UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

EL ALGEBRA VECTORIAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

Tesis

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN EDUCACION EN MATEMATICAS

PRESENTA

MARIA ESTER GAMBETTA CHUK

MEXICO, D. F. 1991

I N D I C E

Pág.

R E S U M E N

En el presente trabajo se aborda el problema del aprendizaje del tema: Vectores que estudian los alumnos de primer semestre de la carrera de Ingenieria civil, en la Universidad Autónoma de Puebla.

La preocupante situación relativa al alto porcentaje de reprobados en los exámenes finales de Algebra de la citada Escuela, condujo a estudiar el nivel de comprensión del concepto de Vectores y de Espacios Vectoriales de la mencionada asignatura, alcanzado por los estudiantes.

Se elaboraron encuestas destinadas a los maestros de Algebra y de asignaturas afines, para definir la trascendencia del tema dentro del plan de estudios de la carrera.

Se construyó y aplicó un cuestionario destinado a los estudiantes de primer semestre y de segundo semestre.

Del análisis de los resultados de toda la investigación, se sugiere una revision del enfoque del programa de Algebra y de asignaturas afines al mismo.

Esta investigación podria constituir un aporte pedagógico, en la concreción de la enseñanza- aprendizaje de Vectores y Espacios Vectoriales, tanto en la Escuela de Ingenieria Civil (U. A. P.), como en otras escuelas similares.

INTRODUCCION

A) PRESENTACION

En el presente trabajo se aborda el problema del aprendizaje del tema Vectores, y que estudian los alumnos de la carrera de Ingenieria Civil, en la Universidad Autónoma de Puebla. La asignatura Algebra que se cursa en el primer semestre de la citada carrera, contiene este tema como parte fundamental, aunque no es la única materia en que se estudia.

Es interesante destacar que, en la carrera citada, la matemática y el álgebra son elementos de formación que abarcan el ciclo completo de estudios. Sin embargo, se pone el acento en su aplicación a las asignaturas especificas de la carrera. Es decir, matemática y álgebra se emplean como herramientas para la preparación de la especialidad.

En la materia Algebra, el indice de reprobados en los exámenes finales, ha arrojado cifras que oscilan entre el 55% y el 70% de los alumnos.

Estas cifras se han repetido durante los últimos cinco años, en relación a los exámenes finales de esta asignatura.

La preocupante situación condujo a leer y analizar los examenes finales escritos, de los citados estudiantes. Las fallas mas destacables fueron:

1) Mal manejo del lenguaje simbólico relativo a vectores y a operaciones con vectores.
2) Empleo inadecuado de fórmulas y notaciones en la realización del calculo vectorial.
3) Alta incidencia de errores en el cálculo con números reales, al realizar operaciones con vectores.
4) Dificultades para realizar analitica y gráficamente, ope-

raciones con vectores.

5) Pobreza de recursos y de habilidades para plantear y resolver problemas del álgebra vectorial.

Las observaciones sobre los resultados de los exámenes motivaron una investigación en relación al concepto de vector alcanzado por los alumnos.

B) EL PLANTEO DEL PROBLEMA

En base a la observación de los exámenes de Algebra, a las pláticas con los maestros de la asignatura, a las pláticas espontáneas con los alumnos, y a la experiencia en el dictado de la asignatura Algebra (de la autora de esta tesis), se elaboró la siguiente hipótesis:

El nivel de comprensión del contenido: Vectores, alcanzado por los alumnos de la Escuela de Ingeniería Civil, al termino del desarrollo del programa Algebra, es bajo en relación a:

a) Interpretación geométrica de vectores y de operaciones con vectores.

b) Interpretación analítica de la operatoria con vectores. Cuando se dice interpretación geométrica, se hace referencia a la realización de dibujos, diseños, empleo de sistemas cartesianos. Con interpretación analítica se quiere indicar la expresión de vectores en términos de sus componentes relativas a sistemas de referencia, pero que no necesariamente requieren de un dibujo o representación geometrica. (Es decir, concretamente, es el manejo adecuado de las fórmulas de operaciones con vectores).

C) PLAN DE LA INVESTIGACION

Al planear la investigación, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Uno, relativo a la descripción de los contenidos programáticos de la carrera de Ingeniería Civil, y que se refieren a Vectores.

Otro, referido a la elaboración de cuestionarios, dedicados a maestros y a alumnos (que hayan concluido el curso de Algebra).

Con el primer análisis, la pretensión es determinar la relevancia del tema Vectores, como así también sus aplicaciones en la carrera de Ingeniería Civil.

Con los cuestionarios destinados a los maestros, se pretendió recoger información relacionada con la experiencia de los docentes en la enseñanza del tema en cuestión, y del empleo de vectores en el ámbito profesional o ejercicio de la carrera.

El cuestionario destinado a los estudiantes, se proyectó con el objeto de estudiar el nivel de interpretación del concepto de Vector, alcanzado por los mismos.

D) BREVE HISTORIA DE LOS VECTORES

Resulta interesante hacer una pequeña reseña histórica de la genesis del concepto de Vector. Este concepto tiene una naturaleza tanto física como matemática. A traves de su historia, se han empleado vectores en Física, en relación a las leyes de equilibrio de fuerzas. Pero en la evolución histórica, también se han considerado los vectores como entes matemáticos. Las sucesivas abstracciones y generalizaciones del concepto han ubicado a los vectores como elementos de espacios vectoriales abstractos. La conocida ley del paralelogramo de fuerzas la encontramos en germen, en los trabajos de Galileo Galilei.

La composición de fuerzas esquematizada mediante la ley del paralelogramo, tambien la encontramos en la obra Principia, de I. Newton (1687).

Los diagramas y empleo de segmentos orientados para representar fuerzas (vectores) se fueron perfeccionando, con el aporte de fisicos y matematicos (Stein, Lagrange, entre muchos otros).

William Hamilton y Gunther Grassman, hacia 1840, construyeron un Alebra de Cuaterniones. Estos representaban elementos de un espacio de tres dimensiones. Y constituyen el primer ejemplo de un campo no conmutativo.

Simultáneamente, Cayley construia el Algebra de Matrices que incluye a los cuaterniones como un caso particular.

Actualmente, se asocia el concepto fisico de vector (fuerza, velocidad, etc.) su interpretación como un segmento orientado cuyos origen y extremo son puntos del plano cartesiano del espacio de n dimensiones. Esta doble naturaleza fisico-matemática de los vectores, nos conducen a investigar el concepto de vectores adquirido por los alumnos, y en diferentes aspectos.

Fundamentalmente, en la presente investigación, se quieren recoger resultados en base a lo aprendido en la asignatura Algebra. En particular, en relación a esta investigación, interesan los aspectos de las propiedades de las operaciones con vectores, y la interpretación geometrica de vectores, que es el enfoque del programa de Algebra ya citado.

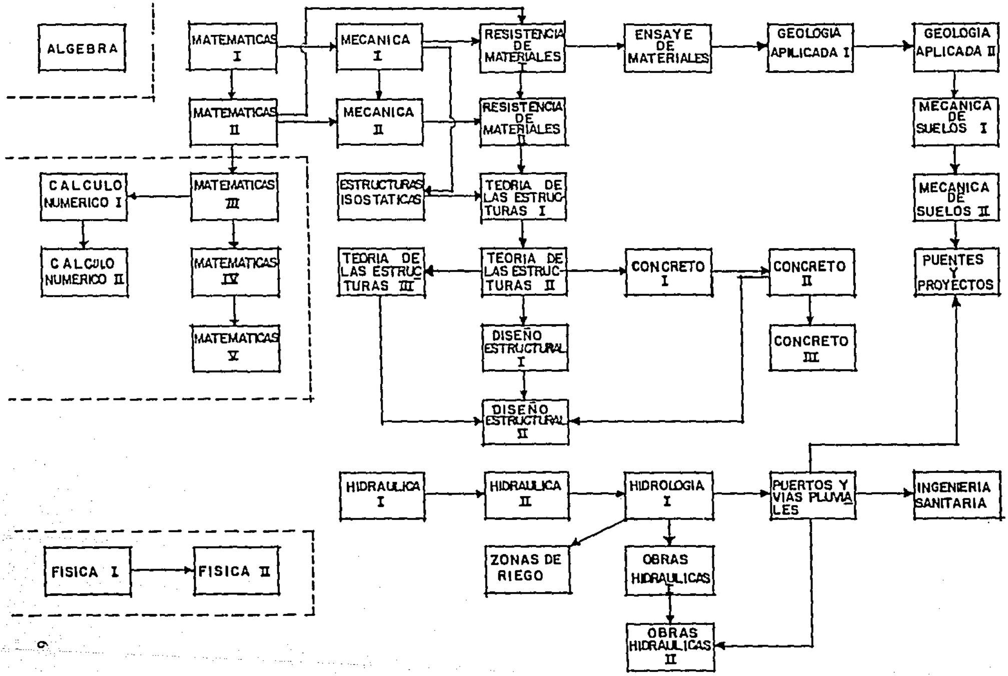
CAPITULO 1. PREPARACION DE LA ENCUESTA

1.1. ANALISIS DEL PLAN DE ESTUDIOS Y DE LOS PROGRAMAS

De todos los programas del plan de estudios de la carrera de Ingenieria Civil, U.A.P., se eligieron aquellos que contienen el tema Vectores. Para cada uno de ellos, se investigo el enfoque con que el tema está encarado y se hizo una revision de la bibliografia recomendada. Los contenidos programáticos citados, y el plan de estudios de la carrera, se pueden consultar en el Apéndice. A continuación, se establece el listado de asignaturas en las cuales aparece el tema Vectores.

Semestre	Asignatura
Primero	Algebra
Segundo	Mecánica I
Tercero	Mecánica II,
	Resistencia de materiales
Cuarto	Matemáticas IV,
	Resistencia de materiales II,
	Estructuras isostáticas
Quinto	Teoria de Estructuras I,
	Hidráulica I
Sexto	Teoria de Estructuras II,
	Hidráulica II,
Séptimo	Teoria de las Estructuras III,
	Diseño estructural I,
	Hidrologia
Octavo	Obras Hidráulicas I
Noveno	Obras Hidráulicas II.

En algunas de las asignaturas mencionadas, el tema Vectores se desarrolla explicitamente, incluyendose la definición y las operaciones; en otras, los vectores se emplean como herramienta, en sus aplicaciones a distintas ramas de la Fisica (Estatica, Dinamica), y a los contenidos especificos de la carrera (Teoria de las Estructuras, Hidráulica). El siguiente organigrama orienta sobre la relación entre las asignaturas que tienen referencias a Vectores, de la carrera mencionada.


ALGEBRA
MATEMATICAS I
MATEMATICAS II
MATEMATICAS III
MATEMATICAS IV
MATEMATICAS V
CALCULO NUMERICO I
CALCULO NUMERICO II
MECANICA I
MECANICA II
ESTRUCTURAS ISOSTATICAS
TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS III
RESISTENCIA DE MATERIALES I
RESISTENCIA DE MATERIALES II
TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS I
TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS II
DISEÑO ESTRUCTURAL I
DISEÑO ESTRUCTURAL II
ENSAYE DE MATERIALES
CONCRETO I
CONCRETO II
CONCRETO III
GEOLOGIA APLICADA I
GEOLOGIA APLICADA II
MECANICA DE SUELOS I
MECANICA DE SUELOS II
PUENTES Y PROYECTOS
HIDRAULICA I
HIDRAULICA II
HIDROLOGIA I
PUERTOS Y VIAS PLUVIALES
INGENIERIA SANITARIA
ZONAS DE RIEGO
OBRAS HIDRAULICAS I
OBRAS HIDRAULICAS II
FISICA I
FISICA II

Como puede verse en los programas anexos, la mitad del curso de Algebra consiste en un curso breve de Algebra Vectorial, en tanto que Matematicas IV es un curso formal de estructuras algebraicas, incluyendo la estructura de espacio vectorial. Los cursos: Mecánica I (Area de Fisica, segundo semestre), Mecanica II (Area de Fisica, tercer semestre), Matematicas IV (Area de Matemáticas, cuarto semestre), Teoría de Estructuras I (Area de Estructuras, quinto semestre), Teoria de Estructuras II (Area de Estructuras, sexto semestre) y Teoria de Estructuras III (Area de Estructuras, septimo semestre), requieren en mayor o menor grado de los vectores para su desarrollo. Por ejemplo, Mecánica I es básicamente un curso de estatica, en el que el uso de vectores en el análisis de situaciones de equilibrio de fuerzas es indispensable; de hecho, el álgebra vectorial se reinterpreta, contemplándose las operaciones con vectores en terminos de fuerzas aplicadas y sus resultantes. Pero en el curso de Hidráulica el uso de vectores se limita al análisis especifico de problemas de ingenieria, por ejemplo en el cálculo de las estructuras de las presas de contención. Aqui se presupone el conocimiento de las operaciones con vectores y su interpretación en terminos de fuerzas.

Por las necesidades de cada asignatura, o incluso como consecuencia de la selección y disponibilidad de la bibliografia recomendada, los enfoques con que se tratan los vectores en cada una de las asignaturas mencionadas explicitamente en el párrafo anterior, son distintos. A continuación establecemos algunos criterios para clasificar los enfoques vectoriales en cada una de esas asignaturas.

1.1.1. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION DE LOS ENFOQUES DE LOS PROGRAMAS

Se determinaron tres criterios: fisico, geometrico y axiomatico, para clasificar los enfoques en el tratamiento de vectores, en cada uno de los cursos. Respecto de cada uno de estos criterios, se analizó el concepto de Vector en los aspectos siguientes: definición, operaciones, aplicaciones. A continuación detallamos lo que entendemos por cada uno de estos enfoques.

Criterio o enfoque físico

En cuanto a la definición de vector, ésta se apoya en el movimiento de una partícula que pasa de una posición a otra. De la bibliografía recomendada para la asignatura Mecánica I, "Mecánica vectorial para Ingenieros", de Beer y Johnston, tomamos el siguiente texto que nos parece representativo: "Para definir la posición de una partícula respecto de un punto, medimos la distancia desde ese punto al punto que ocupa la partícula, y colocamos un sentido, según sea el movimiento. Ese itinerario es el vector de posición del punto. Desplazamiento, velocidad, aceleración, son magnitudes vectoriales, y quedan determinadas por magnitud, dirección y sentido".

Como se puede apreciar, la definición está relacionada con hechos de la Física. En cuanto a las operaciones y aplicaciones, consideramos que un enfoque o interpretación es físico si está dado en términos de fuerzas, desplazamientos, velocidades, etc. que se combinan entre sí, interesando el efecto producido. Es decir, en un enfoque físico, operaciones y aplicaciones se manejan dentro de un contexto específico de la Física: un sistema de fuerzas, un aparato, una maquina, una estructura base de un edificio, etc.

Criterio o enfoque geometrico

Respecto de la definicion, decimos que el enfoque de los vectores es geometrico, si se entiende a un vector como un segmento orientado. Esto es, si se interpreta a un vector como un segmento de recta, con una dirección, un sentido, y una medida; a la manera de Charles Wexler: "Un vector es un segmento rectilineo dirigido. Un vector tiene tres caracteristicas: dirección, sentido y magnitud".

En cuanto a las operaciones, decimos que el enfoque es geometrico, si al operar se emplean los vectores en su representación grafica (como flechas o segmentos orientados), sin hacer referencia explicita a fuerzas, velocidades, etc. Asi, las operaciones graficas se hacen en relación a figuras poligonales. Y, en general, los vectores son de tipo libre o deslizante, sin interpretación de los efectos del punto de aplicación. En este mismo enfoque, los vectores que se dibujan pueden no tener un sistema de referencia, o pueden estar asociados a sistemas cartesianos. En cuanto a la aplicación, consideramos que un enfoque es geometrico si los ejercicios y problemas están dirigidos al cálculo de medidas de ángulos, áreas, volúmenes, o a demostraciones de teoremas de geometria analitica, etc. Destacamos que en este enfoque, se incluye el empleo de la ley del paralelogramo; si bien es cierto que históricamente esta ley nació de la comprobación de hechos fisicos, la operación suma de vectores se esquematiza y grafica mediante un paralelogramo (y se generaliza a una figura poligonal). Por ello, tanto el enfoque geometrico como el fisico, en nuestra clasificación, participan de este elemento comun: la ley del paralelogramo.

Criterio o enfoque axiomático

En este enfoque, los vectores se conciben como elementos de un espacio n-dimensional. Entre ellos están definidas operaciones cuyas propiedades se establecen de manera axiomatica. En este enfoque no se destacan interpretaciones geometricas o fisicas; en cambio, permite establecer isomorfismos entre diferentes construcciones u objetos matematicos (por ejemplo, entre sistemas de ecuaciones y transformaciones lineales). Por tanto, consideramos que es mas abstracto que los anteriormente mencionados.

Las operaciones se realizan con los vectores expresados como ternas, cuaternas, y en general, n-adas de números reales, cada una de las cuales representa la magnitud de la proyección del vector respecto de los ejes del espacio de n dimensiones. En cuanto a los ejercicios y problemas, es decir a la aplicación, los ejemplos geométricos son los más frecuentemente empleados para concretar conceptos. No se descartan los ejemplos físicos, aunque no es tan usual su empleo.

1.1.2. DESCRIPCION DE LOS CONTENIDOS PROGRAMATICOS, SEGUN EL ENFOQUE DE CADA UNO

A continuación, se hace una clasificación de los programas de las asignaturas que contienen el tema vectores. Se trata de ubicar cada contenido programático de acuerdo al enfoque predominante en el tratamiento del tema. Se aclara, sin embargo, que ninguno de los programas analizados responde a un criterio o enfoque en forma absoluta. La clasificación obedece, más bien, al hecho de que uno de los enfoques prevalece sobre los demas.

Para cada asignatura, se describirán dos aspectos: el contenido programatico, y la bibliografia recomendada a los alumnos.

1.1.2.1. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: ALGEBRA

El programa del curso de Algebra contiene dos partes muy diferenciadas. La primera consta de un repaso del álgebra de polinomios, ecuaciones, numeros complejos, determinantes y matrices. La segunda parte se designa como álgebra vectorial.

El temario no hace mención del enfoque de vector con que se ha de desarrollar el programa; de hecho, el enfoque está implícito en el texto recomendado en la bibliografía, como veremos más adelante. En cuanto a las operaciones con vectores, se estudian en una, dos y tres dimensiones. Y en la aplicación, el contenido detalla cálculos de ángulos entre vectores, cálculos de áreas y volúmenes (mediante el empleo de producto escalar y de producto vectorial). Esto indica con claridad un enfoque de tipo geométrico. En el desarrollo de la asignatura no hay mención de interpretaciones o aplicaciones físicas de los conceptos vectoriales tratados en el curso: en particular, remarcamos que en este contenido programático, no se menciona la resultante de un sistema de fuerzas en el tema de suma de vectores; tampoco hay referencia al trabajo mecánico, como aplicación del producto escalar de vectores.

Descripción del texto recomendado

El texto que analizamos es: "Geometría analítica, un enfoque vectorial" de Charles Wexler, Montaner y Simón, Madrid, 1979.

En la bibliografía recomendada a los alumnos, se pone énfasis en su empleo. De acuerdo con los maestros de la Escuela, ha sido empleado como texto principal de la asignatura durante los últimos catorce años. Agregamos que el contenido de este libro tiene estrecha vinculación con el programa, en la parte vectorial.

El libro introduce el concepto de vector como un segmento de recta, caracterizado por dirección, magnitud y sentido. Define la operación suma de vectores apoyandose en la ley del paralelogramo. Emplea dibujos en el plano, y en el espacio de tres dimensiones para representar vectores y operaciones con los mismos. No menciona conceptos fisicos. En el comienzo del texto, intercala una definición de espacio vectorial (mediante axiomas o postulados) pero posteriormente retorna al enfoque geometrico, insistiendo en las representaciones graficas en el plano. Posteriormente, introduce los sistemas coordenados cartesianos, en dos dimensiones. Luego, amplia las definiciones y operaciones a tres dimensiones (expresa los vectores en terminos de sus componentes sobre los ejes coordenados, usando los correspondientes vectores unitarios). Y también emplea el sistema coordenado cartesiano tridimensional, con los correspondientes dibujos.

Los ejercicios y problemas de aplicación se refieren a: rectas y vectores paralelos y perpendiculares, ángulos entre vectores, áreas de figuras planas, volúmenes de cuerpos poliedros.

Todos los ejercicios aplican álgebra vectorial, usando las operaciones y sus correspondientes propiedades.

Por todo esto, decimos que el enfoque es de tipo geométrico.

1.1.2.2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: MECANICA I

El contenido de este programa se refiere a la parte de la Fisica llamada Estática. En todo el desarrollo del programa, se emplean vectores, operaciones con vectores y las correspondientes propiedades. En su mayoria, las referencias a vectores están en terminos de fuerzas. Se hace mención a los sistemas cartesianos de dos y de tres dimensiones para la descomposición de fuerzas segun las direcciones de los ejes coordenados. Los teoremas fundamentales están expresados en terminos de fuerzas.

En cuanto a las operaciones con vectores, se contemplan: suma, producto escalar y producto vectorial, siempre en terminos de fuerzas. Este programa contempla los conceptos de estructuras y armaduras, como ejemplos de aplicación, los que aparecen en otras asignaturas de los últimos semestres de la carrera con más trascendencia y frecuencia.

Descripción del texto recomendado

El texto más empleado es: "Mecánica para ingenieros, estática", de F. Singer, Harla, México, 1981. Presenta la definición de vector como cantidad caracterizada por magnitud, dirección y sentido, esto es, como segmento orientado. Los ejemplos y representaciones gráficas, referentes a las operaciones y propiedades, están relacionadas con la Física. Las fórmulas y teoremas se obtienen (deducen) con la ayuda de procesos de descomposición de fuerzas (en forma analítica, esto es, con fórmulas, y en forma gráfica). Esta descomposición se refiere a las componentes según los ejes coordenados cartesianos. Los ejercicios de aplicación están planteados en terminos físicos. En la diagramación del texto, estos ejercicios, y los problemas, van acompañados de ilustraciones que ofrecen los datos más significativos para orientar las soluciones. El enfoque del texto, como el de la asignatura, es predominantemente físico.

1.1.2.3. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: MECANICA II

El programa contiene temas de la rama de la Física llamada Dinámica. Se expresan los vectores como forma de interpretar y representar los movimientos y posiciones de partículas (cuerpos puntuales). Se detallan las dimensiones (dos y tres) con las que se va a trabajar en sistemas cartesianos. Los vectores más utilizados son velocidad y aceleración, relacionados con diferentes tipos de movimientos (rectilineo, circular). Los teoremas, ejercicios y problemas, están planteados y resueltos mediante el empleo de técnicas de paso al limite (en derivación e integración).

Descripción de textos recomendados

El libro mas utilizado es: "Mecánica vectorial para ingenieros, dinamica", de F. Beer y E. Russell Johnston, Mc Graw Hill, 1985. En este texto, el vector está definido como segmento rectilineo, con sentido, el cual representa la trayectoria seguida por una particula que cambia de posición de un punto a otro. Con la lectura de este texto, y al avanzar en el estudio de los temas, se insiste en que los vectores son necesarios para representar óptimamente velocidades y aceleraciones, en movimientos de tipo rectilineo y circular. Con respecto a las operaciones, se manejan las fórmulas de velocidad instantánea, como paso al limite. Y en este proceso, se emplean relaciones entre cantidades vectoriales.

Aqui se emplean elementos de Análisis vectorial, a pesar de que no hay en el contenido programático de esta carrera, una asignatura de Análisis vectorial. Las situaciones mencionadas en el párrafo anterior, no admiten representaciones geometricas sencillas, por lo que se dibujan los vectores en las situaciones iniciales o finales del respectivo movimiento. En cuanto a la aplicación en ejercicios y problemas, éstos van acompañados de representaciones gráficas. En ellas, se indican los vectores que mas trascendencia o significación tienen en el contexto del problema, como orientación al lector. Todos los ejercicios v problemas son de Fisica. Las operaciones empleadas son , fundamentalmente, producto de vectores por escalares, productos escalar de vectores y vectorial de vectores. Concluimos con la afirmación de que el enfoque es físico.

1.1.2.4. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: FISICA

El contenido se refiere a la parte de la Física llamada Termodinámica. En este programa, no se explicitan los vectores. Los temas están desarrollados en detalle, en términos de las leyes de la Termodinámica. Los conceptos de transferencia de calor, fluidos y velocidad de fluidos, y energía (temas principales), no están expresados en términos de vectores. Se mencionan tablas que los alumnos han de manejar, con datos que registran temperaturas, vapor de agua, etc.

Se deduce del desarrollo del programa, que los conceptos de vector, y las operaciones con vectores, están implícitas (como instrumentos de aplicación) en el temario de estudio.

Descripción de textos recomendados

El texto más usual es Física 1, de R. Resnick, y D. Halliday, C.E.C.S.A, México, 1988. En la parte correspondiente al tema de fluidos, se expresan los conceptos en términos de direcciones de velocidades de partículas, en un punto determinado, y en un instante dado. Las correspondientes representaciones gráficas son esquemas sencillos, donde el vector o segmento orientado indica la situación, en un determinado instante(por ejemplo, el dibujo de un vector indica la dirección y sentido del movimiento de un fluido, en el instante en que el fluido atraviesa una sección de un tanque).

Los ejercicios y problemas se han de resolver aplicando ecuaciones de movimiento, con empleo de derivadas e integrales (vectoriales), preferentemente. Temas tales como impulso y momento se introducen con ejemplos concretos de la Física.

luego, se obtienen las fómulas en términos de diferenciales e integrales (vectoriales). Están explicitadas las operaciones de producto de vectores por escalares, de productos escalares de vectores, y de productos vectoriales de vectores (Por ejemplo, F. dt, f. delta t, etc).

Se introduce el empleo de diferenciales e integrales cuando la magnitud de la fuerza no es constante, cuando el camino de desplazamiento de las partículas cambia de dirección, etc. Explica el concepto de integral, como límite de sumatorias aplicadas a conceptos físicos.

Estos conceptos son de Análisis vectorial

En el caso de las torsiones aún cuando se usa diferenciales e integrales, se conserva la notación de producto escalar (punto) y producto vectorial (cruz). El autor aclara de que tipo de cantidades se trata, es decir llama la atención del lector si la magnitud resultado de la fórmula es escalar o vectorial.

En virtud de la descripcion realizada, la conclusión es que el enfoque es físico.

1.1.2.5. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: MATEMATICAS IV

El desarrollo de los temas esta organizado en: sistemas de ecuaciones, matrices, espacios vectoriales, transformaciones lineales. La unidad de espacios vectoriales está introducida axiomaticamente. Un vector en un espacio n-dimensional se expresa como una n-ada de numeros (reales). Las operaciones con vectores, así como las demostraciones de las correspondientes propiedades, se hacen en terminos de n-adas. Todas estas especificaciones están detalladas en el programa. En el mismo, la mencion a ejemplos y problemas de tipo geometrico es escasa. Como ejemplos, se detalla las posiciones diferentes de rectas y planos, en los correspondientes espacios. Se emplea producto escalar de vectores para deducir la ecuación general del plano, en el espacio tridimensional. A partir de él, y como ejercicio,se dan las coordenadas de tres puntos, y se obtiene la ecuación del plano a traves de un sistema de tres ecuaciones.Se destaca la diferencia con el programa de Algebra, en el cual la obtención de la ecuación es mediante producto escalar y producto vectorial de vectores. No hay referencias a la Fisica. Decimos que el enfoque es axiomático.

Descripción de textos recomendados

Si bien es cierto que en la bibliografía se mencionan textos de álgebra lineal, (Serge Lang, "Algebra lineal" Fondo Educativo Interamericano, S.A. México, 1982.), desde hace diez años, el área de Matemáticas de la Escuela de Ingenieria Civil, estuvo de acuerdo en emplear la tesis de licenciatura (en Matematicas, opción Educación, U.A.P) de la maestra Consuelo Valle Espinoza, como bibiografia principal. "Programa y apuntes de Matematicas IV" Valle Espinoza, Consuelo. Tesis de Licenciatura en Fisico-Matematicas, opción Educación. Escuela de Fisico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Puebla, 1983.

En esta tesis, la autora desarrolla el programa de Matemáticas IV, sin modificaciones ni añadiduras. El texto de la tesis sigue el orden, contenido y enfoque del programa. Los ejercicios se atienen a las sugerencias del programa.

El enfoque del contenido programatico de esta asignatura, asi como el del texto, es axiomático.

Descripción de los programas (y bibliografias) de las asignaturas: Teoria de estructuras I, II, III.

Si bien es cierto que se hará una descripción por separado de cada asignatura, se las reúne en el mismo subtitulo por su similitud.

1.1.2.6. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: TEORIA DE ESTRUCTURAS I

El contenido del programa trata sobre las generalidades de estructuras de edificios. Desarrolla métodos para analizar fuerzas que soportan vigas y arcos de un edificio. No hay mencion expresa de vectores, pero si de fuerzas y de los efectos de éstas sobre los apoyos citados (vigas, arcos, mamposteria). Como sinónimo de las palabras: fuerzas actuantes, se emplean las cargas. Se deduce de la lectura del texto del programa, que las operaciones utilizadas entre vectores fuerzas, son sumas y restas. El texto recomendado es "Teoria de las estructuras", de S. Timoshenko, URMO, Madrid, 1976. Posiblemente por lo avanzado del curso (se enseña en los últimos semestres de la carrera), se presupone que tanto concepto como operaciones relativas a magnitudes vectoriales ya han sido dominadas, por lo que no hay definiciones ni explicitaciones de conceptos y operaciones vectoriales, aún cuando se emplean notaciones vectoriales.

El autor del texto aclara, en la introducción, que los contenidos de Teoria de Estructuras se basan en los conceptos de Estatica. Y realiza un repaso breve de los conceptos de Estatica. Asi, emplea fórmulas de sumatorias de fuerzas, con las representaciones gráficas pertinentes (donde se utilizan flechas orientadas o vectores en el plano). Al analizar las estructuras, emplea notaciones de Fisica y de análisis vectorial:

delta P = q por delta x.

donde q es la carga unitaria en una viga.
delta x es la longitud de la viga sobre la que actúa la carga.
delta P es la fuerza que actúa en el centro de gravedad.

La resultante en toda la viga, es una sumatoria de fuerzas, y se expresa como una integral. (En el dibujo del texto, se presenta como el área de un trapezoide).

Para los temas de Momentos, también se acude al Análisis vectorial. Por ejemplo, el momento flector en un extremo de una viga, debido a una carga q, se indica:

$$q \ . \ dx,$$

y el momento extendido para todas las cargas es una integral definida. Aquí se conserva la notación de producto escalar.

Todos los diagramas de estructuras se realizan con vectores en el plano.

El programa y el texto tienen enfoque físico.

1.1.2.7. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: TEORIA DE ESTRUCTURAS II

En este contenido se describen metodos especificos para el análisis de las estructuras: pórtico, viga, y con diferentes tipos de apoyo. Los temas de Física contemplados son: desplazamientos, momentos de inercia, deformaciones, equilibrio, empuje.Como en el caso anterior,no hay definición explícita de vectores, ni de fuerzas, sino la aplicación de todos los conceptos y operaciones, a los temas específicos de construccion de edificios. Tambien contiene graficos sencillos.

Descripción de textos recomendados

El texto más recomendado es: "Estructuras de varios pisos", de F. Takabeya. C.E.C.S.A. México, 1969. Las características del texto son similares a las del mencionado para Teoría de Estructuras I. En el texto de Takabeya, se trabaja directamente con problemas específicos, y los gráficos son de estructuras metálicas; también hay dibujos de arcos y de pórticos, con los vectores indicativos de las fuerzas o cargas que estas estructuras soportan.

Las fórmulas del texto contienen principalmente sumatorias (referidas a una dirección determinada).

1.1.2.8. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: TEORIA DE ESTRUCTURAS III

El contenido es una continuación de los dos anteriores. Hay más detalles referidos a la mampostería, muros, cargas verticales y horizontales. Introduce el análisis sísmico, detallando las fuerzas actuantes. Los conceptos físicos explicitados son fuerzas sísmicas relacionadas con centros de masas, con las deformaciones y compresiones de los muros, y los momentos de torsión de entrepisos. También introduce el análisis matricial de estructuras. Como en los casos anteriores, podemos decir que el enfoque es físico.

Bibliografía recomendada

El texto mas empleado es "Introduccion al Análisis estructural con matrices" de Hayrettin Kardestuncer, Mc Graw Hill. Bogotá, 1975. Tiene características similares a los anteriores relativos a Teoría de Estructuras, con el agregado del empleo de matrices. También se recomienda el uso de manuales de construcción.

El enfoque de programa y textos es físico

Aclaración con respecto al programa de la asignatura Física II, el contenido y el enfoque es físico. Los temas que se desarrollan son electricidad y magnetismo. No se hace un análisis exhaustivo del programa, porque no hay referencias a los vectores. En los textos recomendados, los vectores se emplean especialmente en las representaciones gráficas, como orientadores para la interpretación de las direcciones de los campos eléctricos y magnéticos.

1.1.2.9. CUADRO RESUMEN DE LAS ASIGNATURAS Y TEMAS RELEVANTES DE VECTORES

A modo de resumen a continuación se ofrece un cuadro de algunas de las asignaturas de mayor relevancia en cuanto al tema Vectores.

ASIGNATURA	OPERACIONES CON VECTORES	TEMAS O AREAS DE APLICACION DE LAS OPERACIONES VECTORIALES.
ALGEBRA	Suma	Suma de segmentos, ubicados en sistemas cartesianos ortogonales.
	Producto escalar	Cálculo del angulo entre dos vectores y otras aplicaciones.
	Producto vectorial	Cálculo de áreas de polígonos, y de volúmenes de cuerpos poliedros.
MECANICA I	Suma	Cálculo analítico y grafico de la resultante de sistemas de fuerzas.
	Producto escalar	Determinación del trabajo mecanico debido a fuerzas.
MECANICA II	Suma	Determinación de la velocidad de varios puntos que se desplazan en forma rectilínea, o circular.
	Producto escalar	Cálculo del trabajo realizado por fuerzas de distinto tipo (fricción, gravitatoria, etc).
FISICA I	Suma	Cálculo de la sumatoria de fuerzas ubicadas en un sistema cartesiano.
	Producto escalar	Cálculo del trabajo en mecánica de fluidos. Trabajo y energía en relación a las leyes de la Termodinámica.
	Producto vectorial	Cálculo de momento cinético.
En esta asignatura se introduce el concepto de campo vectorial, en la interpretación de los teoremas de flujo de fluidos.		
MATEMATICA IV	Suma	Combinación lineal de vectores y determinación de bases de espacios vectoriales. Operaciones entre espacios vectoriales y subespacios vectoriales.
	Producto escalar	Obtención de la ecuación general del plano.

ASIGNATURA	OPERACIONES CON VECTORES	TEMAS O AREAS DE APLICACION DE LAS OPERACIONES VECTORIALES.
ESTRUC-TURAS ISOS TATICAS	Suma	Calculo de resultantes de fuerzas. en armaduras de diferentes tipos.
	Producto escalar	Calculo del trabajo hecho por fuerzas que se desplazan debido a deformaciones. variaciones de temperatura. etc.
	Producto vectorial	Calculo de momentos relativos a fuerzas que actuan en barras y ejes de armaduras.
TEORIA DE ESTRUC-TURAS I. II y III	Suma	Calculo de fuerzas resultantes en las armaduras.
	Producto vectorial	Calculo de momentos debidos a las diferentes fuerzas que actuan en las armaduras.

Como conclusion del estudio de programas y textos. decimos que las operaciones empleadas son: suma, resta. multiplicacion de un vector por un escalar. multiplicacion escalar de vectores y multiplicacion vectorial de vectores. No obstante. en algunos contenidos se emplean con mas frecuencia o intensidad algunas de estas operaciones. Asi. en Algebra se estudian todas las operaciones (aunque no hay explicitacion de aplicaciones a ningun area mas que la geometria).

En Fisica y Mecanica. se aplican las operaciones al area de la Fisica preferentemente. En este avance de semestres (del primero al noveno). la operacion suma de vectores se va generalizando. a mayor cantidad de vectores en dos y en tres dimensiones. (En lugar de sumar dos o tres vectores. es necesario sumar cinco. diez. veinte).Entonces.el concepto de suma se extiende al de sumatoria de vectores y de fuerzas. en los casos limites (aqui se emplean las integrales. Por ejemplo el producto escalar se emplea para indicar un trabajo elemental ó diferencial):

$$d T = F . d s.$$

y la integral correspondiente, es la suma de trabajos elementales a lo largo de una trayectoria:

$$T = \int F . ds$$

En el caso de los momentos angulares, se utiliza la expresión:

$$r = d L : dt$$

donde L es un vector.

Es decir, son los textos de Fisica y de Teoria de Estructuras los que introducen los elementos de Análisis vectorial, a medida que se van necesitando las fórmulas de momento, producto escalar, trabajo de una fuerza, etc. La transición del Algebra vectorial al Análisis vectorial se da, en términos de las necesidades especificas y en las asignaturas donde se aplican los conceptos citados. No hay un programa o una asignatura en que se señale el cambio de Algebra vectorial a Análisis vectorial.

A medida que se avanza en el estudio de los contenidos que contienen vectores, de primero a noveno semestre, se observa que la terminologia vectorial se hace mas especifica. Por ejemplo, uno de los termino usuales es "carga" en lugar de "fuerza". Este es el caso de Teoria de Estructuras, donde la palabra carga significa fuerza o peso de las losas o de los pisos de los edificios. El analisis realizado nos orientaria para revisar el contenido de la asignatura Algebra, en su parte vectorial. Por ejemplo, se podria enriquecer el contenido proponiendo situaciones sencillas de ingenieria donde se haga necesario el uso de vectores y de las operaciones del Algebra Vectorial. Es claro que se deben tener en cuenta las limitaciones del mismo programa que no contempla todos los contenidos especificos de los semestres sucesivos, pero se trata de aprovechar al maximo las posibilidades que ofrece el programa de Algebra. Y se podria incentivar mejor al estudiante ofreciendole un panorama mas variado desde el primer semestre.

1.2. ENCUESTAS DIRIGIDAS A LOS MAESTROS

Con el objeto de recabar informacion relativa a la trascendencia del tema Vectores en la enseñanza, se elaboraron tres tipos de encuestas destinadas a los catedráticos de la escuela de Ingenieria Civil, U. A. P.

Uno de los tipos de encuesta (Encuesta número 1), se preparo para ser entregada a los maestros de las asignaturas cuyos programas contienen el tema: Vectores (ya sea como tema de estudio, o como auxiliar en la enseñanza de otros temas). Como complemento de esta encuesta, se confeccionó otra (encuesta numero 2), destinada a los mismos maestros, solicitando la descripción de situaciones especificas en las cuales se emplean vectores.

Un tercer tipo de encuesta se destinó a los maestros jefes de áreas (de las asignaturas que contienen vectores en sus programas. Encuesta número 3).

A continuacion se describe el contenido de las encuestas, y la informacion recogida con ellas. El texto de todas las encuestas, se puede consultar en el apendice.

1.2.1. PREPARACION, APLICACION y RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS DIRIGIDAS A MAESTROS.

1.2.1.1. ENCUESTA NUMERO 1

Preparación

Al redactarla, se tuvo en cuenta el desempeño del maestro en la cátedra, en cuanto a su antigüedad y número de asignaturas diferentes impartidas en la escuela. Además se solicitó la descripcion de otras labores extrauniversitarias en relacion a la profesion. Los otros temas de la encuesta, referidos a la asignatura dictada por el maestro, fueron:

1) Antecedentes considerados importantes y necesarios para el óptimo aprovechamiento de la asignatura.

2) Frecuencia del empleo de vectores en el desarrollo de la asignatura.

3) Temas específicos donde se aplican vectores, y dimensión con que se trabaja en los espacios vectoriales.

4) Necesidad de la implementación de un curso introductorio de vectores, para los alumnos de nuevo ingreso.

5) Aplicabilidad del concepto de vector, y de operaciones con vectores, en la práctica profesional del ingeniero civil.

6) Sugerencias que los maestros puedan ofrecer, para mejorar la enseñanza del tema vectores.

Aplicación y resultados

Para responder a la encuesta numero 1, se pidió la colaboracion de quince maestros.catedraticos de las siguientes asignaturas:

Algebra, Fisica 1, Fisica II, Mecánica 1, Mecanica II, Matemáticas IV, Resistencia de materiales I,Resistencia de materiales II, Hidráulica I, Hidraulica II, Diseño estructural I, Diseño estructural II , Teoria de estructuras I, Teoria de estructuras II, Teoria de estructuras III.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Antigüedad en la cátedra: minima, cuatro años, máxima, 18 años. Todos los maestros imparten dos asignaturas diferentes, y, dependiendo de su carga de trabajo, repiten la asignatura en grupos paralelos. Todos los maestros son ingenieros civiles, excepto uno que es ingeniero quimico. Tres de ellos tienen especialidades (uno en Fisica, dos en Hidráulica). Todos los maestros encuestados (excepto tres) realizan labores de consultores de obras.

En cuanto a las preguntas referidas al dictado de la asignatura, las respuestas fueron las siguientes:

1) Respecto a los conocimientos considerados como antecedente necesario, todos, excepto el maestro de Mecánica I y de Mecanica II, consideraron como importante el cálculo diferencial e integral.

   Todos los maestros contestaron que el álgebra vectorial y el calculo vectorial son conocimientos de antecedente importante, para la enseñanza de vectores.

   La única respuesta afirmativa a la importancia de álgebra superior (ecuaciones) como antecedente para enseñar vectores, fue la del maestro de Matematica IV.

2) En cuanto al empleo de vectores en el desarrollo de la

asignatura, dos contestaron: siempre, todos los demás contestaron: frecuentemente.

3) Los temas especificos donde emplean vectores son: fuerzas (resultantes de operaciones con fuerzas en sistemas), flujos de corrientes de agua, vectores característicos en movimientos sismicos, cargas en Análisis de Estructuras de edificios.

4) En cuanto a las representaciones gráficas de vectores, todos los maestros emplean sistemas cartesianos, y en dos dimensiones (excepto el maestro de Matemáticas IV, que generaliza operaciones y fórmulas con vectores a n dimensiones). Ningún maestro consideró necesaria la implementación de un curso especial de vectores en ninguna etapa de la carrera,aunque todos coincidieron en la conveniencia de realizar un repaso de álgebra vectorial al comienzo del dictado de su asignatura.

5) Todos respondieron que los conceptos de vectores se aplican constantemente en la práctica profesional: al analizar las cargas del diseño estructural de edificios, al analizar los flujos de aguas de ríos y de aguas entubadas, etc.

6) Las sugerencias de los maestros, para optimizar la enseñanza de algebra vectorial, se expresaron en términos de proveer de una ejercitación mas variada y adecuada de vectores (en la asignatura donde se enseña este tema), que sirva de mejos apoyo a las asignaturas de Fisica, Hidraulica, etc, donde se emplean vectores como auxiliar del aprendizaje de otros temas.En cuanto a los ejemplos provistos por los maestros encuestados, fueron de los siguientes temas: estructuras e hidráulica. En los ejemplos de fluidos, en hidraulica, las fuerzas que actuan en los desplazamientos de líquidos, se deben estudiar en cuanto a intensidad y dirección de las fuerzas actuantes, y de

la resultante.Los maestros reafirman la idea de que para estos tipos de calculos, es necesario el conocimiento de vectores y de operaciones con los mismos.

Los restantes maestros ofrecieron ejemplos de diseños de estructuras, donde es clara la aplicación de vectores. Asi, en la construccion de edificios, las fuerzas actuantes y resultantes, son vectores.Y esas fuerzas, se llaman cargas. Ademas, una vez construido, el edificio o estructura está siempre sometido a la acción de fuerzas (vectores) externas: sismicas o de tipo temblor de tierra, y de tipo viento o erosión. Esta acción externa se llama " solicitación sismica", y se representa por vectores.

1.2.1.2. ENCUESTA NUMERO 2

Esta encuesta fue dirigida a los mismos maestros que contestaron la encuesta número 1. Se les solicito enunciar y describir situaciones y problemas de aplicación de vectores, en la asignatura impartida, y en la práctica profesional.

En Algebra, los problemas y situaciones presentados fueron: cálculo de ángulos, áreas, volúmenes, en relación a la asignatura. A este mismo respecto, los maestros restantes consideraron que ya habian contestado la primera parte en la encuesta numero 1. Por ello, se abocaron a contestar la segunda parte. Es decir, detallaron las situaciones de aplicación de vectores en la práctica profesional.

A continuación, se transcriben algunas de las situaciones en que se aplican vectores en la práctica profesional del ingeniero civil, tomadas de la encuesta numero 2.

Por ejemplo.en el caso de un edificio en construcción, y cuando un cuerpo se soporta mediante cables. Aqui es necesario estudiar las fuerzas (es conveniente hacer graficos con vectores), y determinar la ubicación de los cables de tal manera que la resultante sea, por ejemplo, vertical.

También, al proyectar y diseñar la estructura de un edificio, es necesario analizar vectorialmente las cargas que las columnas van a resistir (aplicando operaciones de sumas y restas de las fuerzas actuantes).

En el mismo Análisis de Construcciones, (resistencia de materiales) el álgebra vectorial se emplea para determinar los esfuerzos de las diferentes capas y subsuelos, ya que éstos ejercen ciertas fuerzas que contrarrestan a las estructuras, a las cimentaciones, a las zapatas y a las plataformas.

En el estudio de movimientos sísmicos se emplean vectores para analizar las provecciones y transmisiones de las ondas sismicas en la corteza terrestre. El análisis vectorial se aplica, también, en la localización epicentral de los eventos telúricos, en la migración volcánica y en los desplazamientos de corteza terrestre.

En el Análisis de terrenos y en su determinación o posición geográfica, tambien se emplean vectores. La aplicación de vectores al estudio citado, se conoce como "posicionamiento electronico con el uso de vectores de posición", y en los textos y estudios especializados se encuentra bajo el tema: posicionamiento geográfico mediante satelites.

Otro ejemplo lo provee la Hidraulica, en la construcción de presas para contencion de agua. Las estructuras que se construyen para contener el agua (proveniente de ríos, lagos, etc) contemplan las cortinas de gravedad (paredes para retener el caudal de liquidos).

En el diseño de cortinas de gravedad es necesario conocer la magnitud y la direccion, asi como la linea de acción de las fuerzas que actuan sobre la estructura, para estimar su grado de seguridad contra el deslizamiento y el volteo. Las fuerzas que acùan sobre la cortina pueden tener distintas direcciones, y es necesario calcular las provecciones de estas fuerzas sobre el plano de deslizamiento. Este estudio se apoya en Análisis vectorial, y garantiza la seguridad de las estructuras, contra diferentes tipos de accidentes.

1.2.1.3. ENCUESTA NUMERO 3. ENTREVISTA A LOS COORDINADORES

Este cuestionario se dirigió a los maestros coordinadores. Al coordinador del área de Matemáticas, y al coordinador académico de la Escuela. Las preguntas se enfocaron a los objetivos de las siguientes asignaturas:

Algebra
Matemáticas IV
Matemàticas V

Además, se preguntó sobre la necesidad de introducir o implementar un curso de álgebra vectorial, para los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de ingeniería civil.La siguiente es casi una transcripción de la opinión del encuestado, ya que hay un solo maestro coordinador por cada área.

En cuanto a la asignatura Algebra, el coordinador del área de Matematicas respondio que ningun programa detalla o desarrolla los objetivos. Los programas de las asignaturas contienen el enunciado de los temas, y las referencias bibliográficas. No obstante, los maestros que dictan las asignaturas tienen conocimiento de los objetivos de las asignaturas que enseñan,en cuanto a los contenidos de las mismas. La respuesta del mismo encuestado, respecto de los objetivos, fue que se trata de hacer una revision de la llamada algebra elemental (polinomios), y de fundamentar la teoria de ecuaciones de una manera mas rigurosa o formal, que la de la escuela preparatoria. En cuanto a la parte de vectores, se trata de formalizar la geometria analitica (estudiada en la escuela preparatoria) mediante un analisis de tipo vectorial. El objetivo de enseñar todos los temas del programa no se logra debido a la falta de tiempo (dias festivos, paros de labores, etc.). Agrega que se registra siempre (desde hace años) un alto numero de alumnos reprobados en los exámenes finales. Continuando con el mismo encuestado, y en relación a Matemática IV, el contenido contempla un curso de álgebra lineal, con algunas aplicaciones a la ingeniería civil (movimientos sismicos). El objetivo de completar la enseñanza de los temas del programa se logra por cuanto el programa no es demasiado extenso, y porque hay bibliografía adecuada, preparada por una maestra de la escuela, y que contempla detalladamente el desarrollo del programa. (Se trata de la tesis de la maestra Consuelo Valle Espinoza. Es de destacar que el número de alumnos reprobados es alto (60% a 70%), al finalizar el curso, en los examenes finales.

En cuanto a Matematicas V, el curso se refiere a ecuaciones diferenciales, y aplicaciones a la ingenieria civil. El objetivo de completar los temas del programa se logra al 90 %, debido a suspensiones de labores de tipo sindical, etc. Se cuenta con bibliografía especialmente preparada para los alumnos, que es un texto publicado por la U.A.P, y cuyo autor es un maestro de la asignatura, y de la escuela. Es de destacar un numero relativamente alto de alumnos reprobados en los exámenes finales (40 a 60 %). En cuanto a la necesidad de implementar un curso de álgebra vectorial, no lo consideró indispensable, pero si destacó la necesidad de realizar un repaso de los temas fundamentales de aritmetica y álgebra estudiados en la escuela preparatoria.

La misma ENCUESTA NUMERO 3, aplicada al coordinador académico de la escuela, arrojó los siguientes resultados:

Respecto de los objetivos de las asignaturas, opino que no se han elaborado en terminos de la Didactica, a pesar de que algunos maestros han realizado cursos de actualización docente. Por lo tanto, los objetivos los menciono, en terminos de los contenidos de los programas. Para el caso de Algebra, el programa consta de dos partes bien diferenciadas: una de ellas se refiere a un repaso del álgebra de polinomios. Este repaso introduce a la fundamentacion de las operaciones y propiedades con polinomios. La experiencia de los quince años anteriores condujo a los maestros del área de Matematicas a realizar esta revision, ya que no hay curso propedeutico, o curso especial de ingreso.

La parte de vectores, del mismo programa, tiene como objetivo enseñar geometria analitica con un enfoque más ágil que el clásico. Ademas, esta introduccion al álgebra vectorial facilita el aprendizaje de los temas de fisica, ubicados en los diferentes programas de la carrera.

En relacion a Matematicas IV, se trata de ofrecer a los alumnos un curso clásico de álgebra lineal.

Respecto a la asignatura de Matemáticas V, también es un curso clásico de ecuaciones diferenciales de primer y de segundo orden, y que incluye sistemas de ecuaciones diferenciales. Los ejercicios y problemas de aplicación están enfocados a la Fisica y a la Ingenieria.

La coordinación está informada, a través de la inquietud de los maestros, de que la asignatura Matematica V, deberia estar ubicada en otro semestre, porque no hay orden logico de los contenidos programaticos.

En cuanto a la necesidad de crear un curso de álgebra vectorial, previo al dictado de la asignatura Mecanica, la Coordinacion no lo considera indispensable. Se comenta la posibilidad de realizar un seminario de repaso de los temas fundamentales, para los alumnos de nuevo ingreso.

En cuanto a los objetivos de las asignaturas de la encuesta, y a la integracion de esas asignaturas al curriculum de la carrera de ingenieria civil, los contenidos matematicos son indispensables para enfocar el estudio de las asignaturas de la especialidad (ingenieria civil). Pero hay un acuerdo implicito entre los responsables de la enseñanza, en cuanto a que la Matemática es una ayuda, un auxiliar, una herramienta necesaria para que el alumno realice sus estudios, y complete con éxito la especialidad.

A modo de resumen, y como interpretación de los resultados de las tres encuestas, se puede reseñar lo siguiente:

Los temas de algebra vectorial, estan contemplados en el 35%, aproximadamente, de las asignaturas de la carrera, y con diferentes enfoques en su estudio y aplicación. En opinión de los maestros, el tema vectores es importante para la comprension de otros temas de estudio de la carrera. En la opinión de los maestros encuestados, se podrian implementar algunos cambios en la enseñanza de vectores, para lograr un mejor aprovechamiento, y una relacion más estrecha con las asignaturas afines a este tema.

Las asignaturas en las cuales se emplean las operaciones más complejas con vectores (producto escalar, producto vectorial) están relacionadas con Fisica. Las asignaturas de la especialidad, (de los últimos semestres), donde se aplican las operaciones sencillas con vectores (suma y resta) y de los últimos semestres, son del área de Estructuras y del área de Hidráulica, preferentemente.

CAPITULO 2. LA ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES

2.1. PRESENTACION DE LA ENCUESTA. SU ELABORACION

La encuesta (o cuestionario) preparada para ser aplicada a los estudiantes, se organizo teniendo en cuenta:

La informacion obtenida mediante la descripción de los programas, y mediante los resultados de las encuestas a los maestros.

La experiencia docente en el dictado de la asignatura.

La bibliografía específica consultada (textos que se mencionan en el Apéndice).

En cuanto a la selección del contenido, se tuvo en cuenta lo siguiente:

Los reactivos o preguntas del cuestionario, se eligieron en relación a los siguientes temas:

Módulo de un vector.
Vector unitario.
Suma y resta de vectores.
Producto escalar de vectores.
Producto vectorial de vectores.
Proveccion de vectores sobre una recta.
Producto de un vector por un escalar.

Estos temas se escogieron por ser considerados los mas importantes, y que con mavor frecuencia aparecen en las asignaturas de los semestres sucesivos de la carrera (va mencionados). Los temas descartados fueron:

Angulo entre vectores. Paralelismo v perpendicularidad de rectas. Producto triple vectorial, y en la aplicación se descartó cálculo de áreas y volúmenes.

En la elaboración de los reactivos, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Concepto de vector. Definición de las operaciones con vectores y propiedades de esas operaciones.

Cálculo con vectores. Interpretación geométrica de vectores y de operaciones con vectores.

Notaciones de vectores y de operaciones con vectores.

Aplicaciones de las operaciones con vectores, a la geometría y a la física.

Aunque algunos reactivos del cuestionario participan de dos o más de estas características (o aspectos) citados en el párrafo anterior, la preparación de cada reactivo se hizo para medir uno solo de estos aspectos, preferentemente. Más adelante, se agruparán los reactivos, según el aspecto fundamental que se pretendió medir.

La encuesta consta de 26 preguntas, 14 de ellas con incisos.

Las dificultades se organizaron en forma gradual. En un mismo ejercicio las preguntas o incisos, van incrementando en dificultades. A medida que se avanza en el orden de preguntas, también aumentan las dificultades de las operaciones.

Algunos reactivos contemplan dibujos a modo de orientación.

Se presentaron tablas, para completar con resultados, datos, conceptos, etc. Estos formatos fueron elaborados con el objeto de facilitar el desarrollo de los ejercicios.

Diferentes reactivos miden el mismo concepto, en algunos casos. Por ejemplo, en un reactivo, se menciona con palabras una operación vectorial; en otro reactivo, la misma operación se presenta solo en su expresión simbolica.En ambos, se pide que ejecute la operación, a partir de ciertos datos. La lista de reactivos se encuentra en el anexo.

2.2. DESCRIPCION DE LA POBLACION Y DE LAS CONDICIONES DE APLICACION.

El tiempo estimado para la realización de la prueba fue de dos horas.

La población a que se destino la encuesta, fue el conjunto de alumnos que, en el mismo semestre lectivo, estuvieran cursando el primer semestre o el segundo semestre de la carrera. También se previó elegir grupos al azar, pero que estuvieran en distintos turnos, y que fueran alumnos de diferentes maestros. En la selección de la muestra de alumnos de primer semestre, se tuvieron en cuenta dos grupos del turno mañana (hay más grupos en ese turno) y un grupo del turno tarde, al azar. En cuanto a los alumnos del segundo semestre, se escogieron, al azar, dos grupos del turno de mañana, y un grupo del turno tarde.

Aplicacion de la prueba

Al aplicar el cuestionario o prueba, se explico al alumnado que la calificacion de la misma no tendria incidencia sobre las calificaciones de las asignaturas de cada estudiante que participara en la realización del cuestionario. Que se trataba de una prueba para verificar el dominio de los temas estudiados. Se explico que se pretendia que la informacion resultante arrojara, a posteriori, beneficios para la enseñanza de los temas de la prueba,y de otros afines a ellos. No hubo dificultades en este aspecto.

Se prepararon copias individuales de la prueba.

Al comienzo de la aplicación del cuestionario, y en cada grupo, se explicó brevemente el texto del cuestionario, y el tiempo disponible. También se aclararon aspectos sobre los dibujos de orientacion impresos en la hoja individual (cuestionario). Se les solicito que escribieran sus apellidos, insistiendo en que de ningun modo el resultado de sus pruebas afectaria las calificaciones personales.

El cuestionario se aplico a un total de 100 alumnos; 44 del primer semestre, y 56 del segundo semestre.

Se conto con la colaboración y buena voluntad de todos los participantes.

CAPITULO 3. PRESENTACION DE RESULTADOS

3.1. INTRODUCCION

Una vez aplicados los cuestionarios a los alumnos del primer semestre y del segundo semestre. se reunió la información. organizando las respuestas de diferentes formas o aspectos.

Para ambos grupos (primer semestre y segundo semestre) de respuestas. se prepararon las siguientes informaciones:

1) Porcentaje de respuestas correctas de todas las preguntas o reactivos (con sus correspondientes incisos).

2) Presentacion de ternas de respuestas: BIEN-MAL-OMISION para todas las preguntas (ordenadas o agrupadas por temas afines).

3) Organización de las respuestas en cuadros o matrices BIEN-MAL (donde MAL incluye omisión) en orden decreciente. de la pregunta mejos respondida a la mas pobremente respondida (en columnas); y en igual orden del mejor alumno al de mas pobre desempeño (en filas).

   A partir de este analisis. y con el objeto de analizar las mismas matrices desde otro enfoque. se eliminaron algunas preguntas por ser consideradas no relevantes.

   Así se obtuvieron otras matrices o cuadros. tales como los que se indican en los puntos 4 y 5:

4) Cuadros de respuestas. con detalle de los tipos diferentes de error (conceptual. de calculo. omision). abarcando las preguntas consideradas mas relevantes.

5) Cuadros de coincidencias de aciertos para las preguntas consideradas en el punto 4. Y matrices de correlacion en-

tre pares de preguntas. En este inciso, se hacen comentarios relativos a las dificultades de las preguntas, y comparacion del desempeño de los estudiantes de los dos grupos.

6) Particion de la muestra en tercios, con comentarios sobre las respuestas obtenidas en cada uno de esos subgrupos.

3.2. PORCENTAJE DE RESULTADOS CORRECTOS

A continuacion, se presentan los resultados, expresados en terminos de porcentajes. En otras tablas, presentadas posteriormente, se hace otro tipo de estudio de resultados. El texto de la prueba se puede consultar en el Apendice.

El total de 26 preguntas y sus incisos, se desglosa en 49 incisos o respuestas. Para la calificacion de la prueba, se consideraron correctos aquellos que estuviesen completos, sin ambiguedades, o malas interpretaciones. Tampoco se consideraron correctos aquellos donde el calculo estuviese bien, pero la notacion simbolica de la operacion fuese equivocada. Los tipos de errores, como asi tambien las omisiones, se analizan en una tabla especial, mas adelante.

En la lista que a continuacion se presenta, se han agrupado los incisos por temas afines, estos son:

Modulo de un vector, vector unitario, suma y resta de vectores, producto escalar de vectores, producto vectorial de vectores, proyeccion de un vector sobre una recta, producto de un vector por un escalar, aplicacion a ejercicios, de operaciones combinadas con vectores.

3.3. LISTA DE POCENTAJE DE RESPUESTAS CORRECTAS, EN EL CUESTIONARIO APLICADO A ALUMNOS DE PRIMER SEMESTRE, Y DE SEGUNDO SEMESTRE

Tema e incisos relacionados con el mismo.	Porcentaje de respuestas correctas de PRIMER SEMESTRE	Porcentaje de respuestas correctas de SEGUNDO SEMESTRE
MODULO		
1 a	70	29
3 a	57	29
10 a	30	29
10 b	7	14
9	50	52
14 ii	32	7

Observaciones:

Los ejercicios 1a. 3a. y 14ii. ofrecen bajo porcentaje de aciertos en segundo semestre. Estos incisos requieren formulas del modulo de un vector. Es evidente el pobre recuerdo de dichas formulas.

VECTOR UNITARIO		
1 b	45	4
14 i	41	7

Observaciones:

Aqui se presenta una situacion similar al caso anterior. Las formulas del vector unitario no se emplean con frecuencia en las asignaturas del segundo semestre. Posiblemente. el olvido detectado en los ejercicios se deba a la falta del refuerzo citado.

SUMA Y
RESTA DE
VECTORES

3 b	66	61
3 c	50	50
3 f	20	21
4 a	50	34
4 b	18	13
4 c	23	13
4 d	16	7
5	32	54

Observaciones:

No hav diferencias notables en el desempeño, entre ambos semestres. Las operaciones de suma y resta de vectores se emplean frecuentemente, tanto en primer semestre como en segundo semestre.

PRODUCTO
ESCALAR DE
VECTORES.

6 a	30	7
7	27	0
26	16	14
11	25	9

Observaciones:

Es de destacar el escaso dominio de la notacion simbolica de producto escalar, en el segundo semestre. Este tema se emplea con bastante frecuencia en el primer semestre, por lo que era de esperar un recuerdo del mismo.

PRODUCTO
VECTORIAL

6 b	48	18
8 a	23	7
8 b	25	2
21	16	18

Observaciones:

Aqui se presenta una situacion similar al caso anterior. En relacion a las operaciones producto escalar y producto vectorial. hay evidente confusion entre ambos tipos de notaciones.

PROYECCION DE UN VECTOR SOBRE UNA RECTA.		
12 a	18	39
12 b	14	39
12 c	11	0
13	30	38

Observaciones:

Hay mejor desempeño por parte de los estudiantes del segundo semestre. Posiblemente ya ha sido logrado un conocimiento de las propiedades de la operación proyeccion (al haber cursado las asignaturas de dibujo, Geometria Proyectiva y Descriptiva).

En el caso 12 c. el desempeño es muy pobre en ambos semestres. Aqui se pide recordar una expresion analitica asociada a la grafica de la proyeccion.

PRODUCTO DE UN VECTOR POR UN ESCALAR.		
2 a	20	13
2 b	30	9
3 d	73	68
3 e	66	57
15 i	23	59
15 ii	25	34
16 i	25	30
16 ii	20	21
16 iii	9	21
16 iv	4	9

Observaciones:

Considerando la totalidad de los incisos relativos a este tema, no son apreciables diferencias significativas, salvo el ejercicio 2b. Aqui, es mas pobre el desempeño de los estudiantes del segundo semestre.

APLICACIONES

14iii	32	16
14 iv	30	21
17	25	14
18	16	11
19	7	5
20 i	18	4
20 ii	4	4
22	0	7
23	4	4
24	0	2
25	0	0

Observaciones:

Hay pobreza de respuestas correctas en ambos grupos. Los ejercicios 14 iii y 14 iv implican razonamiento mas que recuerdo. Se refieren a propiedades de numeros reales. Se nota pobreza en la capacidad de comparacion y de abstraccion.

Los demas ejercicios implican relacionar datos de un problema. Hay pobreza en la capacidad de desglosar las partes del problema y de resolverlas. No obstante, se observan intentos de plantear la solucion.

3.4. COMENTARIOS ACERCA DE LOS RESULTADOS

Los siguientes comentarios son de caracter general, y a partir de una primera observacion de las respuestas correctas obtenidas. No se analizaran todos los reactivos, sino aquellos que mas han llamado la atencion, en relacion a la cantidad de respuestas correctas. Más adelante, en otras tablas, se ira complementando el estudio o analisis de resultados, con otros puntos de vista (clasificacion de tipos de errores, omisiones, etc). No obstante, a modo de referencia, se han agrupado los reactivos segun el aspecto o nivel mas importante con que se desea evaluar. A continuacion, se detalla esa agrupacion:

REACTIVOS DE CALCULO:

1, 3, 5, 6.

REACTIVOS DE INTERPRETACION Y DOMINIO DE PROPIEDADES DE OPERACIONES CON VECTORES.

2, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16.

REACTIVOS DE INTERPRETACION GRAFICA DE PROPIEDADES DE OPERACIONES CON VECTORES.

4, 10, 11, 13, 20.

REACTIVOS DE APLICACIONES A EJERCICIOS Y PROBLEMAS (con combinación de dos o más operaciones):

17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25.

3.4.1. COMENTARIOS ACERCA DE LAS RESPUESTAS CORRECTAS

El ejercicio o reactivo 3 tiene todos sus incisos de tipo calculo. El inciso 3d es el que arroja mayor numero de respuestas correctas. Es el que ofrece menos dificultades, ya que se trata de multiplicar un numero natural, por un vector expresado en su forma cartesiana (segun sus componentes sobre los ejes coordenados y en dos dimensiones).Sin embargo, dependiendo de la naturaleza del escalar (positivo o negativo), el resultado varia.

En cambio, en el inciso 3e, se trata del mismo tipo de operacion, pero el escalar es un entero negativo.

Aqui, el número de respuestas correctas es menor que en el caso de 3d.

De modo similar, la cantidad de respuestas correctas disminuye (respecto de las mencionadas) en los reactivos en los que se combinan las operaciones. Es el caso del reactivo 3f.

Si se trata de una sola operación, pero mas compleja que en los casos tratados, al aumentar el nivel de dificultad, se observa que disminuye el número de respuestas correctas. Es lo que se ha observado en los reactivos 5 y 6a. El ejercicio 5 pide la ejecuion de una suma de vectores, componente a componente. El reactivo 6 a, pide la ejecución de un producto escalar entre dos vectores, operación más compleja que la suma. Hay mas respuestas correctas en 5 que en 6a.

Los ejercicios más dificultosos de todos, en que previamente al cálculo es necesario plantear la operación más conveniente, presentan menor número de respuestas correctas que aquellos en los cuales se pide el calculo directo (ejercicios 7 y 11 se consideran complejos, de cálculo directo son 3d, 3f, etc).

Hay reactivos en que se mide el aspecto conceptual, aún cuando se consideren en el nivel calculo. Por ejemplo, en el ejercicio o reactivo 1a, se solicita el valor del modulo de un vector, expresado segun sus componentes. En el reactivo, no se escribe el simbolo del modulo, solo aparece la palabra modulo. Se considera que la respuesta es correcta si el alumno escribe el simbolo del modulo, asociado al numero calculado. Es notable la diferencia de respuesta entre los alumnos del primer semestre y los del segundo semestre, en cuanto a este reactivo. Hay mas respuestas correctas en el primer semestre.

Con relacion al concepto de módulo, el reactivo 3a, pide calcular el modulo de un vector, sin indicar la palabra modulo. Solo aparece el simbolo que indica lo que se debe calcular. El numero de respuestas correctas es similar, en ambos semestres, al caso de 1a.

El menor número de respuestas correctas aparece en los reactivos que implican la ejecucion de operaciones combinadas, o la interpretacion de dibujos que a su vez conllevan la realizacion de comparaciones para extraer conclusiones.

En la observacion de resultados, es notoria y destacable la gran cantidad de omisiones en las respuestas. Por ello, las cifras obtenidas se han organizado en ternas, del siguiente modo:

RESPUESTAS CORRECTAS-RESPUESTAS INCORRECTAS-OMISIONES.

En la tabla que se ofrece a continuación, los reactivos se han ordenado por temas, de modo similar al caso de la tabla de proporcion de respuestas correctas.

TEMAS	PRIMER SEMESTRE	SEGUNDO SEMESTRE
	(C, I, O)	(C, I, O)
MODULO		
1a	(31, 7, 6)	(16, 5, 35)
3a	(25, 14, 5)	(16, 29, 11)
9	(22, 17, 5)	(29, 21, 6)
10a	(13, 5, 26)	(16, 8, 18)
10b	(3, 14, 27)	(2, 31, 23)
14ii	(14, 8, 22)	(4, 19, 23)
VECTOR UNITARIO		
1b	(20, 15, 9)	(2, 16, 38)
14 i	(18, 5, 21)	(4, 20, 32)

SUMA Y RESTA
DE VECTORES.

3b	(29. 11. 4)	(34. 13. 9)
3c	(22. 18. 4)	(28. 19. 9)
3f	(9. 25. 10)	(12. 28. 16)
4a	(22. 7. 15)	(19. 23. 14)
4b	(8. 20. 16)	(7. 34. 15)
4c	(10. 16. 18)	(7. 26. 23)
4d	(7. 14. 23)	(4. 26. 26)
5	(14. 19. 11)	(30. 13. 13)

PRODUCTO
ESCALAR

6a	(13. 24. 7)	(4. 39. 13)
7	(12. 14. 18)	(0. 20. 36)
11	(11. 21. 24)	(5. 20. 31)
26	(7. 11. 29)	(8. 14. 34)

PRODUCTO
VECTORIAL

6b	(21. 11. 12)	(10. 20. 25)
8a	(10. 9. 25)	(4. 11. 41)
8b	(11. 8. 25)	(1. 14. 41)
21	(7. 3. 34)	(10. 11. 35)

PROYECCION
DE UN VECTOR
SOBRE UNA RECTA.

12 a	(8. 3. 33)	(22. 4. 30)
12b	(6. 3. 35)	(22. 4. 30)
12c	(5. 9. 30)	(0. 15. 41)
13	(13. 3. 28)	(21. 11. 24)

PRODUCTO DE
UN VECTOR POR
UN ESCALAR.

2a	(9. 17. 8)	(7. 25. 24)
2b	(13. 9. 22)	(5. 20. 31)
3d	(32. 6. 6)	(38. 7. 11)
3e	(29. 8. 7)	(32. 11. 13)
15i	(10. 10. 24)	(33. 4. 19)
15ii	(11. 8. 25)	(19. 14. 23)
16i	(11. 6. 27)	(17. 16. 23)
16ii	(9. 7. 28)	(12. 18. 26)
16iii	(4. 13. 27)	(12. 16. 28)
16iv	(2. 13. 29)	(5. 29. 22)

APLICACIONES.

14iii	(14, 6, 24)	(9, 11, 36)
14iv	(13, 2, 29)	(12, 7, 37)
17	(11, 12, 21)	(8, 26, 22)
18	(7, 14, 23)	(6, 18, 32)
19	(3, 25, 16)	(3, 35, 18)
20i	(8, 2, 34)	(3, 4, 49)
20ii	(2, 5, 37)	(2, 4, 50)
22	(0, 15, 29)	(4, 18, 34)
23	(2, 16, 26)	(2, 21, 33)
24	(0, 10, 34)	(1, 13, 42)
25	(8, 12, 32)	(0, 21, 25)

3.4.2. COMENTARIOS ACERCA DE LAS TERNAS.

El primer comentario en relación a estas ternas de respuestas, se va a enfocar a las omisiones. Y a la comparación de las cifras de omisiones, entre primer semestre y segundo semestre. Los reactivos que presentan menos omisiones, en estos resultados, son los correspondientes a los temas de sumas y restas. Estas cifras bajas de omisiones, en relacion a otros temas, se presentan en ambos semestres.

En cambio, hay reactivos en los que el número de omisiones es mas bajo, en proporcion, en un semestre con respecto al otro. Es el caso del reactivo 10. En él, se presentan más omisiones en el primer semestre que en el segundo. En este ejercicio, se pide comparar los modulos de vectores ubicados en diferente posición. Los alumnos del segundo semestre han demostrado mayor capacidad de observación y de comparación.

En cambio, estos mismos alumnos del segundo semestre han cometido mas omisiones en reactivos donde se solicita expresar un concepto con un simbolo especifico (se supone que recuerdan el simbolo y su significado). Es el caso del reactivo 1 b. En el, es claro el olvido por parte de los estudiantes del segundo semestre, en mayor propocion que los del segundo semestre. Los reactivos en que se observan mayor cantidad de omisiones en ambos semestres, son aquellos que presentan dos operaciones no sencillas, como producto escalar y producto vectorial, aplicadas al mismo conjunto de datos, y de las cuales deban extraer conclusiones. Es el caso, por ejemplo, del ejercicio 20.

El segundo comentario, se hace en relación a las respuestas incorrectas. Al respecto, se considera conveniente hacer un análisis detallado, de los errores cometidos por los alumnos, y considerando los errores más frecuentes. Este análisis amerita estudios que se expondrán en tablas especiales (de correlatividades).

El último comentario de esta sección, es en relación a la conveniencia de visualizar los resultados en una tabla, en la que aparezcan en orden decreciente, las mismas cifras ya expuestas. En la tabla preparada, y que a continuación se ofrece, se han ordenado los reactivos, del mayor respondido, al menor respondido (en cuanto a respuestas correctas). Simultaneamente, se han ordenado los exámenes, del que contiene mayor número de respuestas correctas, al que contiene menor numero de respuestas correctas. En la tabla, para cada alumno aparecen cuarenta y nueve casilleros (correspondiendo a los cuarenta y nueve reactivos), y para cada reactivo, tantos casilleros como cantidad de alumnos. Si bien es cierto que la distribución es la misma, (en cuanto al orden decreciente de calificaciones), hemos considerado dos tablas, una por primer semestre, y otra por segundo semestre.

Tambien se han elaborado tablas en las cuales se detallan los diferentes tipos de error. Error de cálculo, y error de concepto. Estas tablas del detalle de tipos de error, son las mismas que las llamadas Bien- Mal, en las cuales se ha sustituido MAL por omisión, error de cálculo o error de concepto.

Las tablas que se ofrecen a continuacion son del tipo BIEN-MAL, una de primer semestre y una de segundo semestre, y las respectivas tablas del detalle de los tipos de error.

MATRIZ DE RESPUESTAS BIEN-MAL (Primer semestre)

NOTACION: 0 = BIEN
1 = MAL

#	3d	1a	2c	3e	3a	4a	9	3c	6b	1b	14i	5	14ii	14iii
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
35	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
37	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
44	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
42	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
38	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
24	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
41	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
30	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
16	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
13	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
14	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
18	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
36	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
22	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
7	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
23	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
27	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
34	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
39	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
29	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
11	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
12	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
33	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
43	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
8	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
28	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA V	12	13	15	15	15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	23	24	26	30	30	30
No. de 0 S	32	31	29	29	29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	21	20	18	14	14	14

#	14iv	2b	6a	13	10a	7	8b	11	15ii	16i	17	8a	15i	4c	2a	16ii
6	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
32	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
15	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
31	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
35	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
37	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
44	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
3	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
42	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
38	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
24	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
41	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
40	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
7	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
23	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
29	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
SUMA V	31	31	31	31	31	32	33	33	33	33	33	34	34	34	35	35
No. de 0 S	13	13	13	13	13	12	11	11	11	11	11	10	10	10	9	9

#	3f	4b	12a	20i	18	21	26	4d	12b	12c	16iii	19	10b	16iv	20ii	22	23	24	25	SUM HORIZ	No. ceros.
6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	15	34
32	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	17	32
23	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	18	31
1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	19	30
15	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	22	27
31	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	23
5	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	20
35	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	29	20
37	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	20
44	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	29	20
3	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	20
42	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	19
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	18
19	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	18
24	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	33	16
41	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	34	15
30	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	14
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	14
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	37	12
13	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	38	11
14	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38	11
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38	11
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38	11
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38	11
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	39	10
36	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	39	10
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	40	9
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41	8
23	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41	8
27	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41	8
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41	8
39	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	7
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43	6
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43	6
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43	6
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	44	5
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	5
33	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	5
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	5
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	45	4
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	45	4
20	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	45	4
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	46	3
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	47	2
SUMA V	35	36	36	36	37	37	37	37	38	39	40	41	41	42	42	42	44	44	44	1575	581
No. de 0 S	9	9	8	8	7	7	7	7	6	5	4	3	3	2	2	2	0	0	0	581	1575

MATRIZ DE RESPUESTAS BIEN-MAL (Segundo semestre)

NOTACION: 0 = BIEN
1 = MAL

*	3d	3b	15i	3e	5	9	3c	12a	12b	13	4a	15ii	16i	1a	3a	10a	3f	16ii	14iv	16iii	6b	21	14iii	17	26	4c	2a	4b	18	2b	11
4 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
16 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
9 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
20 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
8 *	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
14 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
18 *	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
10 *	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
2 *	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
3 *	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
11 *	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
21 *	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
50 *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12 *	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23 *	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
13 *	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
47 *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
17 *	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51 *	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52 *	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
56 *	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
24 *	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
35 *	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
41 *	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
22 *	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25 *	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
30 *	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39 *	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
43 *	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7 *	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
46 *	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
54 *	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
15 *	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5 *	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
6 *	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33 *	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
34 *	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
44 *	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
40 *	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
42 *	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53 *	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29 *	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
49 *	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 *	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55 *	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19 *	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26 *	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37 *	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27 *	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28 *	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38 *	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48 *	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32 *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36 *	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45 *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31 *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA VERT=	19	22	23	24	26	27	28	34	34	35	37	37	39	40	40	40	44	44	44	44	46	46	47	48	48	49	49	49	50	51	51
No. de 0s=	38	34	33	32	30	29	28	22	22	21	19	19	17	16	16	16	12	12	12	12	10	10	9	8	8	7	7	7	6	5	5

16iv	4d	6a	8a	14i	14ii	22	19	20i	10b	1b	20ii	23	8b	24	7	12c	25	*	SUM HORZ	No. cards.
0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	*	20	29
1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	*	25	24
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	25	23
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	*	27	22
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	26	21
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	29	20
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	*	30	19
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	31	19
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	33	16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	*	33	16
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	33	16
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	34	15
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	34	15
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	*	34	15
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	35	14
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	35	14
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	35	14
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	37	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	37	12
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	37	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	38	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	38	11
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	38	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	38	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	39	10
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	39	10
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	39	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	39	10
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	40	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	40	9
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	40	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	40	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	41	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	42	7
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	*	42	7
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	42	7
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	42	7
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	42	7
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	43	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	43	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	43	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	44	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	44	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	45	4
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	45	4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	45	4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	46	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	46	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	47	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	47	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	47	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	48	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	48	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	48	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*	49	0
51	52	52	52	52	52	52	53	53	54	54	54	54	55	55	56	56	56	*	2177	567
5	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0	*	567	2177

MATRIZ DE DETALLES DE LOS TIPOS DE ERROR (Primer semestre)

NOTACION: 0 = BIEN: 2 = ERROR DE INTERPRETACION
1 = OMISION: 3 = ERROR DE CALCULO

*	3d	1a	3b	3e	2a	4a	9	3c	6b	1b	14i	5	14ii	14iii	14iv	2b	6a	13	10a	7	8b	11	15ii	16i	17	8a	15i	4c	2a	16ii	3f	4b	12a	20i	18	21	26	4d	12b *
6 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0 *
12 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1 *
20 *	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	1	1	2	0	0	2	1 *
1 *	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	1	1	2	0	0 *
15 *	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	1	2	0	0 *
31 *	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3	3	1	0	0	1	1	1	1	0 *
5 *	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	3	1	1	1	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1 *
35 *	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	1	2	0	1	3	2	3	1	1	1	2	0	1	1	1 *
37 *	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	2	0	0	0	2	1	3	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2 *
44 *	0	3	0	0	0	2	0	3	3	0	2	3	2	0	0	3	3	0	0	0	1	2	2	0	0	1	2	2	0	3	3	2	0	0	0	2	0	2	1 *
3 *	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	3	1	1	0	2	1	0	2	1	0	3	1	1	0	1	2	3	1 *
42 *	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0	3	0	3	2	1	2	0	1	1	2	1 *
38 *	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	2	0	2	1	2	1	2	2	3	1	1	1	2	1	2	1	1 *
19 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1	0	2	2	1	2	0	0	0	2	1	0	2	1	3	1	1 *
24 *	0	0	3	0	2	0	0	3	3	2	0	0	0	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0 *
41 *	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	1	3	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	0	1	0	1	0	0	0	1 *
30 *	1	0	1	1	0	0	2	0	0	3	0	3	2	0	0	3	1	1	1	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0 *
16 *	2	0	0	2	1	0	2	0	0	2	2	2	0	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	3	2	1	1	2	1	1	1	1 *
10 *	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	1	1	2	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1	1 *
13 *	2	0	2	2	0	0	1	2	1	0	2	2	2	2	0	3	3	1	0	3	1	1	2	0	0	1	2	1	2	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1 *
14 *	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	3	0	1	2	1	1	3	2	1	1	2	0	1	1	1 *
18 *	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	3	0	1	0	1	1	1	2	2	0	3	2	1	1	1	1	1	1	1 *
40 *	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	2	2	1	2	2	0	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1 *
21 *	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1 *
9 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	1 *
36 *	0	0	0	0	1	0	0	3	3	2	1	0	1	1	1	1	2	0	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	0	2	2	1	2	1	0	2	2 *
22 *	0	0	3	3	0	1	2	0	1	2	1	0	1	1	1	0	2	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1 *
7 *	1	0	1	3	2	2	2	1	1	2	0	1	0	2	0	1	2	0	0	2	1	2	2	1	2	1	2	0	1	1	3	1	1	1	0	1	1	2	1 *
23 *	3	3	0	1	2	0	2	3	3	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	0	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	2 *
27 *	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2	1 *
34 *	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1 *
39 *	0	0	3	0	2	0	2	3	3	3	2	3	2	2	0	2	2	2	2	1	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1	1	2	1	0	2	1 *
2 *	0	0	3	0	3	0	2	3	3	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	0	2	1	1	2	0	1	2	1	1	3	2	1	1	2	1	1	2	1 *
25 *	1	0	3	1	0	1	0	3	1	2	1	1	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 *
29 *	0	2	0	0	1	2	2	0	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	0	2	1	1	2	1 *
11 *	1	0	3	1	0	1	1	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1 *
28 *	0	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 *
33 *	0	1	0	0	2	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1 *
43 *	0	1	0	0	0	1	0	3	3	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2	1 *
4 *	3	1	0	1	2	0	0	2	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1 *
8 *	0	2	3	0	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1 *
32 *	3	2	0	3	2	0	1	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	0	1	2	2	2	1	2	1 *
26 *	1	0	1	1	2	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 *
17 *	3	1	3	3	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	2	1	0	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1 *
SUMA V	22	24	36	29	36	29	38	56	45	44	31	58	39	36	33	44	58	35	37	49	48	44	41	39	47	44	44	50	55	44	90	57	38	38	52	40	43	53	41 *
No. de	22	20	8	15	8	15	6	-12	-1	0	13	-14	5	8	11	0	-14	9	7	-5	-4	0	3	5	-3	0	0	-6	-11	0	-36	-13	6	6	-8	4	1	-9	3 *

MATRIZ DE DETALLES DE LOS TIPOS DE ERROR (Segundo semestre)

NOTACION: 0 = BIEN: 2 = ERROR DE INTERPRETACION
1 = OMISION: 3 = ERROR DE CALCULO

*	3d	3b	15i	3e	5	9	3c	12a	12b	13	4a	15ii	16i	1a	3a	10a	3f	16ii	14iv	16iii	6b	21	14iii	17	26	4c	2a	4b *
4 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0 *
16 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	2	2	0 *
9 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	2	2	1	0 *
20 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1	1	0	1 *
8 *	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	2	1	0	2	1	2 *
14 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	3	0	0	0	3	1	1	2	0	1	0	1 *
18 *	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	0	0	2	2	1	2	2	0 *
10 *	2	2	0	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1 *
2 *	0	3	0	0	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	1	1	1	2	0	0	2 *
3 *	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	1	2	1	3	0	1	0	3	1	1	3	1	2	0	2 *
11 *	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3	3	3	0	3	0	2	0	2	2	2	3	3 *
21 *	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1 *
50 *	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	3	0	1	0	1	1	1	1	1	2	3	3 *
12 *	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	1	3	0	3	0	1	2	3	1	1	2	1	2	1	2 *
23 *	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	3	0	1	2	2	1	0	1	0	1	2	0	0	2	1	1	3	2 *
13 *	0	1	0	0	2	0	1	2	2	0	3	0	2	1	2	0	1	2	1	2	0	0	1	1	0	2	0	2 *
47 *	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	3	1	1	1	3	1	1	2	1	0	1	0 *
17 *	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0	3	0	0	3	0	2	1	3	1	1	1	2	2	1	3	1 *
51 *	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1	1	2	1	2	3	3 *
52 *	0	3	0	3	0	2	3	0	0	0	2	2	2	0	2	0	3	1	0	2	1	1	0	1	1	2	1	1 *
56 *	3	0	0	3	3	2	0	0	0	2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	2	3 *
24 *	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	3 *
35 *	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	2	3 *
41 *	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3	1	0	0	2	2	1	3	1	0	0	1	1	2	1 *
22 *	0	0	1	0	0	0	3	1	1	0	0	1	1	0	0	3	0	1	1	1	3	1	1	2	1	1	3	3 *
25 *	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1 *
30 *	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	1	1	1	2	0	3	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2 *
39 *	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	0	1	1	1	0	2	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	2	3 *
43 *	0	2	0	0	0	0	3	0	1	2	2	2	0	1	2	2	3	2	0	2	2	2	2	2	1	2	1	3 *
7 *	0	1	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1 *
46 *	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1	1	2	0	2	1	1	0	1	1	0	1	2 *
54 *	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	2	2	2	1	2	2	0	2	1	2	2	2	0	2	2	2	2	3 *
15 *	1	0	0	1	3	2	0	1	1	1	3	2	2	0	0	3	2	1	0	2	1	3	0	1	1	1	3	1 *
5 *	0	0	1	3	1	0	0	1	1	1	2	1	2	2	2	2	0	2	1	2	1	2	1	2	0	2	3	2 *
6 *	2	2	1	2	0	0	2	0	0	1	2	1	1	1	0	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2 *
33 *	0	0	1	0	3	1	3	2	2	2	0	1	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	0 *
34 *	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	3	2	2	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	3	0	2	2 *
44 *	0	0	1	0	3	2	0	1	1	0	1	1	1	1	2	0	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	2 *
40 *	0	0	0	3	0	1	3	1	1	1	2	2	1	1	2	2	0	1	1	1	3	1	1	1	1	0	1	2 *
42 *	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	3 *
53 *	1	0	0	3	0	2	3	0	0	2	2	0	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2 *
29 *	0	3	0	3	1	1	3	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1	1	0 *
49 *	0	0	1	0	3	2	0	1	1	1	2	1	1	1	2	0	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1 *
1 *	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	0	2	1	1	2	1	1	2	1	1	3	2	1	1	2	1	2 *
55 *	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	2	1	2	1	1	2	1	2	1	0	1	1	1	2	1	2	1	2 *
19 *	1	3	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	1	0	3	1	1	1	1	1	3	1 *
26 *	0	0	1	3	0	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1 *
37 *	1	0	1	1	1	0	3	1	1	0	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3 *
27 *	3	0	0	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1 *
28 *	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1 *
38 *	0	3	1	3	2	2	3	1	1	1	0	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2 *
48 *	1	1	0	1	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2 *
32 *	2	3	2	1	3	2	3	1	1	1	0	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	3 *
36 *	1	1	1	1	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1 *
45 *	3	2	1	2	2	2	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2 *
31 *	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2 *
SUMA VERT=:	18	22	23	24	26	27	29	34	34	35	37	37	39	40	40	40	44	44	44	44	46	46	47	48	48	49	43	49 *
No. de 0s=:	39	34	33	32	30	29	29	22	22	21	19	19	17	16	16	16	12	12	12	12	10	10	9	8	8	7	7	7 *

3.5. CONFIABILIDAD DEL CUESTIONARIO

Para estimar la confiabilidad del cuestionario. se aplicó el método de la division por mitades. Para cada grupo o semestre . se consideró el puntaje de cada alumno. considerando el número de items impares contestados correctamente. De modo similar para el número de items pares contestados correctamente. El coeficiente de confiabilidad calculado para el primer semestre. dio 0.95. El coeficiente de confiabilidad calculado para el segundo semestre dio 0.92.

3.6. PARTICION DE LA MUESTRA EN TERCIOS

Para ambos grupos. se realizó un análisis de respuestas. dividiendo la muestra en tres partes. A continuación se presenta la tabla correspondiente.

Repartición de la Muestra en Tercios

Aciertos del Primer Semestre

ITEM	3d	1a	3b	3e	3a	4a	9	3c	6b	1b	14 i	5	14 ii	14 iii	14 iv	2b	6a	13	10 a	7	8b	11	15 ii	16 i	17	8a	15 i	4c	2a	16 ii	3f	4b	12 a	20 i	18	21	26	4d	12 b	12 c	16 iii	19	10 b	16 iv	20 ii	23	22	24	25	
1er tercio	15	13	13	13	13	08	13	12	11	10	12	09	08	11	08	11	08	08	08	08	06	07	06	08	09	05	07	07	08	07	07	05	07	06	05	03	04	06	05	05	03	02	02	02	02	01	00	00	00	15 Alumnos
2o. tercio	10	13	09	09	09	10	06	07	09	08	06	04	04	02	04	02	05	03	04	03	04	03	03	03	02	04	02	02	01	02	01	02	01	01	02	04	02	01	01	00	01	00	01	00	00	01	00	00	00	16 Alumnos
3er tercio	07	05	07	07	03	04	03	03	01	02	00	01	02	01	01	00	00	02	01	01	01	01	02	00	00	01	01	01	00	00	01	01	00	01	00	00	01	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	13 Alumnos
Total de aciertos	32	31	29	29	25	22	22	22	21	20	18	14	14	14	13	13	13	13	13	12	11	11	11	11	11	10	10	10	09	09	09	08	08	08	07	07	07	07	06	05	04	03	03	02	02	02	00	00	00	44 Alumnos

Aciertos del segundo Semestre

ITEM	3d	3b	15 i	3e	5	9	3c	12 a	12 b	13	4a	15 ii	16 i	1a	3a	10 a	3f	16 ii	14 iv	16 iii	6b	21	14 iii	17	26	4c	2a	4b	18	2b	11	16 iv	4d	6a	8a	14 i	14 ii	22	19	20 i	10 b	1b	20 ii	23	8b	24	7	12 c	25	
1er tercio	16	12	14	16	14	14	13	13	14	09	08	13	13	09	08	09	03	11	07	08	08	07	04	03	06	02	06	05	03	05	03	05	02	03	04	01	03	03	02	02	01	02	02	02	01	01	00	00	00	17 Alumnos
2o. tercio	17	16	14	14	12	09	12	09	07	09	08	03	03	06	07	06	09	01	05	02	02	03	05	05	02	05	01	01	03	00	02	00	02	01	00	03	01	01	01	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	22 Alumnos
3er tercio	05	06	05	02	04	06	03	01	01	03	03	03	01	01	01	01	00	00	00	02	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	17 Alumnos
Total de Aciertos	38	34	33	32	30	29	28	22	22	21	19	19	17	16	16	16	12	12	12	12	10	10	09	08	08	07	07	07	06	05	05	05	04	04	04	04	04	04	03	03	02	02	02	02	01	01	00	00	00	56 Alumnos

3.6.1. PARTICION DE LA MUESTRA DE ALUMNOS DEL PRIMER SEMESTRE

El grupo de cuarenta y cuatro alumnos de primer semestre se dividió en tercios: el primer tercio comprende los quince alumnos de mejor desempeño.

El segundo tercio abarcó los dieciceis alumnos siguientes del cuadro o matriz citado. el último tercio fue de trece alumnos.

Del primer tercio. el primer alumno de la lista respondió correctamente treinta y cuatro incisos(sobre el total de cuarenta y nueve del cuestionario); el último respondió correctamente diez y seis incisos.

En todos se observó mayor cantidad de respuestas correctas en los ejercicios de cálculo. También es de destacar mayor número de respuestas correctas en los incisos o reactivos en los cuales se piden cálculos directos (por ejemplo. multiplicar un vector por un número o sumar vectores componente a componente).

El único inciso en que se presento totalidad de respuestas correctas es el 3d (de tipo cálculo). En cambio. las preguntas 22. 24 y 25 no acreditaron bien en ningún examen.

En todos los demas incisos hay respuestas correctas (disminuyendo a medida que avanzan las dificultades); esto indica que todos los alumnos leyeron el examen en forma completa. Por esta distribución de respuestas. se observa que ningun alumno solo levo el primer tercio del cuestionario. o solo la primera mitad. etc.

Tambien se observo que. entre los ejercicios mejor respondidos estan los que tratan de identificación de operaciones (suma de vectores y multiplicacion escalar de vectores) mediante diferentes simbologias y notaciones equivalentes. De forma similar, entre los ejercicios mejor respondidos están los referidos a interpretación y construcción de dibujos sencillos, con vectores ubicados en dos dimensiones.

Los reactivos menos respondidos correctamente fueron los relativos a interpretación y solución de problemas con mas de una incógnita, o en la confeccion de operaciones más difíciles que la suma vectorial, como por ejemplo la multiplicación vectorial.

La proporción mayor de respuestas correctas se centró en los primeros treinta y ocho incisos del orden de la tabla.

En cuanto a la interpretación y realización geométrica de operaciones con vectores, es destacable la cantidad de respuestas buenas al ejercicio 4 a (suma gráfica de vectores en dos dimensiones), contra la cantidad escasa de respuestas correctas al 4 b (resta gráfica de vectores del mismo dibujo que 4a). El 4 a está en el sexto lugar del cuadro, y el 4 b en el 32 avo lugar.

En el segundo tercio, se mantiene la proporción de respuestas buenas, y en el mismo orden que en el primer tercio. Los ejercicios mejor respondidos son los de cálculo y operaciones sencillas con vectores.Tambien los de construcciones sencillas en dos dimensiones (dibujos de proyecciones en el plano).

Los reactivos que no ofrecen ninguna respuesta correcta son:12 c, 19, 16 iv, 20 ii, 22, 24, 25. En ellos se pide relacionar conceptos y propiedades, para dar la respuesta (éstos se encuentran entre las diez columnas peor respondidas).

El tercer tercio tiene caracteristicas similares a los anteriores. Los ejercicios mejor respondidos son los de calculo vectorial sencillo y de interpretaciones geométricas bidimensionales simples.

Entre las últimas diez y ocho columnas aparecen cinco respuestas buenas. lo que reafirma que leveron todo el examen.

El ejercicio número 26 (aplicación del producto escalar a trabajo mecánico), el cual ocupa el lugar 37 de la matriz de respuestas, ofrece respuestas correctas en todos los tercios.

3.6.2. PARTICION DE LA MUESTRA DE ALUMNOS DEL SEGUNDO SEMESTRE

También se hizo el análisis de respuestas, dividiendo la matriz en tres partes. El primer tercio abarcó los dieciciete mejores alumnos, el segundo los veintidós siguientes, el tercero los últimos dieciciete.

En el primer tercio, la pregunta mejor respondida fue la 3d con una sola respuesta incorrecta (de tipo cálculo).

El mejor alumno respondió correctamente 29 de los 49 incisos, el último tuvo trece respuestas correctas.

Los incisos con ninguna respuesta correcta fueron: 7, 12c y 25. (Implican operaciones menos sencillas, relación de conceptos y extraccion de conclusiones).

La proporcion de las preguntas mejor respondidas se mantuvo entre las primeras treinta columnas de la matriz BIEN-MAL.

En cuanto al segundo tercio, la proporción de respuestas correctas es similar al primero, pero no hay ninguna correcta entre las últimas ocho columnas de la matriz.

Ninguna pregunta ofrece totalidad de respuestas correctas. El último alumno de este tercio solo tuvo siete respuestas bien.

El último tercio mantuvo las caracteriticas de los otros dos, aunque el número de respuestas correctas osciló entre seis y cero.

Las respuestas incorrectas en su totalidad, se encontraron entre las nueve últimas columnas de la matriz.

En general, es de destacar que las preguntas 4 a y 4 b (cuyo contenido fue explicado para el cuadro del primer semestre) ocuparon los lugares 11 y 28, respectivamente. La pregunta numero 26 ocupó el lugar 25.

COMPARACION DE RESULTADOS OBTENIDOS EN PRIMER SEMESTRE Y EN SEGUNDO SEMESTRE.

De la comparación hecha por tercios, de ambos semestres o grupos, se observo:

1) El desempeño de los mejores alumnos (ubicados en el primer tercio) del primer semestre fue diferente del de los mejores alumnos del segundo semestre (primer tercio). Esto se concluye por ser mayor la proporcion de respuestas correctas de los primeramente nombrados. No obstante, los estudiantes del segundo semestre contestaron correctamente mas preguntas de tipo razonamiento.Los de primer semestre tuvieron mas exito en los ejercicios de tipo calculo.

2) En cuanto a los alumnos intermedios (del segundo tercio), se mantuvieron las relaciones respecto del primer tercio. Pero se observaron menos " blancos" o respuestas correc-

tas en las últimas veinte columnas de la matriz del segundo semestre, que en las últimas veinte columnas del primer semestre..Esto indicaria un recuerdo mas inmediato en los estudiantes "intermedios" del primer semestre.

3) En cuanto a los estudiantes de inferior desempeño (los que acreditaron menos respuestas correctas), la relacion es similar a la del segundo tercio, para ambos semestres. Y siempre se presentaron mejores puntajes (calificaciones) en primer semestre que en segundo semestre.

3.6.3. ITEMS CON MAYOR CAPACIDAD DE DISCRIMINACION

De la observación de las tablas de distribución de puntajes en tercios, se han escogido los items de resultados intermedios. Es decir, los items que son de dificultad mediana, atendiendo a los resultados obtenidos.

Para el primer semestre, los que se destacan son:

14 i.   6 b.   2 b.   17,   7.   16 i .

ordenados por las diferencias de cantidades de alumnos que contestaron cada item. Asi, el item 14 i muestra la mayor diferencia entre el primer y el tercer tercio. El item 16 i, muestra la menor diferencia, entre los items de este grupo.

Para el segundo semestre, se han escogido los siguientes items:

16 i.   16 ii.   10 a.   6 b.   21.
con el mismo criterio que para primer semestre.

Esta eleccion nos ayuda a decidir los criterios para determinar cuales son los mejores alumnos, y cuales los peores.

3.6.4. LOS ALUMNOS MAS DESTACADOS Y LOS MENOS DESTACADOS

En virtud del analisis hecho en el parrafo anterior, se han seleccionado los siguientes criterios para determinar los mejores alumnos. Estos son los que han manifestado en el test o examen las siguientes capacidades para:

1) Realizar sumas y restas de vectores que impliquen las operaciones de sumas y restas de numeros enteros.

2) Interpretar dibujos geometricos (circunferencia, poligonos) en los cuales aparezcan realizadas sumas y restas de vectores.

3) Plantear y resolver problemas donde hay que decidir la operacion adecuada con vectores (suma, resta, producto escalar).

4) Resolver problemas que involucran más de una operacion con vectores.

5) Relacionar operaciones con vectores y conocimientos de Fisica adquiridos en la Escuela Preparatoria, para establecer similitudes y extraer conclusiones.

3.7. ANALISIS DE ALGUNAS COMPARACIONES INTERESANTES

De la observacion de las tablas de resultados obtenidos en primer semestre y en segundo semestre, se considero la conveniencia de exceptuar las columnas finales de ambas tablas, a los efectos del analisis de los errores. Asi, en la tabla de resultados del primer semestre, son mas relevantes las primeras treinta y nueve columnas. De modo similar, en la tabla de resultados del segundo semestre, se han elegido las primeras veintiocho columnas. Con estos elementos, se construyeron otras dos tablas, que se muestran a continuacion, en base a las anteriores.

Tabla de Coincidencia de Respuestas Correctas

(primer semestre)

	3d	1a	3b	3e	3a	4a	9	3c	6b	1b	14i	5	14ii	14iii	14iv	2b	6a	13	10a	7	8b	11	15ii	16i	17	8a	15i	4c	2a	16ii	3f	4b	12a	20i	18	21	26	4d	12b
3d	32																																						
1a	24	31																																					
3b	15	28	29																																				
3e	29	20	25	29																																			
3a	21	22	18	18	25																																		
4a	16	17	15	12	12	22																																	
9	19	16	17	17	16	13	22																																
3c	19	17	19	17	16	12	13	22																															
6b	17	17	16	15	16	12	13	15	21																														
1b	17	17	16	15	15	10	13	10	12	20																													
14i	15	16	14	14	14	11	11	13	11	11	18																												
5	13	11	10	10	09	07	09	09	08	07	09	14																											
14ii	09	13	09	08	09	07	09	08	08	07	11	06	14																										
14iii	12	11	12	12	12	08	12	10	11	07	09	05	06	14																									
14iv	10	12	09	10	10	08	08	07	06	09	10	03	06	08	13																								
2b	12	11	12	11	11	07	09	11	09	08	10	08	06	09	07	13																							
6a	12	11	11	11	11	07	09	04	11	10	09	06	06	06	06	07	03																						
13	11	10	09	10	08	08	09	06	07	05	09	07	06	06	05	04	04	13																					
10a	09	10	09	08	08	06	08	08	08	08	08	04	08	05	08	06	06	05	13																				
7	09	08	08	08	08	07	07	08	10	06	08	05	05	07	05	05	06	06	07	12																			
8b	08	09	07	08	08	06	05	09	08	02	06	05	04	05	03	06	03	03	05	06	11																		
11	09	08	08	08	07	08	08	07	10	04	06	04	05	07	04	06	05	05	05	08	06	11																	
15ii	08	09	08	08	05	04	07	06	07	06	05	04	04	05	05	05	05	03	04	05	04	05	11																
16i	09	10	09	08	10	07	09	07	09	07	05	04	06	08	06	06	04	04	07	05	04	07	04	11															
17	09	09	08	08	08	08	09	06	07	07	08	04	05	07	07	06	06	07	07	07	03	06	04	05	11														
8a	08	07	06	07	07	06	05	08	08	03	06	04	03	06	03	04	03	03	04	06	08	05	02	03	04	10													
15i	07	07	08	07	06	04	07	07	07	05	06	05	04	06	04	06	06	04	04	06	05	06	08	05	05	03	10												
4c	07	09	06	06	06	05	08	06	05	05	07	05	07	06	05	06	04	05	04	03	01	03	03	03	06	02	03	10											
2a	08	07	08	08	08	06	06	07	07	05	07	03	02	08	06	07	03	05	04	06	05	05	03	04	06	04	04	03	09										
16ii	08	08	08	07	07	07	08	07	08	06	05	03	04	07	05	07	04	03	04	04	03	07	05	07	05	02	05	05	05	09									
3f	09	07	07	08	06	07	06	07	06	03	06	05	04	04	02	05	03	05	04	04	04	04	00	03	05	04	01	04	04	03	09								
4b	07	07	07	07	05	06	04	04	05	05	06	02	05	03	04	04	03	03	04	03	02	03	02	03	04	03	01	03	03	03	04	08							
12a	07	06	07	07	07	04	05	07	06	05	07	04	02	07	05	05	03	04	03	07	04	04	03	03	05	05	04	03	06	03	03	02	08						
20i	08	05	07	08	05	05	05	05	04	03	05	04	02	05	03	03	03	05	02	04	03	04	02	03	04	02	03	02	04	02	03	02	04	08					
18	05	06	04	04	06	04	04	04	04	05	04	02	04	04	05	03	03	04	05	03	01	02	01	05	05	02	01	05	02	03	03	02	02	01	07				
21	05	05	06	05	05	06	04	03	03	05	05	02	04	03	05	04	03	02	04	01	02	02	02	03	03	02	02	02	02	02	01	03	00	01	02	07			
26	07	06	06	07	05	05	05	02	02	04	04	01	02	04	06	03	02	04	03	02	01	02	03	03	04	01	02	02	04	03	02	03	02	02	02	03	07		
4d	07	06	06	07	05	06	04	05	05	04	07	04	03	04	04	05	04	04	03	04	03	04	01	02	05	04	02	04	04	02	05	05	04	03	02	02	02	07	
12b	05	05	04	05	04	05	04	05	05	02	06	04	03	05	03	03	03	04	01	05	03	04	02	02	04	04	03	03	03	02	03	02	05	04	01	00	00	04	06

Tabla de Coincidencia de Respuestas Correctas
(segundo semestre)

	3d	3b	15i	3e	5	9	3c	12a	12b	13	4a	15ii	16i	1a	3a	10a	3f	16ii	14iv	16iii	6b	21	14iii	17	26	4c	2a	4b
3d	38																											
3b	29	34																										
15i	24	22	33																									
3e	32	32	22	32																								
5	25	21	22	22	30																							
9	21	17	17	20	21	29																						
3c	25	23	16	24	16	15	28																					
12a	17	14	16	17	16	15	15	22																				
12b	17	15	16	16	17	14	13	21	22																			
13	17	14	14	16	14	14	11	08	09	21																		
4a	16	13	11	14	11	09	11	09	09	09	19																	
15ii	16	12	19	14	13	13	11	10	12	07	08	19																
16i	13	09	13	13	13	13	11	13	13	07	08	10	17															
1a	11	08	12	10	12	10	11	10	10	06	08	10	10	16														
3a	10	11	10	10	10	12	12	10	10	04	08	08	08	12	16													
10a	13	10	12	12	11	11	10	10	11	09	06	08	08	07	06	16												
3f	11	12	08	09	07	07	07	04	04	03	05	04	01	04	06	03	12											
16ii	10	08	09	10	12	10	09	08	11	05	06	09	11	09	07	07	02	12										
14iv	08	07	12	07	08	08	07	09	08	05	04	08	08	07	05	05	03	05	12									
16iii	08	07	08	08	09	08	10	08	08	06	05	06	09	09	07	05	01	08	04	12								
6b	09	05	08	09	06	08	08	08	08	03	05	07	06	06	07	05	02	05	03	04	10							
21	09	07	08	09	06	07	06	06	06	06	06	07	05	05	05	05	03	04	04	02	05	10						
14iii	06	05	08	05	06	06	04	05	05	03	02	05	04	05	03	04	03	02	07	02	01	03	09					
17	06	06	06	06	06	06	06	06	06	03	04	03	03	03	04	04	03	03	03	01	03	04	02	08				
26	07	04	07	06	06	07	06	06	05	06	03	05	05	04	02	05	01	04	03	03	03	03	01	03	08			
4c	05	05	05	03	03	01	05	02	02	03	03	02	02	02	03	01	03	01	02	01	01	01	01	02	00	07		
2a	07	04	05	06	05	04	05	04	04	03	02	05	04	03	03	04	01	05	02	04	03	02	01	01	02	01	07	
4b	07	06	05	06	04	04	05	05	05	03	05	05	04	04	03	03	02	03	02	02	03	04	01	03	01	01	00	7

Tanto para el primer semestre, como para el segundo, se reemplazaron las marcas que indicaban mal en las respuestas, por la clase de respuesta dada.(omision, error de interpretacion, error de cálculo).

También se considero conveniente formar otras tablas (una por cada semestre) , con el numero de respuestas correctas comunes a dos reactivos o incisos. Esto se realizó para todos los pares de incisos contemolados en las columnas de las tablas donde se especificaron las clases de errores.

Ya en esta fase de la investigación, se analizaron los resultados de los cuestionarios aplicados a los alumnos, agrupandolos por similitud de temas. Por ejemplo, bajo el tema: MODULO DE UN VECTOR se compararon los resultados obtenidos con los reactivos 1 a, 3 a, y 10 a.

En cada caso, se formo un cuadro de comparación de resultados, por cada dos reactivos.(Por ejemplo, se formo un cuadro para las respuestas de los reactivos 1 a, y 3 a , otro para 1 a y 10 a, etc).

El diseño de cada cuadro se presenta a continuación:

	i	
j	B B	M tj
	M ti	T

La primera fila contiene datos del reactivo j, la primera columna contiene datos del reactivo i. El significado de los símbolos que aparecen es el siguiente:

B indica respuestas correctas.
M significa respuestas incorrectas u omisiones de respuestas.
ti indica cantidad total de respuestas correctas del reactivo i.

tj indica cantidad total de respuestas correctas del reactivo j.

La intersección BM (siendo B fila y M columna) indica cantidad de alumnos que respondieron correctamente el reactivo j, pero incorrectamente el reactivo i, etc.

Con T se simboliza el numero total de alumnos del grupo (de primer semestre o de segundo semestre).

3.7.1. ALGUNAS COMPARACIONES INTERESANTES DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO APLICADO A PRIMER SEMESTRE

Como ya se anticipo, la reordenacion de las respuestas, y comparacion de las mismas por pares de reactivos, se efectuo por temas afines. Estos son:

MODULO DE UN VECTOR.
VECTOR UNITARIO.
SUMA Y RESTA DE VECTORES.
PRODUCTO ESCALAR DE VECTORES.
PRODUCTO VECTORIAL DE VECTORES.
PROYECCION DE UN VECTOR SOBRE UNA RECTA.
PRODUCTO DE UN VECTOR POR UN ESCALAR.

Por cada uno de estos temas, se confeccionaron los cuadros de comparación de respuestas, y algunos comentarios adicionales.

MODULO DE UN VECTOR.

Reactivos o incisos relacionados: 1a, 3a, 10a.

	3a		
1a	22	9	31
	3	10	13
	25	19	44

De los alumnos que tienen bien el inciso 1 a, pero no asi el 3 a, dos omiten. Los restantes cometen diferentes tipos de error : de càlculo de la raiz cuadrada, y de interpretacion, ya que transcriben el vector dado, igualandolo a su modulo. (Este error lo cometen tres alumnos).

De los que tienen bien el 3 a, pero no asi el 1 a, uno omite.Los restantes, omiten el calculo final de la raiz cuadrada, aunque realizan bien el resto de los calculos.

		10 a		
1 a	10	21	31	
	3	10	13	
	13	31	44	

De los alumnos que contestan correctamente el 1 a. pero no el 10 a. 16 omiten. Entre los restantes se destacan los siguientes errores: tres de ellos escriben los ángulos que cada vector forma con la linea horizontal (eje x). Uno dice que el elemento que se le da a definir es el radio. pero con oraciones muy confusas. Los demas expresan los modulos en términos de funciones trigonometricas.

De los que tienen bien el 10 a. pero no asi el 1 a. uno omite. el otro solo efectua un dibujo. el otro calcula todo correctamente. pero deja planteada la raiz cuadrada. sin efectuar el cálculo final.

	10 a		
3 a	9	16	25
	4	15	19
	13	31	44

De los que responden bien el 3 a. pero no el 10 a. 13 omiten.Los restantes expresan los modulos en terminos de las componentes rectangulares. y uno de ellos menciona confusamente el radio: los demas expresan las componentes en relación a las medidas angulares formadas con la recta horizontal del dibujo (respuesta no solicitada).

De los que tienen bien el 10 a. pero no asi el 3 a. dos omiten.De los restantes. un estudiante calcula el ángulo entre los vectores dados. y el otro escribe el resultado de otro ejercicio (el siguiente del renglón contiguo).

Comentarios:

Respecto de la notacion del modulo o valor absoluto de un vector.hav recuerdo en la mavoria de los estudiantes.De igual modo para el ejercicio donde se presenta la dificultad de calcular el módulo, pero escrito este con la palabra que lo identifica. sin proveer el simbolo especifico.

Sin embargo. si se comparan vectores de igual modulo. pero ubicados en distintas direcciones. los alumnos tienden a tomar una referencia. la linea horizontal. e interpretan todo como un sistema cartesiano. No se analiza el contexto (figura geometrica de referencia) en el cual están ubicados los vectores datos.

RESUMEN :

Cuando los datos son suministrados directamente, hav capacidad de sustituir correctamente los datos en la fórmula. También se recuerda la fórmula de módulo de un vector. en la mavoria de los casos.

A pesar de que se maneja correctamente esa fórmula. si se pide extraer los datos de un dibujo. hav dificultades.

Las dificultades aumetan cuando el contexto geometrico presentado no ha sido empleado con frecuencia en el curso: una circunferencia.o un trapezoide.

VECTOR UNITARIO.
Reactivos o incisos relacionados: 1 b. 14 i .

	1 4 i		
1 b	11	9	20
	7	17	24
	18	26	44

De los alumnos que contestan bien el 1 b. pero no así el 14i. seis omiten. Los restantes interpretan literalmente la expresion. Uno de ellos da un ejemplo y calcula su módulo. pero no escribe conclusion.

De los que tienen bien el 14 i. pero no el 1b. uno omite. Los demas escriben correctamente la formula de obtención del vector unitario. pero se equivocan en los calculos. u omiten la escritura de los vectores unitarios sobre los ejes.

Comentarios:

Aunque los alumnos manifiestan recordar. en su mayoria. la formula pedida del vector unitario en una dirección. cometen errores en su calculo. En cambio. al presentársele el vector unitario por su expresion o fórmula. la mayoria no lo identifica. y omite respuesta.

RESUMEN:

Aqui se manifiesta un recuerdo de las fórmulas mas utilizadas. Estas fórmulas son de empleo muy reciente.

No hay dificultades en las sustituciones de los datos.

SUMA Y RESTA DE VECTORES.

Reactivos relacionados:3 b. 3 c. 3 f. 4 a.4 b.4 c.4 d.5.

	3 c		
3 b	19	10	29
	3	12	15
	22	22	44

De los alumnos que responden bien el 3 b. pero no el 3 c. dos omiten respuesta.El error mas comun que se presenta. es de signo o de valor absoluto en uno de los dos términos del resultado.

De los tres que tienen bien el 3 c. pero no el 3 b. uno omite respuesta.Los otros dos. suman un par correspondiente de términos. y restan el otro par (cuando deben hacer la misma operación para los dos pares).

	3 f		
3 b	7	22	29
	2	13	15
	9	35	44

De los alumnos que tienen bien el 3 b. pero no el 3 f. cuatro omiten respuesta.Los restantes tienen error de operación (restan en lugar de sumar).

De los que tienen bien el 3 f. pero no el 3 b. los dos restan en lugar de sumar.

	4 b		
4 a	6	16	22
	2	20	22
	8	36	44

De los estudiantes que tienen bien el 4a. pero no el 4b. tres omiten.

En cuanto a los errores. son de diferente tipo.

Restan en lugar de sumar.

Escriben que loselementos no están ubicados geometricamente para ser sumados en forma directa: otros expresan que el vector diagonal es la resultante de los lados (correcto). pero no realizan ni indican la operacion pedida.y otro contesta que la operacion no es posible porque el triangulo formado no es equilatero (incorrecto).

	4 c		
4 a	6	16	22
	4	18	22
	10	34	44

De los alumnos que tienen bien el 4 a. pero no el 4 c. cinco omiten.Los restantes responden que si se puede hacer la operacion. e indican la suma (erroneo).Un alumno responde que no es posible hacer la suma porque el vector diagonal es mayor que los lados. y otro que no se puede porque se trata de vectores diferentes.

De los que responden bien el 4 c. pero no el 4 a.uno omite. Los otros responden que no es posible la operacion (respuesta correcta). pero no explican.El otro confunde la operacion suma con producto escalar.

	4 d		
4 a	6	16	22
	1	21	22
	7	37	44

De los diez y seis estudiantes que tienen bien el 4 a. pero no el 4 d. ocho omiten.Los restantes tienen dos tipos de errores: o bien expresan el resultado como diferencia, aunque con los signos de los terminos incorrectos, o expresan incorrectamente el vector resultado, como suma (incorrecto), en lugar de hacerlo como diferencia.

El alumno que realiza correctamente el 4 d, pero no el 4 a, confunde la operacion resta con la suma (esto es, realiza incorrectamente el ejercicio, al restar en lugar de sumar).

	4 c		
4 b	3	5	8
	7	29	36
	10	34	44

De los seis alumnos que responden correctamente el 4 b, pero no el 4 c, dos omiten. El resto escribe (incorrectamente) el vector diagonal como suma de los lados del cuadrilátero.

De los que tienen bien el 4 c, pero no el 4 b, todos menos uno escriben la diagonal pedida como suma, en lugar de expresarla como resta. El otro escribe que no se puede hacer la operación porque la diagonal es una altura de la figura.

	4 d		
4 b	5	3	8
	2	34	36
	7	37	44

De los alumnos que responden correctamente el 4 b, pero no el 4 d, todos escriben, incorrectamente, que la diagonal es la suma de los vectores lados, en lugar de responder que es la diferencia.

Los dos alumnos que tienen bien el 4 d, pero no el 4 b, escriben incorrectamente. el vector diagonal como suma de los lados. en lugar de expresar la diferencia.

	4 d		
4 c	4	6	10
	3	31	34
	7	37	44

De los estudiantes que contestan correctamente el 4 c. pero no el 4 d. tres omiten.Uno de ellos escribe la diferencia pedida. pero permuta el signo de los terminos: los restantes escriben la suma en lugar de la diferencia.

De los tres que tienen bien el 4 d. pero mal el 4 c. dos omiten. El otro. indica erroneamente que la diagonal del trapezoide es la suma de los vectores dados.

	4 a		
3 b	15	14	29
	7	8	15
	22	22	44

De los estudiantes que tienen bien el 3d. pero mal el 4a. ocho omiten respuesta.De los restantes. uno escribe que la suma no es posible si los vectores estan colocados discontinuados (es decir. si no coincide el extremo del primero con el origen del segundo. segun sus palabras).

Otro alumno escribe que el vector diagonal es dos veces la suma de los lados. Los demas confunden la operacion suma con el producto escalar. y escriben el producto escalar de un par de lados del paralelogramo.

De los alumnos que tienen correcto el 4 a. pero mal el 3 b. uno omite. Los restantes cometen errores en el valor absoluto y en el signo de los terminos.(Por ejemplo. hay error en uno solo de los dos terminos, o en los dos.)

	4 b		
3 b	7	22	29
	1	14	15
	8	36	44

Al analizar el cuadro inmediato anterior, se observa que veintidos alumnos tienen bien el inciso 3 b, pero mal el 4 b. De ellos, siete omiten respuesta. En cuanto a los restantes, dos confunden resta con producto escalar, escribiendo el producto escalar de dos vectores. Los restantes escriben la suma (en lugar de la resta que es la respuesta correcta), aclarando que es la resultante.

Hay un solo alumno que tiene bien el inciso 4 b, pero mal el 3 b. Y comete error de un signo , en el coeficiente de un termino del resultado.

	4 c		
3 b	6	23	29
	4	11	15
	10	34	44

De los veintitres alumnos que cometen errores en el inciso 4 c, (pero no en el 3 b), diez omiten. De los restantes, un alumno insiste en que no pueden sumarse porque no estan dispuestos geometricamente uno a continuacion de otro.

Otro alumno confunde el dibujo presentado, con la ubicacion en un sistema cartesiano (no dado), considerando a los vectores dados como perpendiculares (erroneamente). Este mismo alumno expresa el vector pedido, como resultante de los dos dados, aplicando el teorema de Pitagoras, y su corolario.

Los demas escriben el vector diagonal. como suma de los vectores pedidos (respuesta incorrecta). agregando que es la resultante de las fuerzas (lados).

De los alumnos que responden correctamente el 4 c. pero que tienen error en el 3 b. uno omite respuesta. y los restantes cometen errores en el valor absoluto y en el signo de los terminos del resultado.

	4 d		
3 b	6	23	29
	1	14	15
	7	37	44

De los alumnos que tienen bien el inciso 3 b. pero mal el 4 d. trece omiten respuesta.Los demas expresan el vector diagonal (pedido) como suma (erroneo). y también indican que es resultante de las fuerzas (lados).

El único alumno que tiene bien el 4 d. pero mal el 3 b. se equivoca en el signo de un termino del resultado. obteniendo bien el coeficiente de ese término. en valor absoluto.

escalar.

	5		
3 b	10	19	29
	4	11	15
	14	30	44

De los alumnos que realizan correctamente el inciso 3 b. seis omiten respuesta para el inciso 5. Los demas presentan los siguientes tipos de errores:

Escriben bien el planteo. pero despejan mal la incognita. (4) Hacen el planteo, pero no despejan la incógnita. (5) Solo hacen el planteo. (3) Hacen un dibujo del vector resultado, pero sin exactitud. (1)

De los alumnos que responden bien el inciso 5, pero mal el 3 b, solo tienen error de signo en el primer término del resultado.

	5		
4 a	7	15	22
	5	17	22
	14	30	44

De los estudiantes que tienen correcto el 4 a, pero mal el inciso 5, dos omiten. Los restantes presentan el mismo tipo de errores que en el caso anterior (salvo cuatro de los alumnos, son los mismos analizados en el caso anterior).

De los estudiantes que tienen bien el 5, pero mal el 4 a, todos omiten respuesta, excepto un alumno que responde que en el ejercicio 4 a solo se puede expresar la diagonal como suma de dos vectores consecutivos (y da loa ejemplos relativos al paralelogramo).

	5		
4 c	5	5	10
	9	25	34
	14	30	44

De los alumnos que tienen bien el 4 c, pero mal el 5, dos omiten respuesta. Los tres restantes, hacen bien el planteo del ejercicio 5, pero tienen errores de cálculo (en signo o en valor absoluto de los terminos del resultado).

De los alumnos que contestan correctamente el 5, pero no el 4 c, seis omiten.Los otros tienen errores de interpretacion (consideran erroneamente la diferencia como suma). Un alumno (ya fue analizado) considera los vectores del trapezoide del dibujo. como perpendiculares, y le aplica el corolario del teorema de Pitágoras.

Comentarios.

Al comparar las operaciones de suma de vectores realizadas por los alumnos. en forma analitica y en forma geometrica. se observa:

No se presentan mayores dificultades en la suma analitica. Es decir. establecen correctamente la correspondencia termino a termino. agrupando las componentes segun el mismo eje. En otras palabras. los estudiantes no confunden los terminos o números que deben relacionar para las operaciones parciales.Las dificultades mas frecuentes son de cálculo. ya sea en valor absoluto. o en signo.

En cambio. en la suma geometrica referida a los lados del trapezoide. es evidente un desconocimiento de las propiedades de la figura. El intento de los alumnos. observado con más frecuencia. es el de asociar a la figura los conceptos fisicos aprendidos en relacion a la suma como resultante de fuerzas.

En cuanto a la suma de vectores referida al paralelogramo. se observa poca seguridad en relacion a las propiedades de la figura.Es de destacar que los alumnos apelan a conocimientos de Fisica para completar sus respuestas.

Al relacionar los incisos relativos a la suma analitica. los errores mas frecuentes son de calculo (valor absoluto y signo). pero no se presentan dificultades en relacion a la correspondencia termino a termino de los vectores sumandos.

RESUMEN :

La operacion donde se manifiestan menos dificultades es la suma de vectores.

En el aspecto analitico. es decir al aplicar la formula y sumar coordenada a coordenada. es notoria la dificultad al operar con numeros enteros.

Es muy pobre el conocimiento de las propiedades geometricas de figuras poligonales en el plano.

Es mas facil para el alumno realizar un dibujo de suma de vectores. que interpretar datos a partir de un dibujo (de suma de vectores) presentado.

Es de destacar que los estudiantes relacionan los conceptos de suma de vectores con conocimientos de Fisica.

Producto escalar.

Incisos relacionados: 6 a , 7 , 26 .

	7		
6a	6	7	13
	6	25	31
	12	32	44

De los alumnos que tienen bien el inciso 6 a , pero mal el 7 .tres omiten respuesta. Los otros tienen los siguientes errores:

Un alumno indica correctamente el producto escalar (o sea. realiza el planteo). pero no lo efectua.

Otro alumno confunde el producto escalar (que debe aplicar) con la proveccion de un vector en una direccion dada. calcula esa proveccion.

El otro estudiante realiza incorrectamente la suma analitica (termino a termino) de los vectores datos.De los que contestan correctamente el 7, pero no el 6 a, todos omiten, excepto tres, que cometen los siguientes errores:

En una respuesta, hav planteo correcto, pero falta el calculo final. En otra se plantea bien el producto escalar, pero la respuesta final es un vector (erroneo) y no un numero (correcto). En la otra, el estudiante calcula el angulo entre los vectores dados (no pedido).

	26		
6 a	2	1	13
	5	26	31
	17	37	44

De los que contestan correctamente el 6 a, pero mal el 26, hay solo cuatro respuestas (las demas son omisiones), que son:

Un alumno escribe que el valor del trabajo efectuado es 1. El otro hace un dibujo de dos vectores perpendiculares, y el restante escribe que el angulo es de 90 grados.

De las respuestas correctas en 26, pero incorrectas en 6 a, hay una omision. Los demas presentan errores de calculo (esta bien planteado el producto escalar). Un alumno escribe la formula del producto escalar, pero no hace el calculo. Otros dos alumnos confunden el concepto, plantean bien el producto escalar, pero la respuesta final es un vector, y no un numero como debe ser.

	26		
7	2	10	12
	5	27	32
	7	37	44

De las respuestas correctas en 7, pero incorrectas en 26, hay dos omisiones. Las restantes incorrecciones se refieren a planteos incompletos (hacen solo un dibujo de dos vectores perpendiculares, o escriben que el angulo es de 90 grados sin sustituir valores, y no llegan a un resultado final).

De los que responden correctamente el 26, pero no asi el 7, hay omisiones, salvo dos respuestas. Los errores de estos alumnos son: confusion entre producto escalar y vectorial, escritura de los vectores datos sin planteo ni operación sugerida para resolver el problema.

Comentarios:

De la comparacion de las respuestas referidas a los incisos 6 a, 7 y 26 que involucran producto escalar, se observa:

1) Confusión entre producto escalar y vectorial, manifestada en la simbologia y en el cálculo.
2) si bien es cierto que en primer semestre no se estudia el concepto de integral, este concepto no es ajeno a los alumnos ya que lo estudiaron en la escuela preparatoria. No obstante, a pesar de que escriben que el trabajo es un producto de fuerza por desplazamiento, no lo escriben con notacion de producto escalar de vectores. Falta recuerdo, dominio, de esta informacion.

RESUMEN:

Es notoria la confusion entre producto vectorial y producto escalar, en cuanto a notaciones. No obstante, hay seguridad en el procedimiento de calculo de producto vectorial por matrices..

Producto vectorial.
Reactivos relacionados:

6 b. 8 a. 11. 21.

		8 a	
6 b	8	13	21
	2	21	23
	10	34	44

De los que responden bien el 6 b , pero mal el 8 a. nueve omiten respuesta, y los restantes tienen errores de diferente tipo. Un alumno calcula una proyección de un vector sobre otro (de los dados). Otro suma los vectores dados, componente a componente. Los otros plantean bien el producto vectorial, pero se equivocan en los términos del resultado final.De los que tienen bien el 8 a. pero mal el 6 b. uno omite respuesta; el otro comete un error en un término del resultado final.

		11	
6 b	10	11	21
	1	22	23
	11	33	44

De los que tienen bien el 6 b, pero mal el 11. solo contestan cuatro. Los errores son de diferente tipo.

Un alumno escribe los vectores dados, y en uno de ellos escribe correctamente la letra de la incógnita, pero no avanza en el planteo. Otro alumno escribe el producto escalar, pero lo calcula aplicando la fórmula del coseno del ángulo entre vectores (confunde dos caminos para realizar el planteo y la solución del problema). El otro escribe la fórmula adecuada pero no hace sustituciones. Hay un solo alumno que tiene bien el 11, pero omite responder el 6 b.

	21		
6 b	3	18	21
	4	19	23
	7	37	44

De los que responden correctamente el 6 b. pero mal el 21.hay diez y seis omisiones y dos respuestas. En una de éstas. el alumno escribe incorrectamente que el angulo pedido es de 45 grados. En la otra. dice que el ángulo se calcula mediante el seno de la division de los dos vectores (incorrecta).

De los que responden bien el 21. pero mal el 6 b. hay dos omisiones. Las respuestas incorrectas se refieren a errores de cálculo en el desarrollo de la matriz con la que obtienen el producto escalar.

	11		
8 a	5	5	10
	6	28	34
	11	33	44

De los que realizan correctamente el 8 a. pero mal el 11. dos omiten. Los restantes hacen el planteo del producto escalar. pero no completan el cálculo.

Uno de ellos. iguala el producto escalar a la fórmula para obtener el coseno del ángulo entre vectores (confusion entre dos caminos para obtener la solucion del problema).

De los que tienen bien el 11. pero no el 8 a. todos omiten respuesta. excepto uno. que escribe la operacion suma para encontrar el vector perpendicular pedido.

	21		
9 a	2	8	10
	5	29	34
	7	37	44

De los estudiantes que tienen bien el 8 a, pero mal el 21, todos omiten respuesta. De los que responden correctamente el 21, pero no el 9 a, hay solo dos que responden. Uno de ellos confunde la operacion que debe realizar (producto escalar) con suma de vectores; el otro plantea el cálculo matricial correcto, pero se equivoca en el cálculo de un termino del resultado final.

	21		
11	2	9	11
	5	28	33
	7	37	44

De los que tienen bien el 11, pero mal el 21, todos omiten.

De igual modo para los que tienen bien el 21, pero mal el 11 (omisión).

Comentarios:

Al comparar las respuestas incorrectas de los reactivos referidos al producto vectorial se observa:

Confusion en notacion y en cálculo entre producto escalar y producto vectorial. No se recuerda claramente que el producto vectorial de dos vectores es otro vector. Tampoco se observa que el alumno realice un dibujo representativo de la situacion. Pero si hay recuerdo de que el producto vectorial se calcula mediante una matriz, y hay dominio del mecanismo para ese calculo.

Hay dos casos en que los alumnos confunden (y solo en un reactivo) las operaciones de producto vectorial con suma de vectores.

RESUMEN:

Hay coincidencia en la conclusión para el tema inmediato anterior.

Proyección (analitica y geometrica) de vectores sobre una recta.

Incisos o reactivos relacionados: 12 a, 12 b, 13.

	12 b		
12 a	5	3	8
	1	35	36
	6	38	44

De los que contestan correctamente el 12 a, pero incorrectamente el 12 b, dos omiten respuesta. El otro escribe incorrectamente la fórmula de la proyección, y no la aplica al ejercicio.

El unico estudiante que tiene bien el 12 b, pero mal el 12 a, solo escribe el coeficiente de la proyeccion pedida (incompleta).

	13		
12 a	4	4	8
	9	27	36
	13	31	44

De los que responden bien el 12 a. pero mal el 13. tres omiten. El otro escribe las formulas de proveccion. pero no realiza ningun dibujo. De los que tienen bien el 13. pero no el 12 a. todos omiten. salvo uno el cual escribe solo el coeficiente de la proveccion pedida.

	13		
12 b	4	2	6
	9	29	38
	13	31	44

De los que contestan correctamente el 12 b. pero mal el 13. uno omite y el otro escribe la fórmula de proyección sin realizar dibujos(caso va expuesto en el cuadro anterior).

De los que tienen bien el 13. pero mal el 12 b. todos omiten excepto uno. que escribe las mismas componentes del vector original. incorrectamente.

Comentarios:

No se observan mayores dificultades para interpretar la proveccion de un vector. va sea en forma analitica (segun los valores numericos de las componentes sobre los ejes coordenados) o en forma grafica.

RESUMEN.

Hay acertado manejo de las propiedades de proyecciones en el plano.

Producto de un vector por un escalar.

Reactivos relacionados: 2 a. 2 b. 3 e. 3 d. 15 i. 15 ii. 16 i. 16 ii.

		2 b	
2 a	7	2	9
	6	29	35
	13	31	44

De los que contestan correctamente el 2 a. pero mal el2 b. solo se cuentan dos. Uno de ellos omite respuesta final en la expresión cartesiana pedida. aunque deja indicada en forma correcta la operación. El otro solo dice que la expresión cartesiana pedida es " diferente". pero no la escribe.

En cuanto a las respuestas correctas en 2 b. pero mal en 2 a. los errores son de diferente tipo.Un alumno escribe " dirección opuesta". en lugar de escribir "la misma". Los restantes errores se refieren a la expresion cartesiana. la cual omiten tres estudiantes; los demas se equivocan en el signo de alguno de los terminos.

		3 e	
3 d	29	3	32
	0	12	12
	29	15	44

De los alumnos que contestan bien el 3 d. pero mal el 3 e. ninguno omite. Los errores son de cálculo en el signo o en el valor absoluto de los terminos del resultado.

Todos los que tienen bien el 3 e. tienen bien el 3 d.

		3 e	
2 a	8	1	9
	21	14	35
	29	15	44

El unico estudiante que tiene bien el 2 a. pero no asi el 3 e. omite respuesta.

De los que tienen bien el 3 e. pero mal el 2 a. nueve omiten. De los restantes, hay variadas respuestas. Se mencionara, de los cuatro conceptos que se han considerado para identificar el vector, solo los errores. Un estudiante omite responder solo sobre direccion y sentido, otro omite sobre direccion, otros tres omiten sobre expresion cartesiana, tres se equivocan en la expresion cartesiana; los restantes escriben mal la direccion (opuesta, contraria, encontrado, etc).

	3 d		
2 a	8	1	9
	24	11	35
	32	12	44

Un solo estudiante tiene bien el 2 a, pero no el 3 d, y omite respuesta.

De los que contestan correctamente el 3 d, pero no el 2 a, hay nueve omisiones. En los restantes, uno omite dirección y sentido, tres omiten dirección y tres el sentido. Los demás tienen errores en la expresión cartesiana (de los cuales dos hacen solo un dibujo tridimensional) y otro omite la expresion cartesiana.

Comentarios:

Los cuatro ejercicios analizados son de tipo calculo. Los datos son vectores en su expresion cartesiana(numeros que indican las componentes rectangulares o proyecciones). No hay dificultad en el manejo de las componentes rectangulares, ya sea en dos dimensiones, o en tres dimensiones. No obstante, los errores de calculo, en valor absoluto y en signo, son muy frecuentes. Especialmente la multiplicacion de numeros enteros, refleja la operatoria deficiente con los signos. También se observa confusion entre los conceptos de dirección y de sentido de un vector. Esto se verifica no por los dibujos que realizan los alumnos, sino por los vocablos que emplean (contrario en lugar de mismo,etc.).

	15 ii		
15 i	8	2	10
	3	31	34
	11	33	44

Hay dos estudiantes que tienen bien el 15 i, pero no el 15 ii.Proponen igualdades erróneas, y no responden la pregunta.

De los que tienen bien el 15 ii, pero mal el 15 i, responden en forma imprecisa. Uno de ellos escribe incorrectamente "opuesto".

	16 ii		
16 i	7	4	11
	2	27	33
	9	35	44

De los cuatro alumnos que responden bien el 16 i, pero mal el 16 ii, todos cometen un solo error. Y está referido al sentido, a la medida, a la dirección (dos alumnos).

De los que tienen bien el 16 ii, pero mal el 16 i, los dos escriben mal la magnitud del vector pedido.

Comentarios:

Se observan dificultades para operar con un coeficiente simbolico, al multiplicar un vector por un escalar. En ninguno de los casos analizados, los alumnos dan un ejemplo particular, sustituvendo el factor simbolico por un numero elegido por ellos.

Tampoco se observa dominio de los conceptos "positivo" y "negativo", ya que los confunden con " opuesto" etc.

Observacion:
Se han omitido algunas correlaciones, por ser consideradas irrelevantes en relación a la cantidad de respuestas emitidas.

RESUMEN.

Hay dificultades en la generalización de la operación producto de un vector por un escalar.

La dificultad se manifiesta en la expresión simbólica de la generalización, no asi en los casos particulares donde se trabaja concretamente con los numeros reales.

3.7.2. ANALISIS DE RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO APLICADO A ALUMNOS DEL SEGUNDO SEMESTRE

Se procede aqui de modo similar al analizado en el primer semestre, agrupando los incisos por temas afines. Los reactivos analizados son veintiocho del total, por la relevancia de las respuestas.

Modulo de un vector.
Reactivos relacionados: 1 a. 3 a. 10 a.

	3 a		
1 a	12	4	16
	4	36	40
	16	40	56

De los alumnos que tienen bien el 1 a. pero no el 3 a. uno omite respuesta. Los que presentan errores son: uno es de calculo. el otro escribe el mismo vector. el otro calcula bien los elementos parciales pero omite calcular la raiz cuadrada.

De los que responden bien el 3 a. pero mal el 1 a. todos omiten responder.

	10 a		
1 a	8	8	16
	18	32	40
	16	40	56

De los que responden bien el 1 a. pero mal el 10 a. tres omiten. El resto expresa los valores pedidos en terminos de funciones trigonometricas, o de las componentes rectangulares (no pedido).

De los que contestan bien el 10 a. pero mal el 1 a. seis omiten. Los demás tienen errores de cálculo (omiten el cálculo de la raiz cuadrada, o dejan el cálculo incompleto).

	10 a		
3 a	6	10	16
	10	30	40
	16	40	56

De los que contestan correctamente el 3 a. pero mal el 10 a. tres omiten. Los demás escriben los vectores en terminos de funciones trigonometricas y como provecciones sobre los ejes coordenados.

De los que tienen bien el 10 a. pero mal el 3 a. uno omite. Cinco escriben el vector dado, y los otros tienen errores de calculo en la raiz cuadrada.

Comentarios:

En relacion al calculo del modulo del vector, los alumnos manifiestan más familiaridad o reconocimiento con el simbolo que con la palabra que lo identifica. No obstante, algunos alumnos no recuerdan ninguno de los dos. En cuanto a la comparacion de vectores de igual modulo ubicados en diferentes posiciones, los estudiantes tienden a expresarlos en funcion de las componentes en un sistema cartesiano. Pero no establecen relacion con la figura geometrica que le sirve de contexto.

RESUMEN:

No se recuerdan las formulas pedidas de modulo de un vector. Son notorias las dificultades para expresar e interpretar correctamente propiedades de figuras geometricas planas.

Suma y resta de vectores.

Reactivos o incisos relacionados: 3 b, 3 c, 3 f, 4 a, 4 b, 4 c, 5.

	3 c		
3 b	23	11	34
	5	17	22
	28	28	56

De los que tienen bien el 3 b, pero no el 3 c, ninguno omite. Los errores son: sumas en lugar de restar, restan el primer termino pero suman el segundo (en lugar de restar ambos).colocan bien el valor absoluto de los terminos del resultado, pero le colocan signo inadecuado.

De los cinco que responden correctamente el 3 c, pero no el 3 b, uno omite. Los demas se equivocan en uno de los terminos(por ejemplo, suman bien los dos primeros terminos correspondientes, pero no los segundos terminos correspondientes).

	3 f		
3 b	12	22	34
	0	22	22
	12	44	56

De los alumnos que tienen bien el 3 b. pero no el 3 f. tres omiten respuesta. Los restantes. todos restan en lugar de sumar y completan erroneamente el ejercicio. Un solo alumno deja indicada la resta(incorrecto) y no completa el ejercicio. Todos los que tienen bien el 3 f. tienen bien el 3 b.

	3 f		
3 c	7	21	28
	5	23	28
	12	44	56

De los que tienen bien el 3 c, pero mal el 3 f, dos omiten respuesta. De los diez y nueve restantes. todos restan, en lugar de sumar. A pertir de este error. hay seis restas con error en uno de los dos terminos del resultado.

De los cuatro que tienen bien el 3 f. pero mal el 3 c. tres se equivocan en el segundo termino del resultado. y el otro en el primer termino(en signo. o en valor absoluto).

	4 b		
4 a	6	13	19
	1	36	37
	7	49	56

De los estudiantes que contestan correctamente el 4 a. pero mal el 4 b. uno omite. Los demas realizan una suma (incorrecto) en lugar de una diferencia. Uno dice que los vectores no estan ubicados uno a continuacion de otro, para ser operados. El otro escribe la repuesta, pero con los signos incrrectos.

El único que tienen bien el 4 b, pero mal el 4 a, establece la suma como si los datos fueran componentes rectangulares (erróneo).

	4 c		
4 a	3	16	19
	4	33	37
	7	49	56

De los que responden bien el 4 a, pero no asi el 4 c, cinco omiten. Los demas escriben erróneamente la diagonal como suma de los lados, salvo uno que dice que no es posible, aunque no da explicaciones.

Los cuatro que tienen bien el 4 c, pero mal el 4 a, escriben que si se puede realizar la suma, pero no la efectúan.

	4 c		
4 b	1	6	7
	6	43	49
	7	49	56

De los que responden bien el 4 b, pero mal el 4 c, tres omiten. Uno contesta que la suma no es posible porque " no se forma triangulo rectangulo", otro que no es posible porque " los lados no son perpendiculares"; los demas expresan erronemente la diagonal como suma de los lados.

De los que tienen bien el 4c, pero no asi el 4 b, todos responden que es resultante, o que es diagonal de la figura formada entre los lados pedidos. Otras respuestas son que la operación es posible porque la figura es un paralelogramo, pero no expresan la diferencia pedida. Tres se equivocan y escriben la diagonal como suma de los lados.

	4 a		
3 b	13	21	34
	6	16	22
	19	37	56

De los que tienen bien el 3 b, pero mal el 4 a, seis omiten. De los restantes, los cinco que responden negativamente dicen que un extremo de un vector no coincide con el origen del otro. De los que responden afirmativamente, escriben que se aplica la regla del paralelogramo, pero no dan la suma solicitada.

De los que tienen bien el 4 a, pero mal el 3 b, dos omiten. El error está, en los demás, en uno solo de los términos de la suma.

	4 c		
3 b	5	29	34
	2	20	22
	7	49	56

De los que responden correctamente el 3 b, pero mal el 4 c, trece omiten. De los restantes, uno escribe que no es posible " porque la diagonal es menor que los lados", otro dice que " la diagonal es mayor que los lados"; los demás expresan la diagonal como suma de los lados.

De los que tienen bien el 4 c, pero mal el 3 b, uno omite. El otro se equivoca en un signo de uno de los terminos del resultado.

	4 b		
3 c	5	23	28
	2	26	28
	7	49	56

De los que contestan correctamente el 3 c. pero mal el 4b. ocho omiten respuesta. De los demas. es interesante destacar los diferentes tipos de errores:

Un alumno responde que no se puede hacer la suma porque los lados no son componentes rectangulares. otro dice que la diagonal si se puede expresar en terminos de los lados y establece la igualdad de pares de vectores paralelos. pero no indica la operacion. Otro dice que " la diagonal no es la resultante de los lados". otro establece una resta pero con los signo erróneos: los demas expresan incorrectamente una suma. en lugar de una diferencia.

De los que tienen bien el 4 b. pero mal el 3 c. todos se equivocan en uno de los dos terminos del resultado.

	5		
3 b	21	13	34
	9	13	22
	30	26	56

De los alumnos que tienen bien el 3 b. pero no asi el 5. cinco omiten. De los restantes. cuatro escriben el resultado incorrecto. sin indicar planteos o pasos previos. En los restantes. escriben los planteos. pero se equivocan en las operaciones.

De los que tienen bien el 5. pero mal el 3 b. dos omiten. Los restantes tienen error de calculo en uno de los terminos del resultado. y un alumno calcula las raices cuadradas de los coeficientes de los terminos.

	5		
4 a	11	8	19
	19	18	37
	30	26	56

De los que tienen bien el 4 a, pero mal el 5, cuatro omiten. De los otros, uno escribe el planteo sin realizar operaciones, el otro escribe el planteo pero despeja la incognita con errores; los demas cometen errores en los coeficientes del resultado.

De los que tienen bien el 5, pero mal el 4 a, cinco omiten. En los demás se presentan diferentes tipos de errores, los cuales se detallan:

Uno contesta que no es posible porque" son perpendiculares", otro dice que si pero no realiza la operación. Otro que si es posible pero no realiza la operación, otro expresala suma en terminos de componentes rectangulares, otro responde que no se puede porque " los vectores son más pequeños ": los restantes responden que si es posible, pero no efectúan la operacion.

	5		
4 c	3	4	7
	27	22	49
	30	26	56

De los estudiantes que responden bien el 4 c, pero mal el 5, tres omiten.El otro se equivoca en uno de los términos del resultado.

De los que tienen bien el 5, pero mal el 4 c, cinco omiten, de las respuestas erradas de diferente tipo, se señalan:

Un alumno dice que no se puede porque" no cumplen la condicion de resultante por medio de vectores", otro que no es posible porque " la diagonal es mas grande que los lados. y no se puede expresar lo pedido, otro dice que no se puede porque " no son perpendiculares '; otro alumno responde que no se puede hacer la operacion porque " no son componentes rectangulares", los restantes dicen que no se puede pero no dan explicacion.

RESUMEN:

La operación mas sencilla es la suma. En la resta, hay dificultades para la interpretación geometrica. Más aun, se manifiestan grandes fallas en el conocimiento de las propiedades geometricas de figuras planas.

Producto vectorial.

Incisos o reactivos relacionados: 6 b, 21.

	21		
6 b	5	5	10
	5	41	46
	10	46	56

De los estudiantes que responden bien el 6 b, pero mal el 21, cuatro omiten. El otro contesta que " no existe angulo porque los vectores son iguales". De los que contestan bien el 21, pero no asi el 6 b, tres omiten. Otro tiene error de cálculo en la matriz; el otro calcula erroneamente una suma de vectores.

Comentarios:

Hay clara manifestacion de olvido de las definiciones y notaciones simbolicas de producto vectorial, en cambio se recuerda mas el mecanismo del calculo del producto vectorial empleando una matriz con los coeficientes de los vectores.

RESUMEN

Si bien es cierto que no hay clara distincion entre el producto escalar y vectorial, la mayoria de los estudiantes que calcula el producto vectorial, lo hace correctamente con una matriz.

Proveccion de vectores sobre una recta.
Incisos o reactivos relacionados: 12 a. 12 b. 13.

	12 b		
12 a	21	1	22
	1	33	34
	22	34	56

De los estudiantes que responden correctamente el 12 a. pero no asi el 12 b. uno omite.

El alumno que tiene bien el 12 b. omite responder el 12 a.

	13		
12 a	8	14	22
	13	21	34
	21	35	56

De los que responden bien el 12 a. pero mal el 13. cuatro omiten respuesta. De los restantes. dos hacen un dibujo aparte con proveccion incompleta (faltan flechas); los restantes escriben la formula del vector segun las componentes rectangulares. pero no dibujan la proyeccion.

De los que responden bien el 13. pero mal el 12 a. nueve omiten. de los restantes. uno hace un dibujo incompleto. y los demas se equivocan en el valor de la proveccion.

	13		
12 b	9	13	22
	12	22	34
	21	35	56

De los que tienen bien el 12 b. pero no asi el 13. dos omiten. Los restantes hacen dibujos auxiliares incompletos. o solo escriben la fórmula de la proyeccion. sin realizar dibujos.

De los que tienen correcto el 13. pero no el 12 b. ocho omiten. El resto comete errores en las componentes numéricas. u omite los vectores unitarios referentes a los ejes .

- Comentarios.

En cuanto a los dibujos en la proyeccion de los vectores. no hay mayores dificultades. Los que omiten el dibujo. suelen escribir la fórmula correspondiente. En cambio. en las proyecciones analiticas (componentes numericas de las proyecciones sobre los ejes). hay un 50 % de omisiones. Los que responden. se equivocan en los coeficientes. u omiten los vectores unitarios referidos a los ejes coordenados.

RESUMEN:

Aunque no hay respuestas correctas en cuanto a los vectores unitarios. si hay seguridad en los dibujos de las proyecciones sobre los ejes coordenados.

Producto de un vector por un escalar.
Reactivos o incisos relacionados: 2 a. 3 d. 3 e. 15 i. 15 ii. 16 i. 16 ii.16 iii.

	3 d		
2 a	7	0	7
	31	18	49
	38	18	56

De los que tienen bien el 3 d. pero no asi el 2 a. once omiten. Los errores son de distinto tipo. y se detallan asi:

Expresion cartesiana correcta solamente: tres alumnos. todo correcto pero omisión de expresion cartesiana: tres alumnos: todos los conceptos respondidos con errores en el sentido o en el modulo : quince estudiantes.

	3 e		
2 a	6	1	7
	26	23	49
	32	24	56

Un estudiante tiene bien el 2 a. y mal el 3 e.(Calcula el módulo del vector pedido).

De los que tienen bien el 3 e. pero mal el 2 a. nueve omiten. De los restantes. los errores son:

Todo correcto y omisión de expresión cartesiana (tres). dirección y sentido correctos pero error en los otros conceptos (diez y ocho); dirección y sentido correctos pero error en magnitud y expresion cartesiana con dibujo incompleto (dos).

	3 e		
3 d	32	6	38
	0	18	18
	32	24	56

De los que tienen bien el 3 d. pero no así el 3 e. todos contestan. Uno solamente indica el producto. los demas lo realizan pero se equivocan en uno o en dos de los terminos del resultado.

Comentarios:

Los errores que los estudiantes cometen en la multiplicación de un escalar por un vector. son de cálculo con numeros enteros. Cuando se presenta un ejemplo de un vector expresado por sus componentes cartesianas. y se debe identificar el vector resultado por dirección. magnitud y sentido. los alumnos manifiestan dificultades. Especialmente en el manejo del lenguaje especifico. Confunden. por ejemplo. los términos mayor. contrario. diferente. dándole el mismo significado.

RESUMEN:

Se hace notoria la falta de capacidad para manejar relaciones numéricas en las generalizaciones. Hay confusión de conceptos al comparar las ideas de contrario. mayor. diferente. etc.

	15 ii		
15 i	19	14	33
	0	23	23
	19	37	56

De los que contestan bien el 15 i. pero no el 15 ii. tres omiten. De los restantes. tres contestan incorrectamente que el signo del escalar es cero: los restantes escriben incorrectamente. que el signo es positivo. en lugar de escribir negativo.

	16 ii		
16 i	11	6	17
	1	38	39
	12	44	56

De los que tienen correcto el 16 i. pero mal el 16 ii. uno omite y los otros se equivocan en la magnitud.

El único que tiene bien el 16 ii. pero no el 16 i. contesta que " la magnitud varia según m" sin especificar si es mavor.

	16 iii		
16 i	9	3	12
	3	41	44
	12	14	56

De los que tienen bien el 16 i. pero no el 16 iii. los errores son:

Uno escribe " magnitud negativa". otro " dirección negativa"; los demas contestan que la magnitud es igual. o que es mayor.

	16 iii		
16 ii	8	9	17
	4	35	39
	12	44	56

De los que responden bien el 16 iii. pero no asi el 16 ii. uno se equivoca en el sentido. y los otros tres en magnitud (escriben que la magnitud es cero).

De los que tienen bien el 16 ii. pero mal el 16 iii. uno escribe mal la magnitud. Otro escribe "dirección negativa". v el otro que " todos los conceptos no son los mismos".

De los que tienen bien el 16 iii. pero no el 16 ii. todos se equivocan en la magnitud.

Comentarios:

Es notable la pobreza de vocabulario, al designar las propiedades de los vectores resultados. Los alumnos que contestan incorrectamente los incisos del ejercicio 16, no escriben ejemplos aclaratorios, salvo cuatro de dichos alumnos.

RESUMEN:

Se hace notoria la dificultad de manejar relaciones numericas de desigualdad. Consecuentemente, estas dificultades se manifiestan al comparar vectores desiguales.

3.7.3. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS DE PRIMER SEMESTRE Y DE SEGUNDO SEMESTRE

Una vez realizado el analisis de las respuestas, agrupadas por temas afines y por los dos semestres, se procedió a efectuar las comparaciones de los resultados obtenidos en ambos grupos o semestres.

Se volcaron las cifras obtenidas, en términos de porcentajes, incluyendo comentarios.

Comparación de resultados en relacion al tema:

Modulo de un vector.

Reactivo	Porcentaje de respuestas correctas en :	
	Primer semestre	Segundo semestre
1 a	70	29
3 a	57	29
10 a	30	29

En el primer semestre hay mas dominio de las notaciones de modulo de un vector, en segundo semestre es notable el olvido de las distintas notaciones y terminologias de este concepto.

En ambos grupos o semestres se observa dificultad para interpretar el modulo en el caso en que varios vectores estan ubicados en el mismo contexto geometrico. Es decir, hay mayor cantidad de respuestas cuando se presenta el vector en forma aislada, y menos respuestas cuando se presenta en una situación algo más compleja (la cual exige comparaciones, conclusiones, etc).

En el aspecto del cálculo, se observan dificultades en la operatoria con números enteros.

Comparación de resultados en relación al tema:
Vector unitario.

Reactivo	Porcentaje de respuestas correctas en: Primer semestre	Segundo semestre
1 b	45	7
14 i	41	3

Al calcular el vector unitario, los alumnos aplican la formula, pero cometen errores en el cálculo. Al presentarsele el vector unitario en la expresión de un cociente tal como en el reactivo 14 i, no hay un reconocimiento de la misma. En el segundo semestre, es notable el número de omisiones. Posiblemente esta fórmula es de muy escasa aplicación en las asignaturas del segundo semestre.

Comparacion de resultados en relacion al tema:
Suma y resta de vectores.

Reactivo	Porcentaje de respuestas correctas en: Primer semestre	Segundo semestre
3 b	65	61
3 c	50	50
3 f	20	22
4 a	50	34
4 b	18	12
4 c	23	12
4 d	16	7
5	32	54

Los reactivos 3 b, 3 c, 3 f se refieren a cálculos, en cambio los restantes se refieren a operaciones geométricas con vectores.

En los reactivos tipo cálculo, las cifras para ambos grupos son similares. Las dificultades observadas en todos los alumnos son de operatoria con números enteros, especialmente en resta. En cuanto a los ejercicios de tipo geométrico, en ambos grupos se prtasentan los mismos tipos de dificultades.

Respecto de la suma geométrica de vectores, los errores se presentan cuando la figura no es un paralelogramo. Solo dos estudiantes realizan traslaciones de vectores y aplican propiedades de la suma correctamente.

En la resta hay más dificultades porque confunden la operación con la suma. (Hay alto numero de omisiones en las respuestas).

Es evidente el pobre recuerdo de las propiedades de figuras planas (cuadriláteros en general): se nota vaguedad en la definición de altura de un triángulo y de un paralelogramo.

En las operaciones geometricas, los alumnos manejan el concepto de resultante. Es decir, mencionan ese concepto aunque no se les ha solicitado.

En el ejercicio 5 se introduce una dificultad: el alumno debe construir una ecuacion y un planteo muy sencillo; no se observan mayores dificultades, salvo de calculo.

De los siete reactivos, el mayor porcentaje de respuestas correctas corresponde a primer semestre. El segundo semestre aventaja al primero, en dos reactivos. Estos contienen ejercicios mas complejos. El pocentaje mas alto en segundo semestre puede deberse a que los alumnos tienen más entrenamiento de calculo y a que ya se han enfrentado a problemas algo mas complicados.

Comparacion de resultados en relacion al tema:
Producto escalar de vectores.
Reactivo. Porcentaje de respuestas correctas en:

Reactivo	Primer semestre	Segundo semestre
6 a	30	7
7	27	0
26	16	14

El único reactivo elegido para ser comarado es el 26.

En ambos grupos es parejo el porcentaje de respuestas correctas. Los errores que cometen los alumnos son debidos a la forma de presentar el desarrollo y al cálculo de la integral. Esto se debe al dominio recientemente adquirido del cálculo integral (en segundo semestre).

Aunque las cifras de respuestas correctas no son altas, hay recuerdo del concepto de trabajo mecánico, y correcta asociacion de este con el concepto de integral.

Las respuestas correctas de los alumnos del primer semestre se deben posiblemente al aprendizaje previo del tema, hecho en la escuela preparatoria.

Comparacion de resultados en relacion al tema:
Producto vectorial de vectores.
Reactivo Porcentaje de respuestas correctas en:

Reactivo	Primer semestre	Segundo semestre
6 b	48	18
21	16	18
8 a	23	7
11	25	9

En general, los errores cometidos por los alumnos de ambos grupos, son similares. Hay confusion de notaciones de producto vectorial con escalar.

También es notable el mayor dominio del calculo de producto vectorial mediante una matriz. no es ese el caso en la definicion de producto vectorial.

Comparacion de resultados en relacion al tema:
Proyeccion de vectores sobre una recta.

Reactivo	Porcentaje de respuestas correctas en: Primer semestre	Segundo semestre
12a	18	39
12b	14	39
13	30	37

En los dos grupos. los errores en las proyecciones analiticas (medidas de las componentes sobre los ejes coordenados) se deben a omisiones de los vectores unitarios sobre los ejes coordenados. En este aspecto. hay mayor dominio y ejercitacion en los alumnos del segundo semestre.

En cuanto a las proyecciones graficas(dibujos). no se observan dificultades. Los alumnos que no dibujan las proyecciones. escriben las formulas trigonometricas de las proyecciones sobre los ejes coordenados(expresiones correctas aunque no pedidas).

Comparacion de resultados en relación al tema:
Producto de un vector por un escalar.

Reactivo	Porcentaje de respuestas correctas en: Primer semestre	segundo semestre
2 a	20	12
2 b	30	9
3 e	66	58
3 d	73	68
15 i	23	59
15 ii	25	34
16 i	25	30
16 ii	20	22

Los ejercicios 3 d y 3 e son de tipo calculo. Las dificultades que se presentan son de operaciones con numeros enteros (y en particular, de aplicación de la regla de los signos) en ambos grupos y con porcentajes de respuestas correctas mas altos en primer semestre.

En los reactivos 2 a y 2 b, se ofrece un ejemplo de vector. A partir de el, los estudiantes deben multiplicarlo por un escalar, clasificando el vector resultado según los elementos que lo identifican. En ambos grupos se observan dificultades de interpretacion, especialmente en los conceptos de direccion y sentido de vectores.

En los restantes ejercicios, se debe operar con coeficientes simbolicos, y encontrar resultados representativos de una situacion general. Aqui tambien se presentan dificultades, al confundir adjetivos tales como negativo y opuesto para clasificar un aspecto de vectores.

Los resultados correctos son notoriamente más altos en segundo semestre, en el cual los alumnos han alcanzado mayor madurez en el dominio de algunos conceptos matemáticos.

CAPITULO 4. CONCLUSIONES

Las encuestas realizadas entre los maestros de la Escuela de Ingenieria Civil, de la U. A. P. asi como la revision hecha de los diversos cursos de esta carrera, muestra la importancia que el tema Algebra de Vectores tiene, tanto en el desarrollo del plan de estudios como en la practica profesional de la carrera mencionada.

En particular, el analisis realizado muestra la importancia de los temas basicos del Algebra Vectorial, como son:

Suma de vectores.
Producto escalar de vectores.
Producto vectorial de vectores.

tanto del punto de vista del conocimiento de estas operaciones, de sus propiedades y de las tecnicas para realizarlas, como de las diversas aplicaciones a la Mecanica, Hidráulica, etc.

En efecto, estas tres operaciones se estudian no solo en la perte de Algebra de vectores del curso de Algebra, sino que se siguen estudiando y se utilizan en diversas materias desde primero a último semestre de la carrera citada.

Lo que varia es el enfoque, que va desde las interpretaciones geometricas en el primer semestre, a las interpretaciones especificas de la carrera en los sucesivos semestres.

En este sentido, la matematica se estudia, en cierta forma como una herramienta que apoya los objetivos del plan de estudios de la ingenieria civil.

En la parte de Algebra vectorial del curso de Algebra del primer semestre, se trata de explicar en forma general el significado de los vectores, las operaciones que pueden realizarse entre ellos, y sus interpretaciones geometricas.

Se hace enfasis en el significado geometrico, sin insistir demasiado en las otras interpretaciones que van a adquirir esos vectores, en los diferentes contextos de las sucesivas etapas de la carrera.

Esto esta justificado porque es la primera vez que se presenta el tema en la carrera citada, y se pretenda dar una vision general de los espacios vectoriales.

No obstante, el hecho de que el tema aparece cada vez con mas frecuencia en las asignaturas especiales de la Ingeniería Civil, muestra la necesidad de hacer una revision de los contenidos de la parte vectorial del curso de Algebra.

Parece haber un salto entre Algebra y Mecanica (del segundo semestre). Para salvarlo, se podría enriquecer el programa de Algebra, proponiendo situaciones sencillas de ingeniería civil, donde se haga notable la necesidad de emplear vectores.

Se propone aquí establecer una conexion más estrecha entre los temas de vectores, y desde el principio de la carrera.

RESULTADOS GLOBALES

Del analisis de resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de primer semestre y de segundo semestre, sobre la adquisicion del concepto de Vector, destacaremos lo siguiente:

1) Los estudiantes dejaron una gran cantidad de preguntas sin respuestas. En particular, en las que intervienen producto escalar y producto vectorial de vectores.

Este fenomeno de pregunta sin respuesta o con respuesta en blanco. es mas frecuente en segundo semestre que en primer semestre.

Sobretodo en aquellos items en que se pide recordar formulas o nomenclaturas especificas.

En lo que se refiere a respuestas correctas. estas por lo general aparecen con mayor frecuencia en primer semestre que en segundo semestre.

Por lo general. las preguntas mas sencillas son las que involucran la suma y la resta de vectores.

Aunque cabe señalar que mientras que casi todos los estudiantes parecen dominar la suma tanto en forma analitica como geometrica. hay dificultades sobretodo cuando se trata de la resta geometrica.

En cambio. el producto escalar y el producto vectorial de dos vectores dieron lugar a una gran cantidad de respuestas incorrectas y de omisiones.

Como dijimos antes.hay confusion entre las notaciones correspondientes entre estas dos operaciones.

Asi. cuando se les pide realizar un producto escalar, realizan un producto vectorial y reciprocamente.

Como conclusion del parrafo anterior. parece ser importante que el maestro dedique el tiempo suficiente a la presentacion de estas operaciones de manera que el estudiante las distinga nitidamente como dos operaciones diferentes. Para ello. quizas sea conveniente proporcionar al estudiante ejemplos de situaciones extraidas de la Fisica (Mecanica. Hidraulica. etc.) donde intervengan estas operaciones. Estas se constituiran en un referente al que el alumno pueda recurrir de una manera constante para entender y reconfirmar su significado.

RESULTADOS POR TERCIOS

Para tener idea más precisa de los resultados de la encuesta, nos pareció interesante dividir en tercios, cada uno de los grupos interrogados. Así, destacamos el tercio de los estudiantes con mayor desempeño, el tercio de los estudiantes con desempeño regular, y el tercio de estudiantes con desempeño pobre.

Al comparar por tercios los estudiantes del primer semestre y del segundo semestre, se observaron los siguientes resultados:

a) Entre los alumnos del primer tercio, es decir entre los de mejor desempeño, se observó que los de primer semestre tuvieron mas exito en los ejercicios que implican un cálculo. Mientras que los de segundo semestre contestaron con más frecuencia, correctamente, las preguntas que implican, además, un pequeño razonamiento.

b) Entre los estudiantes de los otros dos tercios (que tuvieron desempeño regular o pobre), las respuestas correctas fueron más frecuentes en el primer semestre que en el segundo semestre, sin que ahora podamos afirmar que los del segundo semestre tuvieron mejor desempeño que los de primero en los problemas que implican un pequeño razonamiento.

En general podemos ver que los estudiantes del primer semestre mostraron mejor desempeño que los de segundo. Esto parece deberse a que los de primer semestre tienen mas fresco el curso de Algebra vectorial, y los de segundo semestre parecen haber olvidado algunas de sus partes.

Por otro lado, cuando se pasa de primero a segundo semestre, parece haber una pequeña evolución en los problemas en que interviene algún tipo de razonamiento (ademas del simple recuerdo o cálculo). Situacion mas apreciable entre los estudiantes de mejor desempaño.

En general, y a modo de comentario, se esta dispuesto a aceptar el hecho de que cuando los alumnos son interrogados un cierto tiempo despues de haber llevado un curso, hay ciertos temas en que haya olvidos o perdida de agilidad.

Pero, en este caso, y tratandose de la adquisicion del lenguaje de vectores que los estudiantes deberan emplear a lo largo de toda su carrera, habria que preguntarse hasta que punto este olvido es admisible. O si, por el contrario, habria que analizar el diseño del curso de Algebra vectorial y de los subsiguientes cursos que emplean este lenguaje, a fin de asumir los efectos de este factor olvido.

COMPARACION ENTRE RESPUESTAS A LOS ITEMS

Siguiendo con la idea de lograr una vision cada vez mas precisa de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes, se realizo la comparacion de esas respuestas en relacion a preguntas que versaban sobre el mismo tema, o que versaban sobre temas muy relacionados entre si.

Por ejemplo, se analizaron las respuestas a preguntas sobre suma analitica y suma geometrica de vectores para observar si esas preguntas presentaban el mismo grado de dificultad o si, por el contario, el paso de lo analitico a lo geometrico (o viceversa), permitia apreciar diferencias en las respuestas.

A continuacion, se presentan las conclusiones de este analisis. de acuerdo a los diferentes temas que forman parte del cuestionario. y en aquellos temas en los que dicho cuestionario nos permitió llegar a las conclusiones.

Módulo de un vector.

En este tema, cuando se pide sustituir datos en una formula, hay capacidad, por lo general, de hacerlo correctamente. Se destaca que esto sucede siempre y cuando esos datos son suministrados directamente.

En cambio, hay dificultades si se solicita extraer datos de un dibujo o representacion geometrica. y que aumentan si la figura es una circunferencia. o en general .un poligono.

Vale la pena señalar que los estudiantes de primer semestre recuerdan mas fácilmente la fórmula de modulo de un vector. que los de segundo semestre.

Vector unitario

Entre los alumnos.hay uso adecuado en las fórmulas y notaciones de vector unitario y de las fórmulas que permiten calcularlo.

Entre los estudiantes de primer semestre es manifiesta la facilidad con que recuerdan el vector unitario, presentado en la forma mas sencilla. Las dificultades aparecen cuando se pide el calculo del vector unitario en una direccion dada.

Entre los estudiantes del segundo semestre. hay olvido. Esto quizas se pueda atribuir al hecho de que esta formula no se aplica en mecanica, excepto en la parte relativa a los ejes del sistema cartesiano.

Suma y resta

Los estudiantes tanto de primero como de segundo semestre. no tienen dificultades para sumar analiticamente dos vectores. componente a componente. Pero cometen errores de calculo al sumar enteros. Y eso que se evito operar con racionales. en un afán de que estos errores de calculo no incidieran en los resultados.

En cambio. al intentar realizar la suma geometrica de dos vectores. los estudiantes tienen dificultades para ubicar cuales de las diagonales del paralelogramo representan la suma. y cuales la resta.

Dado el paralelogramo fundamental. hay mas dificultad en ubicar el vector resta que el vector suma.

Como una variacion a la pregunta de identificar cuáles diagonales representan la suma y cuales la diferencia. se propuso una figura en la que aparecia un trapezoide. con la misma pregunta que en el paralelogramo. Aqui hubo un desconcierto casi total entre los alumnos.

Desde nuestro punto de vista. es interesante destacar el hecho que la mayoria de los estudiantes pueda reconocer correctamente cual es la diagonal (suma) del paralelogramo fundamental de los dos vectores.

Aqui señalamos las deficiencias de los conceptos geometricos de figuras poligonales.

Es interesante señalar que. al realizar suma de vectores. los estudiantes hacen referencia a conceptos ya adquiridos en Fisica. por ejemplo a la suma de dos vectores le llaman resultante de fuerzas. Esto apoya lo ya expuesto. de que los maestros no teman establecer relaciones entre Mecánica y Algebra de vectores. ya que los estudiantes parecen realizar uso espontaneo de esas relaciones.

Multiplicación de un vector por un escalar

En los items en que se pide multiplicar un vector por un escalar, no hay dificultades. De hecho, se trata de preguntas que reciben el mayor número de respuestas correctas en el cuestionario.

Sin embargo, al solicitar comparar los resultados del mismo tipo de producto, pero de acuerdo a diferentes valores de un escalar simbolico m, casi nadie acierta.

Es interesante señalar que un estudiante intento responder, dándole valores a la variable m (el único alumno).

Decimos aqui que los estudiantes no han llegado al grado de abstraccion pedido, y no disponen de otras estrategias de ataque. Por ejemplo, la que consiste en analizar lo que ocurre en ciertos casos particulares.

Creemos que el proveer o ayudar a los alumnos a construir estas estrategias, apoyaria a su vez la capacidad de formar abstracciones y generalizaciones necesarias para la adquisicion del lenguaje de vectores.

Proyeccion de vectores sobre rectas

En general, este tema no ofrece dificultades. Se solicitó ubicar el vector en un sistema cartesiano, y dibujar las proyecciones (sin aplicacion del producto escalar para proyectar).

Producto escalar y producto vectorial de vectores

En general, y con frecuencia, se presenta confusion entre ambas operaciones.

El producto vectorial es el calculo que realizan correctamente con mas frecuencia. El empleo del determinante parece funcionar como un recurso nemotecnico.

Lo que es evidente es la no identificación del concepto con la notacion de las operaciones producto escalar y producto vectorial.

Mas dificultades hay cuando las operaciones citadas se refieren a figuras o representaciones geometricas donde los vectores aparecen como elementos de ellas.

Aunque cabe señalar que los items o preguntas de este estilo y que se aplicaron en el cuestionario, no son las más representativas o las más fáciles.

A la vista de los resultados resumidos en las páginas anteriores, intentamos, con el objeto de lograr mejoras didácticas, las sugerencias que se detallan a continuación:

PROPUESTAS

a) Se sugiere revisar el programa de Algebra en su parte vectorial, y el de Mecanica I, buscando una relacion mas estrecha en cuanto a contenidos y aplicaciones.

Nos apoyamos en el hecho de que los mismos alumnos buscan espontaneamente esas relaciones.

b) Seria interesante extender esa busqueda a todos los demas contenidos del plan de estudios y que contengan temas vectoriales.

c) Sería pertinente orientar a los docentes de las cátedras de vectores, para que empleen métodos de enseñanza- aprendizaje tendientes a evitar en lo posible las deficiencias descriptas, durante el desarrollo de los respectivos programas. Por ejemplo, enseñar estrategias de ataque al resolver problemas.

Con el aporte de estas sugerencias se desea mejorar la enseñanza- aprendizaje del tema Vectores, y lograr el máximo aprovechamiento por parte de los alumnos.

Además, con esto se lograría que los maestros que están a cargo de la enseñanza del tema mencionado, evitarían la tarea de " repasar" contenidos cada vez que sea necesario su empleo al enseñar conceptos más específicos, en las sucesivas etapas de la carrera.

Otro aporte de esta tesis, sería ofrecer más perspectivas a los investigadores interesados en el tema, desde el punto de vista de fuente bibliográfica.

Es deseable también que la investigación realizada ayude a futuro a la Escuela de Ingeniería Civil, (U.A.P) y a otras escuelas afines, a la concreción de modificaciones en la actualización de sus respectivos planes de estudio.

A P E N D I C E S

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL — PLAN DE ESTUDIOS

(PRIMER SEMESTRE)

M A T E R I A		PRE-REQUISITO
01	GEOMETRIA DESCRIPTIVA	PREPARATORIA O EQUIVALENTE
02	METODOS GENERALES DE DIBUJO	" " "
03	ALGEBRA	" " "
04	MATEMATICAS	" " "
05	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	" " "

(SEGUNDO SEMESTRE)

06	MECANICA I	04
07	MATEMATICAS II	04
08	TOPOGRAFIA I	01 - 02
09	PRACTICAS DE TOPOGRAFIA I	01 - 02
10	FISICA I	- - - -

(TERCER SEMESTRE)

11	MECANICA II	06 - 07
12	MATEMATICAS III	07
13	FISICA II	10
14	TOPOGRAFIA II	08 - 09
15	PRACTICAS DE TOPOGRAFIA II	08 - 09
16	OPTATIVA HUMANISTICA	- - - -
17	RESISTENCIA DE MATERIALES I	06 - 07

(CUARTO SEMESTRE)

18	MATEMATICAS IV	12
19	CONSTRUCCION I	- - - -
20	RESISTENCIA DE MATERIALES II	11 - 17
21	ENSAYE DE MATERIALES	11
22	CALCULO NUMERICO I	12
23	OPTATIVA ELECTIVA	16
24	ESTRUCTURAS ISOSTATICAS	06

(QUINTO SEMESTRE)

25	MATEMATICAS V	18
26	CONSTRUCCION II	19
27	GEOLOGIA APLICADA I	21
28	CALCULO NUMERICO II	22
29	HIDRAULICA I	- - - -
30	TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS I	20 - 24
31	SOCIOLOGIA	23

gpa.

M A T E R I A	PRE - REQUISITO
(SEXTO SEMESTRE)	
32 CONSTRUCCION III	26
33 ADMON. DE EMPRESAS EN ING.	26
34 HIDRAULICA II	29
35 TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS II	30
36 GEOLOGIA APLICADA II	27
(SEPTIMO SEMESTRE)	
37 MECANICA DE SUELOS I	36
38 TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS III	35
39 ECONOMIA DE LAS OBRAS Y LEGISLACION	33
40 CONCRETO I	35
41 HIDROLOGIA	34
42 DISEÑO ESTRUCTURAL I	35
43 INSTALACIONES	29
(OCTAVO SEMESTRE)	
44 CONCRETO II	40
45 MECANICA DE SUELOS II	37
46 PLANEACION Y PROGRAMACION	39
47 OBRAS HIDRAULICAS I	41
48 PUERTOS Y VIAS FLUVIALES	41
49 ZONAS DE RIEGO	41
(NOVENO SEMESTRE)	
50 PUENTES Y PROYECTOS	45 - 47
51 CONCRETO III	44
52 INGENIERIA SANITARIA	48
53 VIAS TERRESTRES	45
54 DISEÑO ESTRUCTURAL II	38, 42, 44
55 OBRAS HIDRAULICAS II	47 - 48

gpa.

COORDINACION GENERAL COORDINACION ACADEMICA

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA
CIUDAD UNIVERSITARIA TEL. 45-62-77 EXT 121 PUEBLA, PUE.

COORDINACION GENERAL

1)

No. de Oficio:

Asunto:

PROGRAMA DE ALGEBRA (Primer Semestre)

I) REVISION DEL ALGEBRA ELEMENTAL

a) Monomios y Polinomios. Las cuatro operaciones fundamentales.
División de polinomios: División sintética y teorema del residuo.

b) Factorización de polinomios.

c) Fracciones algebraicas y operaciones fundamentales con fracciones algebraicas.

II) DETERMINANTES Y MATRICES

a) Definición de determinantes; clasificación según el orden. Propiedades.

b) Cálculo de determinantes de 2o., 3o. y 4o. orden.

c) Matrices: Concepto. Propiedades. Suma de matrices.

III) NUMEROS COMPLEJOS

a) Concepto. Notación. Operaciones fundamentales (suma, resta, multiplicación, división). Potenciación y radiación. Propiedades de las operaciones.

b) Representación gráfica.

c) Sistema polar y binómico o cartesiano. Pasaje de uno a otro, con las fórmulas correspondientes para representar el número complejo en ambos sistemas.

2)

No. de Oficio:

Asunto:

IV) ECUACIONES Y SISTEMAS DE ECUACIONES

a) Ecuación de grado n. Teorema fundamental del Algebra (sin demostración).

Clasificación de ecuaciones.

b) Ecuación cuadrática, deducción de la fórmula. Ecuación de tercer grado, de cuarto grado, etc. con raíces reales y complejas. Ecuación bicuadrada.

c) Raíces racionales: teorema relacionado con la forma de encontrar raíces.

d) Sistemas de ecuaciones lineales (cuadrados), su resolución por determinantes.

V ALGEBRA VECTORIAL

A)

a) Espacios vectoriales, definición y propiedades. Vectores. Vector libre. Vector posición (anclado).

b) Sistema de coordenadas rectangulares.

c) Vectores en una, dos y tres dimensionaes.

d) Elementos que caracterizan un vector. Igualdad de vectores. Vector unitario. Vector nulo. Vector opuesto. Vectores unitarios: **i**, **j**, **k**.

e) Representación gráfica de vectores en los sistemas coordenados cartesianos (en dos dimensiones y en tres dimensiones). Descomposición según las componentes.

f) Operaciones con vectores: suma y resta de vectores. Propiedades. Multiplicación de un vector por un escalar (No. real). Propiedades. Representación gráfica de las operaciones en sistemas coordenados cartesianos.

3)

g) Angulo entre vectores. Definición del ángulo entre dos vectores (en dos y en tres dimensiones.

B)

a) Producto escalar de vectores. Definición y propiedades.

b) Cálculo del ángulo entre dos vectores expresados en forma cartesiana. Vectores paralelos y perpendiculares. Proyección de vectores sobre rectas.

c) Producto vectorial de dos vectores. Propiedades y aplicaciones en el espacio de dos dimensiones y de tres dimensiones. Cálculo de áreas de figuras poligonales.

d) Producto triple escalar y vectorial. Propiedades y aplicaciones. Cáculo de volúmenes de cuerpos poliedros.

e) La línea recta en dos y en tres dimensiones. - Ecuación del plano (deducción vectorial).

f) Ecuación de la circunferencia y de la elipse en coordenadas rectangulares.

4)

BIBLIOGRAFIA

GEOMETRIA ANALITICA, UN ENFOQUE VECTORIAL.
Wexler, Charles. Montaner Y Simón.
Madrid, 1979.

ALGEBRA Y TRIGONOMETRIA, CON GEOMETRIA ANALITICA.
Swokowsky, Earl.
Grupo Editorial Iberoamérica.
México, 1986.

ALGEBRA
Lehmann, Charles.
Limusa.
México, 1987.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA

CIUDAD UNIVERSITARIA PUEBLA, PUE.

DIRECCION

"UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA"
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE MECANICA I
2o. SEMESTRE.

I.- INTRODUCCION

Objetivos de la materia y su relación con otras materias.

I.1.- Definición de Mecánica
I.2.- Conceptos fundamentales y principios. Leyes de Newton
I.3.- Sistemas de unidades
I.4.- Métodos de resolución numérica de problemas
I.5.- Aproximación numérica

II.- ESTATICA DE PARTICULAS, FUERZAS EN UN PLANO

II.1.- Fuerzas sobre una partícula. Resultante de dos fuerzas
II.2.- Vectores
II.3.- Suma de vectores
II.4.- Resultante de varias fuerzas concurrentes
II.5.- Descomposición de una fuerza en sus componentes
II.6.- Componentes rectangulares de una fuerza. Vectores unitarios
II.7.- Suma de fuerzas por adición de componentes
II.8.- Equilibrio de una partícula
II.9.- Primera Ley del movimiento de Newton
II.10.- Problemas en los que interviene el equilibrio de una partícula. Diagrama de cuerpo libre.

III.- FUERZAS EN EL ESPACIO

III.1.- Componentes rectangulares de una fuerza en el espacio
III.2.- Fuerza definida por su módulo y dos puntos en su línea de acción.
III.3.- Suma en el espacio de fuerzas concurrentes
III.4.- Equilibrio de una partícula en el espacio

IV.- SOLIDOS RIGIDOS. SISTEMAS DE FUERZAS EQUIVALENTES

IV.1.- Sólidos rígidos. Fuerzas externas e internas
IV.2.- Principio de transmisibilidad. Fuerzas equivalentes
IV.3.- Producto vectorial de dos vectores
IV.4.- Productos vectoriales expresados en función de componentes rectangulares
IV.5.- Momento de una fuerza respecto a un punto
IV.6.- Teorema de Varignon
IV.7.- Componentes rectangulares del momento de una fuerza
IV.8.- Producto escalar de dos vectores
IV.9.- Producto triple de tres vectores
IV.10.- Momento de una fuerza respecto a un eje dado
IV.11.- Momento de un par

IV.12.- Pares equivalentes
IV.13.- Representación de pares por vectores
IV.14.- Descomposición de una fuerza en una fuerza y un par
IV.15.- Reducción de un sistema de fuerzas a una fuerza y un par
IV.16.- Sistemas equivalentes de fuerzas
IV.17.- Casos particulares de reducción de un sistema de fuerzas

V.- EQUILIBRIO DE SOLIDOS RIGIDOS

V.1.- Sólido rígido en equilibrio
V.2.- Diagrama de sólido libre
EQUILIBRIO EN DOS DIMENSIONES
V.3.- Reacciones en los soportes y en las conexiones de una estructura bidimensional.
V.4.- Equilibrio de un sólido en dos dimensiones
V.5.- Reacciones estáticamente indeterminadas. Ligaduras parciales
V.6.- Equilibrio de un sólido sometido a dos fuerzas
V.7.- Equilibrio de un sólido sometido a tres fuerzas
V.8.- Cargas uniformemente distribuídas.
EQUILIBRIO EN EL ESPACIO
V.9.- Reacciones en los apoyos y articulaciones en una estructura tridimensional.
V.10.- Equilibrio de un sólido rígido en el espacio

VI.- ANALISIS DE ESTRUCTURAS.

VI.1.- Fuerzas internas. Tercera Ley de Newton
ARMADURAS
VI.2.- Definición de una armadura
VI.3.- Armaduras simples
VI.4.- Análisis de armaduras por el método de los nudos
VI.5.- Nudos bajo condiciones especiales de carga
VI.6.- Análisis gráfico de armaduras. Diagrama de Maxwell
VI.7.- Análisis de armaduras por el método de las secciones
ESTRUCTURAS DE UNIONES ARTICULADAS
VI.8.- Estructuras compuestas de elementos sobre las que actúan varias fuerzas
VI.9.- Análisis de un marco
VI.10.- Marcos que dejan de ser rígidos cuando se separan de sus soportes.

VII.- ROZAMIENTO

VII.1.- Introducción
VII.2.- Leyes de rozamiento seco. Coeficiente de rozamiento
VII.3.- Angulos de rozamiento
VII.4.- Problemas relacionados con el rozamiento seco
VII.5.- Rozamiento en poleas.

B I B L I O G R A F I A

LIBROS DE TEXTO:

BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R.: Mecánica Vectorial para Ingenieros, Tomo I Estática Edit. Mc.Graw-Hill, México, 1970.

LIBROS DE CONSULTA:

BRAND, L.: Mecánica Vectorial. Edit. John Wiley and Sons, Inc. México, 1964.

NARA, H.R.: Mecánica Vectorial para Ingenieros, Tomo I: Estática. Edit. Limusa-Wiley., S.A. México, 1964.

McLEAN, W.G.: NELSON, E.W.: Engineering Mechanics, Statica and Dynamics. Edit. Schaum Publ. Co., New York, 1962.

SEELY, F.B.: ENSIG, N.E.: Mecánica Analítica para Ingenieros Edit. UTHEA, México, 1964.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA
CIUDAD UNIVERSITARIA PUEBLA, PUE

COORDINACION GENERAL

Oficio No.
Asunto:

"UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA"
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE LA MATERIA:
FISICA I
2o. SEMESTRE.

I.- VOLUMEN ESPECIFICO Y TEMPERATURA.
- I.1.- Sistema y Medio que lo rodea.
- I.2.- Temperatura.
- I.3.- Termómetro
- I.4.- Diferentes tipos de termómetros.
- I.5.- Escalas de temperatura de un gas. Perfecto.
- I.6.- Ecuación general de los gases. Perfectos.
- I.7.- La constante Universal del gas.
- I.8.- La relación P, V, T en líquidos y vapores (Tablas de propiedades termodinámicas).
- I.9.- Trabajo mecánico y calor.

II.- DIMENSIONES Y UNIDADES.
- II.1.- Sistemas de Unidades

III.- CONCEPTOS Y DEFINICIONES.
- III.1.- Sistema.
- III.2.- Propiedad.
- III.3.- Estado, equilibrio, proceso y trayectoria.
- III.4.- Presión.
- III.5.- Temperatura.

IV.- LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA.
- IV.1.- Trabajo.
- IV.2.- Trabajo en un Sistema cerrado.
- IV.3.- Trabajo en un Sistema abierto.

ma.

V.- EQUILIBRIO ENTRE FASES.
- V.1.- Equilibrio Líquido - vapor
- V.2.- Diagrama presión - Temperatura.
- V.3.- Diagrama presión - volúmen
- V.4.- Diagrama temperatura - volúmen.
- V.5.- Diagrama de Fases.
- V.6.- Calores específicos.
- V.7.- Tablas de propiedades.

VI.- ECUACION DE ESTADO.
- VI.1.- Otras ecuaciones de Estado.

VII.- LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA Y SUS CONSECUENCIAS.
- VII.1.- Procesos reversibles.
- VII.2.- Fricción.
- VII.3.- La escala termodinámica de temperatura absoluta.
- VII.4.- Otros ciclos reversibles.

VIII.- ENERGIA DISPONIBLE, TRABAJO MAXIMO Y DISPONIBILIDAD.
- VIII.1.- Trabajo máximo.

IX.- RELACIONES TERMODINAMICAS GENERALES.
- IX.1.- Calores específicos.

X.- MEZCLAS NO REACTIVAS.
- X.1.- Fracción de masa y Fracción molar.
- X.2.- Presión parcial y Volúmen parcial.
- X.3.- Mezclas de gases ideales con un vapor condensable.
- X.4.- Humedad relativa. Humedad específica.
- X.5.- Temperatura del bulbo seco.
- X.6.- Temperatura del punto de rocío.
- X.7.- Temperatura de saturación adiabático.
- X.8.- Temperatura de bulbo húmedo.

XI.- PRINCIPIOS DE COMBUSTION.
- XI.1.- Ecuaciones de combustión.
- XI.2.- Temperatura teórica de flama.

XII.- EQUILIBRIO TERMODINAMICO.
- XII.1.- Criterio de equilibrio.
- XII.2.- Equilibrio entre fases de una sustancia pura.

XIII.- ASPECTOS TERMODINAMICOS DEL FLUJO DE FLUIDOS.
- XIII.1.- Velocidad del sonido.
- XIII.2.- Flujo isoentrópico.

XIV.- TRANSFERENCIA DE CALOR.
- XIV.1.- Conducción de calor unidimensional en estado estable.
- XIV.2.- Transferencia de calor por radiación.

XV.- CONOCIMIENTOS.
- XV.1.- Conducción.
- XV.2.- Convección.
- XV.3.- Radiación.
- XV.4.- Transferencia simultánea de calor.
- XV.5.- Sólido semi-infinito.
- XV.6.- Fórmulas empíricas para convección forzada en tubos.
- XV.7.- Fórmulas empíricas para convección forzada sobre tubos.
- XV.8.- Condensación en forma de película sobre cilindros horizontales.
- XV.9.- Diseño o selección de un intercambio de calor.
- XV.10.- Reflectancia y transmitancia.

XVI.- CONCEPTOS Y DEFINICIONES.
- XVI.1.- Fluidos y el continua.
- XVI.2.- Variación de las propiedades de un fluido de un punto a otro.
- XVI.3.- Estadística de los fluidos.
- XVI.4.- Variación de presión de un fluido estático.
- XVI.5.- Aceleración rectilínea uniforme.
- XVI.6.- Fuerzas sobre las superficies sumergidas.
- XVI.7.- Flotación.
- XVI.8.- Descripción de un fluido en movimiento.
- XVI.9.- Aplicación a las bombas y turbinas.
- XVI.10.- Fluidos no Newtonianos.
- XVI.11.- Viscosidad.
- XVI.12.- Esfuerzo cortante en los flujos laminares multidimensionales
- XVI.13.- Flujo laminar totalmente desarrollado en un conducto circular de sección transversal constante.

XVI.14.- Flujo laminar de un fluído newtoniano hacia abajo por superficie plana inclinada.
XVI.15.- Ecuaciones diferenciales de flujo de fluídos.
XVI.16.- Flujo de fluídos no viscosos.
XVI.17.- Flujo viscoso.
XVI.18.- El efecto de la turbulencia en la transferencia de momento.
XVI.19.- Flujo en conductos cerrados.
XVI.19.- Conducción en el estado permanente.

XVII.- EBULLICION Y CONDENSACION.
XVII.1.- Equipo para la transferencia de calor.
XVII.2.- Transferencia de calor por radiación.
XVII.3.- Transferencia convectiva de msa.
XVII.4.- Transferencia de masa en una interfase.
XVII.5.- Correlaciones de transferencia convectiva de masa.
XVIII.6.- Equipo de transferencia de masa.

XVIII.- CONDICIONES FISICAS DE SUELOS Y MANEJO DE SUELO Y AGUA.

XIX.- NATURALEZA FISICA DEL SISTEMA AGUA ARCILLAS DEL SUELO.

XX.- TEMPERATURA DEL SUELO Y TRANSFERENCIA DEL CALOR.

XXI.- PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN RELACION CON LA EROSION Y LA LIXIVIACION.

XXII.- CONDICIONES FISICAS DEL SUELO EN RELACION CON EL RIEGO.

XXIII.- USO DE RADIO ISOTOPOS EN ESTUDIO DE FISICA DE SUELOS.

XXIV.- AISLAMIENTO TERMICO.

A P E N D I C E.

Tabla A.1	Vapor de agua saturado.
Tabla A.2	Vapor de agua saturado.
Tabla A.3	Vapor de agua sobrecalentado.
Tabla A.4	Freon 12 saturado.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA
CIUDAD UNIVERSITARIA PUEBLA, PUE.

COORDINACION GENERAL

Oficio No.

Asunto:

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA"
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE LA MATERIA:
MECANICA II 3er. SEMESTRE.

I.- CINEMATICA DE PARTICULAS
- I.1.- Introducción a la Dinámica

MOVIMIENTO RECTILINEO DE PARTICULAS.
- I.2.- Posición, velocidad y aceleración
- I.3.- Determinación del movimiento de una partícula
- I.4.- Movimiento rectilíneo uniforme
- I.5.- Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
- I.6.- Movimiento de varias partículas. Movimiento relativo
- I.7.- Solución gráfica de los problemas de movimiento rectilíneo.

MOVIMIENTO CURVILINEO DE PARTICULAS
- I.8.- Vector de posición, velocidad y aceleración
- I.9.- Derivadas de las funciones vectoriales
- I.10.-Componentes rectangulares de la velocidad y aceleración.
- I.11.-Componentes tangencial y normal
- I.12.-Componentes radial y transversal
- I.13.-Movimiento respecto de un sistema con movimiento de translación. Movimiento relativo.

II.- CINEMATICA DEL SOLIDO RIGIDO
- II.1.- Introducción
- II.2.-Movimiento de translación del cuerpo rígido
- II.3.- Movimiento de rotación alrededor de un eje
- II.4.- Ecuación del movimiento
- II.5.- Velocidad angular
- II.6.- Aceleración angular
- II.7.- Movimiento de rotación uniforme y uniformemente acelerado
- II.8.- Velocidad y aceleración lineales de los puntos de un cuerpo sólido en rotación
- II.9.- Fórmulas vectoriales de la velocidad de aceleración de los puntos de un cuerpo que gira alrededor de un eje fijo.

gra.

III.- MOVIMIENTO PLANO DEL CUERPO RIGIDO

III.1.- Introducción

III.2.- Desplazamiento en el movimiento plano

a) El desplazamiento como suma de una rotación y una translación

b) El desplazamiento como una rotación pura

III.3.- Trayectoria de los puntos de un cuerpo

III.4.- Determinación de la velocidad de los puntos de figuras planas.

a) La velocidad de los puntos como suma de una translación y de una rotación.

b) Teorema de las proyecciones de las velocida des de dos puntos de un cuerpo.

c) Obtención de la velocidad de los puntos mediante el diagrama de velocidades.

i) Diagrama de velocidades

ii) Ejemplos

d) Obtención de las velocidades de los puntos mediante el centro instantáneo de rotación

i) Definición y localización del centro -- instantáneo de rotación.

ii) Casos particulares

III.5.- Determinación de las aceleraciones de los pun tos de un cuerpo rígido en movimiento plano.

a) La aceleración como suma de una translación y una rotación.

i) Definición

ii) Ejemplos

b) Obtención de las aceleraciones mediante el diagrama de aceleraciones

c) Obtención de las aceleraciones mediante el centro de aceleración cero.

IV.- OTROS MOVIMIENTOS DEL SOLIDO RIGIDO

IV.1.- Rotación del sólido rígido alrededor de un centro fijo.

a) Posición del cuerpo

b) Velocidad y aceleración de los puntos del cuer po.

IV.2.- Movimiento general del sólido rígido libre

a) Descripción del movimiento

b) Velocidad y aceleración de los puntos

V.- DINAMICA DEL PUNTO MATERIAL

V.1.- Introducción

V.2.- Leyes de la Dinámica

V.3.- Sistemas de Unidades.

VI.- ECUACION DIFERENCIAL DEL MOVIMIENTO DE LA PARTICULA Y DEL SISTEMA DE PARTICULAS.
- VI.1.- Introducción
- VI.2.- Los dos problemas de la dinámica de la partícula
  - a) Solución del primer problema de la dinámica
  - b) El segundo problema de la dinámica (problema fundamental).
    - i) Integración de la ecuación diferencial del movimiento
    - ii) Casos en que la fuerza es función del tiempo, de la velocidad y del desplazamiento.
- VI.3.- Definición del sistema de partículas
  - a) Masa de un sistema. Centro de masa
- VI.4.- Ecuación diferencial del movimiento de un sistema de partículas
- VI.5.- Teorema sobre el movimiento del centro de masas
  - a) Ley de conservación del movimiento del centro de masas.
  - b) Ejemplos
- VI.6.- Ley de gravitación de Newton

VII.- TEOREMA SOBRE LA VARIACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO.
- VII.1.- Introducción
- VII.2.- Cantidad de movimiento de una partícula
- VII.3.- Impulso elemental y total de una fuerza y un sistema de fuerzas
- VII.4.- Teorema sobre el cambio de la cantidad de movimiento de una partícula
- VII.5.- Cantidad de movimiento del sistema
- VII.6.- Teorema sobre el cambio de la cantidad de movimiento
- VII.7.- Flujo estacionario de partículas

VIII.- TEOREMA SOBRE EL CAMBIO DEL MOMENTO DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO.
- VIII.1.- Introducción
- VIII.2.- Momento angular o cinético
- VIII.3.- Teorema sobre el cambio del momento de la cantidad de movimiento de una partícula.
- VIII.4.- Momento de la cantidad de movimiento de un sistema de partículas.

VIII.5.- Teorema sobre la variación del momento de la cantidad de movimiento de un sistema.
VIII.6.- Principio de la conservación del momento de la cantidad de movimiento

IX.- TEOREMA SOBRE EL CAMBIO DE ENERGIA DE LOS SISTEMAS
- IX.1.- Introducción
- IX.2.- Energía cinética de la partícula
- IX.3.- Trabajo elemental de una fuerza
  - a) Definición
  - b) Trabajo dado por una fuerza gravitatoria
  - c) Trabajo dado por una fuerza de fricción
  - d) Trabajo dado por una fuerza elástica
- IX.4.- Teorema del cambio de la energía cinética de una partícula
- IX.5.- Energía cinética de un sistema de partículas
  - a) Definición
  - b) Energía cinética en algunos movimientos: translación, rotación y movimiento plano
- IX.6.- Teorema del cambio de la energía cinética de un sistema deformable y no deformable
- IX.7.- Algunos casos de cálculo del trabajo realizado por fuerzas actuando sobre sistemas
  - a) Fuerza gravitatoria
  - b) Fuerza aplicada a un cuerpo en rotación
  - c) Fuerza de fricción sobre cuerpos que ruedan sin resbalar
- IX.8.- Campo de fuerza. Energía potencial
- IX.9.- Ley de la conservación de la energía mec"anica

X.- TEOREMA DE D"ALEMBERT
- X.1.- Introducción
- X.2.- Fuerza de inercia y Teorema de D"Alembert para una partícula Vector principal de las fuerzas de inercia para la translación, rotación y movimiento plano.

XI.- PRINCIPIO DE LOS TRABAJOS VIRTUALES Y ECUACION GENERAL DE LA DINAMICA.
- XI.1.- Introducción
- XI.2.- Desplazamientos virtuales de un sistema
- XI.3.- Grados de libertad de un sistema
- XI.4.- Restricciones ideales
- XI.5.- El principio de los trabajos virtuales
- XI.6.- Ecuaci"on general de la dinámica

BIBLIOGRAFIA

Libros de texto:

BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R. : Mecánica Vectorial para Ingenieros Tomo I y Tomo II: Dinámica. Edit. McGraw-Hill, México, 1970.

NARA, H. R. : Mecánica Vectorial para Ingenieros. Tomo II: Dinámica, Edit. Limusa - Wiley, México, 1966.

LIBROS DE CONSULTA:

BRAND, L.: Mecánica Vectorial, Edit. John Wiley and Sons, México, 1964.

McLEAN, W. G.; NELSON, E.W. : Engineering Mechanica, Statics and Dynamica. Edit. SCHAUM. Pub. Co., New York, 1962.

SEELy, F. B.: ENSIGN, N.E. : Mecánica Analítica para Ingenieros Edit. UTEHA, México, 1964.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA

CIUDAD UNIVERSITARIA PUEBLA, PUE.

COORDINACION GENERAL

Oficio No.

Asunto:

"UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA"
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE LA MATERIA:
MATEMATICAS IV 4o. SEMESTRE

ALGEBRA LINEAL

I.- ESPACIOS VECTORIALES

- I.1.- Definición de espacio vectorial sobre R
  - a) R como espacio vectorial sobre R
  - b) R^2 como espacio vectorial sobre R
  - c) R^3 como espacio vectorial sobre R
  - d) Otros espacios vectoriales
- I.2.- Combinación Lineal
- I.3.- Expresión de un vector en función de los vectores unitarios
- I.4.- Sub-espacios vectoriales
- I.5.- Dependencia e Independencia Lineal
- I.6.- Definición del número máximo de vectores linealmente independientes.
- I.7.- Generador
- I.8.- Base, dimensión de un espacio vectorial
- I.9.- Base de un sub-espacio vectorial
- I.10.- Coordenadas de un vector
- I.11.- Sustitución de un vector en una base

II.- TRANSFORMACIONES LINEALES

- II.1.- Definición
- II.2.- Ejemplos de transformaciones Lineales
- II.3.- Las transformaciones Lineales como espacio Vectorial
  - a) Suma
  - b) Producto por un escalar
  - c) Composición de Transformaciones Lineales
  - d) Propiedades de la composición
- II.4.- Clasificación de las Transformaciones Lineales
- II.5.- Transformación inversa a una transformación Lineal

III.- MATRICES

- III.1.- Matriz asociada a una Transformación Lineal
- III.2.- Algunos tipos de Matrices
- III.3.- Algebra de Matrices
- III.4.- Suma de Matrices

zba.

Oficio No.
Asunto:

III.5.- Propiedades de la suma
III.6.- Producto de un escalar por una Matriz
III.7.- Propiedades del producto escalar por una Matriz
III.8.- Producto de Matrices
III.9.- Propiedades del producto de Matrices
III.10.- Definición de Matriz inversa de una Matriz
III.11.- Determinante asociado a una Matriz cuadrada A
III.12.- Matriz transpuesta de una Matriz A
III.13.- Propiedades de la Transpuesta
III.14.- Matriz de los cofactores de una Matriz dada
III.15.- Matriz adjunta de una matriz cuadrada A
III.16.- Propiedades de la adjunta
III.17.- Otra definición de inversa de una Matriz
III.18.- Propiedades de la inversa de una Matriz
III.19.- Rango de una Matriz
III.20.- Determinación del Rango de una Matriz
III.21.- Transformaciones elementales
III.22.- Cálculo del Rango de una Matriz por transformaciones elementales.
Matrices equivalentes
III.23.- Cálculo de la inversa de una matriz por transforma-- ciones elementales. Método de Jordán.

IV.- SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES
IV.1.- Sistema de ecuaciones Lineales
IV.2.- Notación matricial
IV.3.- Sistema de ecuaciones Lineales homogéneas
IV.4.- Solución de un sistema de ecuaciones homogéneas por el método de Gauss.
IV.5.- Solución general y soluciones particulares
IV.6.- Sistema de ecuaciones Lineales no homogéneas
IV.7.- Teorema de Rouche-Frobenius
IV.8.- Solución de sistemas de ecuaciones no homogéneas por el método de Gauss. Solución general y soluciones particulares.
IV.9.- Otros métodos para la solución de sistemas de ecuaciones de igual número de ecuaciones que de incógnitas.
IV.10.- Método de Jordan para la solución de sistemas homogéneos

V.- VECTORES Y VALORES PROPIOS, DIAGONALIZACION DE MATRICES
V.1.- Valores propios y vectores propios
V.2.- Polinomio y ecuación característica
V.3.- Base propia
V.4.- Proceso de diagonalización
V.5.- Teorema de Hamilton-Cayley

cp.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA TOPOGRAFICA

CIUDAD UNIVERSITARIA PUEBLA, PUE.

Oficio No.

Asunto:

"UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA"
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE LA MATERIA.
TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS I.
5to. SEMESTRE.

I.- INTRODUCCION.
- I.1.- Generalidades
- I.2.- Alcance del curso
- I.3.- Contenido del curso
- I.4.- Definición y propiedades de las estructuras hiperestáticas.
- I.5.- Métodos de análisis de estructuras hiperestáticas
- I.6.- Determinación del grado de hiperestaticidad de una estructura.

II.- METODO DE LAS FUERZA.
- II.1.- Generalidades
- II.2.- Introducción
- II.3.- Sistema base
- II.4.- Ecuaciones fundamentales
- II.5.- Propiedades de la matriz de los coeficientes de las incógnitas.
- II.6.- Cálculo de los coeficientes de las incógnitas y de los -- términos independientes.
- II.7.- Obtención de los diagramas de momento flexionante, fuerza cortante y fuerza normal.
- II.8.- Ejemplos.
- II.9.- Comprobaciones:
  - II.9.1.- Del cálculo de los coeficientes de las incógnitas y terminos independientes.
  - II.9.2.- Del diagrama definitivo de momentos flexionantes.
- II.10.-Otras solicitaciones.
  - II.10.1.- Efectos de temperatura
  - II.10.2.- Efectos de asentamientos en los apoyos
- II.11.-Desplazamientos en sistemas hiperestáticos.
- II.12.-Simplificaciones del método de las fuerzas
- II.13.- El centro elástico
- II.14.- Análisis de arcos hiperestáticos
- II.15.- Definición de arco. Clasificación de arcos. Elección de la directriz.
- II.16.- Variación de la sección transversal en arcos
- II.17.- Fórmula de Mohr en el caso de arcos
- II.18.- Sistema base y ecuaciones fundamentales en el arco sin articulaciones.
- II.19.- Método analítico para el análisis del arco sin articulaciones.

III.22.- Estructuras simplificadas cuando la carga es simétrica
III.23.- Rigidéz al giro de la viga simétrica con solicitación antimétrica.
III.24.- Estructuras simplificadas cuando la carga es antimétrica.

IV.- METODO MIXTO O METODO DE GVOSDEV.
IV.1.- El método mixto o de (Gvosdev).
IV.2.- Generalidades
IV.3.- Ecuaciones fundamentales
IV.4.- Ejemplos.

V.- ANALISIS DE EMPARRILLADOS POR EL METODO DE LAS FUERZAS.
V.1.- Introducción
V.2.- Análisis de sistemas espaciales por el Método de las Fuerzas
V.2.1.- Grado de Hiperestaticidad de una estructura espacial
V.2.2.- Ecuaciones Fundamentales: Cálculo de los coeficientes de las incógnitas y términos independientes.
V.3.- Ejemplo.
V.4.- Análisis de Emparrillados
V.4.1.- Generalidades
V.4.2.- Sistemas de Ecuaciones
V.4.3.- Ejemplo de Emparrillado

B I B L I O G R A F I A :

STERLING KINNEY, J.: Análisis de estructuras indeterminadas, CECSA. México, 1967.
HIRSCHFELD, K.: - Estática en la construcción, Edit. Reverté, España, 1975.
NORRIS, CH. H.: WILBUR, J.B.:- Análisis elemental de estructuras, Mc Graw-Hill, México, 1973.
TIMOSHENKO, S.: - Teoría de las estructuras, Edit. URMO, España, 1976.
WANG, CH,: ECKEL, C.: Teoría elemental de estructuras, McGraw-Hill, España, 1968.
KISELIOV.-Mecánica de la Construcción, Tomo 2, Edit. MIR. U.R.S.S.

Universidad Autónoma de Puebla

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Ciudad Universitaria Puebla, Pue.

DIRECCION

PROGRAMA DE LA MATERIA: TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS II
6o. semestre.

I.- METODOS ITERATIVOS.

- I.1. Método de Cross
- I.2. Estructuras con momento de inercia constante en cada vano.
  - 1.2.1. Generalidades
  - I.2.2. Designaciones y bases de cálculo
    - a) Regla de signos
    - b) rigidez
    - c) coeficientes de reparto
    - d) coeficientes de transmisión
    - e) Resumen de los conceptos
  - I.2.3. Estructuras indesplazables
    - a) Aclaración general para llevar a cabo el método.
    - b) Ejemplos
    - I.- Viga continua de dos vanos parcial y totalmente cargada.
    - II. Viga continua de dos vanos empotrada en un extremo.
    - III.Viga continua asimétrica de cuatro vanos.
    - IV.-Pórtico empotrado.
    - V. -Pórtico indesplazable
    - c) Aprovechamiento de la simetría de carga estructural.
      - I. Estructuras con eje de asimetría en el vano.
        - a) Viga continua
        - b) Pórtico simple con empotramiento perfecto de las columnas.
        - c) Pórtico simple con empotramiento elástico de las columnas en el terreno.
        - d) Pórtico de más de un nivel.
      - II. Estructuras con eje de simetría en los nudos o apoyos.
        - a) Viga continua
        - b) Pórtico de dos vanos
        - c) Pórtico con columnas exteriores inclinadas.
  - I.2.4.- Estructuras desplazables
    - a) Generalidades
    - b) Cálculo de las fuerzas de sujeción.
      - I.- Caso de desplazamiento horizontal de los nudos impedidos.

Oficio No.
Asunto:

II.- Caso de desplazamiento vertical de los nudos impedidos.
c) Cálculo del empuje en cada nivel
d) Relación entre desplazamiento y momento
e) Ejemplos
I.- Pórtico de dos vanos desplazable
II.-Pórtico de dos vanos y un solo nivel
III.-Pórtico de dos niveles
IV.-Pórtico empotrado con barras inclinadas
f) La reordenación de cargas en estructuras simétricas
I.- Caso en que el eje de simetría coincide con los nudos
II.-Caso en que el eje de simetría pasa por el centro del vano
I.2.5.- Estructuras desplazables: determinación de los momentos en una sola etapa de cálculo (método de Cross-Grinter--Zaytezeff)
a) Generalidades
b) Barra empotrada elásticamente en ambos extremos
c) Barra empotrada en un extremo y articulada en el otro
d) Ejemplos
I.- Pórtico de dos vanos
II.-Pórtico con carga asimétrica y tres apoyos
III.-Pórtico simétrico con tres apoyos
I.3.- Estructuras con momento de inercia variable
I.3.1.- Generalidades
I.3.2.- Designaciones y bases de cálculo
a) Coeficientes de transmisión
b) Rigidéz
c) Coeficientes de reparto
d) Momentos de empotramiento perfecto
I.3.3.- Resumen y empleo de los valores tabulados
I.3.4.- Ejemplos
a) Viga continua con cartelas
b) Pórtico de dos vanos
c) Pórtico simétrico
d) Control del cálculo numérico
I.3.5.- Pórtico con viga curva
a) Generalidades
b) Bases de cálculo y regla de signos
c) Determinación de las rigideces y coeficientes de transmisión
d) Ejemplos
I.- Pórtico biarticulado con travesaño parabólico
II.-Pórtico de tres vanos con travesaños curvos

COORDINACION CIVIL

Oficio No.
Asunto:

IV.- METODO DE TAKABEYA.

- IV.1. Ecuaciones del momento de giro y del momento de desplazamiento.
  - IV.1.1.- Entramados en los que se considera únicamente el giro de los nudos.
    - a) Ejemplo numérico: Pórtico simétrico de dos pisos con cuatro vanos iguales sometidos a la acción de cargas verticales uniformemente repartidas.
  - IV.1.2.- Simplificaciones de barra y de estructura.
    - a) Efecto de las articulaciones
    - b) Ejemplo numérico: Pórtico rígido con los extremos de sus barras laterales articulados y con columnas de diferente altura.
    - c) Influencia de la simetría
    - d) Ejemplos
      - I.- Pórtico de dos niveles y cuatro vanos
      - II.- Pórtico de ocho niveles y nueve vanos
  - IV.1.3.- Entramados en los que se considera el giro y el desplazamiento de los nudos
    - a) Deducción de las ecuaciones
    - b) Ejemplo: Pórtico simétrico de dos niveles y dos vanos.
    - c) Influencia de la simetría
      - I.- Número impar de vanos
      - II.- Número par de vanos
    - d) Ejemplo: Entramado rígido con un número impar de vanos
    - e) Observaciones
- IV.2.- Problemas referentes a entramados irregulares
  - IV.2.1.- Generalidades
  - IV.2.2.- Ejemplos
- IV.3.- Cálculo de rascacielos sujetos a la acción del viento.
  - IV.3.1.- Introducción
  - IV.3.2.- Fórmulas de momento para el cálculo preliminar.
  - IV.3.3.- Ecuaciones lineales de momentos y efecto del empotramiento en la base
  - IV.3.4.- Comparación entre los resultados obtenidos por medio del cálculo exacto y los hallados mediante las ecuaciones lineales de momentos.
- IV.4.- Aplicaciones de las tablas de momentos
  - IV.4.1.- Cargas verticales
  - IV.4.2.- Ejemplos
    - a) Pórtico simétrico de dos niveles y cuatro vanos

Oficio No.
Asunto:

b) Pórtico simétrico de tres niveles y dos vanos con relación constante de rigidéz.
c) Pórtico simétrico de tres niveles y dos vanos de rigidéz - variable.
d) Pórtico simétrico de seis niveles y cuatro vanos
e) Pórtico asimétrico en geometría y carga

IV.4.3.- Cargas horizontales
a) Ejemplo: Pórtico rígido de dos niveles y un solo vano sujeto a la acción de cargas horizontales concentradas en los nudos.

IV.4.4.- Ejemplos reales comparados con los resultados obtenidos - por la relación constante de rigidéz.

IV.5.- Instrucciones para el empleo de las tablas de momentos
IV.5.1.- Entramados rígidos simétricos sometidos a cargas verticales y simétricas sobre los vanos
IV.5.2.- Entramados rígidos simétricos sometidos a cargas horizontales concentradas en los nudos izquierdos del entramado.
IV.5.3.- Entramados rígidos y simétricos sometidos a cargas verticales simétricas sobre los vanos que se indican, pero asimétricas para el conjunto de la estructura.

B I B L I O G R A F I A:

Libros de Texto:

HIRSCHFELD, K. : Estática en la Construcción. Reverté, España 1975.
CHARON, P. : El Método de Cross y el Cálculo Práctico de la Construcción Hiperestática. Aguilar, España 1964.
KANI, G.: Cálculo de Pórticos de Varios Pisos. Reverté. Barcelona Buenos Aires - México, 1958.
CASTILLO, H. : Nueva Teoría de las Estructuras. Representaciones y - Servicios de Ingeniería, México, 1975.
TAKABEYA, F. : Estructuras de Varios Pisos. CECSA, España 1959.
KINNEY, J. S. : Análisis de Estructuras Indeterminadas, CECSA, México 1967.

PROGRAMA DE LA MATERIA:
TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS III. 7o. semestre

I. INTRODUCCION Y ELEMENTOS DE LA MAMPOSTERIA.

I.1.- Mampostería
I.2.- Piezas artificiales.
I.3.- Piezas naturales
I.4.- Morteros
I.5.- Acero de refuerzo
I.6.- Resistencia de la mampostería
I.6.1.- Resistencia a carga axial
I.6.2.- Resistencia al cortante

II. COMPORTAMIENTOS ESCTRUCTURALES DE LA MAMPOSTERIA

II.1- Comportamiento estructural de muros de mampostería
II.2.- Compresión axial - mecanismo de falla
II.3.- Compresión diagonal - mecanismo de falla
II.4.- Esfuerzos tangenciales en las juntas-mecanismo de falla.

III.- ANALISIS Y ESTRUCTURACION DE MUROS DE MAMPOSTERIA

III.1. Análisis
III.2. Muros no reforzados
III.3. Muros reforzados interiormente
III.4. Muros confinados
III.5. Muros diafragma
III.5.1. Ejemplos/problemas
III.6. Muros contraventeados
III.6.1. Ejemplos/problemas
III.7. Muros de cortante
III.7.1.- Ejemplos/problemas.

IV.- DISEÑO PLASTICO - METODO SIMPLIFICADO DE DISEÑO.

IV.1.- Hipótesis
IV.2.- Resistencia de muros a cargas verticales.
IV.3.- Resistencia de muros a cargas laterales.
IV.4.- Método simplificado de análisis sísmico.
IV.4.1.- Ejemplos/problemas.

V.- ANALISIS SISMICO ESTATICO DE ESTRUCTURAS.

V.1.- Introducción

V.2.- Procedimiento de análisis.
- V.2.1.- Obtención de las fuerzas horizontales de inercia.
- V.2.2.- Obtención de las rigideces lineales de entrepiso.
- V.2.3.- Localización de las fuerzas sísmicas a cada nivel centro de masas.
- V.2.4.- Localización de las fuerzas restauradoras en cada entrepiso centro de torsión (C.T.)
- V.2.5.- Cálculo de la fuerza cortante del elemento estructural en el entrepiso.
- V.2.6.- Cálculo del momento torsionante sísmico en el entrepiso.
- V.2.7.- Cálculo del momento de volteo. En el elemento estructural.

VI.- DISEÑO PLASTICO.- METODO DETALLADO DE DISEÑO.

- VI.1.- Introducción.
- VI.2.- Resistencia a cargas verticales
- VI.3.- Excentricidad de la carga vertical.
- VI.4.- Efectos de la esbeltez
- VI.5.- Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales.
- VI.6.- Resistencia a cargas laterales.
- VI.7.- Resistencia a flexo-compresión en el plano del muro.
  - VI.7.1.- Ejemplos.

VII.- MAMPOSTERIA DE ELEMENTOS NATURALES
- VII.1.- Objetivos.
- VII.2.- Piezas
- VII.3.- Morteros
- VII.4.- Diseño
- VII.5.- Cimientos.
- VII.6.- Muros de contensión.
  - VII.6.1.- Ejemplos.

APENDICE "A" ANALISIS MATRICIAL DE ARMADURAS. METODOS DE LAS RIGIDECES.

A_1 Principios elementales del análisis matricial.

A_2 Continuidad

A_3 Relaciones constitutivas

A_4 Equilibrio

A_5 Ejemplos.

APENDICE "B" ANALISIS MATRICIAL DE MARCOS. METODO DE LAS RIGIDECES.

B_1 RIGIDEZ A LA FLEXION DE BARRAS.

B_2 GENERALIZACION DE LAS DEFORMACIONES ANGULARES.

B_3 OBTENCION DIRECTA DE LA MATRIZ (k)

Ejemplos.

BIBLIOGRAFIA

CALCULO DE MAMPOSTERIAS MANUAL 403 Editorial U.N.A.M.
REGLAMENTOS DE CONSTRUCCION MANUAL 400 Editorial U.N.A.M.
DISEÑO SISMICO MANUAL 406 Editorial U.N.A.M.
INTRODUCCION AL ANALISIS ESTRUCTURAL CON MATRICES. Edit. McGraw.

ENCUESTA DESTINADA A LOS MAESTROS DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL (U.A.P.) QUE IMPARTEN ASIGNATURAS EN LAS QUE SE ENSEÑA EL TEMA VECTORES.

(Encuesta Numero 1)

El siguiente conjunto de preguntas . tiene como objetivo reunir información relativa a la enseñanza del tema: VECTORES. Este tema aparece como contenido de aprendizaje en el 35% (aproximadamente) de las asignaturas de la carrera.

Se considera muy valiosa su colaboración al proporcionar la información, la cual podria ser útil para:

a) Analizar el orden y secuencia en que el tema VECTORES aparece en las asignaturas de la carrera de Ingenieria Civil (U.A.P.).
b) Explicitar el alcance del concepto de vector que se requiere para la formación del ingeniero civil.
c) Proveer información a los maestros (que enseñan asignaturas referentes a vectores) interesados en hacer reajustes o modificaciones a los programas de enseñanza.

1) Profesión (indicar si es ingeniero, fisico, matemático, arquitecto, etc.
Si es ingeniero, indicar la especialidad). ....

2) ¿Se desempeña, además de como profesor, como ingeniero, consultor, contratista de obras, etc?
si no

3) Materia que imparte: ....

4) Número de veces o semestres que la ha impartido: ....

5) a) Antecedentes que considera importantes y necesarios en los estudiantes para el mejor aprovechamiento de la materia que Usted dicta:

	no importante	importante	muy importante
Calculo diferencial	....	....	....
Cálculo integral	....	....	....
Algebra Superior (ecuaciones)	....	....	....
Algebra vectorial (operaciones y representaciones graficas)	....	....	....
Cálculo vectorial	....	....	....

b) De los antecedentes señalados anteriormente, ¿Cuáles de ellos estan presentes en sus estudiantes?..................

6) a) En la asignatura que Usted imparte, ¿Se utilizan vectores?

nunca	ocasionalmente	frecuentemente	siempre
.....	....	....	....

b) Dichos vectores se utilizan para:

i) El desarrollo completo de la asignatura si no

ii) Un tema especifico: si no

En caso afirmativo.¿cual? ....

iii) Aplicaciones en problemas: si no

En caso afirmativo, ejemplifique: ....

7) a) Si respondio afirmativamente la pregunta 6), ¿Qué aproximacion vectorial utiliza?

geometrica (en forma de diagramas) ....

analitica (referida a un sistema cartesiano) ....

simbolico-formal(como elemento de un espacio vectorial) ....

b) ¿Cuantas dimensiones se requieren? dos tres n

8) a) ¿Utiliza dibujos o esquemas para representar vectores?

si no

b) ¿Refiere los vectores a un sistema cartesiano?

nunca ocasionalmente frecuentemente siempre

....

9) ¿Ha encontrado la necesidad de revisar algún sistema referido a vectores en el desarollo de su programa?

si no

En caso afirmativo, favor de anotarlo: ....

10) ¿Considera necesario o recomendable la implantacion de un curso introductorio al algebra de vectores para los alumnos de nuevo ingreso en la carrera de Ingenieria Civil, antes del curso de Mecanica I?

si no

Justifique su respuesta:..............................

....

11) ¿Considera que el concepto de vector y las operaciones entre vectores son conocimientos útiles (utilizables) en la práctica profesional del ingeniero?

si no

Si es afirmativo, ¿Podria dar un ejemplo de su aplicación?

....

12) Se agradeceria cualquier sugerencia que quiera hacer y que considere de utilidad para optimizar el aprendizaje de los alumnos relativo al tema vectores: ....-

....

TEXTO DE LA ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MAESTROS, SOLICITANDO DESCRIPCION DE PROBLEMAS ESPECIFICOS CON VECTORES.

(Encuesta Numero 2).

Señor Profesor:

Al colaborar Usted en la contestación de esta encuesta, contribuirá a la investigación de la importancia que tiene el tema VECTORES en los contenidos de estudio de la carrera de Ingeniería Civil, y en su aplicación posterior en la practica profesional.

Al esclarecer estos aspectos, se intentará determinar cuales mejoras se pueden realizar en el plan de estudios.

Muchas gracias.

Nombre del maestro: ....
Titulo profesional: ....
Asignaturas que imparte: ....
Número de semestres laborados en cada asignatura: ....
Otras actividades profesionales, además de la impartición de cátedras: ....

Se solicita enunciar y describir el desarrollo de problemas o situaciones (esencialmente diferentes entre si), tipicas del empleo de vectores en las asignaturas que imparte.

Tambien se solicita enunciar y describir el desarrollo de dos problemas o situaciones (esencialmente diferentes entre si) , tipicos del empleo de vectores en la practica profesional.

TEXTO DE LA ENCUESTA A LOS COORDINADORES
(Encuesta Número 3)

Coordinador académico: ....
Coordinador de área:(especificar cuál): ....

Una vez que Usted haya leido el organigrama de las asignaturas que integran el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil (U.A.P). rogamos nos de su opinión acerca de las siguientes preguntas:

1) a) ¿Cuál es el objetivo del programa (curso, asignatura) de Algebra, y como se integra al curriculum?
b) ¿Considera que este objetivo se logra? ¿Por qué?

2) La misma pregunta para Matemática IV.

3) La misma pregunta para Matemática V.

4) Según su opinión: ¿Hace falta un curso de introducción al Algebra Vectorial, antes del curso (usual) de Mecánica? ¿Sustituiría al curso de Algebra? ¿Formaría parte? Justifique. ....

CUESTIONARIO DE ALGEBRA VECTORIAL

Nombres y apellidos del alumno:
Grupo:
Fecha:

1) a) Calcular el módulo del vector $\vec{A} = 4\ i + 3\ j$

b) Dar el vector unitario en la dirección del vector $4\ i + 3\ j$

2) Considerar el vector $\vec{A} = 3\ i - 2\ j - k$, y completar la siguiente tabla:

Sus características / Vector	Dirección respecto a $\vec{A}$.	sentido respecto a $\vec{A}$.	Magnitud respecto a $\vec{A}$.	expresión cartesiana
$-\vec{A}$				
$3\vec{A}$				

3) Dados los vectores:

$$\vec{A} = 2\,i + 4\,j \,, \; y \qquad \vec{B} = -3\,i + j$$

Calcular:

a) $|\vec{A}| =$

b) $\vec{A} + \vec{B} =$

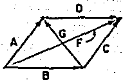
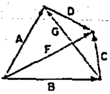
c) $\vec{A} - \vec{B} =$

d) $2\,\vec{A} =$

e) $-5\,\vec{B} =$

f) $2\,\vec{A} - 5\,\vec{B} =$

4) Respecto de la figura de la columna de la izquierda, y de las condiciones dadas, llenar las casillas de la siguiente tabla:

Figura	Condición	El vector diagonal $\vec{F}$, puede expresarse en términos de $\vec{A}$ y de $\vec{B}$?		El vector diagonal $\vec{G}$ puede expresarse en términos de $\vec{A}$ y de $\vec{B}$?	
		Si	No	Sí	No
	$\vec{A} \mathbin{//} \vec{C}$ $\vec{B} \mathbin{//} \vec{D}$	$\vec{F} =$	¿Por qué?	$\vec{G} =$	¿Por qué ?
	ninguna	$\vec{F} =$	¿Por qué ?	$\vec{G} =$	¿Por qué ?

5) Los vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$, y $\vec{C}$ son tales que $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$. Las expresiones cartesianas de estos vectores son:

$\vec{A} = 2\,i - 3\,j$; $\vec{B} = x\,i - y\,j$; $\vec{C} = 5\,i - 7\,j$,

encontrar los valores de las componentes x y y del vector $\vec{B}$.

6) Dados $\vec{A} = 3\,i - 2\,j - k$, y $\vec{B} = 2\,i - 5\,j - 4\,k$, calcular:

a) $\vec{A} \cdot \vec{B} =$

b) $\vec{A} \times \vec{B} =$

7) Los vectores $\vec{A} = 7\,i - 3\,j$, $\vec{B} = 2\,i - y\,j$ son perperndiculares. Encontrar el valor de la componente y del vector $\vec{B}$.

8) Dados los vectores $\vec{A} = i - j + k$, y $\vec{B} = i + j - k$, :

a) Encontrar un vector perpendicular al plano de $\vec{A}$ y de $\vec{B}$.

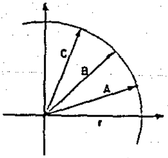
b)¿Cuál es la magnitud del vector encontrado?

9) $\vec{A}$ y $\vec{B}$ son vectores cualesquiera , y θ es el ángulo entre ellos. El producto $|\vec{A}||\vec{B}| \cos \theta$ define: (subraye la respuesta correcta).

a) La magnitud del producto escalar.

b) La magnitud del producto vectorial.

10) En la figura, se han representado los vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$, y $\vec{C}$, cuyos extremos están sobre una circunferencia (de la cual está dibujada una parte).

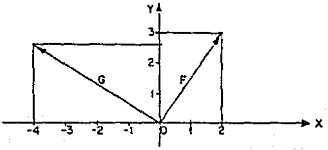


a) ¿Cuánto vale $|\vec{A}|$, $|\vec{B}|$ y $|\vec{C}|$?

b) ¿Qué es mayor: $\vec{A} \cdot \vec{B}$ ó $\vec{A} \cdot \vec{C}$?

Explicar la respuesta.

11) En la figura, los vectores $\vec{F}$ y $\vec{G}$ son perpendiculares. ¿Cuál es el valor de la componente y del vector $\vec{G}$? Usar el producto escalar para dar la respuesta.



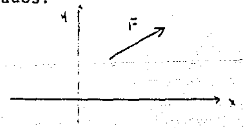
12) Dado el vector $\vec{A} = 3\,i + 5\,j$, encontrar la expresión cartesiana de:

a) Proyección de $\vec{A}$ en la dirección del eje x..

b) Proyección de $\vec{A}$ en dirección del eje y.

c) Proyección de $\vec{A}$ en la dirección de $\vec{B} = -2\,i + 4\,j$.

13) Descomponer gráficamente la fuerza $\vec{F}$, según los ejes coordenados.



14) Considerar un vector cualquiera $\vec{A}$.

i) ¿Qué representa la expresión $\dfrac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$?

ii) ¿Qué magnitud tiene el vector $\dfrac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$?

iii) ¿Cuál es la dirección de este vector, respecto a la dirección del vector $\vec{A}$?

iv) ¿Cuál es su sentido, respecto al sentido del vector $\vec{A}$?

15) Sean $\vec{A}$ y $\vec{B}$ vectores en el plano, y m un número real tal que : $\vec{A} - m\,\vec{B}$.

i) Si $\vec{A}$ y $\vec{B}$ tienen el mismo sentido, ¿Cuál es el signo de m ?

ii) Si $\vec{A}$ y $\vec{B}$ tienen sentidos opuestos, ¿Cuál es el signo de m ?

16) Considerar un vector $\vec{A}$ y un número real m. Nos interesan las características del vector m $\vec{A}$, según los valores de m. Como ejemplo, hemos completado el primer renglón de la tabla. Completarla.

Valor de m	Sentido de $m\vec{A}$ respecto de $\vec{A}$.	Dirección de $m\vec{A}$ respecto de $\vec{A}$.	Magnitud de $m\vec{A}$ respecto de $\vec{A}$
$m = 1$	el mismo	la misma	igual
$m > 1$			
$0 < m < 1$			
$-1 < m < 0$			
$m < -1$			

17) Los puntos a (2,6), b (3,8), y c (2 , - 5) están en el plano (x,y). Emplea vectores para averiguar si tales puntos determinan un triángulo rectángulo.

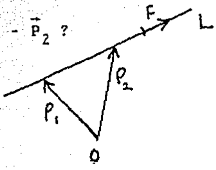
18) $\vec{A}$, $\vec{B}$ y $\vec{C}$ son vectores consecutivos que forman un triángulo. ¿Cuánto vale la suma $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$?

19) $\vec{A}$, $\vec{B}$, y $\vec{C}$ son vectores tales que $\vec{A} + \vec{B} - \vec{C}$. La magnitud de $\vec{C}$ es:
(Subrayar la respuesta correcta) .

i) igual a $|\vec{A}| + |\vec{B}|$
ii) Mayor o igual que $|\vec{A}| + |\vec{B}|$
iii) Menor o igual que $|\vec{A}| + |\vec{B}|$
iv) No se puede saber

20) En la figura, O es un punto fijo y $\vec{F}$ es un vector en la dirección de la recta L. Considerar dos vectores con origen en O, y extremo en L.

i) ¿Cuál es la dirección del vector $\vec{P}_1 - \vec{P}_2$?



ii) ¿Cuánto vale $(\vec{P}_1 - \vec{P}_2) \times \vec{F}$?

21) Los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ están en el plano (x,y), ¿cuánto mide el ángulo entre el plano (x,y) y el vector $\vec{A} \times \vec{B}$?

22) ¿Cuál es el ángulo entre los vectores $\vec{A} \times \vec{B}$ y $\vec{B} \times \vec{A}$?

23) Los vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$ y $\vec{C}$ son tales que $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$. ¿Puede concluirse que $|\vec{A}| + |\vec{B}| = |\vec{C}|$? Explicar la respuesta.

24) Se sabe que un vector $\vec{C}$ es perpendicular al vector $\vec{A}$ y también al vector $\vec{B}$. Demuestre que ese vector es perpendicular, también, al $\vec{A} + \vec{B}$ y al $\vec{A} - \vec{B}$.

25) Los vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$, y $\vec{C}$ están en el mismo plano, y son tales que:

$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$ y $|\vec{A}| + |\vec{B}| = |\vec{C}|$. ¿Qué puede decirse de estos vectores?

26) Si una partícula se mueve a lo largo de una curva C, bajo la acción de una fuerza $\vec{F}$, el trabajo realizado por esa fuerza se define como:

$$T = \int_C (\vec{F} \cdot d\vec{x})$$

donde $d\vec{x}$ indica el desplazamiento.

Si $\vec{F}$ actúa siempre en ángulo recto respecto al desplazamiento, ¿cuál es el trabajo T hecho por la fuerza $\vec{F}$?.

B I B L I O G R A F I A

Brand, Louis. MECANICA VECTORIAL. México, 1980.

Beer, F. Jhonston. R. MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS, DINAMICA, Mc Graw Hill, México, 1985.

Berry, J.S. Savage, M. Williams, J. Mechanics in decline?

INT. JOURNAL MATHEMATICS SCIENCE AND TECNOLOGY. Vol. 20, No. 2. Pág. 289-296. 1989.

Bruner, J.S. INVESTIGACIONES SOBRE EL DESAROLLO COGNITIVO. Pablo del Río Editor. Madrid, 1980.

Freudenthal, Hans. Fiabilité, validité et pertinence. Criteres de la recherche sur l'ensignement de la Matematiqué. EDUCATIONAL STUDIES IN MATHEMATICS. Vol. No. 13. Pág. 395-408. 1982.

Galilei, Galileo. Opere.Unione Tipográfico. Editrice tironese. Torino, 1980.

Hastad, Matts. Mathematics and engineers. EDUCATIONAL STUDIES IN MATHEMATICS. Vol. 1. Pág. 93-97. 1968.

Hernández Velasco, F.F. Investigación de los niveles de compresión de los conceptos de derivada e integral en los estudiantes del primer año de Ingeniería. TESIS. Maestría en Educación Matemática. U.A.C.P. y P. UNAM. México, 1988.

Magnusson, David. TEORIA DE LOS TESTS. Trillas, México. 1990.

Resnick, R. Halliday, D. FISICA I. CECSA. México, 1988.

Singer, F. MECANICA PARA INGENIEROS. ESTATICA. Harla, México, 1981.

Takabeya, F. ESTRUCTURAS DE VARIOS PISOS. CECSA. MEXICO, 1969.

Terrazas V. Guillermo. CALCULO VECTORIAL. Tomo I. Instituto Politécnico Nacional. México, 1983.

Timoshenko, S. TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS. URMO. Madrid. 1976.

Kardestuncer, Hayrettin. INTRODUCCION AL ANALISIS ESTRUCTURAL CON MATRICES. Mc Graw Hill. Bogotá, 1965.

Van Standen, Peter. A comprehensive introduction to vector algebra. INTERNATIONAL JOURNAL MATHEMATIC. EDUCATION AND TECHNO. Vol. 17. No. 6. Pág. 765-770. 1986.

Valle Espinosa, Consuelo. Programa y apuntes de Matemáticas IV. (Algebra lineal).

Wexler, Charles. GEOMETRIA ANALITICA, UN ENFOQUE VECTORIAL. Montaner y Simón. Madrid. 1979.