

Capítulo 1

Elementos de Justificación, Problemática y Objetivo

La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, en general, y en particular de temas relacionados con Geometría Analítica, se puede abordar atendiendo diversos factores y/o causas, entre los que podemos identificar los siguientes: formación didáctica de los docentes, inadecuadas propuestas didácticas, estrategias de evaluación no apropiadas, saturación de materias, falta de hábitos de estudio, problemas psicológicos, sociales y económicos, además de la propia naturaleza del conocimiento matemático que está en juego, por mencionar algunos.

En los apartados que siguen, retomaremos algunos de los elementos que acabamos de mencionar, con la finalidad de ampliarlos en términos del trabajo que aquí se presenta.

1.1 Factores que influyen en la problemática del aprendizaje de las matemáticas

Un hecho conocido en el ambiente educativo es el relacionado con la problemática del aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles, el cual se traduce en altos índices de reprobación, en particular en estudiantes del nivel medio superior y de los primeros semestres del nivel superior, este último sector de estudiantes es de nuestro interés por ser a quienes está dirigida la propuesta que se reporta en el trabajo. Las causas que pueden estar incidiendo sobre esta problemática, como ya lo mencionamos, son de diferente naturaleza, por ejemplo:

- ◆ Exceso de información en los programas de estudio, que deben ser cubiertos por los profesores en periodos demasiado cortos.
- ◆ Los métodos y estrategias de enseñanza que utilizan (son fundamentalmente centrados en el trabajo del profesor como expositor de contenidos y técnicas).

- ◆ La falta de orientación vocacional, que hace que los estudiantes no conozcan las carreras en las que se inscriben.
- ◆ Factores correlativos (Psicomotores, intelectuales y/o emocionales, entre otros).

Brito y Amado (2007), realizaron una investigación en la que se tenía el propósito de tener un juicio más preciso sobre las causas de reprobación en matemáticas que presentan los estudiantes en el nivel superior desde la perspectiva del personal docente. Para recopilar la información del profesorado, se aplicó un cuestionario el cual contenía 11 preguntas y fue dividido en tres apartados: sobre el programa de la materia, sobre las actividades de aprendizaje y enseñanza y sobre causas de reprobación. La muestra se constituyó por 56 profesores de tiempo completo y medio tiempo que en ese momento impartían cátedra en ingeniería.

A continuación se presenta el cuestionario dividido en los diferentes apartados.

- 1.- ¿Considera que es adecuado el número de horas por semana para cubrir todos los temas del programa, en el semestre?
- 2.- ¿Los temas del programa son los adecuados?
- 3.- ¿Los temas del programa son actualizados?
- 4.- Los requisitos que debe cubrir el alumno para cursar la asignatura ¿son los necesarios?
- 5.- ¿Cuál es, en su opinión, el horario más óptimo para impartir la asignatura?
- 6.- ¿Cuál es el máximo número de alumnos por grupo, que considera, se deben tener para lograr un mejor aprovechamiento?

En la Figura 1.1 se muestran los resultados correspondientes a estas primeras seis preguntas.

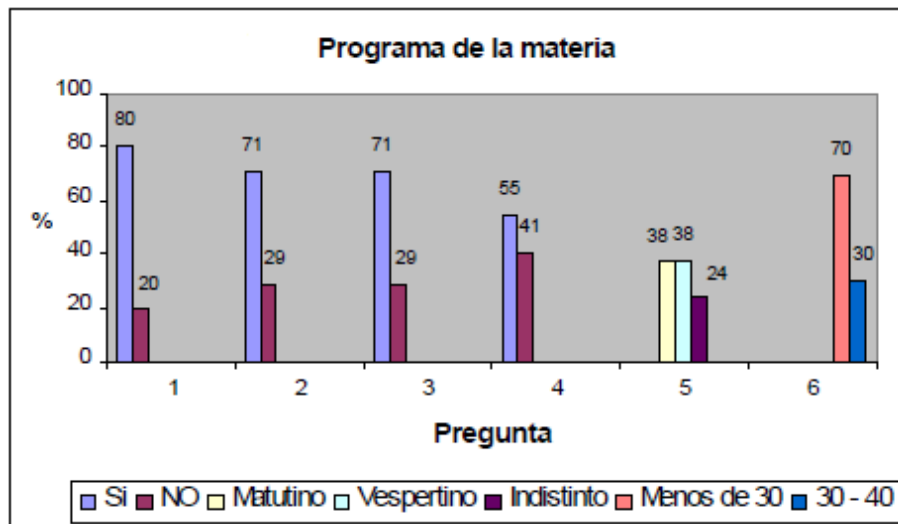


Figura 1.1

A continuación se presenta el segundo bloque de preguntas, de la siete a la diez.

7.- ¿Qué medios audiovisuales utiliza con frecuencia para lograr un mejor aprovechamiento de sus alumnos?

() Software () acetatos () presentaciones en power point

() Gráficas () pizarrón

8.- ¿Qué estrategias de enseñanza utiliza para lograr un aprendizaje significativo en sus alumnos?

9.- ¿Qué modelos de enseñanza utiliza durante el semestre para impartir su cátedra?

10.- ¿Qué actividades extraescolares realiza para ejercitar los temas vistos en clase?

() Ejercicios sobre el tema () Problemas de razonamiento

() Investigación bibliográfica

En la figura 1.2 se muestran los resultados correspondientes al segundo bloque de preguntas (de la pregunta 7 a la pregunta 9).

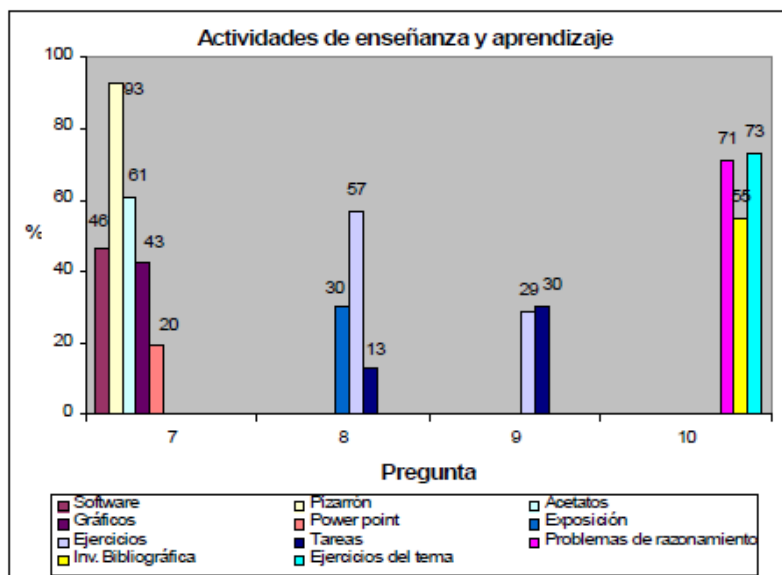


Figura 1.2

Por último se presenta el tercer bloque de preguntas.

11.- Considera que el índice de reprobación es debido a:

() Deficiencias en: Aritmética ____ Álgebra ____ Trigonometría ____ Geometría Analítica ____

() Falta de hábitos de estudios

() Dificultad para el razonamiento de problemas

() Deficiencia en la lecto - escritura

() Falta de habilidad matemática

() Problemas de conducta

() Problemas emocionales

() Falta de tiempo para estudiar por cuestiones de trabajo

() Problemas económicos.

Los resultados del último bloque de preguntas se presentan en la figura 1,3

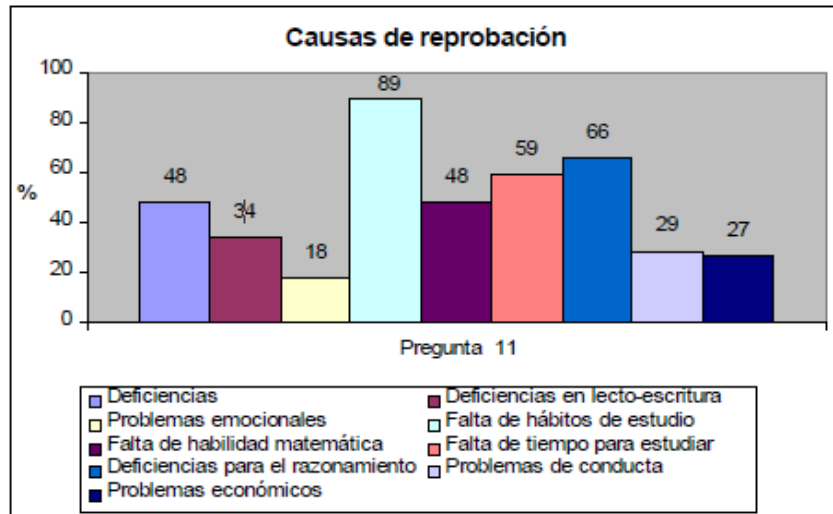


Figura 1.3

Estos resultados nos permiten tener un panorama del punto de vista de los profesores respecto de las causas que pudieran estar influyendo en los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, por una parte se pueden identificar los recursos y estrategias que los profesores implementan y por otra los motivos por los que ellos creen que los estudiantes reprueban.

Por ejemplo, en la pregunta ocho donde se les cuestiona sobre las estrategias utilizadas para lograr un aprendizaje significativo el 57 % de los profesores recurren a los ejercicios, el 30% a la exposición y el 13 % a las tareas, lo que deja ver una estrategia muy pobre para el logro de aprendizajes significativos, ya que ponen de manifiesto una estrategia de enseñanza en la que se da prioridad a la memorización de definiciones, procedimientos, símbolos y operaciones (suma, resta división, multiplicación, etc.); los aspectos procedimentales y algorítmicos que deben aprender los estudiantes por lo regular se les presentan en clase, mediante una exposición, sin los contextos apropiados que les permitan dar significado a lo que hacen; es decir, no se toma en cuenta en la planeación de la clase la selección de los mejores contextos en los que se puede explotar la riqueza del objeto matemático que

se quiere desarrollar. Lo anterior, por lo regular, crea un ambiente en el que los aspectos procedimentales y/o algorítmicos se conviertan en ejercicios rutinarios para los estudiantes, quienes por lo regular no alcanzan a construir significativamente dichas operaciones y terminan por no poder aplicarlas en situaciones concretas que se les presentan.

Los elementos señalados en los párrafos anteriores pueden ser factores que estén influyendo en nuestro sistema educativo, en el que se presentan graves deficiencias en los aprendizajes relacionados con el conocimiento matemático, ya que los estudiantes no le ven sentido a muchas de las cosas que se les pretende enseñar, y por lo tanto no desarrollan el gusto por seguir estudiando en áreas donde las matemáticas son una herramienta fundamental como por ejemplo carreras de Ingeniería o de Ciencias Exactas.

Como ejemplo de esta situación tenemos el caso de la Universidad de Sonora en la que la cantidad de aspirantes que solicitan ingresar a carreras de las área de Ciencias Sociales, Ciencias Biológicas y de la Salud y Humanidades y Bellas Artes rebasan con mucho a los aspirantes a carreras de las áreas de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales. En la Tabla 1.1, se muestra la cantidad de aspirantes para el semestre 2011-2, por cada una de las Divisiones que tiene la Universidad de Sonora.

| Número de aspirantes por división en la Universidad de Sonora 2011-2 | |
|---|------------------------------|
| <i>División</i> | <i>Número de Aspirantes.</i> |
| Ciencias Biológicas y de la Salud. | 4,647 |
| Ciencias Económicas y Administrativas. | 2,719 |
| Ciencias Exactas y Naturales. | 635 |
| Ciencias Sociales. | 4,193 |
| Humanidades y Bellas Artes. | 2,038 |
| División de Ingeniería. | 2,360 |

Tabla 1.1

En nuestra propuesta de secuencia de actividades didácticas se pretende promover el aprendizaje significativo de los estudiantes a través de la resolución de problemas en un ambiente de trabajo colaborativo, donde ellos son considerados como un elemento activo. Consideramos que este tipo de trabajo puede contribuir a que los estudiantes desarrollen habilidades que les permita comunicar, argumentar y construir estrategias para la búsqueda de soluciones a problemas matemáticos o extramatemáticos.

1.2 ENLACE, EXHCOBA e índices de reprobación en los cursos de Álgebra y Geometría Analítica

En lo que respecta a las evaluaciones, los resultados publicados por la Secretaría de Educación Pública (SEP) con respecto a la más reciente aplicación de La Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE 2011).

ENLACE es una prueba del Sistema Educativo Nacional que es diseñada y aplicada anualmente por la SEP a estudiantes que cursan tanto la educación básica como la educación media superior; en este último nivel educativo se aplica desde hace cuatro años. En el 2011 se aplicó a 912,878 estudiantes de 12,755 escuelas tanto de carácter público, federal y estatal, como en los planteles particulares con reconocimiento oficial por la SEP o por las Secretarías de Educación de las entidades federativas.

En Educación Media Superior ENLACE tiene el propósito de conocer en qué medida los estudiantes son capaces de poner en práctica las habilidades que han desarrollado, en situaciones del mundo real. ENLACE evalúa el desempeño de los estudiantes que se encuentran en el último grado de bachillerato en dos campos disciplinares: Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas.

ENLACE (2011) define el campo disciplinar:

La capacidad para identificar, interpretar, aplicar, sintetizar y evaluar matemáticamente su entorno, haciendo uso de su creatividad y de un

pensamiento lógico y crítico que le permita solucionar problemas cuantitativos, con diferentes herramientas matemáticas.

Los resultados obtenidos por dicha prueba son caracterizados en distintos niveles de dominio, que son Insuficiente, Elemental, Bueno y Excelente. Para el campo disciplinar de Matemáticas, los resultados se mostrarán con base en estos niveles. Es importante considerar que cada nivel de dominio expresa que los alumnos demostraron tener los conocimientos correspondientes a ese nivel y los conocimientos de los niveles anteriores. La descripción de lo que debe realizar un estudiante de acuerdo al nivel en el que es ubicado se presenta en la tabla 1.2:

| Nivel de dominio | Matemáticas (definiciones validadas) |
|---------------------|---|
| <i>INSUFICIENTE</i> | Eres capaz de resolver problemas simples donde la tarea se presenta directamente. Efectúas operaciones básicas con números enteros. Ejecutas operaciones aritméticas con signos de agrupación. Encuentras equivalencias entre fracciones simples. Resuelves problemas que requieren la identificación de figuras planas y tridimensionales, así como las partes que las conforman. Localizas puntos en un plano y/o determinas sus coordenadas. Encuentras relaciones gráficas o algebraicas sencillas entre dos variables y realizas cálculos con base en ello. |
| <i>ELEMENTAL</i> | Resuelves problemas relativos a porcentajes. Realizas operaciones básicas con fracciones. Sabes utilizar fórmulas y convertir unidades. Ordenas series de números. Describes el comportamiento de sucesiones numéricas y la relación entre ellas. Enuncias en lenguaje común una expresión algebraica y viceversa. Resuelves problemas geométricos bidimensionales y tridimensionales simples que involucran distintos elementos de una figura. Construyes figuras tridimensionales a partir de otras. Resuelves sistemas de ecuaciones lineales. |
| <i>BUENO</i> | Identificas la combinación de operaciones y procedimientos necesarios para resolver un problema. Traduces una relación lineal que se presenta de manera gráfica, a una expresión algebraica y viceversa. Determinas la solución de problemas que involucran unidades físicas. Realizas cálculos complicados con razones y proporciones. Aplicas el concepto de mínimo común múltiplo o máximo común divisor para resolver situaciones de la vida real. Calculas áreas y perímetros de composiciones geométricas simples. Identificas la gráfica y la expresión de relaciones cuadráticas con una o dos variables. Realizas inferencias acerca de una variable si conoces el valor de otra con la que guarda relación directa o indirecta. Resuelves ecuaciones cuadráticas con una incógnita que solucionan problemas reales. |
| <i>EXCELENTE</i> | Realizas diferentes procedimientos matemáticos y los integras para resolver problemas de la vida real, tales como conversiones, ecuaciones, análisis de gráficas y tablas, entre otros. Efectúas conversiones y estimaciones para resolver problemas reales. Identificas la gráfica de una recta a partir de condiciones dadas. Utilizas el teorema de Pitágoras para solucionar problemas geométricos. Resuelves problemas de mayor complejidad que implican el manejo de figuras, tanto planas como tridimensionales, y las propiedades geométricas de figuras incompletas. Puedes realizar cálculos a partir de dos funciones lineales o cuadráticas que se muestran de manera independiente y mediante distintas representaciones (numéricas, textuales, gráficas, entre otras). |

Tabla 1.2: Definiciones válidas para el nivel de dominio

En lo que respecta al desempeño en Matemáticas en México, sólo el 8% de los estudiantes se agrupan en los niveles de excelencia, 16.7% ese encuentra en el nivel bueno, el 40.7% de los estudiantes en los niveles elementales y el resto que corresponde al 31.1% se encuentra en el nivel considerado como insuficiente. En particular entre las entidades federativas del país, Sonora tiene un 9.7% de estudiantes en los niveles de excelencia un 17.5% en los niveles buenos, 38.1 % en el nivel elemental y por último el 34.7% en el nivel insuficiente.

Lo anterior nos da una idea de la situación en la que se encuentra nuestro sistema educativo, tanto nacional como estatal, en lo que respecta a matemáticas. Y más específicamente, nos brinda un panorama de las condiciones en las que los jóvenes ingresan a las Universidades.

La información que se puede tener de los resultados que brindan evaluaciones externas como ENLACE, se puede complementar con las evaluaciones que aplican las instituciones de nivel superior para los aspirantes a ingresar a alguna de las opciones que ofrece la institución educativa. En el caso de la Universidad de Sonora se aplica el Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA) para evaluar a todos los aspirantes a ingresar a alguna de sus licenciaturas y seleccionarlos en base a sus resultados. El examen EXHCOBA se ha venido aplicando desde 1994, cuando se utilizó por primera vez para regular el ingreso. Se declara que tiene el propósito de diagnosticar las habilidades y conocimientos básicos de los estudiantes que egresan del bachillerato y pronosticar el éxito escolar del aspirante universitario.

Básicamente el examen se elaboró con la idea de medir el grado en que el estudiante comprende los conceptos escolares básicos (primaria, secundaria y bachillerato) y maneja las habilidades que le permiten integrar nuevos conocimientos (universitarios). El examen EXHCOBA cuenta con 190 reactivos de opción múltiple, dividido en dos secciones: la primera formada por 130 en las que se evalúan seis áreas: 30 preguntas de habilidades verbales, 30 de habilidades cuantitativas, 15 de español, 15 de matemáticas, 20 de ciencias sociales y 20 de ciencias naturales; las dos

primeras áreas evalúan la educación a nivel primaria, mientras que las restantes evalúan las de nivel secundaria. La segunda sección está diseñada para áreas de conocimiento especializadas y está compuesta por tres disciplinas relacionadas con la carrera elegida (20 preguntas para cada disciplina): económico-administrativo, químico-biológicas, ingeniería, físico-matemático, humanidades y ciencias sociales.

Ya que este trabajo está orientado a estudiantes del área de Ingeniería sólo serán analizados los resultados correspondientes a los aspirantes a ingresar a la carrera de Ingeniería Civil, durante el ciclo escolar 2010-2 en lo relacionado con las habilidades cuantitativas y habilidades matemáticas, ya que es la información más actualizada a la que tuvimos acceso.

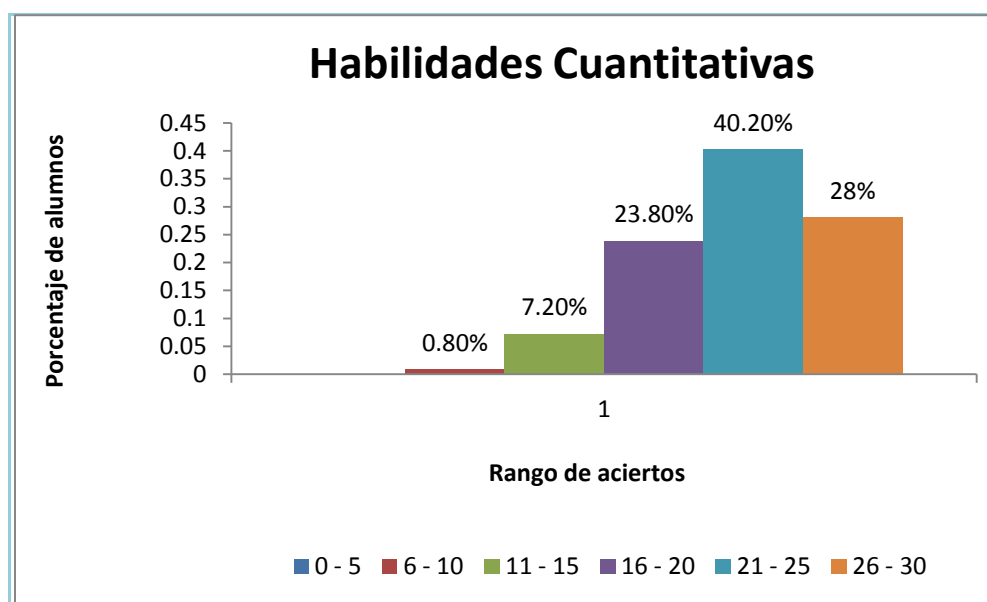


Figura 1.4

Como podemos observar en la Figura 1.4 están registrados los porcentajes de aspirantes que contestaron correctamente los reactivos correspondientes a las habilidades cuantitativas, que fueron agrupados de cinco en cinco es decir los aspirantes que tuvieron desde cero a cinco aciertos de seis a diez aciertos, de 11 a 15 aciertos etc.

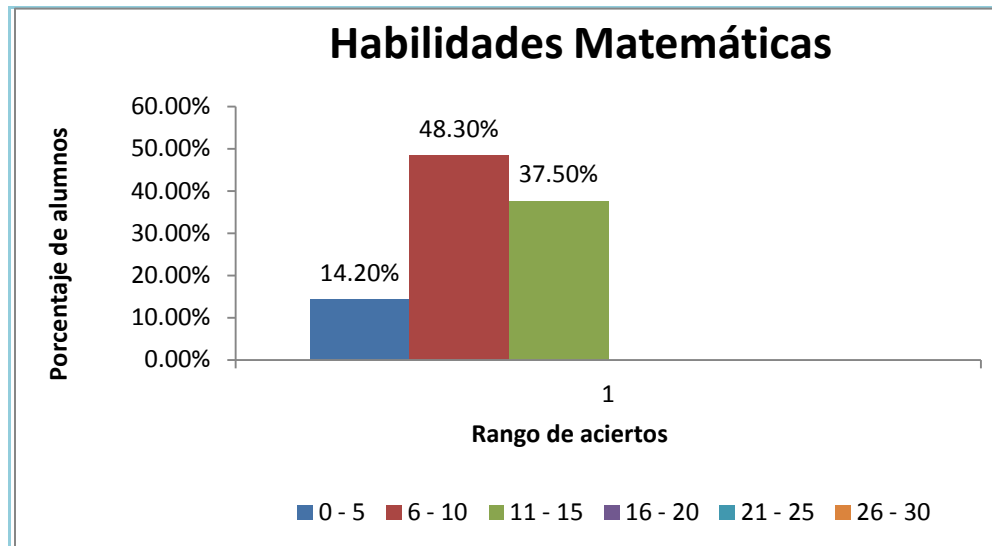


Figura 1.5

En la Figura 1.5 están registrados los porcentajes de los aspirantes que contestaron de manera correcta los reactivos correspondientes a las habilidades matemáticas, como se puede observar ninguno tuvo más de 15 aciertos.

Otra información que consideramos fundamental conocer, aunque sea de manera general, es la proporción de estudiantes que reprueban el curso de Geometría Analítica y/o Álgebra por semestre, ya que es en estas asignaturas donde aparece el tema de vectores, a continuación se presentan algunos resultados de estudiantes inscritos en la carrera de Ingeniería Civil en los que se muestran algunos índices de reprobación de los primeros dos semestres en las materias mencionadas, dicha información fue proporcionada por la Dirección de Planeación de la Universidad de Sonora.

En la figura 1.6 se presentan los índices de reprobación de los estudiantes de primer ingreso que cursan la materia de Álgebra y Geometría Analítica.

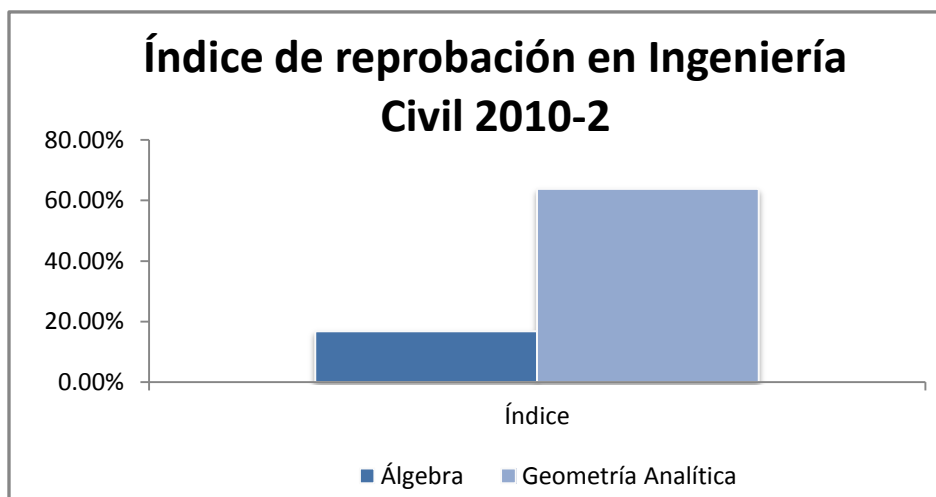


Figura 1.6: Índice de reprobación en Ingeniería

En este apartado se presentan algunos aspectos de tres tipos de evaluaciones:

La primera evaluación corresponde a la prueba ENLACE, cuyos resultados nos permiten tener un panorama general de las características que tienen los estudiantes, que ingresan al nivel superior, respecto de sus habilidades y conocimientos matemáticos, esto nos brinda elementos para el diseño y planeación de las actividades didácticas que se deberán implementar con los estudiantes que ingresan a la Universidad de Sonora. En nuestro trabajo nos permite identificar y establecer los requisitos académicos específicos mínimos que deben tener los estudiantes que trabajarán en el curso de Geometría Analítica (primer semestre en algunas y segundo semestre en otras).

Otra evaluación corresponde al examen EXHCOBA cuyos resultados proporcionan información valiosa de los estudiantes, semanas antes de ingresar a la Universidad, en lo que respecta a las habilidades cuantitativas y matemáticas que ha desarrollado a lo largo de su vida académica en los niveles previos, lo cual también brinda elementos que nos permiten enriquecer el conocimiento del perfil del estudiante con el que trabajares en los cursos de los primeros semestres de la carrera de ingeniería.

En lo que respecta al último tipo de evaluación, de los cursos de Álgebra y Geometría Analítica, incluyen los índices de reprobación durante un semestre, en particular el elevado índice de reprobación en los cursos de Geometría Analítica jugó un papel fundamental en la elección de la asignatura donde se implementarían las actividades, con el propósito de promover alternativas de enseñanza que promuevan aprendizajes significativos que contribuyan a modificar los viejos modelos didácticos en los que se promueve la idea de que la matemática escolar debe tener una estructura rígida y alejada de los problemas que enfrenta la sociedad.

Se centró la atención en el tema de Vectores, entre otras cosas por ser en el curso de Geometría Analítica donde se consideran por primera vez como objetos de estudio y no sólo como una herramienta para ser aplicados en cierto tipo de situaciones, por cierto en la mayoría de los casos de manera mecánica y meramente en el contexto de cálculos aritméticos de números reales.

1.3 Dificultades en el aprendizaje de los vectores

En una revisión de la literatura de la disciplina, Matemática Educativa, encontramos algunos reportes de investigación que informan sobre algunas dificultades que presentan los estudiantes al trabajar con vectores. Citamos como ejemplo los trabajos de investigación realizados por Mosquera (2005), en los que pretende que el proceso de aprendizaje en los estudiantes propicie la significación a los conceptos básicos de vector y no de una simple recepción de conocimiento.

Dicho trabajo parte de una serie de actividades que están acompañadas de una selección de lecturas (material complementario) y utilizando, en ocasiones, la computadora para la realización de dichas actividades. En su desarrollo se identificaron las dificultades siguientes:

- ◆ Las inconsistencias de los estudiantes para relacionar la representación polar para identificar vectores anclados en el origen.

- ◆ Las dificultades que se presentan cuando a los alumnos se les proporciona el sentido de los vectores pues en su mayoría lo ignoran para realizar la suma.

Soto (2005) realizó un estudio con alumnos universitarios, con el propósito de detectar dificultades de aprendizaje relacionadas con los conceptos básicos de la teoría de espacios vectoriales. Las dificultades fueron observadas y estudiadas en dos ambientes distintos:

El primer ambiente consistió en el trabajo individual a lápiz y papel. Participaron dos estudiantes, con una serie de catorce problemas sobre situaciones de vectores. El segundo en sesiones de enseñanza con un grupo de 36 estudiantes, en un ambiente computacional diseñado con el software de geometría Cabri Géomètre, en la que los estudiantes realizaron una serie de 17 actividades y éstas se trabajaron en pareja.

Las principales dificultades se observaron al:

- ◆ Expresar un vector como combinación lineal de otros dos vectores.
- ◆ Identificar vectores colineales o coplanares.
- ◆ Identificar conjuntos de vectores linealmente dependientes.
- ◆ Representar el vector cero en el registro gráfico.

En investigaciones realizadas por García y González (2006), con el propósito de promover el entendimiento conceptual de algunas cantidades físicas como fuerza, tensión y velocidad, se realizó una exploración de los problemas de orden cognitivo que los estudiantes presentan a través de la enseñanza tradicional.

En dicho trabajo se presentan resultados de una investigación acerca de la comprensión por parte del estudiante de la operación suma entre vectores, en la cual se utilizaron dos fuentes de datos para evaluar a los estudiantes, ambas con preguntas individuales, siendo la primer fuente una entrevista personal con los

alumnos y la segunda una serie de ejercicios en las que se les solicita responder individualmente por escrito.

La investigación se realizó con estudiantes de ingeniería y los resultados arrojan que los estudiantes no desarrollan un aprendizaje significativo de la naturaleza vectorial. Algunos estudiantes consideran que la suma de dos desplazamientos tiene una magnitud igual a la suma de las magnitudes de los desplazamientos individuales, aún cuando los dos desplazamientos sean en distinta dirección.

Dicha investigación muestra las dificultades que fueron detectadas y caracterizadas durante el proceso de aprendizaje al implementar actividades, en un contexto extramatemático, que promueven la operación de suma de vectores. Las dificultades más importantes que se identificaron son las siguientes:

- ◆ Uso incorrecto del Teorema de Pitágoras: aparentemente muchos estudiantes no reconocen que el Teorema de Pitágoras se puede utilizar para triángulos rectángulos únicamente. Cerca del 50% de los estudiantes quienes contestaron incorrectamente tuvieron esta dificultad en el procedimiento.

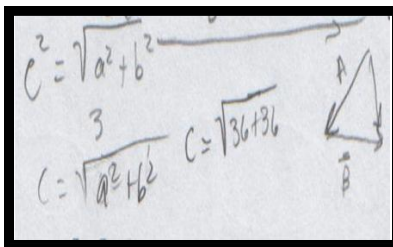


Figura 1.7

- ◆ Suma incorrecta de vectores utilizando algún método mal empleado: en el primer ejemplo se hace un mal uso del método del paralelogramo pues algunos estudiantes colocaron los puntos iniciales de los vectores cuando los sumaron gráficamente, y para obtener el vector resultante colocaron los puntos finales de ambos vectores. Cerca del 16% de los estudiantes utilizaron dicho método de manera incorrecta.

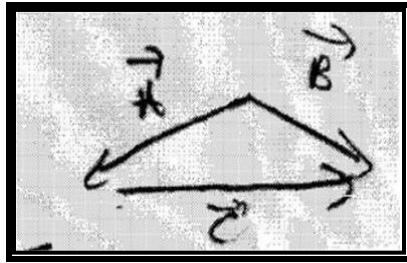


Figura 1.8

Otro ejemplo se presentó con el método del polígono. Aproximadamente el 15% de los estudiantes lo utilizaron de manera incorrecta, para representar el vector suma $+$ conectaron el punto final del segundo vector con el punto inicial del primer vector, en esa dirección, es decir representaban el vector $-$ ().

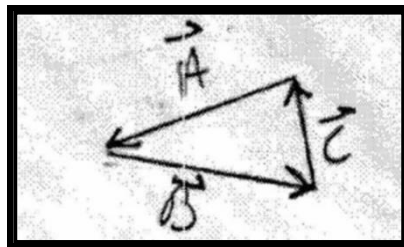


Figura 1.9

- ♦ Suma de vectores como escalares: algunos estudiantes trataron a los vectores como escalares y sumaron las magnitudes de éstos, cerca del 38% de los estudiantes contestaron de manera incorrecta.

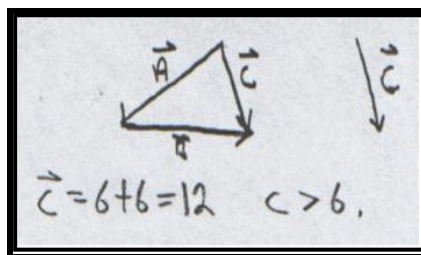


Figura 1.10

Romero (2010) realizó una investigación haciendo uso de la teoría de las representaciones semióticas de Raymond Duval como marco teórica para identificar las limitaciones de los registros de representación que presentaron estudiantes

inscritos en el curso de Álgebra Lineal de la Universidad de Sonora, con un total de 20 alumnos de los cuales 17 pertenecían a la carrera de Licenciatura en Física y tres a la Licenciatura en Matemáticas. Se realizaron en total doce sesiones de trabajo de una hora, basadas en ambientes dinámicos creados con GeoGebra.

En dicha investigación se obtuvo como resultado que los estudiantes presentan dificultades para poder representar el vector cero, pues no puede graficar una flecha de longitud nula, y en ocasiones esto lleva a los estudiantes a negar la existencia de tal vector, o dudan de él.

Otra de las dificultades que mostraron los estudiantes, al parecer debido a las limitaciones del registro gráfico, se presentó cuando se tenía la igualdad de al menos dos vectores, pues resultó complicado para algunos de ellos poder graficar o distinguir dos vectores con la misma dirección y longitud ya que en la gráfica aparecen sobrepuestos.

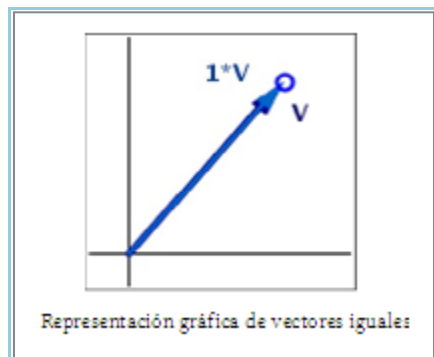


Figura 1.11

Las dificultades detectadas en investigaciones previas son de gran importancia para nuestro trabajo ya que nos brinda elementos de partida para que nuestro diseño coadyuve a generar ambientes de aprendizaje que proporcione al estudiante la oportunidad de tener experiencias ricas que le permitan atender dichas dificultades sobre el tema de vectores y así enriquecer sus significados.

1.4 Propuestas didácticas sobre vectores

Como ya ha sido mencionado, varios investigadores han puesto atención en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los vectores y ofrecen propuestas didácticas para su enseñanza, en dichas investigaciones se busca una mayor profundización en la comprensión de dichos objetos matemáticos.

Por ejemplo, la propuesta para el estudio de vectores para estudiantes universitarios dada por Katz (2010) consiste en promover en el alumno la comprensión de los significados y no la memorización, para lo cual sugiere se promueva activamente la participación en clase por parte de los alumnos y considera de gran importancia el trabajo en equipo, sin embargo su técnica sigue siendo la tradicional, partiendo de una clase donde proporciona datos históricos, definiciones con su respectivo ejemplo para posteriormente aplicar un problema y algunos de éstos con posibilidad de acceder a Internet.

Katz menciona que es de gran importancia que durante las actividades el estudiante se apropie de las definiciones, de las representaciones simbólicas, que pueda enunciar claramente las propiedades y comprenda significativamente las demostraciones, estableciendo relaciones entre los diferentes conceptos y procedimientos.

Otra de las propuestas analizadas para la enseñanza de los vectores en el plano, para estudiantes universitarios fue realizada por González (2004). Se hizo con la finalidad de enseñar vectores y aplicar la suma de éstos por medio del método del paralelogramo y el triángulo como una manera de representar gráficamente a los vectores y de esta manera lograr una mayor comprensión del tema, buscando la creatividad, participación y el interés del estudiante. Dicha propuesta está dividida en tres partes:

- ◆ La primera consiste en una clase expositiva de vectores y sus características.

- ◆ La segunda parte consiste en el uso de papel milimétrico para la elaboración de las representaciones gráficas en el plano cartesiano de los vectores y sus aplicaciones en la suma.
- ◆ Y por último acceso directo a Internet con el uso de un software educativo (puramente geométrico), como forma interactiva e ilustrada para motivar a los estudiantes para una mejor comprensión del tema.

La propuesta realizada por Urrea (1990) para estudiantes universitarios con respecto a la enseñanza de la Geometría Analítica, la cual gira en torno a la resolución de problemas y su diseño se divide en dos etapas:

- ◆ Etapa uno: corresponde a la resolución de problemas entre los estudiantes y el profesor, destacando que la participación de este último es sólo de mediador, siendo los estudiantes quienes responden al problema. De esta manera se promueve la participación de los estudiantes al generar que expongan sus puntos de vista.
- ◆ Etapa dos: corresponde a la discusión de los problemas la cual es trabajada en equipos ya que esto permite que el estudiante no se distraiga y participe activamente durante las clases.

La propuesta realizada por Romero (2010) para estudiantes universitarios basada en ambientes dinámicos creados con GeoGebra, con el objetivo de construir un significado gráfico para las transformaciones lineales en la que se consideran de gran importancia tres aspectos:

- ◆ El registro de representación en el que se inicia el estudio de algún objeto matemático, ya que éste puede afectar el nivel de comprensión.
- ◆ El uso del registro gráfico permite la creación de un ambiente enriquecedor.

- ◆ Los ambientes dinámicos diseñados con GeoGebra pueden facilitar a los estudiantes la observación y comprensión de las propiedades gráficas mediante la manipulación directa en pantalla.

Otro punto importante en esta propuesta es el papel que juega el profesor, ya que su participación es sólo de mediador, permitiendo que los alumnos participen y construyan dichos significados y no sean simples receptores de información.

La información que se obtiene de este tipo de investigaciones, donde se presentan propuestas para tratar el tema de vectores, son de gran utilidad ya que nos permiten tener un referente a partir del cual podemos integrar en nuestra propuesta los aspectos que consideremos positivos de ellas; así como no incluir aquellos aspectos que consideremos que no promueven el aprendizaje colaborativo de los estudiantes y el aprendizaje significativo de los objetos matemáticos en cuestión.

1.5 Los Lineamientos Curriculares de la Universidad de Sonora y presencia curricular de los vectores

Desde el año 2002 el Colegio Académico de la Universidad de Sonora aprobó los Lineamientos Generales para el Modelo Curricular de la Institución; en dicho documento encontramos:

“... como propósito central sentar las bases para construir un modelo curricular donde la enseñanza se desarrolle en función al aprendizaje que realiza el alumno. De esta manera, el objetivo estratégico de las políticas académicas es la generación de un estudiante con nuevo perfil, con sentido de actualización y actitud de auto aprendizaje, capaz, competente, proclive a la interdisciplinariedad y al trabajo en equipo, responsable, consciente de sus deberes y exigentes en compartir actitudes, habilidades y conocimientos cada vez mas certificados y acreditados.”

Desde entonces, los planes y programas de la Universidad de Sonora se han venido modificando. En el caso específico de la carrera de Ingeniería Civil fue en diciembre del 2004 que se aprobó la reforma curricular vigente tratando de ajustarla a los Lineamientos. En el planteamiento que se presenta en el Plan de Estudios de Ingeniería Civil (2004), se pretende que los estudiantes:

- ◆ Alcanzen un nivel sobresaliente en el dominio de los principios de las Matemáticas, hecho que les dará la oportunidad de adquirir cierta destreza para comprender un lenguaje suficiente que les permita avanzar hacia niveles superiores en el desarrollo de modelos.
- ◆ Posean una especial dedicación por el estudio de las Leyes de la Física Clásica, disciplina sobre la cual se fundamenta la mayoría de los principios sobre los cuales se desarrolla el diseño y la construcción de obras de Ingeniería.
- ◆ Desarrollen un especial talento analítico. Usualmente, en la formación de Ingenieros se utiliza una buena dosis de problemas de la más diversa índole que el estudiante tendrá que resolver.

En muchas situaciones de la vida profesional de la Ingeniería Civil se trabaja con cantidades físicas, algunas de ellas están determinadas completamente por su magnitud (medida) expresada en alguna unidad conveniente según su naturaleza. Estas cantidades se denominan escalares, por ejemplo: la longitud, el área, el volumen, la temperatura, el tiempo, la masa, etc. Sin embargo otras cantidades físicas requieren para su determinación exacta que se añada una dirección a su magnitud, dichas cantidades se llaman vectores. Hay algunos casos familiares que tienen esta característica, por ejemplo, en el contexto de la Física el desplazamiento que se definen como el cambio de posición cuya magnitud se determina por la distancia que hay entre el punto de partida o inicial y el punto de llegada o punto final, y la dirección y sentido está determinada desde el punto de partida hacia el punto de llegada; la velocidad, que se determina por la rapidez en el que un objeto

recorre una distancia en un determinado tiempo desde el punto de partida hacia el punto de llegada; y, la aceleración, que se determina por la rapidez de la velocidad.

En la Ingeniería Civil, los vectores se usan, por ejemplo, para saber cómo se comportan los materiales sólidos que se utilizan en las estructuras con respecto a fuerzas externas como la tensión, la compresión, etc. Ya que los materiales sólidos responden a dichas fuerzas con una deformación incluso hasta una falla. También se utilizan para resolver problemas de Estática (de composición de fuerzas, por ejemplo las fuerzas que actúan sobre un puente o un edificio).

En Ingeniería Civil el tema de vectores aparece por primera vez en el programa de Álgebra, asignatura que se cursa durante el primer semestre, sin embargo, debido al exceso de contenidos y al poco tiempo asignado para el tema de vectores (5 horas) que resultan insuficientes, la mayoría de los maestros opta por darle prioridad a otros temas, otro aspecto importante a destacar, es el señalado por algunos profesores que imparten la materia de Álgebra, en el sentido de que el tema de vectores no se atiende a profundidad ya que es un tema que también está incluido en el programa de la materia de Geometría Analítica (que es un curso posterior del segundo semestre). En el curso de Álgebra los vectores son tratados, generalmente, dentro del tema de las matrices o para expresar soluciones de un sistema de ecuaciones lineales; cabe mencionar que dentro de dicho curso, también se estudian los números complejos y se utiliza la representación gráfica de los vectores para representar este objeto matemático. En ambos casos los vectores son utilizados como una herramienta para promover la construcción de otros objetos matemáticos y no como un objeto de estudio propio.

Dentro de la asignatura de Física (segundo semestre), se emplean para resolver cierto tipo de problemas, siendo hasta en el curso de Geometría Analítica, materia también del segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil, en el que el estudiante tiene la oportunidad de estudiar los vectores como objetos matemáticos.

Es por ello, que estudiaremos algunos problemas en el contexto de la mecánica con el propósito de propiciar un acercamiento intuitivo del estudiante en el manejo de la representación geométrica del vector como herramienta fundamental en la modelación y solución de los problemas propios del área.

Los lineamientos generales de la Universidad de Sonora y el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil nos permiten centrar nuestra atención en aquellos aspectos que declara como fundamentales en la formación de los egresados, lo cual nos brinda elementos para el diseño de la estrategia didáctica que incluye nuestra propuesta. Por ejemplo en la propuesta se promueve el trabajo activo del estudiante como algo fundamental para la construcción del conocimiento, el trabajo colaborativo a través del cual se espera que el estudiante desarrolle las habilidades de comunicación, argumentación, refutación, independencia, toma de decisiones, etc.

1.6 Objetivo general del trabajo

Con base en las consideraciones anteriores y tomando en cuenta que este trabajo está ubicado en la categoría de desarrollo docente, se presentan a continuación el objetivo general del trabajo de tesis.

- Diseñar una secuencia de actividades didácticas que promueva en los estudiantes la construcción de la suma de vectores en el plano cartesiano y algunas de sus propiedades.

El propósito fundamental del diseño es promover en los estudiantes de Ingeniería la coordinación entre los diferentes registros de representación de la suma de vectores. En las primeras actividades se parte de su representación polar, que es la que se presenta comúnmente en las situaciones extra matemáticas, para posteriormente pasar a la representación cartesiana y viceversa. La secuencia didáctica está enfocada en la suma de vectores.

Es importante considerar que para poder alcanzar el objetivo general de este trabajo de tesis debemos alcanzar, a su vez, los siguientes

Objetivos específicos:

- ◆ Identificar situaciones en el contexto de la ingeniería civil y/o de la física en la que la suma vectorial es la herramienta que permite resolverlas.
- ◆ Plantear en las situaciones seleccionadas una serie de preguntas cuya respuesta involucre la representación aritmética o gráfica de la suma vectorial, así como las propiedades conmutativa y asociativa.
- ◆ Integrar actividades que promuevan sistemáticamente el desarrollo del objeto matemático suma vectorial, así como las propiedades conmutativa y asociativa.

Una vez planteada la problemática que pretendemos abordar e identificado el objetivo del trabajo, en el siguiente capítulo abordaremos lo relacionado con los aspectos teóricos que tomaremos en cuenta para el diseño de la secuencia de actividades didácticas.