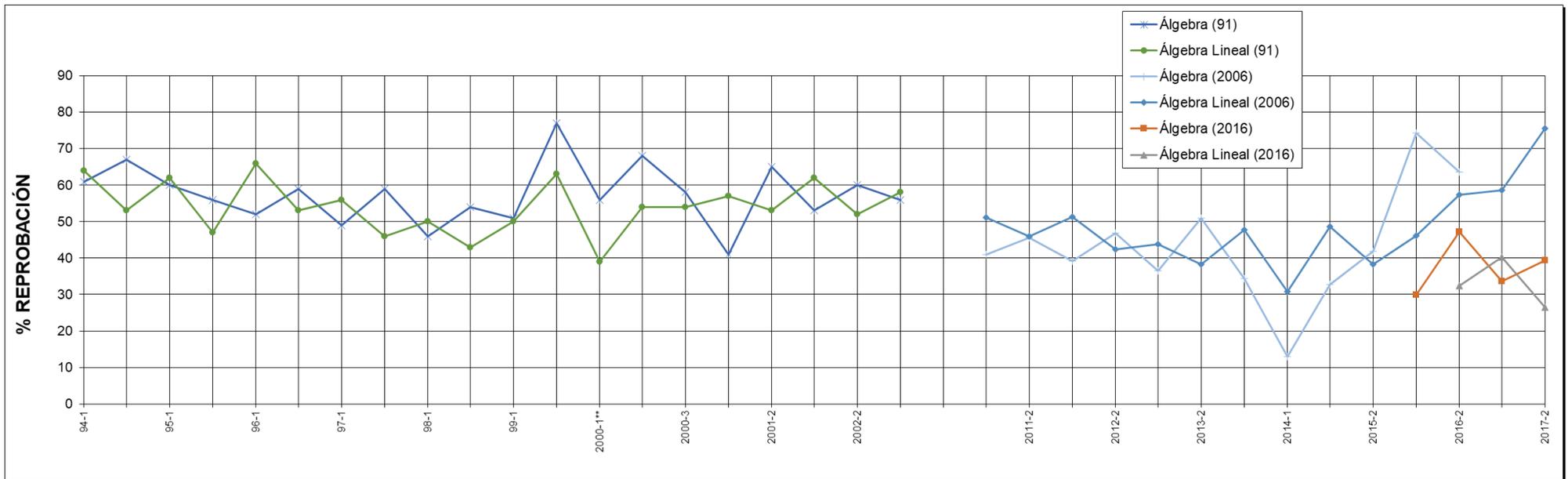
En la DCB se tiene una preocupación permanente por los altos índices de reprobación en algunas de sus asignaturas del área de matemáticas, particularmente preocupante es el caso de la materia Álgebra Lineal, que actualmente tiene una reprobación que oscila entre el 30% y el 40%.

Se han implementado diversas acciones por parte de la facultad en busca de disminuir estos índices de reprobación, mismas que han dado ciertos resultados favorables; sin embargo, éstos no han sido del todo satisfactorios. Razón por la cual, se decidió abordar esta problemática con un enfoque sistémico, con la idea de poder identificar los ¿Por qué?, enfocándonos principalmente en la relación profesor-alumno.

3.1.2 Descripción de la problemática

Tomando como referencia los datos estadísticos más recientes de los que se disponen en cuanto a índices de reprobación, semestre 2017-2; se tiene que en la asignatura Álgebra Lineal se inscribieron 2021 alumnos, de los cuales 598 no lograron acreditarla, es decir, aproximadamente el 30% la reprobó. Es importante mencionar que los índices de acreditación en la asignatura son mejores en los semestres pares que en los semestres impares, por ejemplo, en el semestre 2017-1 el índice de reprobación fue del 42%, considerando las dos asignaturas que se ofrecen para ambos planes de estudio (2006 y 2016), esto es, se tuvo un 12% más de reprobación en el semestre impar que en el semestre par.

En la Gráfica 2 se muestra el histórico de los índices de reprobación de la asignatura Álgebra Lineal. En esta gráfica se puede apreciar con toda claridad, este fenómeno de mayor reprobación en los semestres impares que en los pares. Asimismo, también se puede observar cómo han ido evolucionando los índices de reprobación de la asignatura a lo largo de los años, desde 1994 hasta 2017, pero con un faltante de datos del semestre 2003-2 al 2010-2, donde no se pudo obtener información. En esta gráfica también se puede apreciar la evolución de los índices de reprobación de la asignatura Álgebra. Los datos con los que se construyó esta gráfica, junto con información complementaria de la misma, se pueden consultar en el Anexo 5.



GRÁFICA 2 PORCENTAJES DE REPROBACIÓN DE LA ASIGNATURA DE LA ACADEMIA DE ÁLGEBRA (1994-2017)
 Fuente: Elaboración propia

Para enfrentar esta problemática, la Facultad de Ingeniería en su Plan de Desarrollo (2015-2019), como ya se citó en el capítulo anterior, incluye algunas estrategias para tratar de disminuir estos índices de reprobación. Asimismo, en el Plan de Desarrollo de la DCB, también se hace referencias a esta problemática de la reprobación.

En el informe de actividades 2016 presentado por el director de la facultad en el mes de febrero de 2017, se da cuenta de las acciones emprendidas para tratar de disminuir los índices de reprobación en las asignaturas de Ciencias Básicas en lo general y, dentro de ellas, con particular importancia, las asignaturas del área de matemáticas, siendo Álgebra Lineal la que actualmente más preocupa. Algunas de estas acciones vienen operando desde administraciones anteriores desde hace muchos años, como es el caso de las asesorías, los talleres de ejercicios, las tutorías, etc., y algunas acciones de reciente creación, como son los cursos para exámenes extraordinarios, los exámenes extraordinarios con taller de preparación, etc. En la Figura 10 se muestran las acciones con las cuales se busca aumentar las oportunidades de los estudiantes en mejorar su aprovechamiento y su avance escolar.

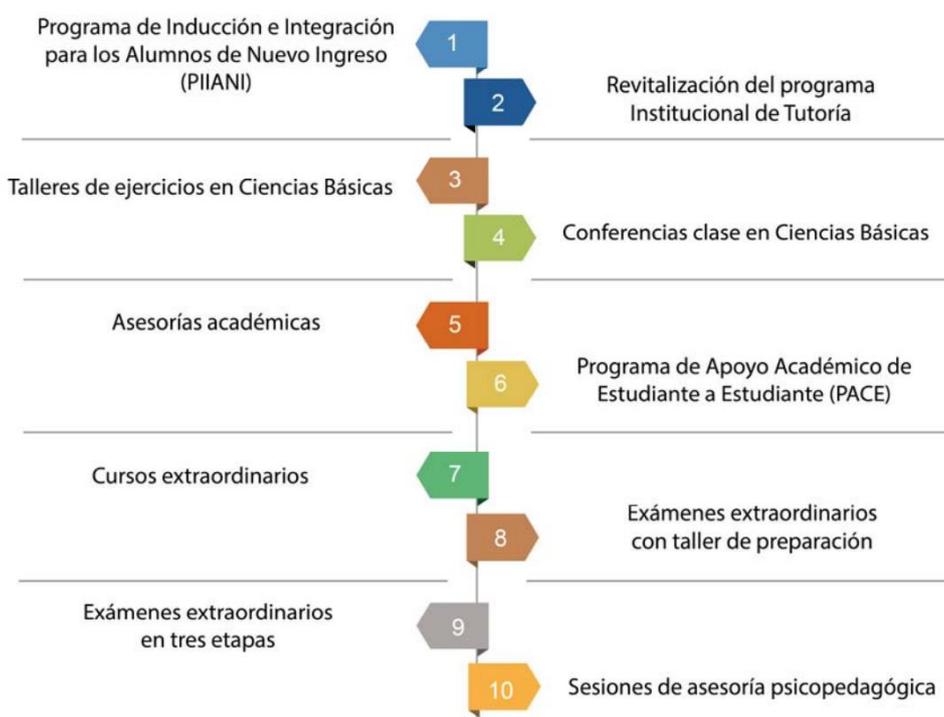


FIGURA 10 ACCIONES PARA APOYAR EL APROVECHAMIENTO DE LOS ALUMNOS 2016
Fuente: Segundo informe de actividades 2016 P.p. 11

En la Facultad de Ingeniería, semestre con semestre, se aplica a los alumnos una encuesta en cada una de las asignaturas que cursa, cuya finalidad es conocer la opinión del estudiante sobre el desempeño docente de su profesor y del suyo propio (el alumno en esta encuesta se hace una autoevaluación). Los resultados de estas encuestas se dan a los profesores en las primeras semanas del semestre siguiente. Como en estas encuestas se tienen grupos de preguntas que evalúan rubros específicos, como las habilidades didácticas del docente, sus conocimientos sobre la materia que imparte, aspectos de motivación, cuestiones de evaluación y de responsabilidad, entonces parte de estos resultados son entregados al profesor agrupados en 6 categorías, 4 de ellas se refieren al desempeño del maestro y 2 al desempeño del estudiante. Cada categoría tiene cierto peso específico en la calificación global que obtiene el profesor, así como también las dos categorías del rubro de alumnos tienen su ponderación.

En la Tabla 19 se muestra, a manera de ejemplo, cómo es que son entregados los resultados a los profesores por categoría. En la tabla también se pueden apreciar las diferentes categorías, la ponderación que se da a cada una de ellas (columna de extrema derecha) y el puntaje obtenido por el profesor en cada categoría. Es importante señalar que los resultados que se entregan a cada profesor también incluyen las calificaciones obtenidas por el académico en cada pregunta y, sirviendo como punto de referencia, éstas son acompañadas por la calificación máxima que se obtuvo en la pregunta, así como la mínima y el promedio en todos los grupos.

Actor	Categorías	2016-2	2017-1	2017-2	Max
Profesor	Aprendizaje	34.0	35.0	34.9	38
	Motivación	26.4	28.0	27.7	32
	Evaluación	15.0	15.8	15.7	18
	Responsabilidad	11.2	11.1	11.3	12
Alumno	Desempeño del alumno	49.7	50.4	51.1	72
	Responsabilidad del alumno	24.6	23.7	24.6	28

TABLA 19 PROMEDIO GENERAL POR CATEGORÍA DE LA ENCUESTA EN LA FI
Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: Los datos con los que se elaboró esta tabla e información complementaria se ubican en el Anexo 6.

Analizando los datos de la tabla, se puede apreciar que, en lo general los alumnos califican bien a sus profesores y son un tanto más severos o exigentes con ellos mismos. En lo que se refiere a las categorías del profesor, se puede apreciar que los rubros de menor calificación son los de motivación y evaluación, alcanzando un porcentaje de aprobación de casi el 80%, en tanto que los otros

dos rubros alcanzan un porcentaje del 90%. Por lo que toca a los rubros del alumno, él se califica con un 70% en la categoría de desempeño y con un 86% en responsabilidad. Como una conclusión de este análisis, podemos señalar que el alumno reconoce, en cierta medida, que su desempeño no es del todo adecuado, pero también nos deja entrever que la motivación que logran los profesores en ellos para estudiar la asignatura y la forma en que son evaluados podrían ser mejorados.

En la Tabla 20 se muestra el promedio general alcanzado en la facultad, en cada una de las preguntas incluidas en el cuestionario de evaluación, de los tres semestres más recientes de los que se tiene información. De las 30 preguntas que conforman el cuestionario, las primeras 20 corresponden al desempeño del profesor, de la pregunta 21 a la 29 al desempeño del alumno (autoevaluación) y la pregunta 30, es una pregunta adicional que hace referencia al cumplimiento del programa de la asignatura.

Como ya se señaló, las preguntas con calificación más bajas se observan en la sección que evalúan el desempeño del alumno, por ejemplo, en la pregunta 23 (Para esta asignatura, estudio por mi cuenta a la semana), el promedio de los tres semestres es 34.5 puntos, que corresponde al promedio más bajo de todas las preguntas de la encuesta. Este promedio nos deja ver claramente que, el alumno reconoce que no le está dedicando tiempo suficiente al estudio de la asignatura, esto, evidentemente es un factor que influye en la reprobación de Álgebra Lineal. Por lo que toca al sector de preguntas sobre el desempeño del profesor, el promedio más bajo es 79.5 puntos que corresponde a la pregunta 3 (Las clases se desarrollan de manera), de nueva cuenta se refuerza el hecho de que la motivación que logran los profesores en los alumnos para estudiar la asignatura es el aspecto más señalado.

Pregunta	2016-2	2017-1	2017-2	Promedio
1	87.3	91.0	90.9	89.7
2	84.6	90.6	88.1	87.8
3	76.9	80.5	81.1	79.5
4	81.4	88.9	87.2	85.8
5	91.0	93.4	93.3	92.6
6	81.2	85.2	84.9	83.8
7	85.8	89.0	87.9	87.6
8	92.2	95.8	94.2	94.1
9	91.3	93.6	94.0	93.0
10	85.9	89.7	88.5	88.0
11	92.8	92.3	94.8	93.3
12	82.5	87.2	86.3	85.3
13	87.0	90.8	90.2	89.3
14	95.2	94.9	94.4	94.8
15	81.5	87.2	86.4	85.0
16	93.0	90.2	93.1	92.1
17	89.2	93.6	91.5	91.4
18	85.6	89.6	88.2	87.8
19	77.4	85.2	83.2	81.9
20	97.0	98.0	97.9	97.6
21	82.4	78.8	83.9	81.7
22	93.8	91.0	92.2	92.3
23	36.0	34.2	33.4	34.5
24	58.6	61.5	61.3	60.5
25	71.7	73.3	74.3	73.1
26	67.2	69.4	69.7	68.8
27	81.0	76.0	80.9	79.3
28	70.5	72.2	72.2	71.6
29	93.5	80.0	93.2	88.9
30	100.0	91.8	93.1	95.0

TABLA 20 PROMEDIO GENERAL POR PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN LA FI
Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los datos con los que se elaboró esta tabla e información complementaria se ubican en el Anexo 6.

Se realizaron entrevistas a profesores que imparten la asignatura de Álgebra Lineal, con la intención de conocer sus puntos de vista y su percepción en general acerca de la problemática de la reprobación, los señalamientos con mayor incidencia fueron:

- Una buena actitud de los alumnos resulta muy importante para su aprendizaje de la asignatura.
- Falta de información, de alumnos y profesores, de la importancia que tiene el Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería.

- Si no se tienen los conocimientos de Álgebra, difícilmente podrán entenderse los nuevos conocimientos de Álgebra Lineal. La deficiencia de conocimientos de antecedentes en general se convierte en un verdadero obstáculo en el aprendizaje de la asignatura.
- Mala organización de su tiempo por parte de los alumnos.
- Algunos profesores no dominan los temas de la asignatura y a los alumnos les cuesta entender las explicaciones de los profesores.

3.1.3 Resultados esperados

Los resultados esperados con este estudio es poder identificar los factores más significativos en la relación profesor-alumno que inciden en la reprobación de Álgebra Lineal, con el fin de poder trabajar en torno a ellos y, en la medida de lo posible, mejorar la forma en que se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje para que los alumnos logren un aprendizaje significativo y, como consecuencia lógica del buen aprendizaje, se incremente la acreditación y con ello se disminuyan los índices de reprobación en la asignatura.

3.2 Investigación de lo real

3.2.1 Elaboración del modelo conceptual

Con la intención de llegar a la Definición Raíz y siguiendo la metodología planteada por Checkland (1981), se construyó el CATWOE (palabra nemotécnica que identifica elementos esenciales), el cual se presenta a continuación:

Consideraciones	Elementos
El dueño del sistema (O)	1) DCB, Facultad de Ingeniería. 2) Autoridades académicas.
Actores (A)	Profesores carrera y de asignatura.
Transformación (T)	Proceso enseñanza-aprendizaje.
Cliente (C)	Alumnos.
Medio ambiente y restricciones del supra sistema (E)	1) Horarios de clase determinados. 2) Programa de la asignatura 3) Los salones donde se imparten las clases. 4) Las presiones de SEP, CONACYT, CACEI, etc.
“Weltanschauung” o visión del mundo (W)	1) Formar a los alumnos para tengan un aprendizaje significativo del Álgebra Lineal, y con ello acrediten la asignatura.

Posterior a la identificación del CATWOE, se realizó un análisis de sus relaciones, como se muestra en la siguiente tabla:

Propiedad del sistema formal	Características relevantes de la definición raíz
Propósito o misión	El propósito del sistema es, mediante el proceso enseñanza-aprendizaje, lograr que los alumnos adquieran los conocimientos de la asignatura Álgebra Lineal, con el fin de que éstos puedan acreditarlas.
Componentes y conectividad	Las autoridades académicas seleccionan y capacitan a los profesores. Éstos, transmiten los conocimientos necesarios a los alumnos para que acrediten las asignaturas.
Medio Ambiente de suprasistemas	Las clases se imparten de manera presencial en la División de Ciencias Básicas en donde los alumnos se inscriben y asisten puntualmente a las clases al igual que los profesores.
Recursos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Material didáctico disponible (físicos o digitales). 2) Salones para impartir las clases. 3) Material de la academia. 4) Diversas actividades complementarias como talleres o asesorías.
Proceso de toma de decisiones	<p>Jerárquicamente se tienen, en orden descendente, la siguiente cadena de mandos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Jefe de la división. 2) Coordinador de matemáticas. 3) Jefe del departamento de matemáticas. 4) Jefe de academias de álgebra. 5) Jefe de sección académica de Álgebra Lineal.
Continuidad	Este sistema lleva operando por más de 50 años y se espera que lo siga haciendo de manera indefinida.

Con esto se llegó a plantear la siguiente definición raíz:

Definición raíz: Es un sistema conformado por tres actores principales: la institución, el profesor y el alumno, estos tres interactúan de la siguiente forma: las autoridades académicas como representantes de la institución, seleccionan a los profesores y asignan los salones en donde los otros dos actores llevan a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje. Se transmiten de manera clara,

respetuosa y motivadora los conocimientos de la asignatura Álgebra Lineal a los alumnos, quienes con todo interés prestan la debida atención.

Tanto el alumno como el profesor asisten puntualmente a clase, los estudiantes entregan las tareas y trabajos que el profesor deja una clase antes, que, con ayuda de las asesorías y estudio por su propia cuenta en casa, logran realizar. El maestro siempre lleva preparada su clase y mantiene una adecuada comunicación con sus alumnos en forma directa y haciendo uso de las TIC, de tal forma que inspira confianza para que se le pregunte o se participe en la clase. El aprendizaje de los alumnos es evaluado por el profesor mediante procedimientos justos, claros y con exámenes del nivel apropiado, de acuerdo con lo esperado y consistente con el programa de la asignatura.

Con base en la definición raíz y los elementos en ella, se construyó la "Figura Rica", la cual nos permite, en forma gráfica, familiarizarnos con la complejidad de la situación problemática. En la Figura 11 se muestra la figura rica a la que se llegó con esta problemática. Es importante mencionar que en el actor que denominamos institución, engloba a diversos actores, que son:

Autoridades: Encargados de coordinar todas las actividades académicas y administrativas dentro de la Facultad de Ingeniería.

Tutores: Encargado de guiar, orientar y brindar un acompañamiento a los alumnos a lo largo de su carrera, aconsejándolos y brindando todo su apoyo.

Asesores: Encargados de llevar a cabo las sesiones de asesorías, realizadas en la biblioteca, en las cuales los alumnos acuden para clarificar sus dudas específicas, con relación a las asignaturas de la DCB.

Asesores psicopedagógicos: Encargado de brindar apoyo a alumnos que tienen algún tipo de problema relacionando con su bienestar emocional o con su situación escolar.

Profesor del taller de ejercicios: Encargado de llevar a cabo las sesiones del taller de ejercicios, cuyo propósito principal es el reforzar los conceptos vistos en clase por medio de la realización de ejercicios y coadyuvar en el desarrollo de los alumnos en la capacidad de resolver problemas.

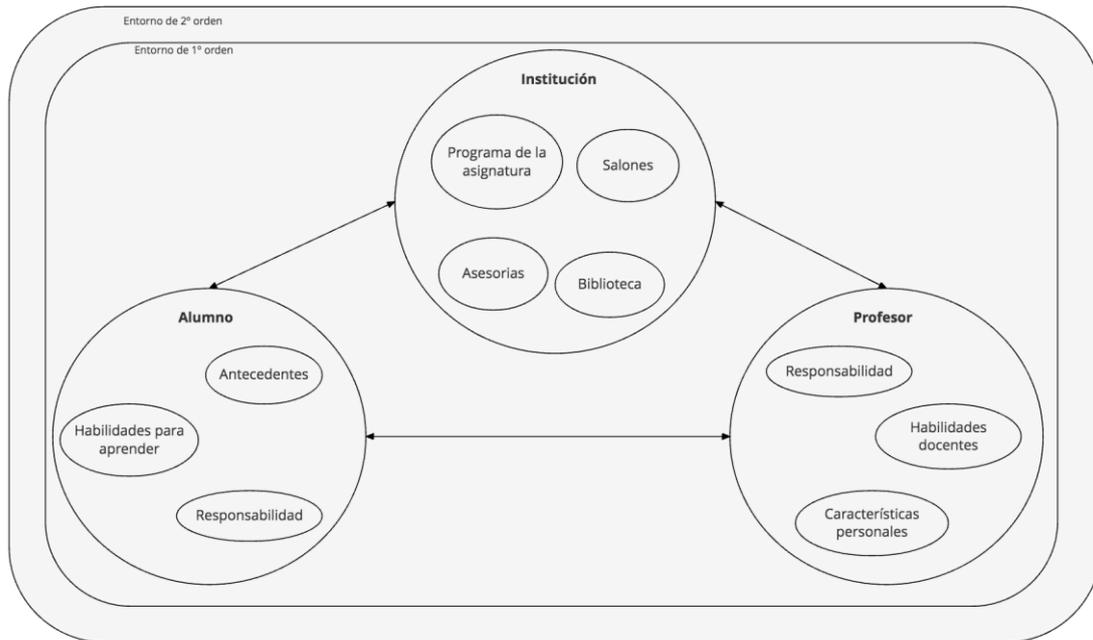
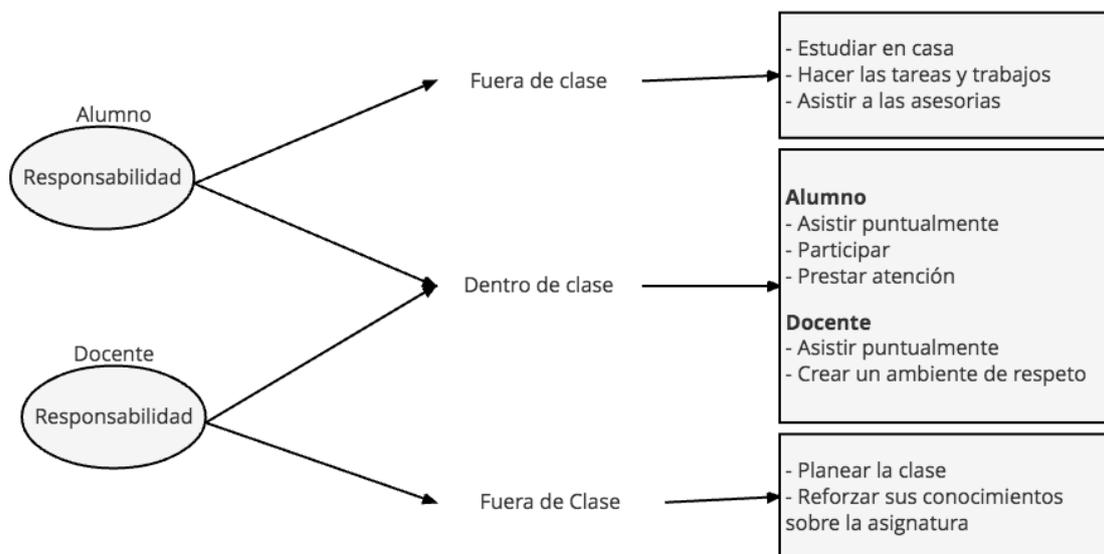
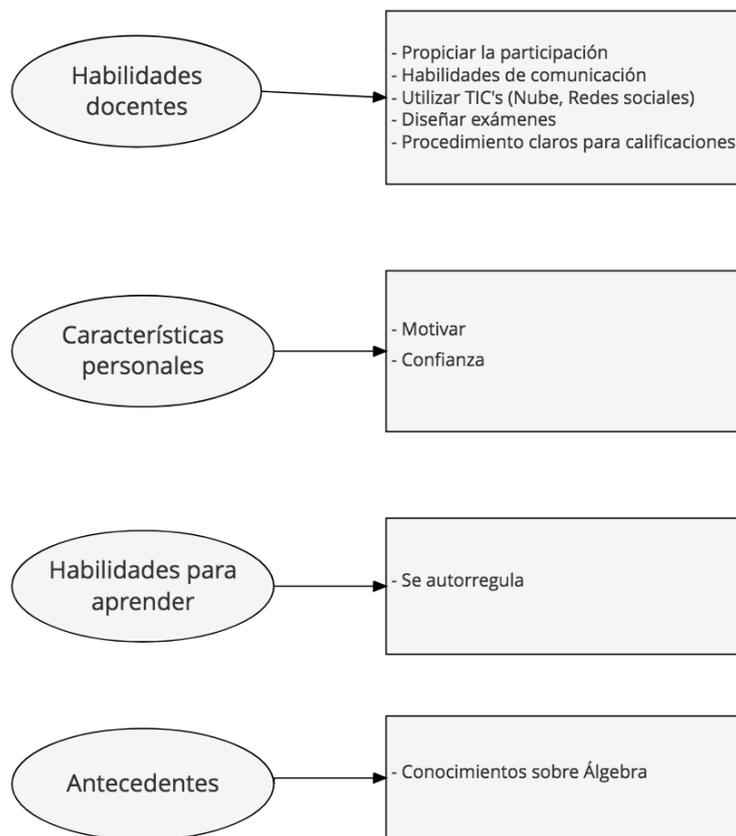


FIGURA 11 FIGURA RICA DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ÁLGEBRA LINEAL
 Fuente: Elaboración propia

En la figura rica se consideraron los tres principales actores: Institución, alumnos y profesores. Cada uno de ellos agrupa cierto número de óvalos que representan categorías, en las cuales se agrupan verbos o funciones, o bien, usando los términos que emplea Checkland, categorías con una aglomeración de verbos o funciones que debe desempeñar cada actor, para cumplir con el propósito del sistema de una manera eficiente. A continuación, se hace una descripción más detallada de este enfoque.





Partiendo del análisis que se hizo de la metodología de sistemas suaves de Checkland para estructurar la problemática, se construyó el esquema conceptual que se muestra en la Figura 12.

Este esquema está construido de la siguiente manera: en el centro, con óvalos de color azul, se encuentran los tres principales actores del sistema; la institución, los alumnos y los profesores. Éstos se encuentran interconectados con flechas bidireccionales debido a la interacción que se da entre ellos y a su estrecha relación. Recordemos que esta investigación está enfocada al estudio de los factores, en la relación profesor-alumno, de mayor impacto en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal, pero resulta de la mayor importancia el poder identificar y conceptualizar los elementos más significativos que intervienen directamente en esta relación.

La institución, como uno de los actores principales, es considerada como relación de primer nivel y está ligada directamente con los actores de segundo nivel, las asesorías, los salones, la biblioteca y el programa de la asignatura.

Los otros dos actores principales, los alumnos y los profesores, están asociados a actores de segundo nivel, identificados con óvalos de color azul claro. Los alumnos están conectados con: antecedentes, habilidades para aprender y

responsabilidad del alumno; los profesores a su vez están asociados directamente con: habilidades docentes, características personales y responsabilidad del profesor. Los actores principales, los de segundo y tercer nivel, se determinaron mediante una lluvia de ideas realizada con profesores, la cual puede ser consultada en el Anexo 1. En esta lluvia de ideas, se les pidió a los profesores participantes, identificar los factores más importantes con los cuales el proceso enseñanza-aprendizaje se puede llevar de manera efectiva; estos factores se agruparon en categorías y se les dio un nombre representativo de acuerdo con los elementos que agrupa. Lo anterior teniendo presente que el enfoque adoptado es la teoría del aprendizaje constructivista.

Por último, los factores que se muestran en óvalos color blanco están asociados con las categorías a las que pertenecen mediante flechas que los conectan. De todos los factores identificados por los profesores que participaron en la lluvia de ideas, se seleccionaron los más relevantes y se realizó un estudio de ellos. Como se citó anteriormente, estos factores están asociados con flechas, donde el punto de partida de la flecha es considerado como la variable independiente y la punta de ella, nos indica lo que consideramos como variable dependiente, por ejemplo, cuando el profesor inspira confianza en sus alumnos, genera un buen ambiente de comunicación, lo que provoca que los alumnos se sientan con toda la confianza de participar en la clase. Todas estas relaciones se explican con detalle en el Anexo 1, donde también se incluye el diseño de la entrevista y la encuesta.

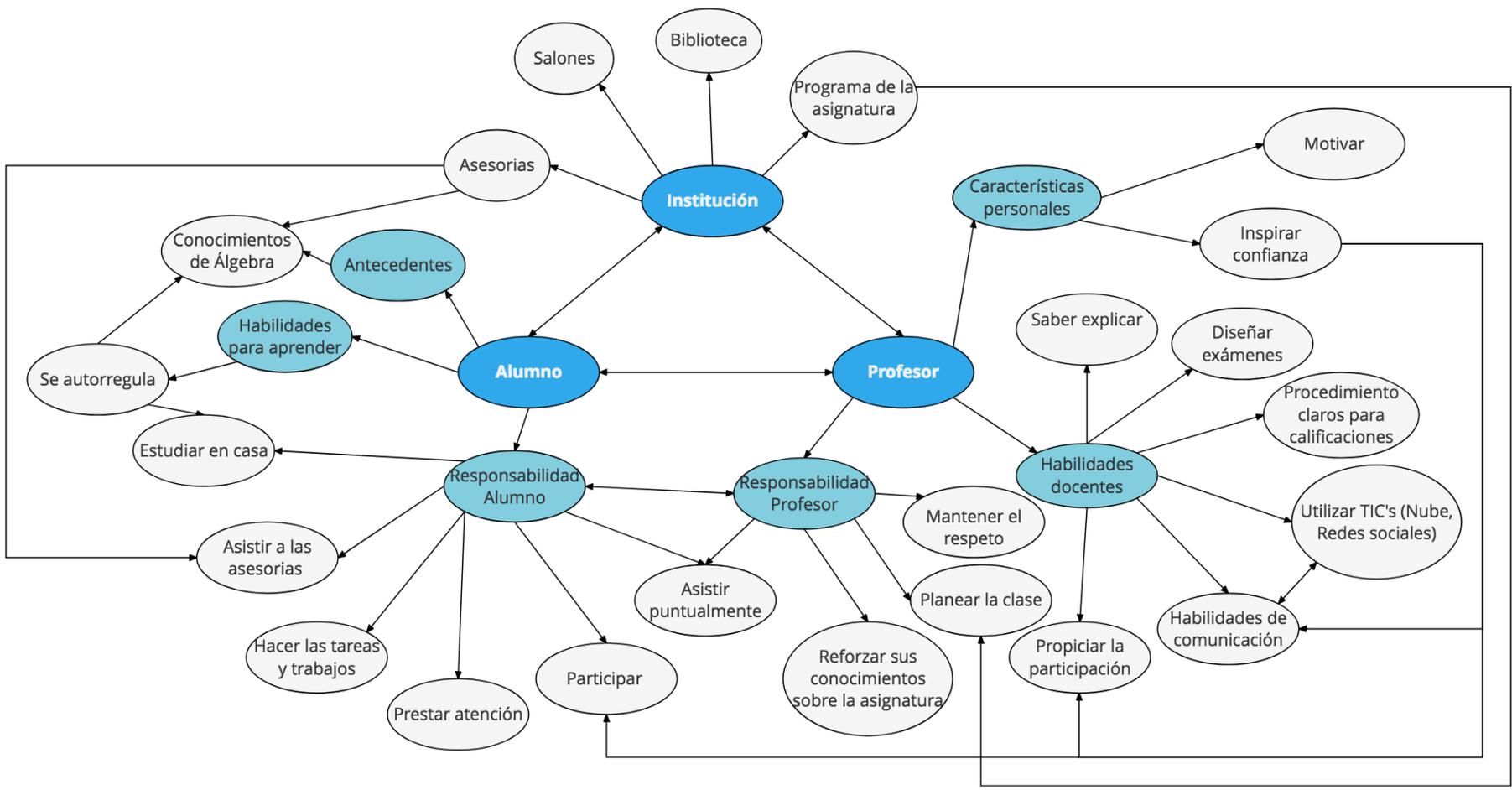


FIGURA 12 ESQUEMA CONCEPTUAL SOBRE LOS FACTORES QUE INDICEN EN LA REPROBACIÓN DE ÁLGEBRA LINEAL
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2.2 INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL

Para conocer el estado actual se tomaron en cuenta la percepción y los puntos de vista de profesores y alumnos. Para ello se llevó a cabo una entrevista con algunos profesores que imparten la asignatura Álgebra Lineal y, en el caso de los alumnos, se realizó una encuesta. El procedimiento de cómo se desarrolló la entrevista con los profesores y cómo se diseñó la encuesta de alumnos, se pueden consultar en el Anexo 1.

Para realizar esta investigación del estado actual, se consideró la generación 2017. A los alumnos de esta generación, les correspondía cursar la asignatura Álgebra Lineal en el semestre 2017-2, que correspondía a su segundo semestre. En el semestre 2018-1, se aplicó la encuesta de alumnos en grupos de Cálculo Vectorial, tanto del turno matutino como del vespertino. La razón de haber aplicado la encuesta en esta asignatura es que la gran mayoría de los alumnos inscritos en ella, habrían cursado, por lo menos una vez, la asignatura Álgebra Lineal; además de que los profesores con quienes la cursaron son, en cierto modo aleatorio y esto nos garantiza que la muestra de alumnos encuestados no tenga un sesgo que pueda distorsionar los resultados.

En el Anexo 3 se puede consultar el método utilizado para el cálculo de la muestra, tanto de alumnos como de profesores. Con este cálculo se determinó que una muestra significativa de alumnos debía ser de 191; en este mismo Anexo se hace referencia a los grupos de Cálculo Vectorial donde se aplicó dicha encuesta. Se agregan también los nombres de los profesores que amablemente accedieron a participar y apoyar este estudio. Fueron 15 los profesores encuestados, siete más de lo que indicó el cálculo de la muestra, lo cual le da mayor solidez al estudio.

Para el análisis de las encuestas se desarrollaron indicadores para cada categoría. En el caso de los profesores se eligió un método de jerarquización, donde el docente debía seleccionar 7 de los 19 factores, que fueron identificados como las causas de mayor relevancia, en la problemática de la reprobación en la asignatura Álgebra Lineal. Una vez que cada profesor seleccionó los 7 factores, se le solicitó que los ordenara según su importancia, asignándole el número 7 al más importante y 1 al de menor importancia, ver Anexo 1. Los factores que lograron la puntuación más alta resultan ser los de mayor interés, pues, en primera instancia, es donde podría ubicarse el origen de la problemática. Asimismo, estos factores nos facilitaron la definición del estado actual de la problemática.

Las encuestas y entrevistas realizadas a alumnos y profesores fueron analizadas siguiendo diferentes métodos estadísticos y con el uso de la rutina en R. Esta

rutina en R es un método que permitió organizar, resumir e interpretar de manera rápida y eficiente los datos obtenidos en las encuestas aplicadas. Los detalles de los métodos de análisis y de la rutina en R, pueden ser consultados en los Anexos 3 y 4, respectivamente.

Del análisis de las encuestas aplicada a los 191 alumnos, se obtuvieron los siguientes resultados en los indicadores: (El detalle de cómo se elaboraron los indicadores por categoría, puede ser consultado en el Anexo 1).

Indicadores de los alumnos:

- En el indicador del nivel de antecedentes (**NA**) de los alumnos, se obtuvo 6.17, si consideramos que:

Si $\mathbf{NA} \geq 8$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $5 \leq \mathbf{NA} < 8$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NA} < 5$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo, en cuanto al nivel de antecedentes de los alumnos en Álgebra, se encuentra en color amarillo, lo cual significa que, a juicio de los alumnos, dichos conocimientos son apenas suficientes para cursar Álgebra Lineal. Es importante resaltar el hecho que 6.17 está más cercano al límite inferior del intervalo, lo que implica que los alumnos mismos están reconociendo que su preparación en Álgebra tiende a ser un tanto deficiente.

- En cuanto al indicador de nivel responsabilidad del alumno (**NRA**), se obtuvo 6.28 y considerando:

Si $\mathbf{NRA} \geq 9$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $6 \leq \mathbf{NRA} < 9$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NRA} < 6$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo se ubica en color amarillo, de igual forma, la puntuación obtenida se encuentra más cercana al límite inferior del intervalo, lo cual no deja de ser preocupante.

- Por lo que toca al indicador de habilidades para aprender (**NHA**), se obtuvo 4.98 y considerando:

Si $\mathbf{NHA} \geq 9$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $6 \leq \mathbf{NHA} < 9$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NHA} < 6$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo se encuentra en color rojo, resultado que es alarmante y preocupante, pues los alumnos están reconociendo que no cuentan con las habilidades necesarias para aprender.

Indicadores de los profesores:

- En el indicador del nivel de habilidades docentes (**NHD**), se obtuvo 7.83 y considerando:

Si $\mathbf{NHD} \geq 9$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $7 \leq \mathbf{NHD} < 9$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NHD} < 7$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo se encuentra en color amarillo, lo que indica que las habilidades docentes de los profesores son bien valoradas por los alumnos.

- En el indicador del nivel de características personales (**NCP**), se obtuvo 8.57 y considerando:

Si $\mathbf{NCP} \geq 7$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $6 \leq \mathbf{NCP} < 7$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NCP} < 6$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo se encuentra en color verde, lo que indica que los alumnos reconocen buenas características personales en sus profesores.

- En el indicador del nivel de responsabilidades del profesor (**NRP**), se obtuvo 9.36 y considerando:

Si $\mathbf{NRP} \geq 7$, entonces se tiene semáforo en color verde.
Si $6 \leq \mathbf{NRP} < 7$, entonces se tiene semáforo en color amarillo.
Si $\mathbf{NRP} < 6$, entonces se tiene semáforo en color rojo.

Entonces el semáforo se encuentra en color verde, lo que indica que la responsabilidad de los profesores es excelente y favorece el proceso enseñanza-aprendizaje.

De la encuesta aplicada a los estudiantes se puede observar que, de los tres indicadores de alumnos, se tienen dos en amarillo y uno en rojo, siendo el indicador con la peor calificación el de la habilidad para aprender; resulta interesante el hecho de que los alumnos están reconociendo que en ellos recae parte de la problemática de la reprobación. Por otro lado, en los indicadores de los profesores, se obtuvo un semáforo en amarillo y dos en verde, esto indica que, bajo la óptica de los alumnos, en general, los profesores desempeñan un buen papel como docentes. El indicador de habilidades docentes fue el que obtuvo el semáforo en amarillo.

Haciendo un análisis más a detalle del indicador de alumnos con semáforo en rojo, el que corresponde a las habilidades para aprender, se tiene que este indicador está integrado por las preguntas: 3, 5 y 10 de la encuesta, que corresponden a: 3) El número de horas que el alumno estudia por su cuenta la asignatura, cuya calificación fue de 57.4; 5) La asistencia de los alumnos al servicio de asesorías, con calificación de 34.4 y 10) La participación del alumno en clase, cuya calificación fue de 57.8. Se observa que las tres preguntas que integran este indicador obtuvieron calificación menor a 6, es decir, calificación reprobatoria. La calificación de 34.4, correspondiente al uso del servicio de asesoría, es clara evidencia de que los alumnos no están aprovechando este recurso. De las 21 preguntas que conforman la encuesta, las 3 de este indicador están dentro de las 4 con más baja calificación de toda la encuesta, lo cual explica el porqué del color rojo en el semáforo. De estas 4 preguntas peor calificadas, una de ellas corresponde al rubro de los profesores y se trata de la pregunta 19) que se refiere al uso de las TIC's, cuya calificación fue de 48.7.

Por lo que toca a la percepción de los profesores sobre la problemática actual, de los 15 que fueron entrevistados, se construyó la Tabla 3 que concentra sus puntos de vista sobre los 19 factores estudiados (ver Anexo 1). El objetivo de esta entrevista fue recabar su opinión sobre las causas de los altos índices de reprobación en la asignatura Álgebra Lineal. Se les solicitó que, de los 19 factores, seleccionaran los 7 que a su juicio fueran los de mayor impacto en el fenómeno de la reprobación y los ordenaran de acuerdo con su importancia, valorándolos en una escala del 1 al 7, donde 1 es poco significativo y 7 muy significativo. Es importante resaltar el hecho que a los profesores se les hizo hincapié de que no se trataba de una autoevaluación, sino de recabar su apreciación, acerca de las causas de la problemática de la reprobación.

En la siguiente Tabla 3, se muestran en la columna derecha, el total de puntos obtenidos en cada uno de los 19 factores.

Factores	Total
Alumnos	
Los conocimientos que tiene de Álgebra son insuficientes.	58
El poco tiempo de estudio en casa.	48
Incumplir con las tareas y los trabajos.	26
Poca asistencia a las asesorías para aclarar sus dudas.	2
Inasistencia a las clases.	21
Poco interés en participar en clase.	10
Poco interés por su aprendizaje.	37
Profesores	
Propicia poca participación de los alumnos.	11
Inadecuada comunicación con los alumnos.	21
El poco uso o el abuso de las TIC's por ej.: Dropbox, Facebook, etc.	14
El alto grado de dificultad de los exámenes.	11
Poca claridad en la evaluación.	5
Inspira poca confianza en los alumnos.	18
Inasistencia a clases.	0
El profesor no muestra a los alumnos la importancia de la asignatura.	13
La explicación de los temas no es clara.	46
La falta de un ambiente de respeto.	1
Las clases improvisadas que carecen de una planeación.	33
Poco dominio de los temas de la asignatura.	45

TABLA 3 RESULTADOS DE ENTREVISTAS A PROFESORES
Fuente: *Elaboración propia*

De los 7 factores correspondientes a alumnos, tres de ellos sobresalen por la puntuación que alcanzaron:

- Los conocimientos que tiene de Álgebra son insuficientes.
- El poco tiempo de estudio en casa.
- Poco interés por su aprendizaje.

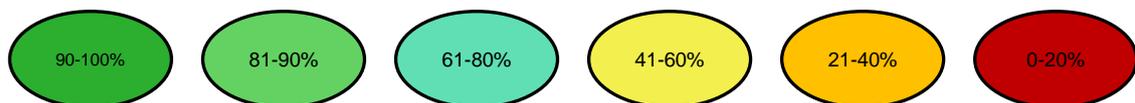
En cuanto a los factores que corresponden a los profesores, de los 12 sobresalen tres de ellos:

- La explicación de los temas no es clara.
- Poco dominio de los temas de la asignatura.
- Las clases improvisadas que carecen de una planeación.

De acuerdo con la percepción de los profesores, los conocimientos de Álgebra con que ingresan los alumnos a Álgebra Lineal son insuficientes, no dedican el tiempo suficiente para estudiar por su cuenta la asignatura y muestran poco interés en su aprendizaje. Por lo que toca a su propia responsabilidad, los profesores señalan que, una buena parte de los docentes que imparte la asignatura, no tienen buen dominio de los temas, lo cual provoca que la explicación de éstos no sea del todo clara y si a esto le sumamos que no se hace una buena preparación de la clase, entonces los resultados en el aprendizaje de la asignatura son deficientes, provocando con ello altos índices de reprobación.

En la Figura 13 se muestra un esquema conceptual que describe el estado actual de la problemática estudiada. Dicho esquema fue construido con base en los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a profesores y alumnos, es decir, este esquema describe el estado actual del problema de la reprobación en Álgebra Lineal, desde el punto de vista de profesores y alumnos. Para mayor detalle de la información utilizada, revisar Tabla 3 y la Tabla 14 del Anexo 2.

En la elaboración de este diagrama, a cada uno de los factores identificados, se le dio cierta ponderación de acuerdo con su cumplimiento o incumplimiento, según se muestra en la siguiente escala:



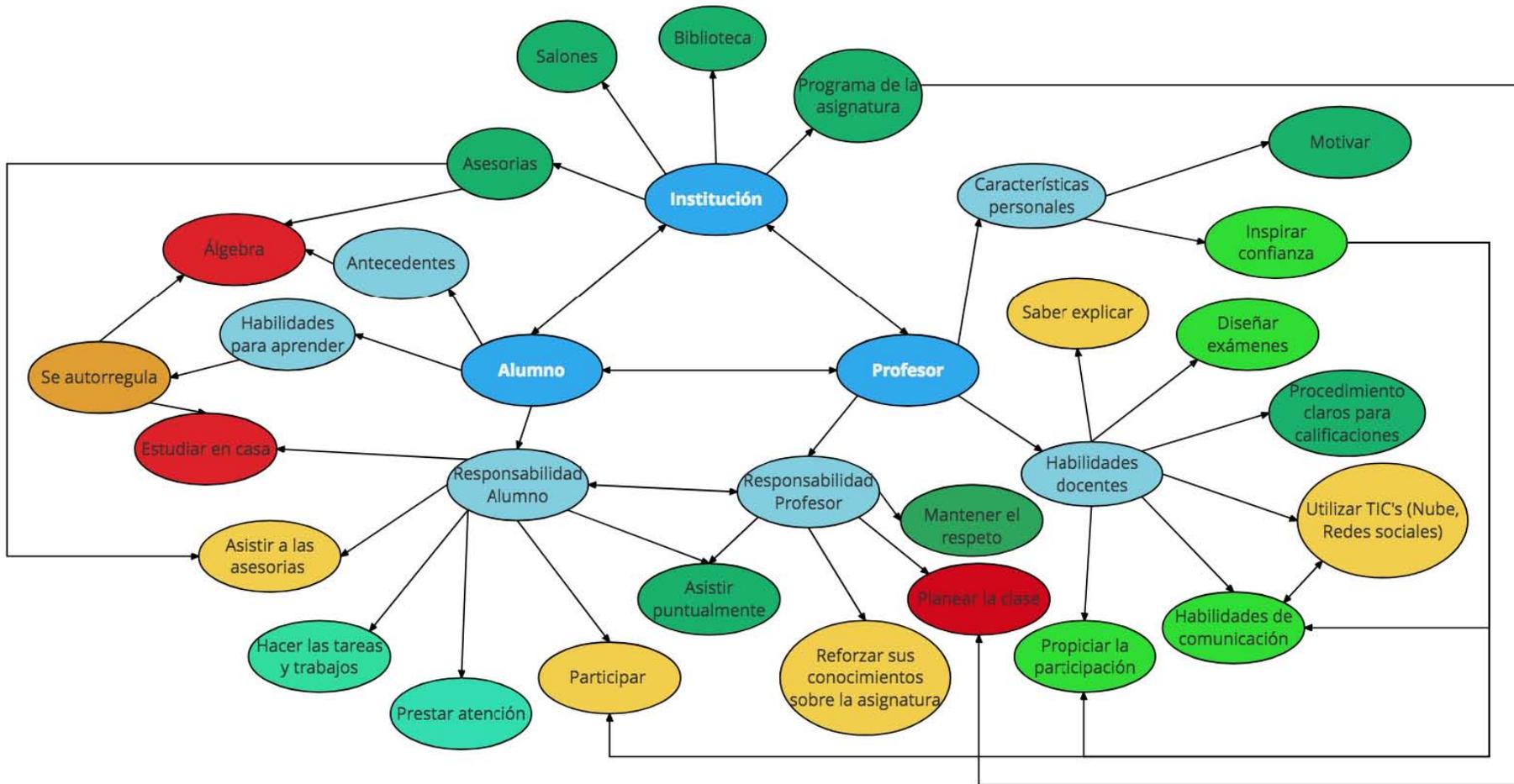
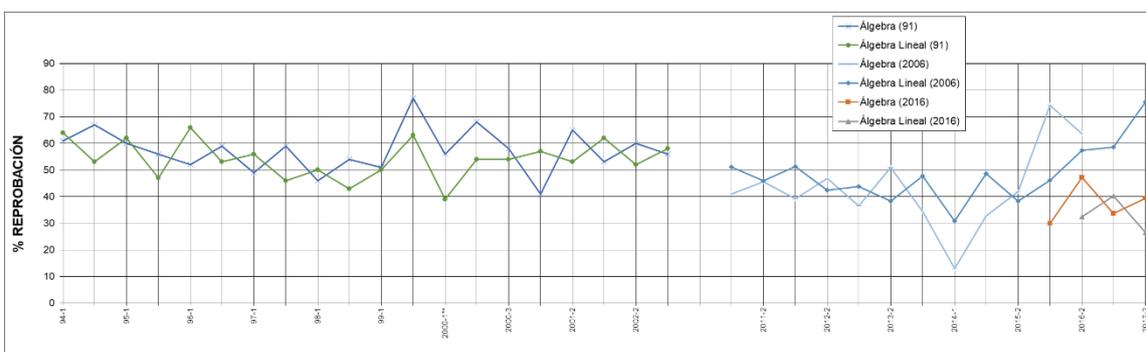


FIGURA 13 ESQUEMA CONCEPTUAL SOBRE EL ESTADO ACTUAL
 Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Análisis histórico

En la División de Ciencias Básicas se ha tenido por costumbre, desde hace muchos años a la fecha, el llevar un seguimiento estadístico de los índices de reprobación de las diferentes asignaturas que en ella se imparten. Con información proporcionada por la Jefatura de la DCB y otra que se pudo recabar de algunos artículos publicados y otras fuentes, se lograron reunir datos de los índices de reprobación de las asignaturas de matemáticas, en particular de las materias de Álgebra y Álgebra Lineal, donde está centrado nuestro interés, desde el semestre 1994-1 hasta el semestre 2017-2, con un faltante de información del semestre 2003-2 al 2010-2, ver Gráfica 2. Sin embargo, con los datos recabados, nos podemos dar una idea muy clara de cómo han ido evolucionando de los índices de reprobación en Álgebra Lineal a través de los años. Toda la información estadística recabada en cuanto a índices de reprobación y algunas gráficas, pueden ser consultadas en el Anexo 5.



GRÁFICA 1 PORCENTAJES DE REPROBACIÓN DE LA ASIGNATURA DE LA ACADEMIA DE ÁLGEBRA (1994-2017)

Fuente: *Elaboración propia*

Haciendo un análisis de la Gráfica 2, lo primero que podemos señalar es que se observa un comportamiento en zigzagueante en la gráfica, teniendo, en términos generales, mayor índice de reprobación en los semestres impares, que es el semestre en que la mayoría de los alumnos cursan por primera vez la asignatura. En los semestres pares la mayor parte de los alumnos la cursan por segunda vez. Del semestre 94-1 al 99-1, el índice de reprobación oscilaba entre el 45 y el 60%, aunque se tienen tres semestres que superan el 60% de reprobación. Del semestre 99-2 al 2000-2, se observa cierta perturbación en la gráfica; justo en el semestre 99-2 de vivió el paro estudiantil que duro 10 meses, durante ese periodo, la facultad ofrecía clases extramuros donde la asistencia de profesores y alumnos era un tanto irregular, este hecho explica por si solo la alteración en la gráfica. Del semestre 2000-2 al 2003-1 el índice de reprobación se mantiene entre el 50 y el 60%. Del semestre 2011-1 al 2016-1 el índice de reprobación mejora un poco y el rango oscila entre el 40 y el 50%, a excepción del semestre 2014-1, donde se observa un comportamiento inusual cuyas razones se

desconocen. En el semestre 2016-2 se imparte Álgebra Lineal en dos versiones, plan 2006 y plan 2016, la del plan 2006 empeora sus índices de reprobación, debido a que sólo la cursan alumnos con cada vez mayor rezago escolar y la del plan 2016 mantiene sus índices de reprobación entre un 30 y un 40%. Llama mucho la atención el hecho de que bajen tanto los índices de reprobación con el plan 2016, dado que el programa de la asignatura sufrió una disminución de tiempo de 8 horas para su impartición y a los contenidos se le aumentó un capítulo.

Observando en su conjunto los índices de reprobación de Álgebra Lineal a lo largo del tiempo, podemos observar que, el índice lleva una tendencia a la baja, pasando de porcentajes de reprobación superiores al 60% en los semestres 94-1, 95-1 y 96-1, a porcentajes que oscilan del 30 al 40%. En estos 24 años de historia, es evidente que las autoridades han tomado cartas en el asunto y a lo largo de estos años, han implementado algunas acciones que impactaron favorablemente en los índices de reprobación.

En nuestra facultad se han implementado algunos programas o acciones, con miras a tratar de disminuir la reprobación en las asignaturas de matemáticas, entre ellas Álgebra Lineal. Lamentablemente no se tiene documentación que nos permitan saber, a partir de cuándo se llevaron a cabo estas acciones y cuál fue el efecto que tuvieron cada una de ellas en la problemática de la reprobación; sin embargo, a groso modo, se podrían ubicar algunas de ellas, en qué tiempo se llevaron a cabo y, con el histórico de la reprobación, podríamos asociar su impacto en dicho fenómeno. De algunas medidas implementadas se logró reunir un poco de información y a continuación se hablará de ellas.

- Cursos propedéuticos.
- Eliminación de los exámenes colegiados en las evaluaciones parciales.
- Examen extraordinario de tres etapas.
- Examen extraordinario con taller de preparación.

De acuerdo con pláticas sostenidas con profesores con mucha antigüedad en la DCB, estas acciones son las que han tenido mayor impacto en el incremento de los índices de aprobación en la asignatura Álgebra Lineal, sin tener precisión en qué medida ha impactado cada una de ellas; sin embargo, hay otras acciones que se han implementado que también son importantes, pero se desconoce cuál ha sido su impacto en el fenómeno de la reprobación, por ejemplo las asesorías académicas, los talleres de ejercicios, la elaboración de materiales didácticos, etc. Que más adelante se hablará de algunas de ellas.

De los antes citados como de mayor impacto, se puede apreciar que estos principalmente inciden en los tres factores asociados a los alumnos, los mismos detectados en el análisis del estado actual, que son:

- Los conocimientos que tiene de Álgebra son insuficientes.
- El poco tiempo de estudio en casa.
- Poco interés por su aprendizaje.

A continuación, se mencionarán algunos detalles de estas acciones:

- Cursos propedéuticos

Los cursos propedéuticos se impartieron por primera vez por profesores de la facultad y con carácter institucional en el año 1991, estos cursos eran optativos y los alumnos decidían si los tomaban o no. Dos años después, en 1993, se convirtieron en cursos obligatorios para aquellos alumnos que obtenían calificación muy deficiente en su examen diagnóstico. Este programa se suspendió en el año 2006.

Con respecto al programa de los cursos propedéuticos, no se obtuvo información del impacto que tuvieron en los índices de reprobación en la asignatura Álgebra Lineal, pues esta materia es de segundo semestre y el mayor impacto se daba en las asignaturas del primer semestre; sin embargo, se comenta entre los profesores que esta medida ayudó a disminuir la deficiencia de los antecedentes con la que ingresan a la licenciatura, esto evidentemente aumento la acreditación, sobre todo en los primeros semestres de la carrera y tal vez también se pueda asociar con los cursos propedéuticos el decremento de la reprobación en Álgebra Lineal en los semestres del 1994-1 al 2003-1. Obsérvese la Gráfica 2.

- Eliminación de los exámenes parciales colegiados

En el año 2010 se eliminaron los exámenes parciales colegiados en casi todas las asignaturas de la DCB. Actualmente se siguen realizando exámenes colegiados, pero sólo para los dos finales de cada asignatura. El hecho de tener estos exámenes parciales colegiados exigía a los profesores mantener un buen nivel en sus cursos pues, de no ser así, sus alumnos no eran capaces de resolver dichos exámenes y como consecuencia lógica, la reprobación era alta. Después del 2010, cada profesor diseña sus exámenes parciales y estos son acordes al nivel de la clase de cada maestro, lo cual contribuye a elevar la acreditación de estos exámenes y, por lo tanto, aumentan los alumnos exentos de examen final y también favorece la acreditación.

Con esta medida, que no podemos precisar si fue buena o no, se puede observar en la Gráfica 2 que, a partir del semestre 2010-2, los índices de reprobación bajaron casi un 10% en promedio, manteniéndose entre el 40 y 50% dicho índice.

- Examen extraordinario de tres etapas

En forma simultánea a la eliminación de los exámenes parciales colegiados, en el año 2010, se implementaron los exámenes extraordinarios de tres etapas. Estos exámenes extraordinarios se ofrecen todos los semestres en las asignaturas con mayores índices de reprobación, entre ellas desde luego, Álgebra Lineal. Estos exámenes extraordinarios llamados de tres etapas consisten en que el alumno que se inscribe a ellos puede presentar en tres ocasiones dicho examen, con una semana de diferencia entre cada intento, siendo el examen, distinto en las tres ocasiones. Al aprobar alguno de estos intentos, quedará acreditada la asignatura. De acuerdo con información incluida en el segundo informe del director de nuestra facultad en el año facultad 2016¹¹, del total de alumnos que presenta este tipo de exámenes, por lo menos un 30% lo acredita.

- Examen extraordinario con taller de preparación

Este programa es reciente, inició en el semestre 2016-1, se sabe que en esta modalidad de examen extraordinario los índices de acreditación son muy altos. En esta opción de acreditación, el método consiste en que los alumnos que reprobaron la asignatura, es decir, que obtuvieron 5 de calificación, podrán inscribirse a dicho examen extraordinario; los alumnos que desertaron del curso regular y obtuvieron NP de calificación, no se les permite inscribirse a este tipo de exámenes extraordinarios.

Con los alumnos inscritos se forman grupos que recibirán el taller de preparación, el profesor que imparte el taller establece la forma en que serán evaluados dichos alumnos, la duración de estos talleres es de 15 horas. De acuerdo con datos reportados en el informe del director del año 2016, los porcentajes de acreditación en este tipo de exámenes extraordinarios son del 80% o aún superior. Esto explica por qué los índices de reprobación en Álgebra Lineal bajaron notablemente a partir del semestre 2016-1, quedando entre el 30 y el 40%. Resulta claro que el principal factor en el cual incide esta modalidad es el poco tiempo de estudio en casa por parte del alumno, la razón emana de la misma naturaleza del curso, puesto que el profesor lo diseña con el propósito de que el alumno adquiera los conocimientos complementarios en el taller y posteriormente con evaluación propuesta por el instructor, acredite la asignatura.

Como ya se mencionó, existen otras acciones implementadas por la facultad, de las cuales no se pudo obtener información específica, tampoco se pudo realizar un análisis de ellas para poder cuantificar su impacto en los índices de reprobación, como se hizo con las ya comentadas. Sin embargo, se lograron identificar algunas acciones que inciden directamente en los factores del

profesorado, que fueron incluidos en el análisis del estado actual. Las acciones a las que me refiero son:

- Curso del área disciplinar y cursos didáctico–pedagógicos

Principalmente estos cursos son impartidos en el Centro de Docencia y otro por las coordinaciones correspondientes de cada asignatura. Existen cursos durante el semestre y durante el intersemestre, todos ellos impartidos principalmente por profesores del área correspondiente, algunos de ellos son profesores invitados de otras facultades como son: Psicología, Pedagogía, etc. Los cursos disciplinares tienen como objetivo, el tratar que los profesores dominen los contenidos de las materias, conozcan algunas de sus aplicaciones, o bien, que profundicen en el estudio de tales contenidos. En cuanto a los cursos didácticos-pedagógicos, es claro que su finalidad es el que los profesores mejoren sus estrategias didácticas, logren mejores aprendizajes en sus alumnos e incorporen nuevas alternativas de enseñanza en su práctica docente.

- Academia de Álgebra

Las academias por área de conocimiento, es la nueva forma de llamar al trabajo colegiado de los profesores, cuyo propósito es generar materiales didácticos, organizar e impartir cursos o talleres para profesores, participar en la revisión y actualización de los programas de las asignaturas, entre otros aspectos más. En cuanto a los materiales didácticos elaborados por estos cuerpos colegiados, podemos mencionar los siguientes: libros de texto, cuadernos de ejercicios, fascículos, series de ejercicios, identificar algunas aplicaciones de los conceptos de las asignaturas, artículos, etc.

Cabe destacar que actualmente en Álgebra Lineal, como en algunas otras asignaturas, se cuenta con un documento denominado: directrices para la impartición de la materia, el cual orienta y da algunas sugerencias al profesor en cuanto al enfoque y la profundidad con que deben ser tratados los temas del curso.

Es claro que en la facultad se han hecho diversos esfuerzos con el fin de disminuir los índices de reprobación de todas las asignaturas del área de Ciencias Básicas. Se desconoce con precisión en qué medida impacta cada una de estas acciones, lo que sí es claro es que han tenido un efecto positivo desde el punto de vista de la acreditación; sin embargo, no se sabe en qué medida estas acciones han impactado el nivel académico con que los alumnos están acreditando las asignaturas. Sería conveniente realizar un estudio posterior para determinar los efectos que dichas medidas tienen en el nivel académico de los estudiantes.

Finalmente cabe señalar que, a pesar de todos los esfuerzos realizados, la reprobación y el rezago escolar de los alumnos, sobre todo en los primeros 4 semestres de las carreras, sigue siendo un problema que preocupa y ocupa a las autoridades de nuestra escuela. El flujo de alumnos que ingresa a la facultad año con año es muy grande, actualmente del orden de 2500 alumnos de primer ingreso. Si a esta población se le suman los alumnos que se van rezagando, entonces el problema de sobrepoblación para la División de Ciencias Básicas es fuerte, a grado tal, que la infraestructura de salones con que se cuenta resulta insuficiente para atender a todos los alumnos. Razón por la cual vemos que actualmente se está construyendo un edificio de salones en la DCB.

3.2.4 Escenarios de referencia

En caso de que no se realizara ningún tipo intervención, la problemática de la reprobación sería cada vez más severa. A continuación, se planteará un posible escenario de esta problemática, con proyección a 10 años, teniendo como hipótesis la ausencia de medidas remediales.

Es sabido por todos los miembros de la comunidad académica de la facultad, que en la DCB se tiene el problema de la reprobación desde hace muchos años, y aún los sigue teniendo, pero no tan severos como hace algunas décadas atrás. La preocupación por este problema prevalece a pesar de tener una tendencia a la baja. Cada administración entrante, busca implementar acciones que coadyuven a disminuir el problema de la reprobación y el rezago escolar; sin embargo, al parecer los resultados alcanzados a la fecha, no han sido del todo satisfactorios y la búsqueda continúa.

De acuerdo con los índices de reprobación que se tienen actualmente en Álgebra Lineal, en el semestre 2017-2 reprobaron la asignatura 598 alumnos, a pesar de que en este semestre se tuvo el menor índice de reprobación de todos los datos registrados. Si a este dato le agregamos que en los semestres impares el índice de reprobación es mayor que en los semestres pares, entonces el número de reprobados crece aún más. Problemáticas como la que se da en Álgebra Lineal, también existe en otras asignaturas de la DCB. Este rezago de alumnos sumado al flujo de las nuevas generaciones, que en estos momentos es del orden de 2400 alumnos año con año, han provocado y seguramente seguirán provocando, un crecimiento en la matrícula de alumnos inscritos en nuestra facultad. Desde hace 18 años, la población estudiantil en la facultad ha tenido una tendencia creciente, pasando de 7376 alumnos en el año 2000 hasta 13 033 en el 2018, como se puede apreciar en la Tabla 4. Actualmente en la DCB, se construye un nuevo edificio de salones, lo cual incrementará la capacidad de atención del número de alumnos, una parte de esta nueva capacidad será destinada a atender el rezago escolar, pero también cabe la posibilidad de que, al tener más

infraestructura de salones, pudiese incrementar la matrícula de alumnos de primer ingreso, lo cual desde luego repercute en el número de alumnos por atender y la probabilidad de que esta problemática pueda agravarse es mayor.

Otro aspecto por considerar es que, en asignaturas del área de matemáticas, la variación del número de grupos de los semestres pares a los semestres impares es muy grande, en los semestres impares cuando se reciben a los alumnos de la nueva generación, el número de grupos de matemáticas crece, en tanto que en los semestres pares este número disminuye. Esta fluctuación de grupos y por consecuencia de profesores que los atiende, provoca cierta inestabilidad de profesores, muchos profesores en semestres impares y un número menor en semestres pares; este problema tiene como consecuencia la contratación de profesores nuevos, o bien, con poca experiencia, en los semestres de alta demanda. La incorporación de este tipo de profesores, desde luego, termina afectando la calidad de las clases impartidas; profesores con poco dominio de los temas de las materias, con deficiencias en habilidades didácticas, con problemas de manejo de grupo, uso de pizarrón, etc. afecta la comprensión de los temas por parte de los alumnos, provoca cierta deserción y también influye en los índices de reprobación.

El incremento en el número de alumnos de primer ingreso también ha incrementado el número de alumnos del bachillerato UNAM, que ingresan a la facultad vía el pase reglamentado; lamentablemente un gran número de estos alumnos presentan fuertes deficiencias de conocimientos antecedentes que, muchas de las veces no logran ser subsanados en el primer semestre de la carrera. Si a esto le sumamos el fuerte incremento en los índices de aprobación que se han tenido en los últimos semestres en Álgebra, donde el dominio de los temas de esta materia por parte de los alumnos es en muchos de los casos deficiente, los profesores que impartimos Álgebra Lineal nos vemos con serias dificultades para hacer que los alumnos comprendan los temas de la asignatura. Estos dos aspectos sumados al problema de tener grupos numerosos, del orden de 60 alumnos por grupo, entre inscritos y oyentes, definitivamente impactarán en los índices de acreditación de la materia.

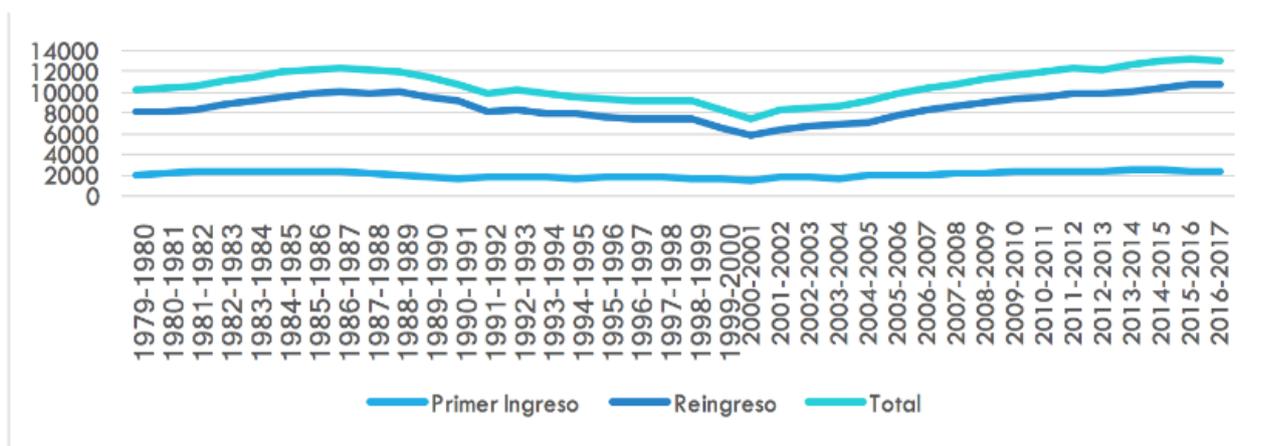
Ciclo Escolar	Primer Ingreso	Reingreso	Total
1979-1980	2,083	8,187	10,270
1980-1981	2,208	8,110	10,318
1981-1982	2,315	8,235	10,550
1982-1983	2,281	8,827	11,108
1983-1984	2,322	9,119	11,441
1984-1985	2,383	9,514	11,897
1985-1986	2,306	9,801	12,107
1986-1987	2,358	10,005	12,363
1987-1988	2,131	9,950	12,081
1988-1989	2,070	9,992	12,062
1989-1990	1,812	9,566	11,378
1990-1991	1,657	9,142	10,799
1991-1992	1,871	8,074	9,945
1992-1993	1,822	8,345	10,167
1993-1994	1,759	8,039	9,798
1994-1995	1,715	7,888	9,603
1995-1996	1,806	7,631	9,437
1996-1997	1,767	7,358	9,125
1997-1998	1,770	7,376	9,146

Ciclo Escolar	Primer Ingreso	Reingreso	Total
1998-1999	1,746	7,453	9,199
1999-2000	1,698	6,631	8,329
2000-2001	1,571	5,805	7,376
2001-2002	1,825	6,424	8,249
2002-2003	1,822	6,679	8,501
2003-2004	1,722	6,941	8,663
2004-2005	1,957	7,141	9,098
2005-2006	1,939	7,857	9,796
2006-2007	2,094	8,335	10,429
2007-2008	2,196	8,637	10,833
2008-2009	2,234	9,027	11,261
2009-2010	2,339	9,370	11,709
2010-2011	2,414	9,605	12,019
2011-2012	2,408	9,855	12,263
2012-2013	2,428	9,803	12,231
2013-2014	2,533	10,089	12,622
2014-2015	2,544	10,393	12,937
2015-2016	2,407	10,727	13,134
2016-2017	2,359	10,674	13,033

TABLA 4 HISTÓRICO DEL NÚMERO DE ALUMNOS (1979-2017)

Fuente: UNAM. (2018). Estadísticas. 2018, de UNAM Sitio web:

http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte_pobtot.php?cve_dep=011



GRÁFICA 1 HISTÓRICO DEL TOTAL DE ALUMNOS EN LA FACULTAD (1979-2017)

Fuente: Elaboración propia

3.3 Formulación de lo deseado

3.3.1 Elaboración del marco normativo

El marco normativo o estado deseado que se fija para este estudio es el siguiente:

Los alumnos se inscriben a las asignaturas como lo establece su plan de estudios, este plan tiene como propósito establecer tiempos para ir acreditando las diversas materias. Las clases, en particular las de Álgebra Lineal, se están impartiendo de manera bien planeada en un 80% en forma virtual, a través de videos muy bien logrados, donde el alumno los reproduce tantas veces como quiera hasta considerar que aprendió. De manera adicional a las clases, hay talleres mediante videoconferencias, donde los alumnos asisten y participan simultáneamente con otros alumnos, ventilándose sus dudas, sugiriendo aplicaciones y escuchando sus opiniones y sugerencias.

Existen servicios de tutoría personalizada, donde los alumnos tienen asignado un tutor que los va monitoreando y auxiliando durante su proceso de aprendizaje. Tienen a su disposición exámenes ordenados por grado de dificultad, donde ellos mismos van monitoreando su avance. Tienen a su disposición una biblioteca virtual, videoteca y audioteca. Hay exposiciones y talleres de aplicaciones de Álgebra Lineal, videoconferencias y conferencias directas de profesionales que trabajan en los diversos sectores productivos, que les explican cómo están aplicando en sus actividades diarias los conceptos de Álgebra Lineal.

Los alumnos tienen la opción de presentar sus exámenes en línea dentro de las instalaciones de la Facultad. Si el alumno aprueba los exámenes, se le otorga la acreditación de la asignatura de manera automática, en caso de estar inscrito se considera como un examen ordinario y caso contrario como extraordinario e independientemente del calendario escolar existente.

Los profesores de nuevo ingreso antes de impartir clase son capacitados por los profesores mejor evaluados, esta capacitación consiste en asistir a su clase y al finalizar realizan una realimentación de profesor a profesor, así como también les recomiendan leer artículos, libros, etc. Les brindan apoyo para definir y planear la manera en la que impartirán su primer curso. Todo esto tiene como objetivo transmitir la experiencia del profesor ya consolidado al profesor que recién se incorpora, esta capacitación dura un semestre, que desde el inicio es contratado como profesor por la Facultad, por lo que cuando llega el momento de estar frente a grupo, la explicación que da es más clara y la curva de aprendizaje para obtener un dominio pleno de la asignatura se ve bastante reducida.

La tasa de acreditación, de manera particular en Álgebra Lineal es del 100%, con lo que el aprovechamiento de los recursos de la Facultad es altamente eficiente y los alumnos tienen un avance escolar continuo, por lo que resulta muy raro hablar de un rezago de estudiantes.

La Facultad está certificada a nivel internacional en CACEI, con lo que a nivel ingeniería compite directamente entre las mejores universidades del mundo. Al igual los profesores que imparten la asignatura presentan un examen de certificación a nivel nacional, donde se evalúan su capacidad docente y el dominio de los temas.

3.3.2 Formulación de objetivos

Los objetivos que se pretenden alcanzar en 10 años son:

- Que la tasa de acreditación en Álgebra Lineal sea del 95%.
- Que el 60% de las asignaturas estén certificadas internacionalmente, entre ellas Álgebra Lineal.
- Que el 90% de los profesores aprueben un examen anual de conocimientos certificado internacionalmente.
- Crear material multimedia en línea para que los alumnos refuercen sus conocimientos, así como exámenes muestra en línea para la autoevaluación de los alumnos.

3.4 Evaluación diagnóstica

3.4.1 Evaluación del sistema

Con base en lo anterior y en la información recabada en las entrevistas a profesores, se hará una jerarquización de los 19 factores utilizando la técnica PROMETHEE. Con esto se pretende identificar los factores de mayor impacto en la reprobación de Álgebra Lineal. A continuación, describirán los pasos que se siguieron para lograr dicho propósito.

Esta técnica plantea un procedimiento robusto para jerarquizar un número finito de alternativas, sometidas a una evaluación donde existen múltiples criterios que se encuentran en conflicto.

- 1) El primer paso consiste en precisar las alternativas, los criterios y formular el objetivo que se desea alcanzar. El objetivo consiste en jerarquizar los factores, con base en las percepciones de los profesores, en función del

impacto que tienen éstos sobre la problemática de la reprobación, con lo cual el conjunto de alternativas estaría formado por los 19 factores y los criterios considerados serían los de cada profesor entrevistado.

- 2) El peso entre los criterios será uniforme con valor igual a uno, ya que se parte del hecho de que las evaluaciones realizadas por los profesores son todas igual de importantes y valiosas.
- 3) El peso que se dio a cada alternativa o factor, fue asignado por cada uno de los profesores entrevistados, haciendo uso de la tabla que se muestra en el Anexo1. A cada profesor se le mostraron los 19 factores y se le solicitó que seleccionara los 7 que a su juicio fueran los más significativos, posteriormente se le solicitó que les asignara un orden de acuerdo al impacto que cada uno tiene, con una escala del 1 al 7, donde 1 es poco significativo y 7 el más significativo.

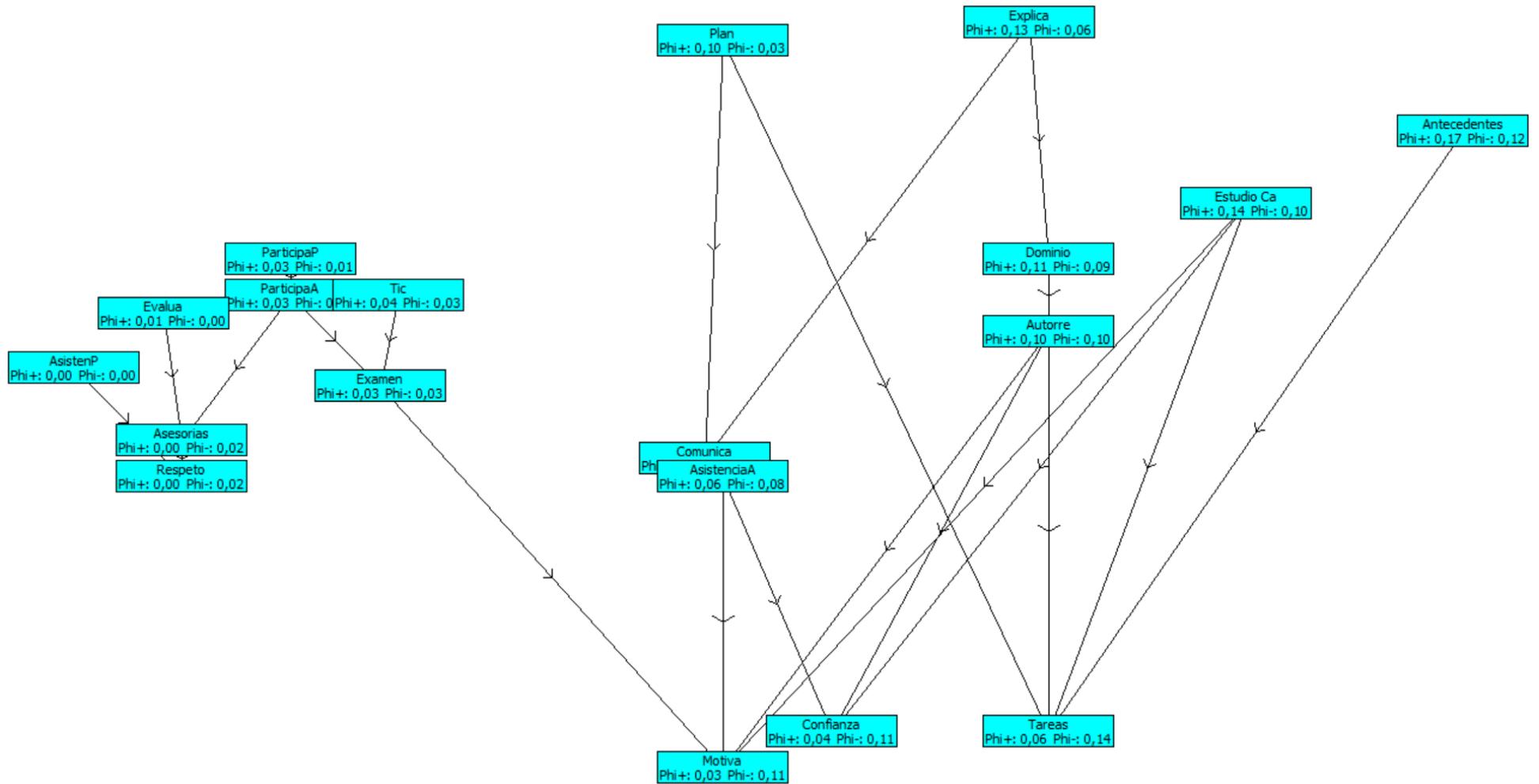
Con esta información se creó la matriz de alternativas y criterios, esta matriz se cargó directamente al software de PROMETHEE y, al correr el programa se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 14. En la primera parte de esta figura se muestran, en una tabla, los resultados obtenidos por cada alternativa con respecto a los flujos de dominancia. Estos flujos de dominancia son: el flujo neto ϕ , el flujo positivo ϕ^+ y el flujo negativo ϕ^- . Las alternativas se ordenan de mayor a menor y de arriba hacia abajo, según el flujo neto obtenido por cada una de ellas.

En la segunda parte de la Figura 14, se muestra de manera gráfica el orden que tienen las alternativas, primero, de arriba hacia abajo y de mayor a menor con respecto al flujo neto y, posteriormente, de izquierda a derecha de menor a mayor, según la suma $\phi^+ - \phi^-$, es decir, de acuerdo con la puntuación que obtuvo cada alternativa.

Tabla de flujos PROMETHEE

Rang	alternativa		Phi	Phi+	Phi-
1	Explica		0,0704	0,1333	0,0630
2	Plan		0,0667	0,1000	0,0333
3	Antecedentes		0,0481	0,1667	0,1185
4	Estudio Ca		0,0333	0,1370	0,1037
5	Dominio		0,0222	0,1111	0,0889
6	ParticipaP		0,0222	0,0333	0,0111
7	ParticipaA		0,0148	0,0296	0,0148
7	Tic		0,0148	0,0407	0,0259
9	Evalua		0,0111	0,0148	0,0037
10	Autorre		0,0074	0,1037	0,0963
11	AsistenP		0,0000	0,0000	0,0000
12	Examen		-0,0037	0,0296	0,0333
13	Asesorias		-0,0148	0,0037	0,0185
14	Comunica		-0,0185	0,0556	0,0741
15	AsistenciaA		-0,0222	0,0556	0,0778
15	Respeto		-0,0222	0,0000	0,0222
17	Confianza		-0,0741	0,0407	0,1148
18	Tareas		-0,0741	0,0630	0,1370
19	Motiva		-0,0815	0,0259	0,1074

(1)



(2)

FIGURA 14 RESULTADO DE PROMETHEE
 Fuente: Elaboración propia (Software PROMETHEE)

Los resultados obtenidos por la técnica PROMETHEE que se muestran en la Figura 14, se pueden interpretar de dos formas diferentes:

La primera, de acuerdo con PROMETHEE I (de izquierda a derecha), cuyo orden se fija por la suma $\phi^+ - \phi^-$, que consiste en: Los profesores asignaron cierta puntuación a cada uno de los factores que seleccionaron, al sumar todas las evaluaciones, cada factor obtuvo una puntuación final. Los factores con menor puntuación impactan en menor medida la problemática de la reprobación; sin embargo, los de mayor puntuación impactan de manera significativa. De acuerdo con este criterio, los dos factores de mayor impacto son: Los malos antecedentes de Álgebra con que llegan los alumnos al curso de Álgebra Lineal y el tiempo de estudio que realiza el alumno por su cuenta fuera del aula.

La segunda interpretación, de acuerdo con PROMETHEE II, el cual se basa en el flujo neto de dominancia (de arriba hacia abajo), consiste en: Cada profesor seleccionó y ordenó 7 de los 19 factores, aquellos factores que figuraron un mayor número de veces y que fueron considerados con mayor relevancia, llevaron a determinar que, los factores que más influyen, son: La explicación de los temas de la asignatura, por parte del profesor, no son claras y en segunda instancia, que las clases impartidas por el profesor son improvisadas y carecen de una adecuada planeación.

De acuerdo con la opinión del profesorado y con la aplicación de la técnica PROMETHEE en sus dos versiones, estos son los factores que más impactan en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal.

Realizando una comparación entre los resultados obtenidos en las entrevistas a profesores con respecto a los resultados alcanzados en la encuesta de alumnos, se pueden resaltar algunos aspectos importantes:

Un primer aspecto es el relativo al servicio de asesorías, tanto alumnos como profesores consideran que la asistencia a este servicio tiene muy poco efecto en la problemática estudiada. Lo anterior se puede constatar, al ver en la Figura 14, el cuadro que refiere a la asesoría, ubicado casi en el extremo izquierdo de la figura. Un comportamiento similar se da en cuanto al uso de las TIC's por parte del profesor.

Un segundo aspecto por resaltar es que los alumnos en la encuesta que respondieron aceptan que no le dedican el tiempo suficiente a estudiar por su cuenta la asignatura. De las 21 preguntas del cuestionario, la relativa al tiempo de estudio, resultó ser el número tres con calificación más baja. En este mismo sentido, los profesores señalan que los alumnos no le dedican el tiempo suficiente a estudiar la materia, con lo cual se tiene una coincidencia de

apreciación, tanto de alumnos como de profesores, y, por lo tanto, este factor resulta significativo en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal.

Un tercer aspecto donde alumnos y profesores coinciden es con relación al nivel de conocimientos antecedentes de Álgebra con que llegan los alumnos a Álgebra Lineal, los primeros aceptan que no son buenos y los segundos lo confirman clase con clase. En consecuencia, este factor resulta ser también significativo.

Como último aspecto a señalar y que bien vale la pena tomar en cuenta, es el relativo a si la explicación de los temas de la asignatura, por parte del profesor, es clara. Como ya se hizo mención de ello, este factor fue detectado como relevante en la técnica PROMETHEE II y también en la encuesta de alumnos, donde el indicador de habilidades docentes resultó ser el de más baja calificación, por lo que, sin duda alguna, este aspecto es un área de oportunidad para los profesores.

De lo antes expuesto y después de haber valorado la visión de los actores principales, los profesores y los alumnos, se identificó que los dos factores de mayor importancia en la reprobación en Álgebra Lineal son:

1. Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal.
2. Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores.

Sin embargo, resaltan también otros dos factores que, después de los ya mencionados, mostraron una fuerte dominancia y sobresalen de los otros 17 indicadores estudiados.

3. El poco tiempo de estudio que dedica el alumno por su cuenta.
4. La escasa planeación de las clases por parte del profesor.

Con base en los comentarios que externaron los profesores en las entrevistas realizadas y lo señalado por los alumnos en la pregunta 21 de la encuesta que se les aplicó, trataremos de dar una explicación del porqué los factores 1 y 2 son los de mayor impacto en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal.

- 1) Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal.

Los temas tratados en Álgebra Lineal requieren de conceptos antecedentes de Álgebra, Cálculo Diferencial y de Geometría Analítica en el Espacio, todos estos antecedentes son importantes; sin embargo, los temas de Álgebra resultan fundamentales y, en mayor grado, los temas de Sistemas de Ecuaciones

Lineales, Matrices y Determinantes. Mucho de los conceptos del Álgebra Lineal requieren como herramienta básica, para su definición y manejo, de los tres temas de Álgebra ya mencionados. Cuando se están explicando los temas propios del Álgebra Lineal, al alumno le cuesta trabajo comprender las explicaciones del profesor, muchas veces no por los conceptos mismos de la asignatura, sino por las deficiencias que el alumno trae de los temas de Álgebra. Es frecuente que el estudiante haga más preguntas de temas de Álgebra que de los conceptos mismos del Álgebra Lineal.

No toda la culpa de este problema de deficiencia de antecedentes es atribuible al alumno, también hay cierta responsabilidad del profesor y de la institución.

Hablando de los profesores, podemos decir que en ocasiones les faltan habilidades didácticas, una buena preparación de las clases, cierta responsabilidad para empezar y terminar las clases puntualmente, impartir todos los temas del curso y también aumentar el grado de exigencia en los criterios para acreditar a los alumnos, se aplican exámenes muy sencillos, etc. El alumno al ser acreditado sin tener el mínimo de los conocimientos requeridos es realmente víctima de un engaño, él supone que, a criterio de su profesor, está bien preparado para continuar con las asignaturas siguientes; sin embargo, la realidad es otra. No sé qué es más perjudicial para el alumno, acreditarlo sin que tenga los conocimientos necesarios, o bien, no acreditarlo e inducirlo a repetir la asignatura para que logre la preparación debida, a pesar de que dicha reprobación implique cierto rezago en su avance escolar. Dejo la reflexión abierta, cada uno tendrá una opinión.

Por lo que toca a la institución, podemos mencionar lo siguiente: Grupos muy numerosos, un programa de Álgebra Lineal muy extenso y ambicioso, el tiempo que se dispone para impartir la asignatura es muy reducido y, para agravar este asunto del tiempo, los días feriados no se reponen, por lo que el profesor no dispone del número de horas que marca el programa para dar su curso completo. Todo esto provoca que los profesores no impartan todo el programa de las asignaturas y, en el caso de Álgebra, el último capítulo es precisamente Matrices y Determinantes. Conceptos fundamentales para estudiar y comprender el Álgebra Lineal.

En la Figura 15 mostramos esquemáticamente, mediante un diagrama de árbol, la problemática descrita en cuanto a la deficiencia de conocimientos antecedentes por parte de los alumnos. En la parte superior de la gráfica se presenta el problema identificado, el cual tiene tres causas principales y éstas a su vez, tienen su origen en factores también identificados.

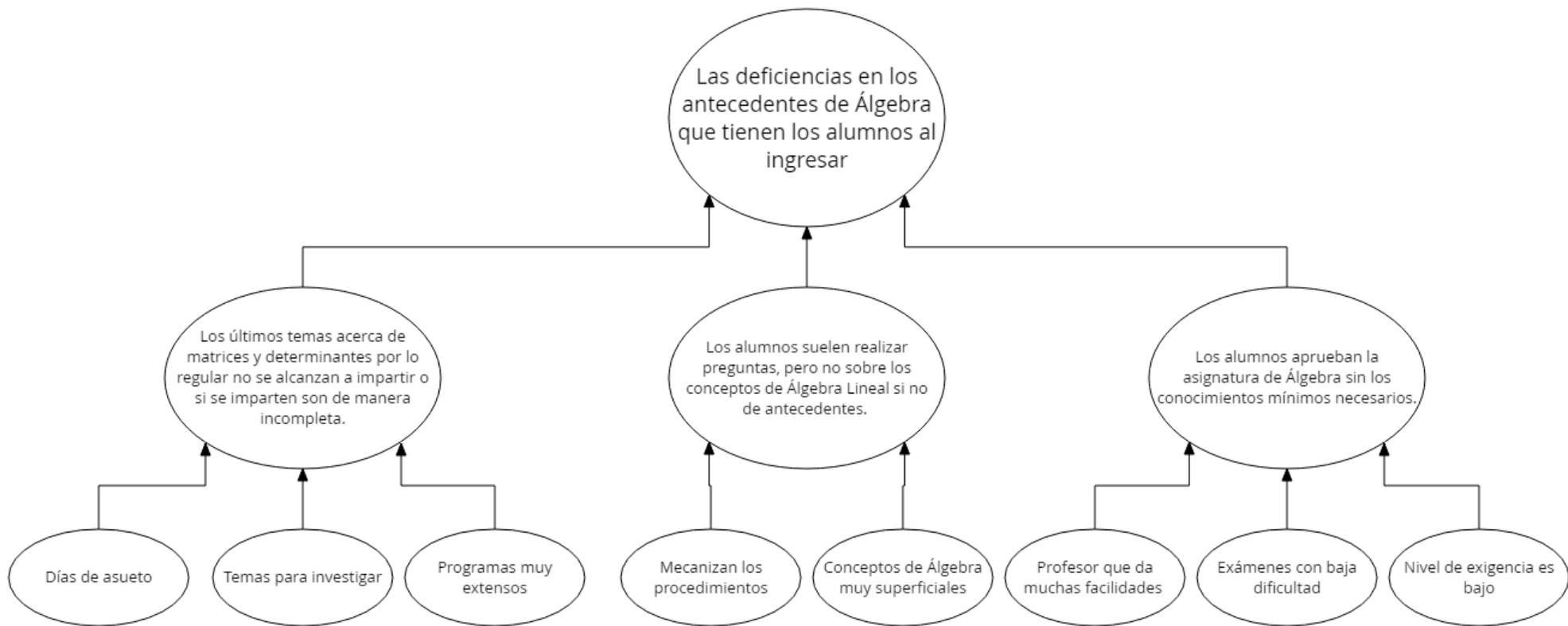


FIGURA 15 ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LOS ANTECEDENTES
Fuente: Elaboración propia

2) Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores.

Podemos iniciar esta reflexión señalando que, todos los conceptos estudiados en Álgebra Lineal son nuevos para los alumnos, se trata de conocimiento nuevo. Por otro lado, el Álgebra Lineal es una rama de la matemática que forma parte del álgebra abstracta, esta rama de la matemática, por sí misma, presenta ciertas dificultades para su comprensión, pues algunos de los temas tratados son abstracciones y generalizaciones de conceptos previos conocidos por los alumnos, pero que ahora exigen de él una mayor capacidad de abstracción, ser capaz de hacer construcciones mentales más complejas de las que hasta ahora ha enfrentado. Esto no implica que el aprendizaje del Álgebra Lineal esté reservado únicamente para mentes brillantes, definitivamente no, todos los alumnos de nuestra facultad tienen la capacidad para hacerlo, lo único que hace falta es tener una buena actitud ante el reto, buenos conocimientos antecedentes y, desde luego, un buen profesor que imparta el curso.

Las capacidades y habilidades de un buen profesor son fundamentales para el aprendizaje del Álgebra Lineal, es muy importante que el profesor domine los contenidos de la materia, pero es igual de importante que el docente tenga la habilidad didáctica para presentar dichos contenidos a sus alumnos en forma clara. Si el profesor no explica con claridad los conceptos y no los ejemplifica en forma adecuada, entonces a los alumnos se les dificulta comprender los temas y conforme va avanzando el curso, las dudas y la confusión van aumentando, hasta que resulta imposible comprender los temas, entonces el alumno abandona el curso, o bien, reprueba la materia.

La asignatura Álgebra Lineal es una materia donde por lo regular, clase con clase, se aprende algún concepto nuevo y ese aprendizaje es necesario para definir y comprender conceptos cada vez más complejos, de tal forma que prácticamente todos los conceptos de la materia se ligan unos con otros, por ejemplo, descomposición espectral, que es uno de los últimos temas del curso, requiere para su definición y comprensión, los conceptos de: base, base ortonormal, proyección de un vector sobre un subespacio, valores, vectores y espacios característicos, operador lineal, operador normal, entre otros. La simple definición y explicación de un teorema, requiere de gran cantidad de conceptos importantes y fundamentales de casi toda la materia, muestra clara de que los temas que se van definiendo deben quedar bien comprendidos y asimilados para poder seguir construyendo y aprendiendo el Álgebra Lineal. De ahí que los conocimientos, la aptitud y las habilidades de un buen docente son indispensables para impartir un buen curso de Álgebra Lineal.

Se muestra a continuación, en la Figura 16, un diagrama de árbol donde se trata de ilustrar, en forma gráfica, la problemática de este indicador.

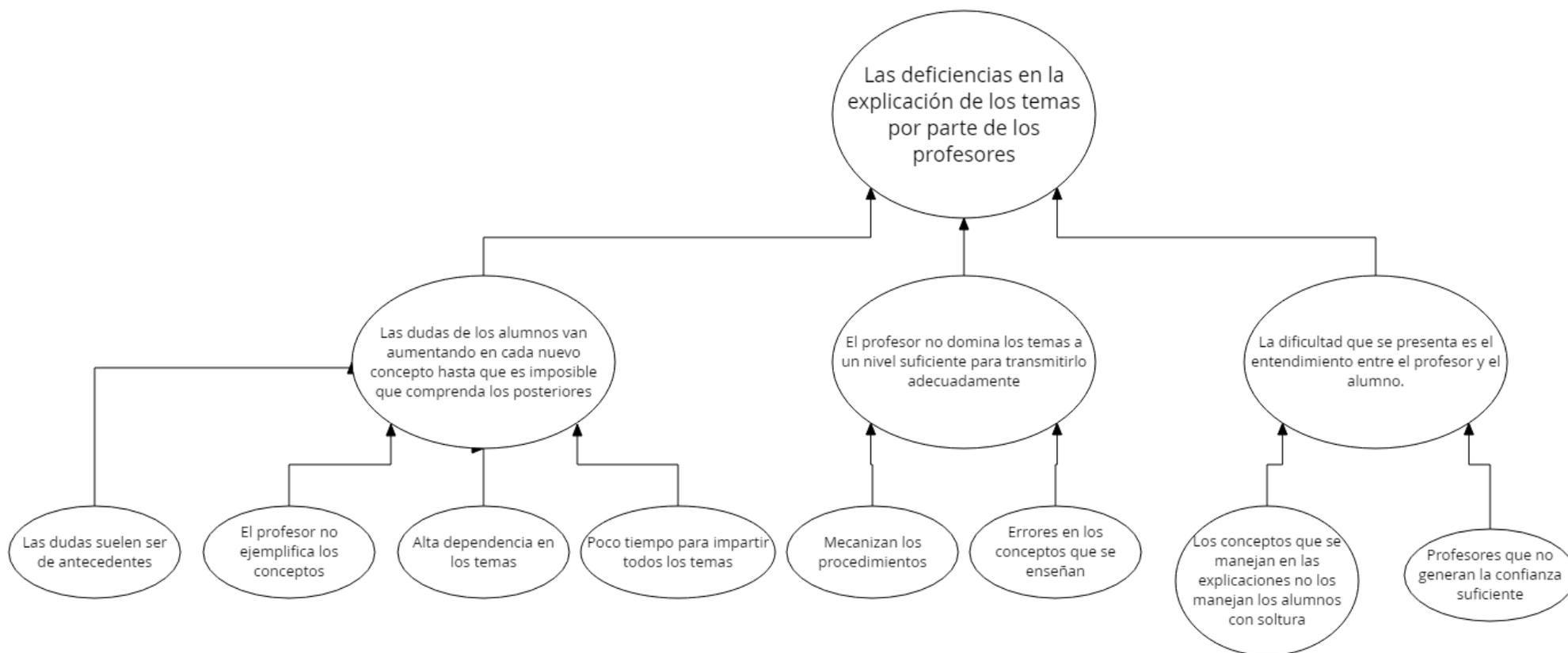


FIGURA 16 ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LA EXPLICACIÓN DE LOS TEMAS
 Fuente: *Elaboración propia*

3.4.2 Diagnóstico

El problema de la reprobación en Álgebra Lineal, como se ha comentado, es un problema multifactorial, son muchos los aspectos que intervienen; sin embargo, después de nuestro análisis y enfocándonos principalmente al binomio profesor-alumno, se encontraron 4 factores que son determinantes, dos de ellos corresponden al alumno y los otros dos al profesor. De estos 4 factores, los dos de mayor peso son: 1) Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra del primer semestre que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal y 2) Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores. Esto refleja que ambos actores son fundamentales e igual de importantes en la problemática estudiada; sin embargo, dado que el profesor es el guía, muchas veces el ejemplo a seguir, el actor con la experiencia en cuestiones didáctico-pedagógicas entonces resulta válido considerar que son los docentes a los que se les puede fincar mayor responsabilidad en esta problemática.

El diagnóstico reflejó, del proceso enseñanza-aprendizaje, un desempeño medio crónico y degenerativo, que va causando lentamente la degradación del aprendizaje. Con base en los argumentos antes expuestos, podríamos señalar que la responsabilidad y sus causas recaen, en mayor medida, en la planta docente, quien resulta ser el actor con mayor experiencia, el más centrado y consciente del binomio profesor-alumnos. Si bien no se hizo un análisis con otros actores involucrados como son las autoridades académicas de la Facultad (funcionarios, consejos, comisiones, etc.), el sindicato y sus trabajadores, empleados de confianza, organizaciones como CACEI, CONACYT, etc., finalmente, se puede señalar como el responsable principal al profesor.

Grandes psicólogos y pedagogos como Montessori, Rogers, Freire, Dewey, Skinner, Piaget, Makarenko se han preocupado y ocupado en identificar las características básicas de un buen profesor, cada quien ha puesto énfasis en aspectos distintos; sin embargo, algunos de ellos que se repiten son: entusiastas, saben bien de lo que hablan, preparan bien sus clases, tienen gusto y vocación por la docencia, son dialogantes, saben estar al mando del grupo, muestran rasgos de líder, tienen sentido del humor, etc.

A continuación, transcribo unas palabras del pedagogo Carl Rogers donde deja perfectamente claro que, en la relación profesor-alumno, es el profesor quien comanda y lleva las riendas.

“En la educación tradicional no es lo mismo lo que se enseña que lo que se aprende, y él, maestro, al centrarse en su papel, no se halla disponible para el alumno, mientras que, en la enseñanza centrada en el alumno, el maestro confía plenamente en sus capacidades, le ayuda en su comunicación y facilita su aprendizaje. Esta atención y búsqueda de la persona del otro cambia la relación educativa, al aceptar el profesor el

aprendizaje e iniciativas del alumno, por ser él quien mejor sabe lo que le interesa. El facilitador ayuda a esclarecer los propósitos individuales y grupales, y confía en que el estudiante desea alcanzar estas metas significativas, y organiza y pone a disposición de los alumnos una variada gama de recursos, creando un ambiente de comprensión para su propia integración en el grupo”.

Así mismo en (Ramsden, 2007) menciona que para remediar lo anterior se requiere un cambio profundo en las formas de enseñar, para ayudar a los estudiantes de educación superior a comprender los fenómenos de la misma manera como lo hacen los expertos en cada disciplina. De ahí la preocupación de las universidades por mejorar sus formas de enseñanza, reconociendo la escasez de trabajos acerca de cómo hacerlo y agravado por el hecho de que en las universidades se valora más la investigación que la enseñanza (Cid et al., 2009)

3.4.3 Planteamiento del sistema de problemas

Con base en el estudio que se realizó, se observa que los diversos problemas detectados y analizados están claramente relacionados. Entre estas relaciones destacan las siguientes:

1. Uno de los problemas más comunes en el proceso enseñanza-aprendizaje, es el mecanizar procedimientos en lugar de comprender y **manejar adecuadamente el concepto**. Lo extenso del programa de la asignatura y los días de clase que se pierden por causa de los días feriados, no le dan el tiempo suficiente al profesor para explicar con la debida calma y menos aún para hacer el número adecuado de ejercicios para lograr que el alumno asimile y haga suyo el conocimiento. Si a esto le sumamos el hecho de que los alumnos tienen deficiencias de conocimientos antecedentes, esta combinación de factores limita, en gran medida, la posibilidad de que el alumno reflexione, al resolver ejercicios, lo que hace y porqué lo hace. Como se dijo, tiende a mecanizar procedimientos.
2. La deficiencia de conocimientos antecedentes de los alumnos, con mucha frecuencia provoca un lento avance del curso, pues surgen preguntas de los estudiantes relacionados con conceptos antecedentes y, si el profesor no responde a estas preguntas, entonces el alumno no logra seguir la explicación y se queda sin comprender los conceptos explicados del Álgebra Lineal. Deficiencia de conocimientos antecedentes y dificultades para

seguir explicaciones, provocan lento avance del curso y programas no cubiertos.

3. Una mala planeación de las clases, poco dominio del profesor de los temas de la asignatura, construcciones mentales más complejas y explicaciones deficientes, generan poca o nula motivación en los estudiantes por aprender Álgebra Lineal.

La relación que existe entre los diferentes factores se puede apreciar en forma gráfica en la Figura 17, donde se puede observar también que el problema de la reprobación en Álgebra Lineal no es un problema aislado y bien delimitado, sino más bien, un problema complejo que implica una serie de factores interrelacionados entre sí.

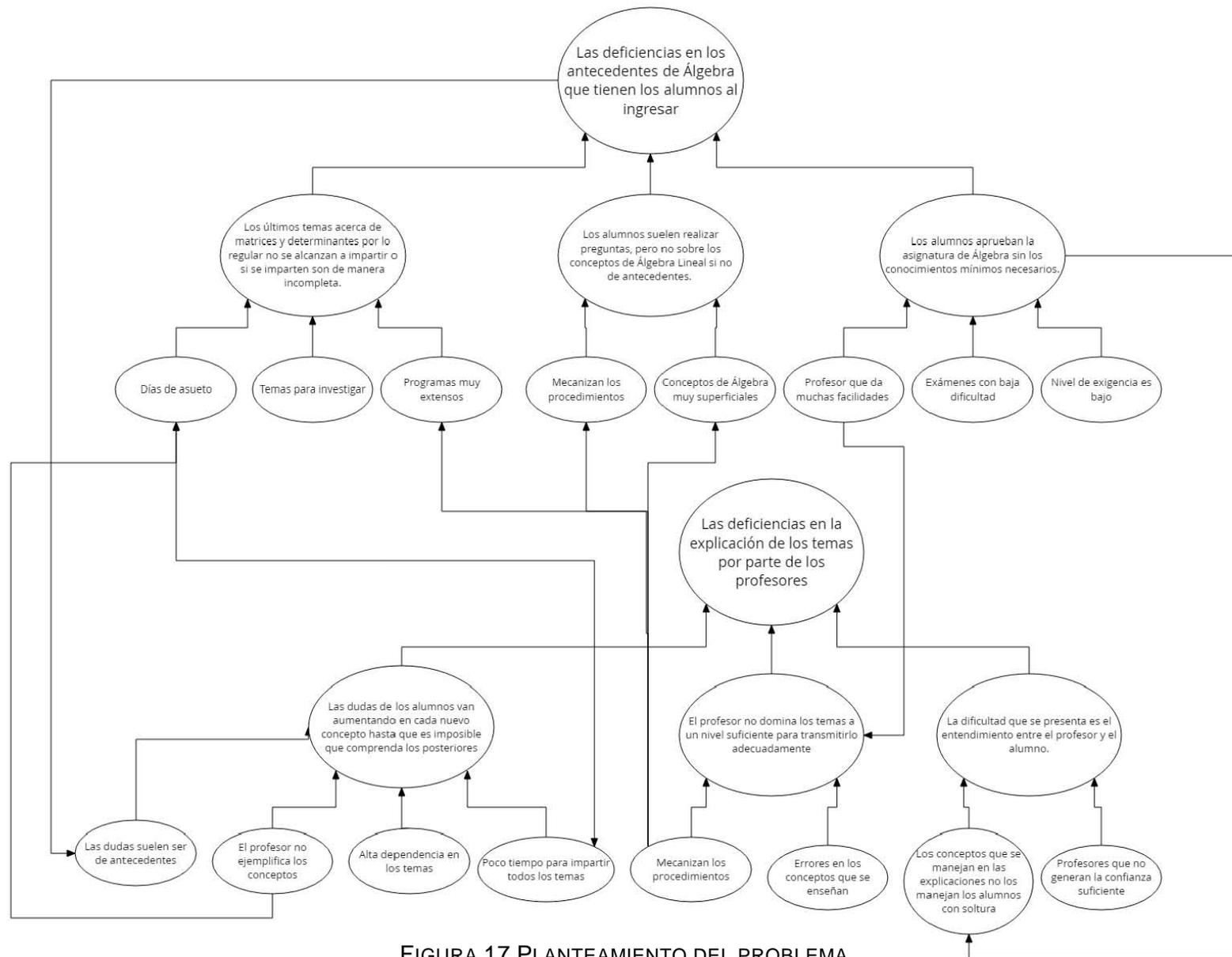


FIGURA 17 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el primer capítulo, se identificó la problemática general donde se evidenció que la reprobación en Álgebra Lineal es una situación que ha preocupado durante muchas generaciones y sigue preocupando a autoridades y profesores. Asimismo, se mostró la importancia de poder identificar los factores que más influyen en este fenómeno, centrándose en las relaciones profesor-alumno que es el núcleo del proceso enseñanza-aprendizaje.

Teniendo claro el marco de referencia en donde está ubicada nuestra problemática, se pudo definir el marco teórico más adecuado para analizarla. Después de considerar y valorar varias opciones, se tomó la decisión de adoptar la teoría del aprendizaje constructivista, principalmente por su consistencia con el pensamiento de sistemas, en particular, con el enfoque de sistemas suaves de Peter Checkland (1981).

La evaluación diagnóstica se basó en el procedimiento de planeación normativa que proponen Fuentes y Sánchez (1987); de éste, sólo se consideró el subsistema de formulación del problema. Siguiendo el procedimiento, se realizó un análisis exhaustivo de la problemática, se identificó la situación actual y a partir de esto, se identificó el problema de sobrepoblación de alumnos que tiene la facultad, a causa de su alta demanda, la reprobación y el rezago escolar, que se da en mayor medida en la División de Ciencias Básicas. Se obtuvo información sobre los antecedentes históricos de la problemática, se identificaron las acciones que han adoptado las autoridades de la escuela, con miras a disminuir el problema de la reprobación en lo general y en lo particular con la asignatura Álgebra Lineal, objeto de nuestro estudio. Una dificultad que se detectó es el hecho de que no se conoce en qué medida las acciones emprendidas han impactado, tanto el problema de la reprobación, como si se ha afectado el nivel académico que están alcanzando los estudiantes. Preocupa, por ejemplo, el haber quitado los exámenes parciales colegiados y la implementación de los exámenes extraordinarios de tres etapas. Por otro lado, es justo señalar que la incorporación de los exámenes departamentales parciales causó, en su momento, el incremento de la reprobación. En este caso, tal vez se justificaría un análisis mucho más detallado de dicho fenómeno.

El análisis que se realizó, con base en las entrevistas a los profesores y las encuestas a los alumnos, permitió identificar que los factores de mayor impacto en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal son: las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal y las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores. Con estos problemas claramente identificados, uno de ellos con relación a los

alumnos y el otro enfocado a profesores, se procedió a realizar un análisis detallado de cada uno de ellos, con el fin de poder llegar a definir los problemas raíz. Este análisis hizo evidente que ambos problemas están altamente relacionados, incluso cuando se realiza el análisis partiendo de uno de ellos, se llega al otro y viceversa. Es importante resaltar que cuando se hizo el análisis de los factores de mayor impacto, surgieron otros de menor relevancia que guardan estrecha relación con los factores estudiados. Con esto resultó evidente que, en el estudio de sistemas complejos, emergen de manera natural una serie de factores interrelacionados que, en la medida que son considerados, las posibles alternativas de solución van siendo cada vez más finas y acertadas; sin embargo, también, mientras más factores van siendo considerados, la búsqueda de alternativas de solución va siendo cada vez más compleja.

Uno de los problemas detectados en el estudio dentro del proceso enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal y que es importante destacar, es el relativo a mecanizar procedimientos en lugar de comprender y manejar adecuadamente los conceptos, esto sucede la mayoría de las veces debido a las deficiencias de conocimientos antecedentes que tienen los alumnos al ingresar a la asignatura, esto limita, en gran medida, la posibilidad de que el alumno reflexione sobre lo que hace y porqué lo hace, al momento de resolver ejercicios. Lo anterior, con mucha frecuencia provoca un lento avance del curso, pues surgen preguntas de los estudiantes relacionadas con conceptos antecedentes y, si el profesor no responde claramente a estas preguntas, entonces el alumno no logra seguir la explicación y se queda sin comprender los conceptos explicados del Álgebra Lineal.

Otros de los factores identificados son: el relativo a la inadecuada planeación de las clases por parte del docente, el poco dominio del profesor de los temas de la asignatura y explicaciones deficientes. Estos factores provocan poca o nula motivación en los estudiantes por aprender Álgebra Lineal. Se considera que el principal agente de cambio en esta problemática es claramente el profesor, por ser el actor más consiente y mejor capacitado para poder guiar y motivar a los alumnos y con esto lograr un cambio significativo.

Para buscar algunas alternativas de solución o recomendaciones que se pudieran analizar para su posible implementación, se aplicó la técnica DELPHI. En la aplicación de esta técnica se consideraron profesores y alumnos y se obtuvieron las siguientes tres recomendaciones:

La primera recomendación se caracterizó por ser la más factible y con buenas probabilidades de lograr un mayor impacto en la problemática estudiada. La propuesta consiste en elaborar, en un primer momento, clases videograbadas de profesores expertos en la asignatura, de los temas que a los estudiantes les resultan más difíciles de comprender y, posteriormente, se sugiere seguir con

este tipo de grabaciones hasta lograr tener todo el curso completo de Álgebra Lineal. La idea es que este material se pueda publicar en un medio difusión ya sea, en Facebook, en Youtube, o en una plataforma de la facultad, para que los alumnos puedan consultar, en cualquier momento dichos videos y tantas veces como lo requiera, hasta lograr la comprensión del concepto estudiado. Con esta propuesta se le brinda al alumno la posibilidad de acceder a clases videograbadas, de los conceptos que no le entendió a su profesor, pero ahora con las explicaciones de los profesores más reconocidos y con mayor experiencia.

Otra de las propuestas surgida de este estudio, segunda en orden de importancia y con mayores posibilidades de lograr mejores resultados, es la de establecer un proceso de reclutamiento y formación de profesores, donde se tenga la posibilidad de realizar un seguimiento y evaluación del profesor entrante durante el primer año de contratación. Este proceso de evaluación y seguimiento deberá realizarse a través de profesores expertos, quienes visitarán a los jóvenes maestros en sus clases, con la idea de realimentar su labor y hacerle todas las recomendaciones y sugerencias necesarias, con la idea de que perfeccione sus habilidades y su desempeño como profesor mejor. En la actualidad es casi un requisito que los profesores tengan estudios de posgrado, lo cual no garantiza la calidad del docente y, por otro lado, la carencia de dichos grados académicos no debería ser causa de exclusión o condena para un docente.

Finalmente se planteó como otra recomendación, la de generar materiales didácticos de buena calidad de la materia, con los cuales, tanto profesores como alumnos, tengan a la mano este recurso para facilitar la exposición de los temas y la comprensión de éstos. En buena medida, una parte de estos materiales ya se han venido trabajando desde hace varios años; sin embargo, mucho material se queda sin utilizar por la falta de una adecuada difusión. También es importante considerar la creación de material descriptivo, como puede ser: la invitación de expertos que laboren en la industria, para que impartan conferencias o pláticas sobre algunas aplicaciones del Álgebra Lineal; pues una opinión extendida entre los estudiantes, es la falta de ellas al momento de estudiar la asignatura. Estas pláticas o conferencias se sugiere sean videograbadas, con la finalidad de que puedan ser aprovechadas por futuras generaciones. Otra opción, es crear un grupo en alguna red social, cuyo propósito sea el contar con un lugar oficial, propio de la facultad, donde los alumnos puedan ayudarse entre ellos a resolver sus dudas, pero con la posibilidad de contar con el acompañamiento y supervisión de profesores, dispuestos para tal fin.

Con estas recomendaciones se estima que es posible aumentar la eficiencia del proceso enseñanza-aprendizaje y, como consecuencia de ello, se puedan disminuir los índices de reprobación en la asignatura, sin menoscabo del nivel académico que se espera de los estudiantes en nuestra facultad, pues estas recomendaciones son complementarias al proceso enseñanza-aprendizaje y no directamente involucradas en la forma de evaluarlo.

REFERENCIAS

1. COLL, C. y otros (1992): *Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid. Aula XXII, Santillana.
2. Checkland & Scholes. (1994). *La metodología de los sistemas suaves de acción*. México: Noriega editores.
3. Dirección general de planeación. *Agenda 2016*. 8 de junio de 2017, de UNAM
Sitio web: <http://agendas.planeacion.unam.mx/>
4. División de Ciencias Básicas. (2016). *Misión y visión*. Nov 2016, de la División de Ciencias Básicas Sitio web: <http://www.dcb.unam.mx/LaDivision/>
5. Facultad de Ingeniería. (2016). *Misión y visión*. nov 2016, de Facultad de Ingeniería Sitio web:
http://www.ingenieria.unam.mx/nuestra_facultad/mision_vision.php
6. Fuentes A. & Sánchez G. (1995). *Metodología de la Planeación Normativa*. México: División de estudios de posgrado.
7. Fuentes, A. y Sánchez, G. (1987) *Revista Contaduría y Administración*. noviembre - diciembre. No. 151. pp. 99-118.
8. Guba, E. & Lincoln, Y. (1989). *The Methodology of Fourth Generation Evaluation*” del libro *Fourth Generation Evaluation*. Sage Publications pp. 184-227.
9. Hugo Germán Serrano Miranda. (2011). *¿Por qué mis alumnos aprenden fácilmente a odiar Álgebra Lineal?* Nov, 2016, de Facultad de Ingeniería, UNAM Sitio web:
<http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/ForoMatematicas2/memorias/cuatro.pdf>
10. Josefina Pérez, Leydi y Luz. (2017). *Teorías del aprendizaje*. enero 22, 2018, de Wiki Sitio web: <http://uoctic-grupo6.wikispaces.com>
11. *Los conceptos expuestos en este apartado proceden fundamentalmente de las aportaciones de T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia e I. Solé, en los capítulos respectivos del libro C. COLL y otros (1993): El constructivismo en el aula*. Barcelona. Graó.
12. P. Checkland. (1993). *Pensamiento de sistemas, Práctica de sistemas*. México: Grupo noriega editores.

13. Patronato universitario, UNAM. presupuestos de egresos por entidad y dependencias. 8 de junio de 2017, de UNAM Sitio web: <http://www.patronato.unam.mx/presupuesto.html>
14. Plan de desarrollo de la División de Ciencias Básicas (2015-2019). P.p. 79-83 que se puede consultar en la página: http://dcb.fi-c.unam.mx/Documentos/PDD_DCB.pdf
15. Plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería (2015-2019). P.p. 79-83 que se puede consultar en la página: <http://www.ingenieria.unam.mx/planeacion/eg/documentos/pdd2015-2019.pdf>
16. Ramsden, Paul (2007). *Learning to Teach in Higher Education*, Londres/Nueva York: Routledge Falmer.
17. Russell L. Ackoff. (2002). *El paradigma de Ackoff*. México, D.F.: Limusa.
18. Sánchez, G. (2016). *Técnicas heurísticas participativas para la planeación*. México: Plaza y Valdes.
19. UNAM. (2018). *Estadísticas. 2018*, de UNAM Sitio web: http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte_pobtot.php?cve_dep=011
20. Zabala A. (2000). *La práctica educativa*. Barcelona: Graó, de Serveis Pedagogics.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño de la encuesta para alumnos y la entrevista a profesores

Como punto de partida para el diseño de la encuesta para alumnos y las preguntas a realizar en la entrevista a los profesores, se desarrolló una lluvia de ideas con la participación de un grupo de profesores que imparten la asignatura Álgebra Lineal. Esta lluvia de ideas se dio con base en la pregunta: ¿Cuáles considera usted que son los factores por los cuales los alumnos reprueban la asignatura Álgebra Lineal? Surgió de aquí una lista de factores, de los cuales se tomaron los que se consideraron más relevantes y se agregaron aquellos que fueron considerados inicialmente en el marco teórico.

- Malos antecedentes del alumno.
- Poco interés del alumno por la materia.
- Internet lento en el salón de clase.
- Poca responsabilidad del alumno.
- El alumno no cumple con las tareas.
- No asisten a las asesorías.
- No asisten a los talleres de ejercicios.
- El profesor no intenta profundizar en los conocimientos de la asignatura.
- Alto grado de dificultad de exámenes.
- Programa de la asignatura muy ambicioso.
- Días inhábiles no recuperados.
- Gran cantidad de alumnos por grupo.
- No usar las redes sociales.
- No hacer uso de las TIC's.
- Los alumnos le no dan la importancia debida a la tutoría.
- No preparan la clase los profesores.
- Los alumnos no leen con antelación los temas que serán tratados en clase.
- Faltan a clases los profesores.
- Impuntualidad del profesor.
- Impuntualidad del alumno.
- El profesor no domina la materia.
- No se da a conocer la bibliografía.
- Es insuficiente el material didáctico disponible.
- Clase aburridas.
- Mal uso del pizarrón.
- Mala letra del profesor.
- Manejo deficiente del lenguaje.
- El profesor no entrega calificaciones a tiempo.

- Poco interés del profesor para que el alumno aprenda.
- Falta de confianza entre el profesor y el alumno.
- Profesores que no saben explicar
- Los alumnos copian las tareas.
- Poco respeto en la clase.
- Los alumnos se quedan con dudas por pena a preguntar.
- Los profesores dedican mucho tiempo tratando temas ajenos a la clase.
- Mala actitud del grupo.
- No poner atención a la clase.
- Falta de motivación.
- Poca participación de los alumnos en clase.
- Mala orientación vocacional.
- Horarios de la asignatura inadecuados.
- No realizan ejercicios adicionales.
- Exámenes con muchos temas a evaluar.
- Clases muy largas.
- No permitir el uso de calculadora en exámenes.
- No usar las asesorías en línea.
- No usar el proyector.
- Los profesores hacen gráficas poco comprensibles.
- Pérdida de tiempo por cambios de clase.
- Pocos alumnos asisten a talleres de antecedentes.
- Falta de técnicas de estudio.
- Pizarrones pequeños en el edificio J.
- Ruido en los pasillos.
- Uso del celular en clase.
- Falta de aplicaciones de los temas.
- El profesor no da el tiempo adecuado a los temas.
- Las encuestas de profesores no son tomadas en cuenta.
- Los resultados del examen diagnóstico no son tomados en cuenta.
- El profesor no responde las dudas de los alumnos.
- Los profesores no utilizan un software especializado.
- Los profesores abusan del uso del software.
- Los profesores no realizan los ejercicios en el pizarrón.
- Los alumnos exponen los temas.
- Salarios bajos a los profesores de asignatura.
- Falta de oportunidades de progreso para el personal académico.
- Falta de lugares en el estacionamiento.
- Los profesores no acuden a los cursos de capacitación.
- Los profesores improvisan las clases.
- Profesores con poco interés para interactuar con los alumnos.

Lo que se busca es poder determinar, en qué medida el proceso enseñanza-aprendizaje que se sigue en los cursos de Álgebra Lineal se aproxima al enfoque constructivista, ya que se tomará como hipótesis que, en la medida en que alumnos y profesores cumplan con ciertos principios de dicho enfoque, en esa medida se logrará un aprendizaje significativo y, como consecuencia de ese aprendizaje, se logrará la acreditación de los alumnos. Se consideraron dos dimensiones, la de los alumnos y la de los profesores; para cada una de estas dimensiones se establecieron categorías y, para cada categoría se establecieron ciertos factores. Estos factores fueron seleccionados de la lluvia de ideas realizada, teniendo en cuenta en todo momento el enfoque constructivista. En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos.

Dimensiones	Categorías	Factores
Alumno	Antecedentes	Conocimientos sólidos de Álgebra
	Responsabilidad del alumno	Estudiar en casa
		Hacer las tareas y trabajos
		Asistir a las asesorías
		Asistir puntualmente a la clase
Participar activamente en clase		
Habilidades para aprender	Se autorregula	
Profesor	Habilidades docentes	Propiciar la participación
		Habilidades de comunicación
		Utilizar TIC's (nubes, redes sociales, etc.)
		Diseñar exámenes
		Habilidad para explicar los temas
		Procedimiento claro para calificaciones
	Características personales	Motivar
		Inspira confianza
	Responsabilidad del profesor	Asistir puntualmente a clase
		Crear un ambiente de respeto
		Planear la clase
		Reforzar sus conocimientos sobre la asignatura

TABLA 5 FACTORES SIGNIFICATIVOS CON BASE EN LA TEORÍA CONSTRUCTIVISTA

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los factores sobre los cuales se iba a trabajar, se realizó un análisis de las posibles relaciones que guardan entre sí dichos factores. En la Tabla 6 se muestran las relaciones identificadas.

Descripción de las relaciones:

Relación 1: Se tienen asesorías de Álgebra, en las cual el alumno tiene la posibilidad de resolver sus dudas en relación con esta materia y, con ello, subsanar aquellas deficiencias que pudieran ser un obstáculo al momento de abordar los temas de Álgebra lineal. Es muy importante que el alumno participe activamente en su proceso de aprendizaje, es decir, que el alumno sea autorregulado.

Relación 2: En la autorregulación el alumno monitorea, regula y controla su aprendizaje, donde éste debe reflejarse en el estudio fuera de las horas de clase.

Relación 3: El uso de las TIC's permite establecer canales de comunicación y poder compartir información con mayor facilidad.

Relación 4: El profesor al inspirar confianza genera una mejor comunicación con el alumno, propiciando de esa manera su participación en clase y teniendo la confianza de preguntar sus dudas.

Relación 5: El profesor debe planear sus clases de manera que cumpla al 100% con el programa de la asignatura.

Factores	Asesorías	Conocimientos sólidos de Álgebra	Se autorregula	Estudiar en casa	Asistir a las asesorías	Participar	Planear la clase	Habilidades de comunicación	Propiciar la participación	Utilizar TIC's (Nube, Redes sociales)	Inspirar confianza	Programa de la asignatura
Asesorías												
Conocimientos de Álgebra	1											
Se autorregula	-	2										
Estudiar en casa	-	-	1									
Asistir a las asesorías	2	-	-	-								
Participar	-	-	-	-	-							
Planear la clase	-	-	-	-	-	-						
Habilidades de comunicación	-	-	-	-	-	-	-					
Propiciar la participación	-	-	-	-	-	-	-	-				
Utilizar TIC's (Nube, Redes sociales)	-	-	-	-	-	-	-	3	-			
Inspirar confianza	-	-	-	-	-	-	4	4	4	-		
Programa de la asignatura	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	

TABLA 6 RELACIONES SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS FACTORES
Fuente: Elaboración propia

Con los factores antes mencionados y con las relaciones ya identificadas, se diseñó la entrevista que fue aplicada a los profesores y se diseñó la encuesta para alumnos. A continuación, se muestran ambos instrumentos:



ENTREVISTA PARA PROFESORES

¿Por qué los alumnos reprueban Álgebra Lineal?

Introducción

1. El tiempo estimado de la entrevista es de 10 a 15 minutos.
2. Presentación:
 - Francisco Barrera Del Rayo.
 - Profesor de asignatura (Álgebra y Álgebra Lineal).
 - Realizo mis estudios de maestría de Ingeniería en Sistemas.
3. Objetivo de la tesis: Es una investigación sobre los factores con mayor impacto en la relación profesor-alumno que inciden en los altos índices de reprobación en la asignatura Álgebra Lineal.
4. Datos generales del profesor:
 - Antigüedad docente.
 - Antigüedad en Álgebra Lineal.
 - Categoría y nivel.
5. Estructura de la entrevista consta de 3 partes:
 - I. De la lista de factores que se le proporcionará al profesor, se le solicitará Identificar 7 de ellos, que, a su juicio, considere tienen mayor impacto en la reprobación, marcándolos con una x en la columna S.
 - II. Ordenar del 1 al 7 según considere su importancia, donde 1 es la menor importancia y 7 la mayor importancia.
 - III. Explicación breve de los tres factores de mayor importancia. (Se utilizará un dispositivo de grabación de audio)

De la Parte III

¿Por qué considera que _____ es un factor que tiene mayor impacto en la reprobación de la asignatura Álgebra Lineal?

Conclusión

Factores que inciden en la reprobación de Álgebra Lineal

Factores	S	- Importancia +						
		1	2	3	4	5	6	7
Alumno								
Los conocimientos que tiene de Álgebra son insuficientes.								
El poco tiempo de estudio en casa.								
Incumplir con las tareas y los trabajos.								
Poca asistencia a las asesorías para aclarar sus dudas.								
Inasistencia a las clases.								
Poco interés en participar en clase.								
Poco interés por su aprendizaje.								
Profesor								
Propicia poca participación de los alumnos.								
Inadecuada comunicación con los alumnos.								
El poco uso o el abuso de las TIC's por ej.: Dropbox, Facebook, etc.								
El alto grado de dificultad de los exámenes.								
Poca claridad en la evaluación.								
Inspira poca confianza en los alumnos.								
Inasistencia a clases.								
El profesor no muestra a los alumnos la importancia de la asignatura.								
La explicación de los temas no es clara.								
La falta de un ambiente de respeto.								
Las clases improvisadas que carecen de una planeación.								
Poco dominio de los temas de la asignatura.								



ENCUESTA PARA ALUMNOS

¿Por qué los alumnos reprueban Álgebra Lineal?

Objetivo: La siguiente encuesta tiene el propósito de evaluar los factores significativos en la relación profesor-alumno que inciden en los altos índices de reprobación en la asignatura Álgebra Lineal.

Instrucciones: Analice cada uno de los enunciados y llene sólo un círculo con la respuesta que considere más adecuada

- 1) ¿Cuántas veces cursaste Álgebra Lineal?
1 2 3 4 o más
- 2) Tus conocimientos de Álgebra al inicio del curso fueron:
excelentes buenos regulares malos
- 3) ¿Cuántas horas dedicaste a estudiar Álgebra Lineal por tu cuenta a la semana?
más de 3 horas de 2 a 3 horas de 1 a 2 horas menos de 1 hora
- 4) Realizaste las tareas y los trabajos que te asignó tu profesor:
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 5) Cuando tenías dudas asistías a las asesorías para aclararlas
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 6) Por lo general llegabas al salón de clase:
a la hora señalada con un retraso de 10 a 20 min con un retraso de 21 a 30 min con un retraso de más de 30 min
- 7) ¿Cuántas veces faltaste a clases en el semestre?
nunca una vez de 2 a 3 veces más de 3 veces
- 8) Durante la clase realizabas alguna actividad que hiciera que perdieras la atención (platicar, usar celular, dormir, etc.)
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 9) El grado de dificultad de los exámenes era adecuado
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 10) Tu participación en clase fue:
excelente buena regular mala
- 11) ¿Qué tan importante consideras que es el Álgebra Lineal?
mucho regular poco nada
- 12) El profesor propició un ambiente de respeto en clase
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 13) Durante el semestre siempre fue clara la forma de evaluar del profesor
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 14) La comunicación con tu profesor era
excelente buena regular mala
- 15) La clase se dio de manera organizada y planeada
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 16) El profesor llegaba generalmente al salón de clase:
a la hora señalada con un retraso de 10 a 20 min con un retraso de 21 a 30 min con un retraso de más de 30 min

- 17) El profesor faltó a clase durante el semestre:
nunca una vez de 2 a 3 veces más de 3 veces
- 18) ¿Cuánta confianza te inspiraba tu profesor de Álgebra Lineal?
muchacha buena poca nada
- 19) El profesor utilizaba diversas herramientas TIC como por ejemplo: Dropbox, Facebook, Twitter, etc.
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 20) El profesor propiciaba que los alumnos participaran de manera activa:
siempre frecuentemente algunas veces nunca
- 21) ¿Por qué consideras que los alumnos reprueban Álgebra Lineal?
-

En la

Tabla 7 se muestra la ponderación de cada respuesta por pregunta y la relación con su categoría correspondiente.

Pregunta	Valor x Respuesta				Categoría
	1	2	3	4	
1	-	-	-	-	Número de inscripciones
2	3	2	1	0	Antecedentes
3	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
4	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
5	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
6	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
7	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
8	0	1	2	3	Responsabilidad del alumno
9	3	2	1	0	Habilidades docentes
10	3	2	1	0	Responsabilidad del alumno
11	3	2	1	0	Características personales
12	3	2	1	0	Responsabilidad del profesor
13	3	2	1	0	Habilidades docentes
14	3	2	1	0	Habilidades docentes
15	3	2	1	0	Responsabilidad del profesor
16	3	2	1	0	Responsabilidad del profesor
17	3	2	1	0	Responsabilidad del profesor
18	3	2	1	0	Características personales
19	3	2	1	0	Habilidades docentes
20	3	2	1	0	Habilidades docentes

TABLA 7 PONDERACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA DE ALUMNOS
 Fuente: Elaboración propia, el 1, 2, 3 y 4 representan la primera, segunda, tercera y cuarta opción de posible respuesta, respectivamente, de izquierda a derecha por pregunta.

A cada pregunta se le asignará un índice con escala de 0 a 100, haciendo uso de la fórmula:

$$I_p = \frac{\sum P_i}{n * 3} * 100$$

I_p = Índice por pregunta

$\sum P_i$ = Respuestas de la pregunta i

n = tamaño de la muestra

Indicadores de la encuesta de alumnos

De manera independiente al índice, se elaboraron indicadores por categoría. Los indicadores son:

Antecedentes	
Método de cálculo	
$NA = \frac{\left(\frac{\sum P2}{n}\right) * 10}{3}$	
<p>NA = Nivel de antecedentes P2 = Respuestas de la pregunta 8 n = Tamaño de la muestra de alumnos</p>	
Descripción del indicador	
El indicador refleja el nivel de antecedentes de Álgebra con los que cuentan los alumnos que cursan Álgebra Lineal.	
Escala	Unidad de medida
0 - 10	Nivel de antecedentes
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación
Anual	División de Ciencias Básicas
Semaforización	
	$NA \geq 8$
El nivel de los antecedentes de Álgebra de los alumnos es alto, por lo que cuentan con los suficientes conocimientos para abordar los temas de Álgebra Lineal.	
	$5 \leq NA < 8$
El nivel de los antecedentes de Álgebra de los alumnos es regular.	
	$NA < 5$
El nivel de los antecedentes es insuficiente para cursar Álgebra Lineal.	

TABLA 8 INDICADOR DE ANTECEDENTES
 Fuente: Elaboración propia

Responsabilidad del alumno	
Método de cálculo	
$NRA = \frac{\left(\frac{\sum P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P10}{n} \right) * 10}{21}$	
<p><i>NRA</i> = Nivel de responsabilidad del alumno <i>P#</i> = Respuestas de las preguntas: 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10 <i>n</i> = Tamaño de la muestra de alumnos</p>	
Descripción del indicador	
<p>El indicador refleja el nivel de responsabilidad de los alumnos que cursan la asignatura Álgebra Lineal. Se consideran 7 preguntas relacionadas con: El estudio en casa, la realización de las tareas y trabajos, la asistencia a las asesorías, la asistencia puntual a clase, la participación en clase y la atención prestada en la clase.</p>	
Escala	Unidad de medida
0 - 10	Nivel de responsabilidad del alumno
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación
Anual	División de Ciencias Básicas
Semaforización	
	<p>$NRA \geq 9$</p> <p>El nivel de responsabilidad del alumno es alto y favorece el proceso E-A.</p>
	<p>$6 \leq NA < 9$</p> <p>El nivel de responsabilidad del alumno es regular. Se necesita analizar las preguntas involucradas y reforzar aquel factor en donde se encuentre con menor puntuación.</p>
	<p>$NRA < 6$</p> <p>El nivel de responsabilidad del alumno es bajo y menor a lo requerido. Se requiere establecer medidas correctivas en los 7 factores.</p>

TABLA 9 INDICADOR DE RESPONSABILIDAD DEL ALUMNO
Fuente: *Elaboración propia*

Habilidades para aprender		
Método de cálculo		
$NHA = \frac{\left(\frac{\sum P3 + P5 + P10}{n} \right) * 10}{9}$		
<p><i>NHA</i> = Nivel de las habilidades para aprender <i>P#</i> = Respuestas de las preguntas: 3, 5 y 10 <i>n</i> = Tamaño de la muestra de alumnos</p>		
Descripción del indicador		
El indicador refleja el nivel de habilidad que tienen los estudiantes para aprender, donde el factor considerado es la autorregulación, que para obtener una medición se necesita de la relación 1 y 2.		
Escala	Unidad de medida	
0 - 10	Nivel de habilidad para aprender	
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación	
Anual	División de Ciencias Básicas	
Semaforización		
	$NHA \geq 9$	La habilidad para aprender de los alumnos es muy buena.
	$6 \leq NA < 9$	La habilidad para aprender de los alumnos es regular.
	$NHA < 6$	La habilidad para aprender de los alumnos es deficiente.

TABLA 10 INDICADOR DE HABILIDADES PARA APRENDER
Fuente: *Elaboración propia*

Habilidades docentes	
Método de cálculo	
$NHD = \frac{\left(\frac{\sum P9 + P13 + P14 + P19 + P20}{n} \right) * 10}{15}$	
<p><i>NHD</i> = Nivel de las habilidades docentes <i>P#</i> = Respuestas de las preguntas: 9, 13, 14, 19 y 20 <i>n</i> = Tamaño de la muestra de alumnos</p>	
Descripción del indicador	
El indicador refleja el nivel de habilidades docentes de los profesores, donde los factores considerados son: la participación que propician los profesores en clase, las habilidades de comunicación, el uso de TIC's, el diseño de los exámenes y los procedimientos claros en la evaluación.	
Escala	Unidad de medida
0 - 10	Nivel de habilidad docente
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación
Anual	División de Ciencias Básicas
Semaforización	
	$NHD \geq 9$
Las habilidades docentes son excelentes.	
	$7 \leq NA < 9$
Las habilidades docentes son regulares, es necesario buscar alguna capacitación.	
	$NHD < 7$
Las habilidades docentes son deficientes, es necesario profundizar en esta categoría.	

TABLA 11 INDICADOR DE HABILIDADES DOCENTES
Fuente: *Elaboración propia*

Características personales	
Método de cálculo	
$NCP = \frac{\left(\frac{\sum P11 + P14 + P18 + P20}{n} \right) * 10}{12}$	
<p><i>NCP</i> = Nivel de las características personales <i>P#</i> = Respuestas de las preguntas: 11, 14, 18 y 20 <i>n</i> = Tamaño de la muestra de alumnos</p>	
Descripción del indicador	
<p>El indicador refleja el nivel de características personales de los profesores, donde los factores considerados son: la motivación del profesor para lograr que los alumnos aprenden la asignatura e inspirar confianza. Aunado a este último, se consideró también la relación que guarda con: propiciar la participación y las habilidades de comunicación.</p>	
Escala	Unidad de medida
0 - 10	Nivel de características personales
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación
Anual	División de Ciencias Básicas
Semaforización	
 $NCP \geq 7$	Las características personales son adecuadas.
 $6 \leq NA < 7$	Las características personales son regulares.
 $NCP < 6$	Las características personales son bajas.

TABLA 12 INDICADOR DE CARACTERÍSTICAS PERSONALES
Fuente: *Elaboración propia*

Responsabilidad del profesor	
Método de cálculo	
$NRA = \frac{\left(\frac{\sum P12 + P15 + P16 + P17}{n} \right) * 10}{12}$	
<p><i>NRA</i> = Nivel de responsabilidad del profesor <i>P#</i> = Respuestas de las preguntas: 12, 15, 16 y 17 <i>n</i> = Tamaño de la muestra de alumnos</p>	
Descripción del indicador	
<p>El indicador refleja el nivel de responsabilidad de los profesores que imparten la asignatura Álgebra Lineal, donde se consideran los factores: crear un ambiente de respeto, la asistencia puntual a clase, la planeación de la clase y los conocimientos sobre la asignatura.</p>	
Escala	Unidad de medida
0 - 10	Nivel de responsabilidad del alumno
Frecuencia de medición	Nivel de desagregación
Anual	División de Ciencias Básicas
Semaforización	
 $NRA \geq 9$	El nivel de responsabilidad del profesor es alto y favorece el proceso E-A.
 $8 \leq NA < 9$	El nivel de responsabilidad del profesor es regular.
 $NRA < 8$	El nivel de responsabilidad del profesor es bajo y menor a lo requerido.

TABLA 13 INDICADOR DE RESPONSABILIDAD DEL PROFESOR
Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 2. Índice por pregunta de la encuesta para alumnos

Con base en la fórmula establecida en el Anexo 3 para obtener el índice por pregunta, se obtiene la Tabla 14:

Pregunta	Índice
1	-
2	61.8
3	57.4
4	92.0
5	34.4
6	94.4
7	85.0
8	80.9
9	85.5
10	57.8
11	91.6
12	94.2
13	92.1
14	83.2
15	91.8
16	95.5
17	93.0
18	85.7
19	48.7
20	82.4

TABLA 14 RESULTADOS DE LA ENCUESTA PARA ALUMNOS POR PREGUNTA
(ÍNDICES)

Fuente: Elaboración propia; (Escala de 0 a 100)

El orden de las preguntas de menor a mayor índice es:

5 19 3 10 2 8 20 14 7 9 18 11 15 4 13 17 12 6 16 1

Anexo 3. Análisis de la muestra

La población está conformada por 40 docentes que imparten la asignatura Álgebra Lineal y se consideraron los 2,359 alumnos de la generación 2017 que entraron con el nuevo plan 2016, mismos que, para el momento del estudio, ya habían cursado la asignatura Álgebra Lineal. De acuerdo con esto, fue necesario seleccionar dos muestras, una de docentes y otra de alumnos.

Para el caso de los alumnos, se utilizó una muestra probabilística aplicando un muestro aleatorio simple, que se obtuvo mediante el procedimiento planteado por Hernández, Fernández y Baptista p. 245 (1998), que proponen sea utilizado para el análisis de fenómenos sociales.

Para el caso de los docentes, se utilizó una muestra probabilística empleando un muestreo aleatorio simple con selección sistémica, este método supone que la población consiste en elementos que están ordenados de alguna forma, se establece una razón N/n , donde N es el número de elementos en la población y n es el tamaño de la muestra, obtenido mediante un muestreo aleatorio simple. El valor que se obtiene de la razón N/n se redondea a un número entero k , que es utilizado como intervalo del muestreo. El primer elemento muestral es elegido aleatoriamente de entre 1 y k , los elementos subsecuentes se eligen cada k intervalos (Kerlinger 2002). En este caso, el criterio de ordenación son los años de experiencia docente. El procedimiento se muestra a continuación:

Considere que:

- N = tamaño de la población
- n = es el tamaño de la muestra
- n' = es el tamaño provisional de la muestra
- V^2 = varianza de la población
- se = error estandar de la muestra
- S^2 = varianza de la muestra
- p = nivel de confiabilidad

	Docentes	Alumnos
Tamaño de la muestra	$N = 40$ $p = 99\% = 0.99$ $se = 3\% = 0.03$ $V^2 = (0.03)^2 = 0.0009$ $S^2 = p(1 - p) = 0.0099$ $n' = \frac{S^2}{V^2} = 11$ $n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = 8$	$N = 2000$ $p = 95\% = 0.95$ $se = 1.5\% = 0.015$ $V^2 = (0.015)^2 = 0.000225$ $S^2 = p(1 - p) = 0.0475$ $n' = \frac{S^2}{V^2} = 211.11$ $n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = 191$

Selección de los elementos	<p>Selección sistémica</p> $k = \frac{40}{8} = 5$ <p>Un profesor con 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45 años de experiencia docente</p>	Selección aleatoria de alumnos inscritos en la asignatura de Cálculo Vectorial
----------------------------	--	--

Fuente: *Elaboración propia*¹

Los profesores que amablemente permitieron realizar la encuesta en sus grupos de Cálculo Vectorial fueron:

- M.I. María del Rocío Ávila Núñez
- M.E.M Enrique Arenas Sánchez
- Ing. Guillermo Adolfo Vignau Esteva (2 Grupos)

En cuanto a la muestra de profesores para la realización de las entrevistas, se obtuvo que 8 profesores era una muestra suficiente para el estudio; sin embargo, se tuvo la posibilidad de entrevistar a 15 profesores, lo cual nos permitió dar mayor solidez a nuestra investigación.

Profesores entrevistados:

1. Ing. Francisco Barrera García
2. M.I. Luis César Vázquez Segovia
3. Ing. Jaime Érik Castañeda De Isla Puga
4. Dr. Gerardo René Espinosa Pérez
5. Ing. Francisco Barrera Del Rayo
6. M.I. María Sara Valentina Sánchez Salinas
7. Fis. Sergio Roberto Arzamendi Pérez
8. M.I. Leda Speziale San Vicente
9. Dra. Sofía Magdalena Ávila Becerril
10. M.C. Gustavo Balmori Negrete
11. M.E.M Enrique Arenas Sánchez
12. Fis. Juan Velázquez Torres
13. M.F. Alicia Pineda Ramírez
14. Ing. Jacquelyn Martínez Alavez
15. M.E. Rosalba Rodríguez Chávez

¹ Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. 2ª Edición. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. Se puede obtener en la página web: <https://es.scribd.com/doc/38757804/Metodologia-de-La-Investigacion-Hernandez-Fernandez-Batista-4ta-Edicion>

Fred N. Kerlinger. (2002). *Investigación del comportamiento*. US: Mcgraw-hill.

Anexo 4. Rutina en R usada en el análisis.

```
###Lectura del archivo csv
alum<-read.csv("Encuestas Alumnos.csv",sep="," ,header=T)

###Realiza la suma por Columna
alum
alum[is.na(alum)]=0
sum=colSums(alum)
sumas=as.vector(sum)
muestra=dim(alum)[1]

###Indicador Nivel de antecedentes#####
NNA=((sumas[2]/muestra)*10)/3
NNA

###Indicador Responsabilidad del alumno#####
NRA=((sumas[3]+sumas[4]+sumas[5]+sumas[6]+sumas[7]+sumas[10]+sumas[8])/muestra)*10/21
NRA

###Indicador Habilidades para aprender#####
NHA=((sumas[3]+sumas[5]+sumas[10])/muestra)*10/9
NHA

###Indicador Habilidades docentes#####
NHD=((sumas[20]+sumas[14]+sumas[19]+sumas[9]+sumas[13])/muestra)*10/15
NHD

###Indicador Características personales#####
NCP=((sumas[11]+sumas[18]+sumas[20]+sumas[14])/muestra)*10/12
NCP

###Indicador Responsabilidad del profesor#####
NRP=((sumas[16]+sumas[17]+sumas[12]+sumas[15])/muestra)*10/12
NRP

###Lectura del archivo csv
prof<-read.csv("Entrevistas a profesores.csv",sep="," ,header=T)

###Realiza la suma por Columna
prof
prof[is.na(prof)]=0
sum=colSums(prof)
sum

###Ordena los datos
vector=as.vector(sum)
val<-sort(vector)
val
```

Anexo 5. Histórico de reprobación en matemáticas

En este Anexo se muestra un histórico acerca de los porcentajes de reprobación de las asignaturas de matemáticas desde el semestre 1994-1 al 2017-2, con un faltante de información de los semestres: 2003-2 al 2010-2, que no fue posible obtener. En las columnas de la tabla se indica la asignatura y, para cada una de ellas, se tienen tres columnas, la primera con encabezado (%REP) que representa el porcentaje de alumnos inscritos en ese semestre que no acreditaron la asignatura, ya sea por obtener calificación de "5", o bien, por haber obtenido NP; las siguientes dos columnas (%NA) y (%NP) no requieren explicación.

De los datos mostrados en las tablas, se hacen algunos comentarios que son convenientes tener en consideración.

1. * En el semestre 1999-2 se vivió el paro estudiantil en la UNAM cuya duración fue de 10 meses. Los índices de reprobación (%NA) se redujo a 0%, debido a que se les dio a los estudiantes la posibilidad de dar de baja las asignaturas no acreditadas. El número de alumnos que quedaron inscritos al término del semestre fue mucho menor en gran número de asignaturas.
2. ** El semestre 2000-1 se desarrolló con clases extramuros, fuera de las instalaciones universitarias. las inscripciones en este semestre se redujeron a sólo 2/5 partes de lo acostumbrado.
3. Durante el periodo que comprende los semestres 2003-2 y 2010-2 no se pudo obtener información acerca de la reprobación.
4. A partir del semestre 2016-1 se puso en operación un nuevo plan de estudios. En la tabla se puede observar claramente cómo los índices de reprobación en Álgebra Lineal fueron en aumento, debido a los alumnos que no habían acreditado la asignatura del plan 2006.

ASIGNATURAS																		
SEMESTRE	Álgebra (91)			Álgebra Lineal (91)			Geo. Ana. (91)			Cálculo I (91)			Cálculo II (91)			Cálculo III (91)		
	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP
94-1	61	40	21	64	32	32	59	34	25	49	30	19	63	27	36	56	30	26
94-2	67	47	20	53	30	23	72	40	32	64	38	26	44	31	13	63	25	38
95-1	60	35	25	62	39	23	50	31	19	56	33	23	51	35	16	60	28	32
95-2	56	31	25	47	30	17	66	39	27	55	28	27	46	31	15	25	12	13
96-1	52	29	23	66	47	19	51	29	22	52	34	18	49	35	14	35	23	12
96-1	59	39	20	53	36	17	65	38	27	57	35	22	43	26	17	46	33	13
97-1	49	31	18	56	33	23	57	33	24	55	34	21	53	34	19	38	20	18
97-2	59	35	24	46	27	19	54	27	27	61	37	24	42	31	11	36	21	15
98-1	46	24	22	50	26	24	56	34	22	48	26	22	46	25	21	43	25	18
98-2	54	30	24	43	26	17	60	28	32	58	32	26	41	25	16	43	22	21
99-1	51	25	26	50	27	23	54	27	27	49	26	23	44	25	19	45	27	18
99-2*	77	0	77	63	0	63	70	0	70	15	0	15	4	0	4	1	0	1
2000-1**	56	2	54	39	1	38	52	3	49	51	4	47	35	2	33	44	1	43
2000-2	68	32	36	54	21	33	70	24	46	68	32	36	47	25	22	44	19	25
2000-3	58	26	32	54	19	35	57	22	35	59	28	31	49	20	29	45	21	24
2001-1	41	19	22	57	29	28	55	25	30	45	18	27	52	19	33	50	26	24
2001-2	65	35	30	53	25	28	67	24	43	62	31	31	46	23	23	42	17	25
2002-1	53	32	21	62	38	24	61	30	31	53	29	24	39	22	17	41	20	21
2002-2	60	27	33	52	23	29	64	23	41	61	35	26	36	16	20	46	24	22
2003-1	56	32	24	58	29	29	56	32	24	53	30	23	47	20	27	33	15	18

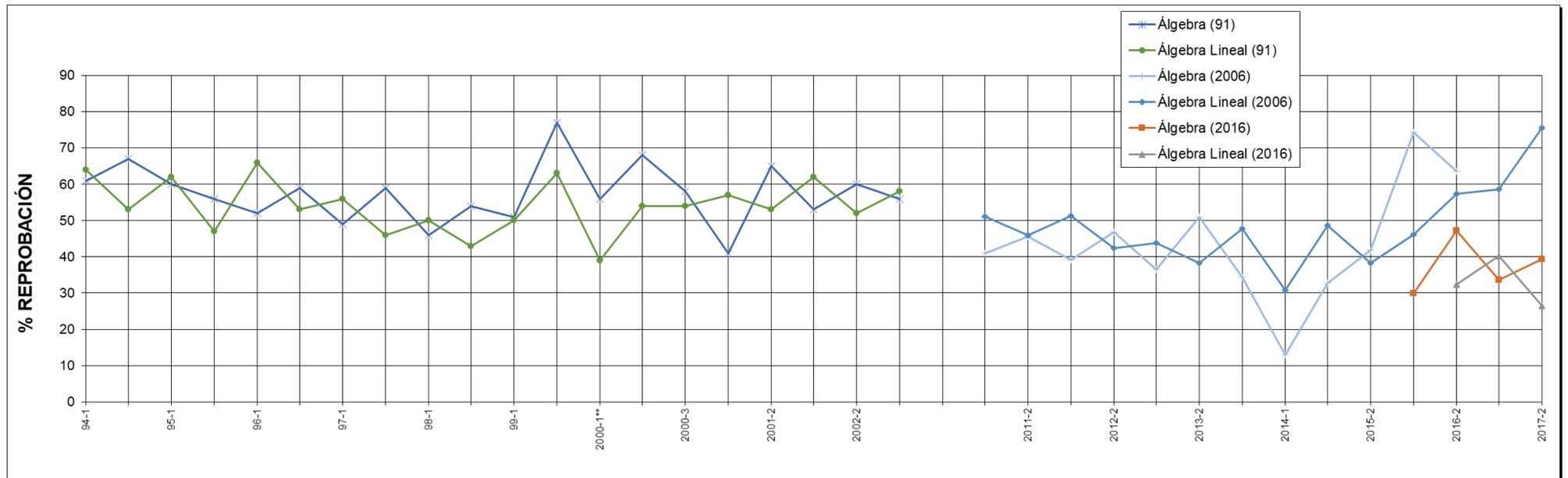
TABLA 15 ESTADÍSTICA DE REPROBACIÓN PLAN 1991
Fuente: Barrera G., Francisco - Las Matemáticas y el abandono escolar

ASIGNATURAS																		
SEMESTRE	Álgebra (2006)			Álgebra Lineal (2006)			Geo Ana. (2006)			Cálculo Dif. (2006)			Cálculo Integral (2006)			Cálculo Vectorial (2006)		
	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP
2011-1	41	24	17	51	21	30	52	27	24	55	34	20	53	26	26	36	17	20
2011-2	46	23	22	46	18	28	49	24	25	53	30	23	37	18	19	44	17	27
2012-1	39	26	13	51	19	32	49	28	21	50	29	20	42	18	23	38	16	23
2012-2	47	25	22	42	17	26	50	22	28	48	22	26	37	21	16	39	18	21
2013-1	36	23	13	44	19	25	45	24	21	43	24	20	47	27	20	31	14	17
2013-2	51	28	23	38	19	20	46	20	27	58	33	25	37	22	14	35	15	20
2014-1	34	22	13	48	19	29	43	24	18	46	25	20	48	26	23	30	16	15
2014-1	13	4	24	31	10	21	33	5	28	31	3	27	31	14	16	29	6	24
2015-1	33	21	12	49	18	30	43	20	23	44	26	18	47	25	21	30	14	15
2015-2	42	21	20	38	17	22	42	19	22	50	27	23	36	22	15	41	15	25
2016-1	74	29	46	46	16	30	52	16	36	62	7	55	42	23	19	34	15	19
2016-2	64	18	45	57	21	36	61	4	57	91	36	55	41	15	26	45	17	28
2017-1				59	26	33	40	0	40	75	25	50	58	22	36	29	18	11
2017-2				75	13	63							54	29	25	43	19	24

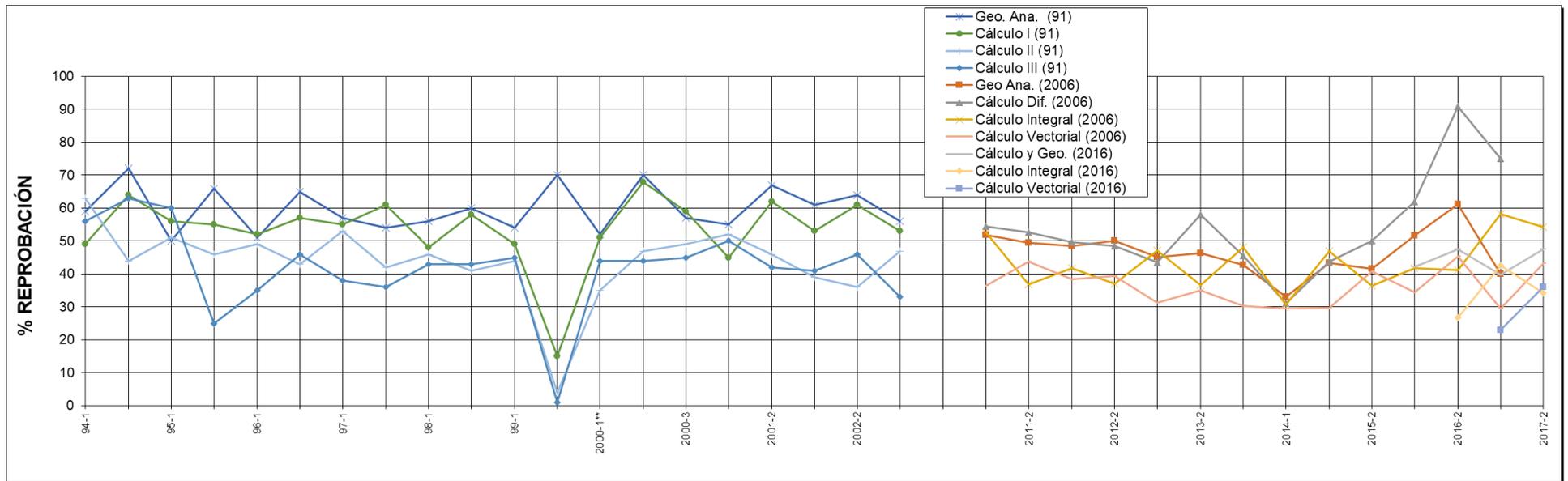
TABLA 16 ESTADÍSTICA DE REPROBACIÓN PLAN 2006
Fuente: Jefatura del a División de Ciencias Básicas (DCB)

ASIGNATURAS															
SEMESTRE	Álgebra (2016)			Álgebra Lineal (2016)			Cálculo y Geo. (2016)			Cálculo Integral (2016)			Cálculo Vectorial (2016)		
	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP
2016-1	30	20	10				42	27	16						
2016-2	47	24	24	32	15	17	48	24	24	27	16	11			
2017-1	34	20	14	40	10	31	40	22	18	43	23	19	23	11	12
2017-2	39	20	19	26	6	20	47	26	21	34	17	17	36	14	22

TABLA 17 ESTADÍSTICA DE REPROBACIÓN PLAN 2016
Fuente: Jefatura del a División de Ciencias Básicas (DCB)



GRÁFICA 2 PORCENTAJES DE REPROBACIÓN DE LA ASIGNATURA DE LA ACADEMIA DE ÁLGEBRA (1994-2017)
 Fuente: Elaboración propia



GRÁFICA 3 PORCENTAJES DE REPROBACIÓN DE LAS ASIGNATURAS DE LA ACADEMIA DE CÁLCULO (1994-2017)
 Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Resultados de las encuestas que aplica la Facultad de Ingeniería a los alumnos para evaluar el desempeño de los profesores

Como es costumbre y tradición desde hace más de 40 años en la Facultad de Ingeniería, se aplica semestre con semestre y en todos los grupos, una encuesta a los alumnos con el fin de que ellos evalúen el desempeño de sus profesores y también se realicen una autoevaluación.

Dicha encuesta es aplicada a nivel licenciatura y posgrado, así como también a grupos de teoría y laboratorio. La aplicación se hace de manera física en hojas de lectora óptica y generalmente entre las semanas 13 y 14 del semestre. En las Figuras 18 y 19 se muestran el frente y el reverso del formato de esta encuesta.

La facultad procesa dichas encuestas y entrega a los profesores los resultados en el primer tercio del semestre siguiente. Estos resultados son presentados al profesor agrupándolos en 6 categorías, de las cuales 4 se refieren al profesor y 2 al desempeño del alumno. Además de estos resultados, se le proporciona al profesor una calificación global de su desempeño y de sus alumnos. Cada categoría tiene cierta ponderación que en conjunto suman el 100% de la calificación, tanto para el desempeño del profesor como para el de los alumnos. En la Tabla 18 se muestran las preguntas de la encuesta que conforman cada categoría, así como el puntaje máximo que se puede obtener en cada una de ellas.

Actor	Categorías	Preguntas	Puntaje Max
Profesor	Aprendizaje	5,7,8,9,10	38
	Motivación	1,2,3,4,6	32
	Evaluación	12,13,15	18
	Responsabilidad	11,14,16	12
Alumno	Desempeño del alumno	24,25,26,27,28	72
	Responsabilidad del alumno	21,22	28

TABLA 18 CATEGORÍAS EN LAS QUE SE AGRUPA LA ENCUESTA APLICADA A LOS ALUMNOS POR PARTE DE LA FI
Fuente: Elaboración Propia

Como un dato interesante e importante en este estudio, se obtuvo el promedio general de las encuestas aplicadas en la asignatura Álgebra Lineal de los semestres 2016-2, 2017-1 y 2017-2, tanto por categoría como por cada una de las preguntas que conforman dicha encuesta. Tablas 19 y 20 respectivamente.

Actor	Categorías	2016-2	2017-1	2017-2	Max
Profesor	Aprendizaje	34.0	35.0	34.9	38
	Motivación	26.4	28.0	27.7	32
	Evaluación	15.0	15.8	15.7	18
	Responsabilidad	11.2	11.1	11.3	12
Alumno	Desempeño del alumno	49.7	50.4	51.1	72
	Responsabilidad del alumno	24.6	23.7	24.6	28

TABLA 19 PROMEDIO GENERAL POR CATEGORÍA DE LA ENCUESTA EN LA FI
Fuente: Elaboración Propia

Pregunta	2016-2	2017-1	2017-2	Promedio
1	87.3	91.0	90.9	89.7
2	84.6	90.6	88.1	87.8
3	76.9	80.5	81.1	79.5
4	81.4	88.9	87.2	85.8
5	91.0	93.4	93.3	92.6
6	81.2	85.2	84.9	83.8
7	85.8	89.0	87.9	87.6
8	92.2	95.8	94.2	94.1
9	91.3	93.6	94.0	93.0
10	85.9	89.7	88.5	88.0
11	92.8	92.3	94.8	93.3
12	82.5	87.2	86.3	85.3
13	87.0	90.8	90.2	89.3
14	95.2	94.9	94.4	94.8
15	81.5	87.2	86.4	85.0
16	93.0	90.2	93.1	92.1
17	89.2	93.6	91.5	91.4
18	85.6	89.6	88.2	87.8
19	77.4	85.2	83.2	81.9
20	97.0	98.0	97.9	97.6
21	82.4	78.8	83.9	81.7
22	93.8	91.0	92.2	92.3
23	36.0	34.2	33.4	34.5
24	58.6	61.5	61.3	60.5
25	71.7	73.3	74.3	73.1
26	67.2	69.4	69.7	68.8
27	81.0	76.0	80.9	79.3
28	70.5	72.2	72.2	71.6
29	93.5	80.0	93.2	88.9
30	100.0	91.8	93.1	95.0

TABLA 20 PROMEDIO GENERAL POR PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN LA FI
Fuente: Elaboración Propia

De los datos proporcionados en las Tablas 19 y 20 podemos hacer los siguientes comentarios:

4. De las cuatro categorías de calificaciones del profesor, la que tiene el menor promedio es la de motivación. En esta categoría se incluyen las preguntas 3 y 4 de la encuesta que preguntan: 3) Si las clases se desarrollan de manera interesantes y 4) Si el profesor expone la clase en forma clara. Este dato coincide perfectamente con uno de los dos indicadores que se detectaron en el estudio, como de los más significativos en el fenómeno de la reprobación en Álgebra Lineal.
5. La categoría con más alto promedio sobre el profesor es el de responsabilidad. Los alumnos reconocen a sus profesores como muy responsables.
6. Por lo que toca a las categorías de calificaciones de los alumnos, la de menor promedio corresponde al desempeño del estudiante, que también es consistente con uno de los factores detectados en el estudio.



FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE EVALUACION DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Opinión sobre el desempeño académico del profesor y del alumno

Nombre del profesor: _____

Asignatura: _____ Semestre: _____

Estimado alumno:

Con objeto de mejorar la calidad académica de nuestra Facultad periódicamente se realiza la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje. Dentro de este programa, el punto de vista de los alumnos, acerca del ejercicio docente y de su propio desempeño como estudiante, constituye un factor muy importante.

Analice cada uno de los enunciados y llene la respuesta que considere más adecuada (una sola opción por pregunta). Le agradecemos conteste todas las preguntas.

INSTRUCTIVO

RECUERDE QUE ESTA HOJA SERA LEIDA POR MEDIOS OPTICOS POR LO QUE DEBE SEGUIR ESTE INSTRUCTIVO PARA EVITAR ERROR DE LECTURA.

- 1 No debe doblar, engrapar, ensuciar, ni maltratar la hoja.
- 2 Debe utilizar lápiz del 2 ó 2 1/2 para llenar cada circulo, Hágalo firme y totalmente. El resto de la información podrá llenarse con pluma o lápiz.
- 3 En caso de cometer algún error, asegúrese de borrar completamente, sin dañar la hoja
- 4 No haga ninguna anotación fuera de las áreas indicadas.

CLAVE DE ASIGNATURA			
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9

GRUPO			
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9

TIPO DE CLASE	
TEORIA	<input type="radio"/>
LABORATORIO	<input type="radio"/>
PRACTICA	<input type="radio"/>

No. DE PROFESOR

1
2
3
4
5

a) SOBRE EL PROFESOR

- 1) El interés del profesor para que los alumnos aprendan es:

muy grande <input type="radio"/>	grande <input type="radio"/>	escaso <input type="radio"/>	nulo <input type="radio"/>
----------------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------
- 2) La confianza que el profesor inspira en los alumnos para intervenir en clase es:

muy grande <input type="radio"/>	grande <input type="radio"/>	escasa <input type="radio"/>	nula <input type="radio"/>
----------------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------
- 3) Las clases se desarrollan de manera:

muy interesante <input type="radio"/>	interesante <input type="radio"/>	aburrida <input type="radio"/>	muy aburrida <input type="radio"/>
---------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------
- 4) El profesor expone la clase en forma clara:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 5) Los conocimientos del profesor sobre la asignatura son:

excelentes <input type="radio"/>	buenos <input type="radio"/>	regulares <input type="radio"/>	deficientes <input type="radio"/>
----------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------
- 6) El profesor propicia que los alumnos amplien por su cuenta sus conocimientos sobre la asignatura:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 7) El profesor propicia que los alumnos razonen sobre los temas que expone:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 8) El profesor promueve un ambiente de respeto en clase:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 9) Las tareas, trabajos y/o ejercicios que deja el profesor, contribuyen al aprendizaje:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 10) Al exponer los temas el profesor fomenta la habilidad de plantear y resolver problemas:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 11) El profesor llega generalmente al salón de clase:

a la hora señalada <input type="radio"/>	con un retraso de 10 a 20 min. <input type="radio"/>	con un retraso de 21 a 30 min. <input type="radio"/>	con un retraso de más de 30 min. <input type="radio"/>
--	--	--	--
- 12) El profesor regresa los exámenes, tareas, trabajos y proyectos corregidos:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 13) Los exámenes y/o evaluaciones tienen un grado de dificultad adecuado:

siempre <input type="radio"/>	frecuentemente <input type="radio"/>	algunas veces <input type="radio"/>	nunca <input type="radio"/>
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------
- 14) El profesor termina su clase:

a la hora señalada <input type="radio"/>	entre 5 y 10 min. antes <input type="radio"/>	más de 10 min antes <input type="radio"/>	después de la hora señalada <input type="radio"/>
--	---	---	---

FIGURA 18 ENCUESTA DE EVALUACIÓN POR PARTE DE LA FI (PARTE I)

Fuente: Encuesta de la Facultad de Ingeniería

Anexo 7. Desarrollo de la Técnica Delphi

De manera adicional se implementó la Técnica Delphi para poder identificar algunas posibles alternativas de solución.

Definición del problema

Los problemas que se pretenden abordar son los ya identificados con anterioridad:

- Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar.
- Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores.

Establecimiento de los objetivos y resultados esperados

El objetivo que se pretende alcanzar al aplicar esta técnica es, identificar algunas alternativas de solución para los problemas referidos, que deberán nacer de la creatividad de profesores y alumnos, donde se busque que dichas alternativas sean de largo plazo, globales e innovadoras.

Selección de los entrevistados

En el caso de los profesores se eligió un método de jerarquización. El punto de partida fue considerar a aquellos docentes que, de los 19 factores detectados, seleccionaron dentro de sus 7 que consideraron como los más relevantes en el problema de reprobación en Álgebra Lineal, a los dos factores que fueron detectados en el punto 3.4.1 Evaluación del sistema. Estos profesores identificaron, desde un principio, a estos dos factores como relevantes en el problema que nos ocupa y se consideró pertinente y necesario el incluirlos en la formulación de alternativas de solución. Adicionalmente a estos profesores, se invitó a participar también en esta búsqueda de soluciones, a tres alumnos que hubieran cursado y acreditado Álgebra Lineal.

Formulación del primer cuestionario

A continuación, se transcribe el primer correo enviado a los profesores y alumnos seleccionados. La redacción en los correos varía según el sexo y el rol de cada uno de ellos, estudiante o profesor, por lo que se presenta el formato genérico.

Correo

Buen día Ing. _____,

Antes de comenzar, me gustaría repetirle lo enormemente agradecido que estoy con usted por aceptar colaborar en este estudio.

Como ya previamente había tenido el gusto de platicarle, el estudio que estoy realizando, consta de dos partes, la primera consistió en identificar aquellos factores que inciden de manera significativa en la problemática de la reprobación en Álgebra Lineal, esto se realizó con ayuda de un grupo de alumnos y profesores. A partir de esto, se lograron identificar los dos factores que se consideraron tienen el mayor impacto en la problemática estudiada. Estos factores fueron:

1. Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal.
2. Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores.
(Ver explicación detallada en el documento PDF Anexo)

La segunda parte de este estudio consiste en formular estrategias, que emanen de profesores y alumnos, que incidan de manera positiva en estos factores, para que se logre tener un mejor y más eficiente proceso enseñanza-aprendizaje.

¿En qué consiste su valiosa participación?

Consiste en contestar un cuestionario, con las respuestas que usted considere más convenientes. Es importante comentarle que no debe limitar sus respuestas en si es posible o no realizarlas, la única restricción es su imaginación y creatividad.

De manera anexa, le envío un documento en Word con el cuestionario, mismo le pido me lo reenvíe contestado.

Le reitero mi agradecimiento por el tiempo prestado, que de corazón deseo, sea en beneficio de nuestra facultad.

Con un atento saludo Ing. Francisco Barrera Del Rayo.

Fin del correo



“La identificación de soluciones de solución...”

El propósito que se persigue este acercamiento a profesores y alumnos es el poder identificar algunas alternativas de solución, al problema de la deficiencia de antecedentes con que llegan los alumnos al curso de Álgebra Lineal y también a la deficiencia en la explicación de los conceptos de Álgebra Lineal por parte del profesor.

Questionario

Responda las siguientes preguntas. Las líneas debajo de las preguntas sólo son para indicar la posición de la respuesta, mas no la extensión de esta, la cual puede ser mayor.

1. ¿Cómo podría incidir la DCB para que la explicación de los temas por parte del profesor sea la más adecuada?

2. ¿Cómo podría incidir la DCB para aumentar el nivel y la calidad de los conocimientos antecedentes de Álgebra con que llegan los alumnos al curso de Álgebra Lineal?

3. Pensando en el presente, si sólo de usted dependiera y sin considerar restricción alguna, ¿cómo rediseñaría la impartición de la asignatura Álgebra Lineal?

4. Pensando que usted fuera un alumno en el presente, si sólo de usted dependiera y sin considerar restricción alguna, ¿qué haría para ser un excelente alumno en el curso de Álgebra Lineal?

Fin del documento de Word

1. Las deficiencias en los antecedentes de Álgebra que tienen los alumnos al ingresar a Álgebra Lineal.

Los temas tratados en Álgebra Lineal requieren de conceptos antecedentes de Álgebra, Cálculo Diferencial y de Geometría Analítica en el Espacio, todos estos antecedentes son importantes; sin embargo, los temas de Álgebra resultan fundamentales y, en mayor grado, los temas de Sistemas de Ecuaciones Lineales, Matrices y Determinantes. Mucho de los conceptos del Álgebra Lineal requieren como herramienta básica, para su definición y manejo, de los tres temas de Álgebra ya mencionados. Cuando se están explicando los temas propios del Álgebra Lineal, al alumno le cuesta trabajo comprender las explicaciones del profesor, muchas veces no por los conceptos mismos de la asignatura, sino por las deficiencias que el alumno trae de los temas de Álgebra. Es frecuente que el estudiante haga más preguntas de temas de Álgebra que de los conceptos mismos del Álgebra Lineal.

No toda la culpa de este problema de deficiencia de antecedentes es atribuible al alumno, también hay cierta responsabilidad del profesor y de la institución.

Hablando de los profesores, podemos decir que en ocasiones les faltan habilidades didácticas, una buena preparación de las clases, cierta responsabilidad para empezar y terminar las clases puntualmente, impartir todos los temas del curso y también aumentar el grado de exigencia en los criterios para acreditar a los alumnos, se aplican exámenes muy sencillos, etc. El alumno al ser acreditado sin tener el mínimo de los conocimientos requeridos es realmente víctima de un engaño, él supone que, a criterio de su profesor, está bien preparado para continuar con las asignaturas siguientes; sin embargo, la realidad es otra. No sé qué es más perjudicial para el alumno, acreditarlo sin que tenga los conocimientos necesarios, o bien, no acreditarlo e inducirlo a repetir la asignatura para que logre la preparación debida, a pesar de que dicha reprobación implique cierto rezago en su avance escolar. Dejo la reflexión abierta, cada uno tendrá una opinión.

Por lo que toca a la institución, podemos mencionar lo siguiente: Grupos muy numerosos, un programa de Álgebra Lineal muy extenso y ambicioso, el tiempo que se dispone para impartir la asignatura es muy reducido y, para agravar este asunto del tiempo, los días feriados no se reponen, por lo que el profesor no dispone del número de horas que marca el programa para dar su curso completo. Todo esto provoca que los profesores no impartan todo el programa de las asignaturas y, en el caso de Álgebra, el último capítulo es precisamente Matrices

y Determinantes. Conceptos fundamentales para estudiar y comprender el Álgebra Lineal.

2) Las deficiencias en la explicación de los temas por parte de los profesores.

Podemos iniciar esta reflexión señalando que, todos los conceptos estudiados en Álgebra Lineal son nuevos para los alumnos, se trata de conocimiento nuevo. Por otro lado, el Álgebra Lineal es una rama de la matemática que forma parte del álgebra abstracta, esta rama de la matemática, por sí misma, presenta ciertas dificultades para su comprensión, pues algunos de los temas tratados son abstracciones y generalizaciones de conceptos previos conocidos por los alumnos, pero que ahora exigen de él una mayor capacidad de abstracción, ser capaz de hacer construcciones mentales más complejas de las que hasta ahora ha enfrentado. Esto no implica que el aprendizaje del Álgebra Lineal esté reservado únicamente para mentes brillantes, definitivamente no, todos los alumnos de nuestra facultad tienen la capacidad para hacerlo, lo único que hace falta es tener una buena actitud ante el reto, buenos conocimientos antecedentes y, desde luego, un buen profesor que imparta el curso.

Las capacidades y habilidades de un buen profesor son fundamentales para el aprendizaje del Álgebra Lineal, es muy importante que el profesor domine los contenidos de la materia, pero es igual de importante que el docente tenga la habilidad didáctica para presentar dichos contenidos a sus alumnos en forma clara. Si el profesor no explica con claridad los conceptos y no los ejemplifica en forma adecuada, entonces a los alumnos se les dificulta comprender los temas y conforme va avanzando el curso, las dudas y la confusión van aumentando, hasta que resulta imposible comprender los temas, entonces el alumno abandona el curso, o bien, reprueba la materia.

La asignatura Álgebra Lineal es una materia donde por lo regular, clase con clase, se aprende algún concepto nuevo y ese aprendizaje es necesario para definir y comprender conceptos cada vez más complejos, de tal forma que prácticamente todos los conceptos de la materia se ligan unos con otros, por ejemplo, descomposición espectral, que es uno de los últimos temas del curso, requiere para su definición y comprensión, los conceptos de: base, base ortonormal, proyección de un vector sobre un subespacio, valores, vectores y espacios característicos, operador lineal, operador normal, entre otros. La simple definición y explicación de un teorema, requiere de gran cantidad de conceptos importantes y fundamentales de casi toda la materia, muestra clara de que los temas que se van definiendo deben quedar bien comprendidos y asimilados para poder seguir construyendo y aprendiendo el Álgebra Lineal. De ahí que los conocimientos, la aptitud y las habilidades de un buen docente son indispensables para impartir un buen curso de Álgebra Lineal.

Fin del documento de PDF

Análisis de las respuestas del primer cuestionario

El análisis que se realizó del primer cuestionario consistió en agrupar y clasificar las soluciones propuestas por los profesores, seleccionando las 5 más significativas de cada uno de los problemas.

1. Elaborar clases videograbadas por profesores expertos en la asignatura de los temas más complicados de la materia, en primera instancia, y continuar con estas grabaciones hasta lograr tener un curso completo de Álgebra Lineal, que el alumno pueda consultar en cualquier momento.
2. Establecer un proceso de reclutamiento de profesores, con una evaluación durante la contratación y durante el primer año, donde se realicen monitoreos en algunas clases que imparte y buscar que sean guiados por profesores con mayor experiencia.
3. No dar grupo a aquellos profesores que en las encuestas que responden los alumnos, obtengan calificación menor a 70 por más de dos semestres consecutivos, o bien, 4 semestres no consecutivos.
4. Generar materiales didácticos, disponible para todos los profesores con los cuales se puedan ejemplificar mucho de los conceptos que se imparten en Álgebra Lineal.
5. Contar con exámenes en línea ordenados por grado de dificultad que sirvan de autoevaluación para que los alumnos puedan monitorear su avance con relación a los temas de Álgebra y Álgebra Lineal, estos al finalizar deben mostrar los procedimientos correctos.
6. Crear un grupo de profesores capacitados tecnológicamente, que brinden asesoría sobre herramientas TIC que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje.
7. Aplicar exámenes departamentales parciales en días sábado. Para mantener un nivel académico estándar en las evaluaciones y liberar días de clase por cuestiones de evaluación.

Formulación del segundo cuestionario

En el segundo cuestionario, se les propusieron a los profesores las 5 soluciones más significativas de cada problema, obtenidas del primer cuestionario

En este segundo cuestionario, se le pidió a cada profesor que le asignara una calificación a cada solución, de acuerdo con los siguientes criterios:

- El primero criterio es acerca de la factibilidad, es decir, ¿Qué tan posible es llevar a cabo la solución propuesta en la DCB?, el profesor debe asignar una calificación entre 0 y 10, donde 0 implica imposible llevarla a cabo y 10 completamente factible.
- El segundo criterio es acerca del impacto, es decir, ¿En caso de implementar la solución, ¿qué tanto favorecería a la disminución del problema?, en donde, de igual forma, el profesor debe asignar una calificación entre 0 y 10, donde 0 implica ningún impacto y 10 un impacto considerablemente alto.

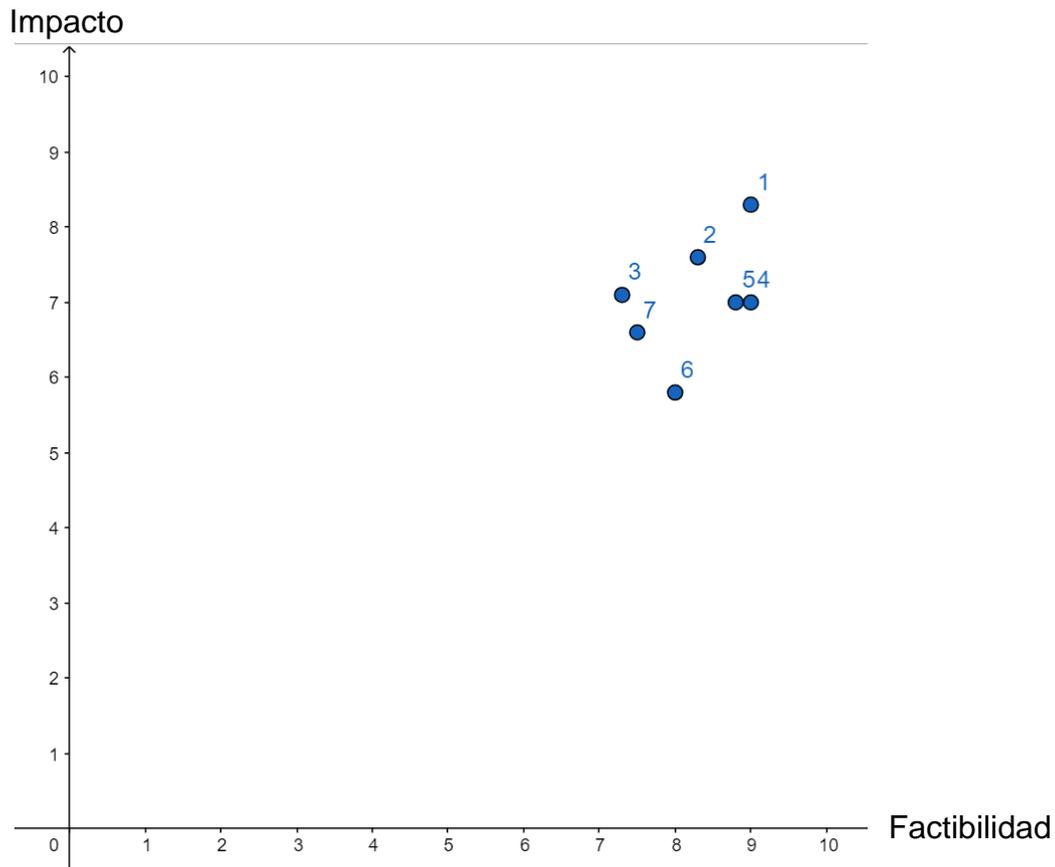
		Calificaciones 0-10	
Soluciones		Factibilidad	Impacto
1	Elaborar clases videograbadas por profesores expertos en la asignatura de los temas más complicados de la materia, en primera instancia, y continuar con estas grabaciones hasta lograr tener un curso completo de Álgebra Lineal, que el alumno pueda consultar en cualquier momento.		
2	Establecer un proceso de reclutamiento de profesores, con una evaluación durante la contratación y durante el primer año, donde se realicen monitoreos en algunas clases que imparte y buscar que sean guiados por profesores con mayor experiencia.		
3	No dar grupo a aquellos profesores que en las encuestas que responden los alumnos, obtengan calificación menor a 70 por más de dos semestres consecutivos, o bien, 4 semestres no consecutivos.		
4	Generar materiales didácticos, disponible para todos los profesores con los cuales se puedan ejemplificar mucho de los conceptos que se imparten en Álgebra Lineal.		

5	Contar con exámenes en línea ordenados por grado de dificultad que sirvan de autoevaluación para que los alumnos puedan monitorear su avance con relación a los temas de Álgebra y Álgebra Lineal, estos al finalizar deben mostrar los procedimientos correctos.		
6	Crear un grupo de profesores capacitados tecnológicamente, que brinden asesoría sobre herramientas TIC que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje.		
7	Aplicar exámenes departamentales parciales en días sábado. Para mantener un nivel académico estándar en las evaluaciones y liberar días de clase por cuestiones de evaluación.		

Análisis de las respuestas del segundo cuestionario

El análisis consistió en ubicar cada una de las soluciones en un plano, de acuerdo con el promedio obtenido según las calificaciones otorgadas por los profesores, este promedio se muestra en la tabla y posteriormente donde el cuadrante superior derecho indicaría las posibles soluciones a considerar.

Calificaciones 0-10		
	Factibilidad	Impacto
1	9	8.3
2	8.3	7.6
3	7.3	7.1
4	9	7
5	8.8	7
6	8	5.8
7	7.5	6.6



De acuerdo con el anterior análisis se tiene que las mejores alternativas de solución, en lo que respecta a factibilidad e impacto son:

La solución que mostró tener el mayor impacto y factibilidad es la de elaborar clases videograbadas por profesores expertos en la asignatura de los temas más complicados de la materia, y continuar con estas grabaciones hasta lograr tener un curso completo de Álgebra Lineal en donde el alumno pueda consultar en cualquier momento.

La segunda alternativa seguida en importancia es el establecer un proceso de reclutamiento de profesores, con una evaluación durante la contratación, con al menos un periodo de prueba durante el primer año, donde se realicen monitoreos en algunas clases que imparte, buscando que sean guiados por profesores con mayor experiencia.

Anexo 8. Programa de Álgebra Lineal (2016)

El programa de estudio de Álgebra Lineal vigente en el periodo en el cual se realizó el estudio es el siguiente:

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA			
PROGRAMA DE ESTUDIO		2	8
ÁLGEBRA LINEAL	Asignatura	Clave	Créditos
CIENCIAS BÁSICAS	COORDINACIÓN DE MATEMÁTICAS	INGENIERÍA MECATRÓNICA	
División	Departamento	Licenciatura	
Asignatura:		Horas/semestre:	
Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas	<input type="text" value="64.0"/>
Optativa	<input type="checkbox"/>	Prácticas	<input type="text" value="0.0"/>
		Total	<input type="text" value="64.0"/>
Horas/semana:		Horas/semana:	
Teóricas	<input type="text" value="4.0"/>	Teóricas	<input type="text" value="64.0"/>
Prácticas	<input type="text" value="0.0"/>	Prácticas	<input type="text" value="0.0"/>
Total	<input type="text" value="4.0"/>	Total	<input type="text" value="64.0"/>
Modalidad: Curso teórico			
Seriación obligatoria antecedente: Álgebra			
Seriación obligatoria consecuente: Probabilidad			
Objetivo(s) del curso:			
El alumno analizará los conceptos básicos del álgebra lineal, ejemplificándolos mediante sistemas algebraicos ya conocidos, haciendo énfasis en el carácter general de los resultados, a efecto de que adquiera elementos que le permitan fundamentar diversos métodos empleados en la resolución de problemas de ingeniería.			
<hr/>			
Temario			
NÚM.	NOMBRE	HORAS	
1.	Grupos y campos	6.0	
2.	Espacios vectoriales	16.0	
3.	Transformaciones lineales	19.0	
4.	Espacios con producto interno	14.0	
5.	Operadores lineales en espacios con producto interno	9.0	
		<hr/>	
		64.0	
	Actividades prácticas	0.0	
	Total	<hr/>	
		64.0	



CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS
CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
Y DE LAS INGENIERÍAS

1 Grupos y campos

Objetivo: El alumno determinará si una función es una operación binaria y analizará las estructuras algebraicas de grupo, grupo abeliano y campo.

Contenido:

- 1.1 Operación binaria.
- 1.2 Estructuras de grupo y de grupo abeliano.
- 1.3 Estructura de campo.

2 Espacios vectoriales

Objetivo: El alumno identificará un espacio vectorial y analizará sus características fundamentales.

Contenido:

- 2.1 Definición de espacio vectorial. Propiedades elementales de los espacios vectoriales. Subespacios.
- 2.2 Isomorfismos entre espacios vectoriales.
- 2.3 Combinación lineal. Dependencia lineal. Conjunto generador de un espacio vectorial. Base y dimensión de un espacio vectorial. Coordenadas de un vector respecto a una base ordenada. Matriz de transición.
- 2.4 Espacio renglón, espacio columna y rango de una matriz.
- 2.5 El espacio vectorial de las funciones reales de variable real. Subespacios de dimensión finita. Dependencia lineal de funciones.

3 Transformaciones lineales

Objetivo: El alumno aplicará el concepto de transformación lineal y sus propiedades en la resolución de problemas que los involucren.

Contenido:

- 3.1 Definición de transformación. Dominio y codominio de una transformación.
- 3.2 Definición de transformación lineal. Los subespacios núcleo y recorrido de una transformación lineal. Caso de dimensión finita: relación entre las dimensiones del dominio, recorrido y núcleo de una transformación lineal.
- 3.3 Matriz asociada a una transformación lineal con dominio y codominio de dimensión finita.
- 3.4 Álgebra de las transformaciones lineales: definición y propiedades de la adición, la multiplicación por un escalar y la composición de transformaciones.
- 3.5 La inversa de una transformación lineal.
- 3.6 Efectos geométricos de las transformaciones lineales.
- 3.7 Definición de operador lineal. Definición y propiedades de valores y vectores propios de un operador lineal. Definición de espacios característicos. Caso de dimensión finita: polinomio característico, obtención de valores y vectores propios.
- 3.8 Matrices similares y sus propiedades. Diagonalización de la matriz asociada a un operador lineal.

4 Espacios con producto interno

Objetivo: El alumno determinará si una función es un producto interno y analizará sus características fundamentales, a efecto de aplicar éste en la resolución de problemas de espacios vectoriales.

Contenido:

- 4.1 Definición de producto interno y sus propiedades elementales.
- 4.2 Definición de norma de un vector y sus propiedades, vectores unitarios. Definición de distancia entre vectores y sus propiedades. Definición de ángulo entre vectores. Vectores ortogonales.
- 4.3 Conjuntos ortogonales y ortonormales. Independencia lineal de un conjunto ortogonal de vectores no nulos. Coordenadas de un vector respecto a una base ortogonal y respecto a una base ortonormal. Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt.



- 4.4 Complemento ortogonal. Proyección de un vector sobre un subespacio. El teorema de proyección.
 4.5 Mínimos cuadrados.

5 Operadores lineales en espacios con producto interno

Objetivo: El alumno analizará las características principales de los operadores lineales definidos en espacios con producto interno y las utilizará en la resolución de problemas de espacios vectoriales.

Contenido:

- 5.1 Definición y propiedades elementales del adjunto de un operador.
 5.2 Definición y propiedades elementales de operador normal.
 5.3 Definición y propiedades elementales de operadores simétricos, hermitianos, antisimétricos, antihermitianos, ortogonales y unitarios, y su representación matricial.
 5.4 Teorema espectral.
 5.5 Formas cuádricas. Aplicación de los valores propios y los vectores propios de matrices simétricas a las formas cuádricas.

Bibliografía básica

Temas para los que se recomienda:

GROSSMAN S., Stanley I, FLORES G., José Job
Álgebra lineal
 7a. edición
 México
 Mc Graw Hill, 2012

Todos

LARSON, Ron, FALVO, David C.
Fundamentos de álgebra lineal
 6a. edición
 México
 Cengage Learning Editores, 2010

Todos

LAY, David C.
Álgebra lineal y sus aplicaciones
 4a. edición
 México
 Pearson Education, 2012

Todos

Bibliografía complementaria

Temas para los que se recomienda:

ANTON, Howard
Introducción al álgebra lineal
 5a. edición
 México
 Limusa Wiley, 2011

Todos

ARZAMENDI PÉREZ, Sergio Roberto, et al.
Cuaderno de ejercicios de álgebra

1

México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2011	
GODÍNEZ CABRERA, Héctor, HERRERA CAMACHO, Abel <i>Álgebra lineal. Teoría y ejercicios</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2005	Todos
POOLE, David <i>Álgebra lineal. Una introducción moderna</i> 2a. edición México Cengage Learning Editores, 2011	Todos
SPEZIALE SAN VICENTE, Leda <i>Transformaciones lineales</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2002	3
SPEZIALE SAN VICENTE, Leda <i>Espacios con producto interno</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2009	4
STRANG, Gilbert <i>Álgebra lineal y sus aplicaciones</i> 4a. edición México Thomson, 2006	Todos
WILLIAMS, Gareth <i>Linear algebra with applications</i> 8th. edition Burlington, MA Jones and Bartlett Publishers, 2014	Todos

Sugerencias didácticas

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input checked="" type="checkbox"/>

Forma de evaluar

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.

