

## INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA CONVOCATORIA 2020

### DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL INSTITUTO Y RESPONSABLES DEL PROYECTO

Número y nombre del instituto	ISFDyT N°.9-006 "Prof. Francisco Humberto Tolosa"
C.U.E.	5001363-00
Correo electrónico institucional	<a href="mailto:tolosasuperior@yahoo.com.ar">tolosasuperior@yahoo.com.ar</a>
Nombre del/de la rector/a	Abraham, Patricia
Nombre y correo del/de la referente de investigación	Boiteux, Yanina Anabel <a href="mailto:yanina.boiteux@gmail.com">yanina.boiteux@gmail.com</a>
Nombre del/de la director/a del proyecto	Farina, Esteban Celedonio
Título del proyecto	<i>"Estado actual de comprensión de gráficas de cinemática en estudiantes avanzados de los Profesorados de Educación Secundaria en Matemática, Física y Química"</i>
Resolución del Consejo Directivo respecto del proyecto original	Resolución CD N° 27/18

Equipo de investigación			
Puesto	Apellido	Nombres	DNI
Director	Farina	Esteban Celedonio	23.725.288
Codirector	Debandi	Alberto Fabián	22.525.909
Docente investigador	Baldo	Héctor Javier	27.611.812
Docente investigador	Jofré	Sergio Walter	27.047.896
Ayudante alumno	Rodríguez	Walter Denis	36.666.690

## **I. TÍTULO**

*Estado actual de comprensión de gráficas de cinemática en estudiantes avanzados de los Profesorados de Educación Secundaria en Matemática, Física y Química.*

## **II. RESUMEN**

El presente trabajo de investigación consiste en la aplicación del conocido test de preguntas de respuestas múltiples: Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K), elaborado por Beichner (1994), a un grupo de estudiantes avanzados de los Profesorados de Educación Secundaria en Matemática, Física y Química del ISFDyT N°. 9-006 “Prof. Francisco Humberto Tolosa”, que ya han sido instruidos en los conceptos de Mecánica Newtoniana.

El propósito de la investigación es averiguar cuáles son los conocimientos conceptuales sobre algunos temas de cinemática y fundamentalmente la interpretación gráfica de los mismos que tienen los estudiantes del Profesorado después de la instrucción, independientemente de la metodología utilizada para su enseñanza.

Los resultados obtenidos muestran que en todos los grupos el rendimiento promedio es bajo y las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los gráficos de cinemática coinciden con las estudiadas por diferentes autores. Además, se observa que hay un conjunto de preconcepciones adoptadas por los individuos que son comunes a la mayoría de la población.

Si bien el diagnóstico revela un panorama poco alentador respecto de la formación de los futuros profesores respecto de temas de cinemática, no discrepa con los resultados obtenidos en otros países del mundo.

## **III. PALABRAS CLAVE**

Cinemática, comprensión de gráficas, Test of Understanding Graphs in Kinematics, conocimiento conceptual, aprendizaje en Física.

## **IV. PROBLEMATIZACIÓN**

La problemática que aborda este trabajo está relacionada con las dificultades que se observan en estudiantes avanzados de los Profesorados de Ciencias Básicas (Matemática, Física y Química) a la hora de interpretar, comprender o utilizar gráficas de cinemática.

Estas dificultades se ponen en evidencia en las unidades curriculares que usan estos contenidos y capacidades como saberes previos y en el desempeño de las prácticas profesionales docentes (Residencia).

Lo preocupante de esta situación es que los estudiantes que egresan de la institución formadora como profesores transmiten estos errores o concepciones alternativas a sus propios alumnos, trasladando el problema a otro nivel del sistema educativo, con todo lo que esto implica.

Los estudiantes se muestran cómodos al resolver problemas directos que sólo requieren utilizar fórmulas y reemplazar datos en ellas, pero a la hora de responder preguntas de análisis o interpretar la gráfica de un movimiento aparecen errores conceptuales y de modelado que están íntimamente ligados a preconcepciones que los estudiantes tienen arraigadas y que son fruto de múltiples variables experienciales, escolares, contextuales y de la propia formación superior.

El propósito del proyecto es identificar estas preconcepciones y los modelos alternativos que los estudiantes avanzados del ISFDyT N°.9-006 ponen en marcha a la hora de interpretar gráficas de cinemática estudiando las respuestas a un cuestionario de diagnóstico especialmente diseñado para esto y así describir el estado actual de comprensión de gráficas de cinemática.

## **V. PREGUNTA Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el estado actual de los estudiantes avanzados de los Profesorados de Ciencias Básicas, futuros profesores, respecto de la comprensión de gráficos de cinemática y de los conceptos básicos que subyacen a éstos?

### **Objetivo General**

- Diagnosticar el estado actual de comprensión de gráficas de cinemática en estudiantes avanzados de los Profesorados de Educación Secundaria en Matemática, Física y Química del ISFDyT N°.9-006 “Prof. Francisco H. Tolosa”.

### **Objetivos específicos**

- Averiguar cuáles son los conocimientos conceptuales de cinemática que tienen los estudiantes avanzados de los profesorados de Matemática, Física y Química del ISFDyT N°.9-006.

- Estudiar el nivel de interpretación de gráficas de cinemática que tienen los estudiantes avanzados de los profesorados de Matemática, Física y Química del ISFDyT N°.9-006.
- Realizar un análisis cuantitativo y cualitativo para determinar una aproximación a las concepciones alternativas que usan los estudiantes para interpretar las gráficas de cinemática.
- Comparar los resultados de las distintas carreras en busca de similitudes y diferencias.
- Hacer una síntesis de los errores más comunes que cometen los futuros profesores después de la instrucción.

## **VI. JUSTIFICACIÓN O RELEVANCIA**

Con esta investigación se busca saber cuáles son aquellas ideas previas que predominan con respecto a la comprensión de gráficas de cinemática en los alumnos avanzados de los profesorados de Matemática, Física y Química, con la finalidad de saber cuál es el nivel de conocimiento conceptual que poseen los mismos, de tal manera que nos ayude al diseño y desarrollo de actividades y prácticas que nos permitan mejorar de manera significativa los conocimientos de los estudiantes.

En el caso de este trabajo no fue considerada una hipótesis debido a que se trata de una investigación de tipo exploratoria y diagnóstica.

Los datos que se recolectarán dentro de la investigación serán de gran ayuda ya que servirán para conocer aquellas ideas previas que pueden facilitar el entendimiento de los conceptos base de esta investigación, así como ofrecer un punto de referencia para saber cuáles son aquellas concepciones que no favorecen el entendimiento de los conceptos. Esto último con la finalidad de que los futuros docentes aclaren y/o disipen esas ideas erróneas al abordar los temas de cinemática dentro del aula.

Resultados obtenidos en los últimos años, de exámenes finales, de parciales de unidades curriculares correlativas y de informes de profesores que necesitan como insumo la comprensión de gráficas de cinemática, ponen de manifiesto que en los cursos avanzados de las carreras de Profesorado en Ciencias Básicas (Matemática, Física y Química) hay una baja calidad de conocimientos conceptuales de cinemática a pesar de que muchos estudiantes tienen acreditada la asignatura Física I. De la misma manera este diagnóstico se extiende a los egresados de estas carreras que si bien han recibido instrucción durante cuatro años no han logrado comprender en profundidad algunos conceptos básicos de Física.

Esto no sólo ocurre en el nivel superior, en otros niveles como el secundario y el posterior al superior también aparecen estas dificultades.

La creencia en que la resolución cuantitativa de problemas hace al conocimiento de la disciplina es una de las causas de los malos resultados en la formación de profesores, ingenieros y estudiantes en general.

El logro del conocimiento conceptual encuentra un obstáculo en las preconcepciones que los estudiantes adquieren, construyen y refuerzan a lo largo de su experiencia cotidiana y contextual. Sin embargo, la formación docente parece no lograr el cambio conceptual adecuado.

Este trabajo se centra en la obtención de un diagnóstico que nos permita saber cuáles son las fortalezas y las debilidades en la comprensión de gráficas de cinemática, porque a partir de ellas se pueden encontrar las causas de las dificultades características y en función de estas elaborar las estrategias más convenientes para alcanzar el conocimiento conceptual aceptado por la disciplina, en las aulas.

## VII. ESTADO DEL ARTE

En los últimos treinta años son muchas las investigaciones y publicaciones que se han realizado en torno al estudio diagnóstico de comprensión de gráficas de cinemática, como así también de las preconcepciones, ideas previas o conceptos alternativos que influyen en ella. En toda América y Europa, son muy conocidos los trabajos de universidades, institutos tecnológicos y de profesorado de países como Estados Unidos, México, Colombia, Ecuador, Brasil, España y por supuesto algunos de Argentina.

Existen varias revistas especializadas en donde aparecen trabajos de investigación y desarrollo relacionados con las temáticas de preconcepciones de gráficas de cinemática y de los test que miden el conocimiento conceptual de contenidos de Física. Entre ellas podemos mencionar la revista que edita la APFA (Asociación de Profesores de Física de la Argentina) y la revista Latinoamericana de Física Educativa (LAJPE) patrocinada por la Red Latinoamericana de Física Educativa.

En muchos trabajos de investigación sobre este tema se aplica el TUG-K antes (pre-test) y después (post-test) de la aplicación de alguna estrategia o metodología de enseñanza para saber si la misma es más o menos exitosa que otra que se usa de control. Ejemplo de investigaciones de este tipo es el trabajo *Enseñanza-aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica bajo un enfoque constructivista: Ensayo en el grado décimo de la institución educativa Pbro. Juan J. Escobar* (Diosa Ochoa, 2012) cuyo

objetivo era determinar la ganancia en el aprendizaje cuando se aplican estrategias que promueven el aprendizaje significativo en comparación con otras enseñanzas recibidas. Otros estudios existentes en el área utilizan el TUG-K en forma parcial para determinar la ganancia conceptual de los estudiantes. Es el caso de la investigación titulada *Conceptualización e interpretación gráfica de la cinemática en una y dos dimensiones utilizando análisis de video* (Caballero Barros y otros, 2016) que utiliza solo siete preguntas del test.

Nuestro trabajo utiliza el test para construir un diagnóstico de la situación actual de los estudiantes avanzados y no pretende calcular ningún tipo de ganancia. Si bien esta investigación no presenta originalidad frente a otras (como las consignadas en las referencias bibliográficas de este trabajo) es sumamente útil para nosotros porque muestra la realidad de nuestra institución y a la vez hace un aporte al contexto global de este campo. La suma de trabajos en esta línea contribuye a la mejora de las estrategias de enseñanza en las aulas.

## **VIII. MARCO TEÓRICO**

A principio de los 80 se comenzaron los primeros estudios sobre preconcepciones en Física. Por aquel entonces los especialistas en educación en Física empezaron a colocar al estudiante y a su proceso de aprendizaje en el centro del proceso didáctico (sabiendo que el alumno tiene de antemano una serie de conocimientos contruidos a partir de sus experiencias cotidianas). Entendemos por preconcepciones, concepciones alternativas o concepciones de sentido común a aquellas explicaciones que se tienen sobre cómo funcionan las cosas en el mundo físico (o real), pero que se contraponen a las explicaciones actualmente aceptadas como correctas por los expertos de la disciplina. Algunos estudios muestran que estas concepciones alternativas constituyen una red de creencias, verdaderas teorías alternativas, que se contraponen a las estructuras científicas aceptadas, y que por lo tanto se constituyen en importantes barreras u obstáculos para el aprendizaje (Benegas, 2003).

Estas preconcepciones o concepciones alternativas se construyen generalmente fuera del sistema educativo formal. Cuando los alumnos reciben instrucción en los diferentes niveles de escolarización pueden revertir estos conceptos erróneos y lograr el cambio conceptual. En algunos casos esto no se logra, incluso en la formación docente.

La lectura, interpretación y entendimiento de las gráficas de cinemática no escapa al problema de las preconcepciones que presentan algunos estudiantes avanzados y profesores en servicio.

Las gráficas de cinemática son representaciones cartesianas de las variables cinemáticas en función del tiempo. Es decir, los gráficos que se realizan sobre un par de ejes perpendiculares donde se colocan escalas de posición, velocidad o aceleración (eje de ordenadas) contra escalas de tiempo (eje de abscisas). Estos gráficos describen el movimiento de un cuerpo a partir del cambio de una variable cinemática a medida que transcurre el tiempo y permiten inferir los gráficos de las variables cinemáticas restantes.

Para informar sobre cuál es el estado actual de nuestra institución respecto de la comprensión de gráficas de cinemática, utilizaremos un test diagnóstico de preguntas con respuestas de múltiple opción denominado TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics).

El objetivo de esta herramienta de evaluación conceptual es probar la capacidad que tienen los estudiantes para interpretar este tipo de gráficas. Este test está constituido por 21 preguntas de respuesta de opción múltiple en las que los estudiantes deben analizar situaciones y comprender las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, que las describen.

Para elaborar este test, Robert J. Beichner se basó en investigaciones sobre comprensión de gráficas realizadas por Mokros y Tinker y McDermott, Rosenquist y van Zee y tomó y modificó algunas preguntas de trabajos como el de McKenzie y Padilla.

Beichner utilizó información de más o menos 900 estudiantes de nivel preuniversitario y universitario para crear una clasificación del entendimiento del estudiante en gráficas de cinemática y formular las preguntas para su test. Esta taxonomía de las concepciones de estudiantes en la comprensión de gráficas de cinemática se usó en los distractores de las preguntas del TUG-K.

Las pruebas que utilizó Beichner para validar el test fueron: la prueba KR-20 (que mide la consistencia interna de las preguntas), la prueba del coeficiente post-biserial (que mide la confiabilidad de cada una de las preguntas), la prueba Delta de Ferguson (que mide la habilidad discriminatoria del examen como un todo) y el índice discriminatorio por ítem (que mide cómo el diagnóstico discrimina de estudiantes por arriba del promedio de estudiantes por debajo del promedio).

Las preguntas del test abordan los siguientes objetivos conceptuales:

- Determinar la velocidad de un cuerpo a partir de la gráfica de posición vs. tiempo.
- Determinar la aceleración de un cuerpo a partir de la gráfica de velocidad vs. tiempo.
- Determinar el desplazamiento de un cuerpo a partir de una gráfica de velocidad vs. tiempo.
- Determinar el cambio de velocidad de un objeto a partir de la gráfica de

aceleración vs. tiempo.

- Seleccionar la gráfica de cinemática correspondiente cuando se les presente una gráfica de cinemática.
- Seleccionar la descripción textual del movimiento correspondiente cuando se les presente una gráfica de cinemática.
- Seleccionar la gráfica de cinemática correspondiente cuando se les presente una descripción textual del movimiento.

El TUG-K describe una serie de dificultades características de los estudiantes que se evalúan con este diagnóstico:

- La gráfica es considerada por los estudiantes como una fotografía de la situación sin tomar en cuenta qué tipo de gráfica es, posición, velocidad o aceleración.
- Los estudiantes leen directamente los valores de la gráfica ya sea de posición, velocidad o aceleración y los designan como la pendiente de un tiempo dado.
- Los estudiantes no distinguen entre posición, velocidad o aceleración en las gráficas aun cuando explícitamente estén indicadas.
- Para calcular la pendiente en gráficas donde la variable cambia uniformemente, los estudiantes lo pueden hacer si la gráfica pasa por el origen pero se les dificulta cuando ésta no pasa por el origen haciéndolo de la misma manera.
- Los estudiantes no reconocen el significado del área bajo la curva en las gráficas de velocidad y aceleración.
- Los estudiantes calculan pendientes cuando la cantidad que se les pregunta requiere de un cálculo de área bajo la curva.

Por medio de este test se pueden determinar otros problemas conceptuales y también medir el éxito de la implementación de estrategias educativas y de recursos didácticos.

## **IX. METODOLOGÍA**

Esta investigación se realizó desde una perspectiva cuantitativa pero con algunas digresiones de análisis cualitativo ya que, de acuerdo al planteamiento del problema, se buscó indagar sobre cuál es el estado actual de la interpretación de gráficas de cinemática, temática que permite una discusión que puede ir más allá del análisis estadístico. Por su carácter diagnóstico, se considera que es una investigación de tipo exploratoria.

Para obtener la información principal se aplicó un instrumento de evaluación diagnóstica (TUG-K) muy utilizado en investigación de conocimiento conceptual.

Este test está constituido por 21 preguntas de respuestas de opción múltiple (la respuesta correcta y cuatro distractores por pregunta) que fueron contestadas en un

tiempo de 45 minutos. El test se aplicó a una población de aproximadamente 40 alumnos.

Con esta prueba se pretendió explorar completamente el estado actual de los conceptos de cinemática a través de la comprensión de gráficas cartesianas.

Un aspecto que se consideró para tomar la población es que en su totalidad son alumnos regulares que ya han regularizado y/o acreditado la unidad curricular Física I, por lo que los conceptos de posición, velocidad y aceleración son temas que ya se han estudiado. No se investigaron por separado regulares y acreditados, para hacer algún tipo de comparación, ya que el número de unos y otros no es suficiente para obtener resultados significativos. Sólo interesó que hubieran realizado la instrucción (cursado Física I) y que hubieran sido evaluados de alguna manera (examen parcial o examen final).

Una vez distribuidos los cuestionarios entre los participantes se resaltó a éstos que leyeran detalladamente cada una de las preguntas que conforman el test, que las analizaran y las respondieran seleccionando una opción de las cinco propuestas.

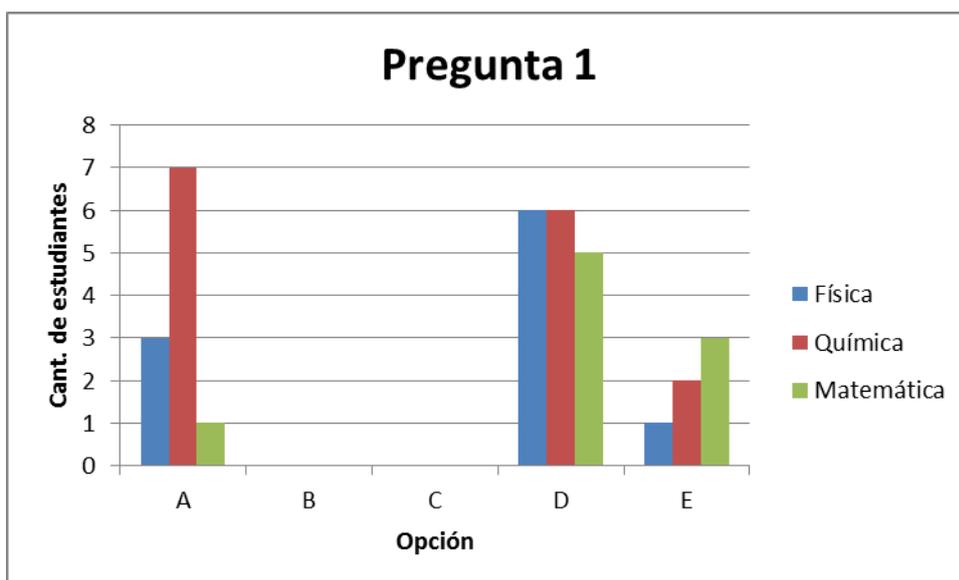
Luego de la recolección, organización y procesamiento de los datos, se realizó un análisis de los mismos a partir de la definición de las categorías y subcategorías de análisis, para cada grupo y en general.

Posteriormente se obtuvieron y estudiaron las concepciones alternativas de los estudiantes de cada profesorado y las concepciones alternativas fuertes independientes del grupo. Para terminar se elaboraron las conclusiones.

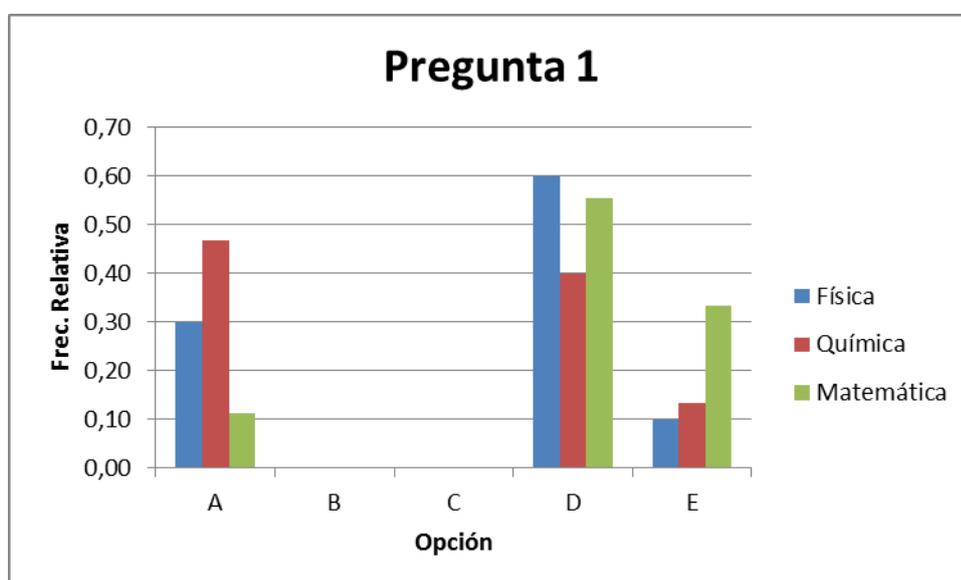
## X. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### ORGANIZACIÓN EN TABLAS Y GRÁFICOS DE LOS DATOS RECOLECTADOS

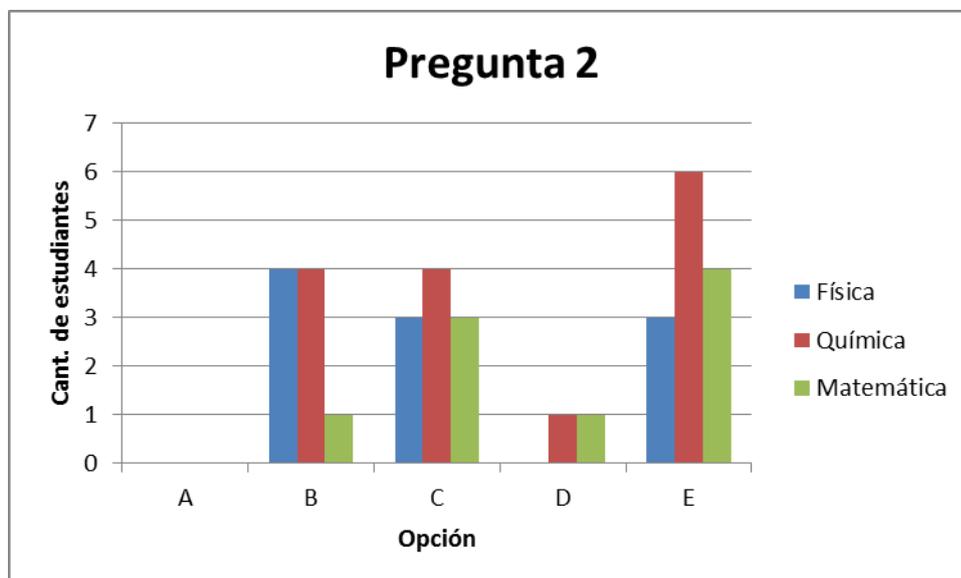
PREG 1	A	B	C	D	E
Física	3	0	0	6	1
Química	7	0	0	6	2
Matemática	1	0	0	5	3



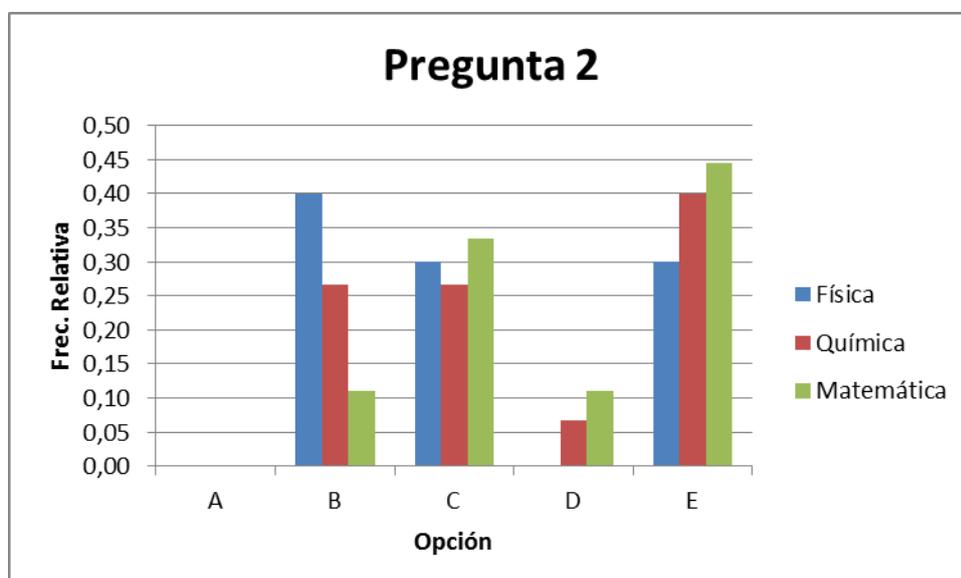
PREG 1	A	B	C	D	E
Física	0,30	0,00	0,00	0,60	0,10
Química	0,47	0,00	0,00	0,40	0,13
Matemática	0,11	0,00	0,00	0,56	0,33



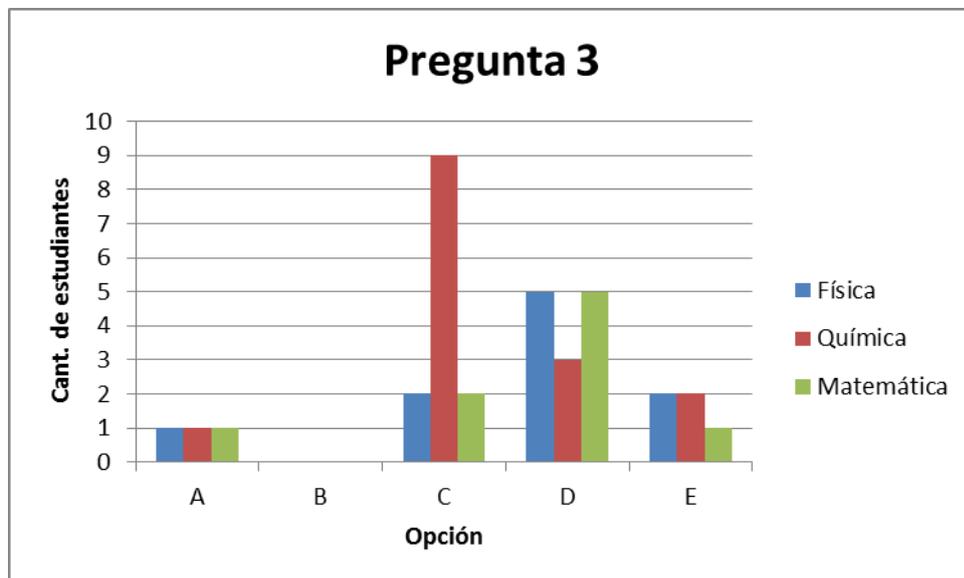
PREG 2	A	B	C	D	E
Física	0	4	3	0	3
Química	0	4	4	1	6
Matemática	0	1	3	1	4



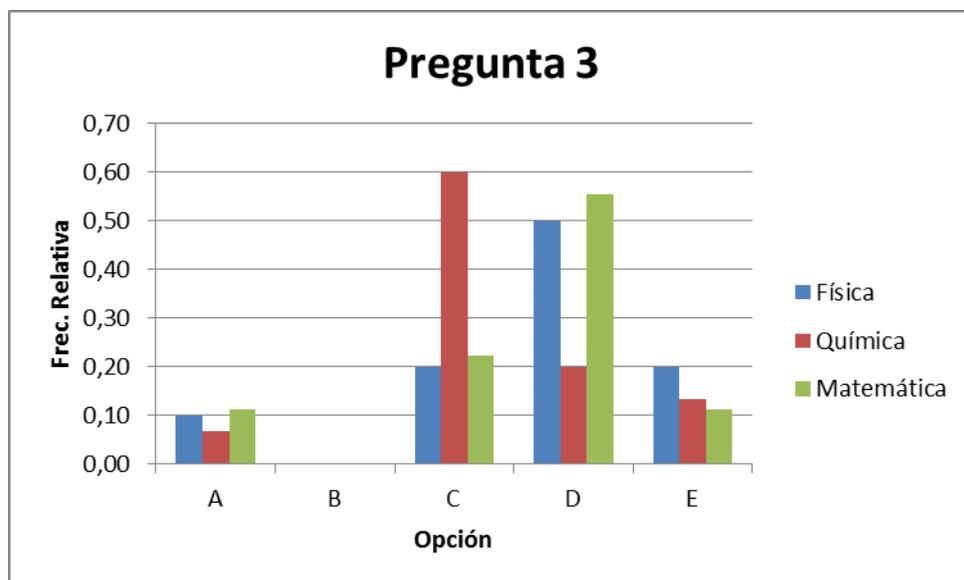
PREG 2	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,40	0,30	0,00	0,30
Química	0,00	0,27	0,27	0,07	0,40
Matemática	0,00	0,11	0,33	0,11	0,44



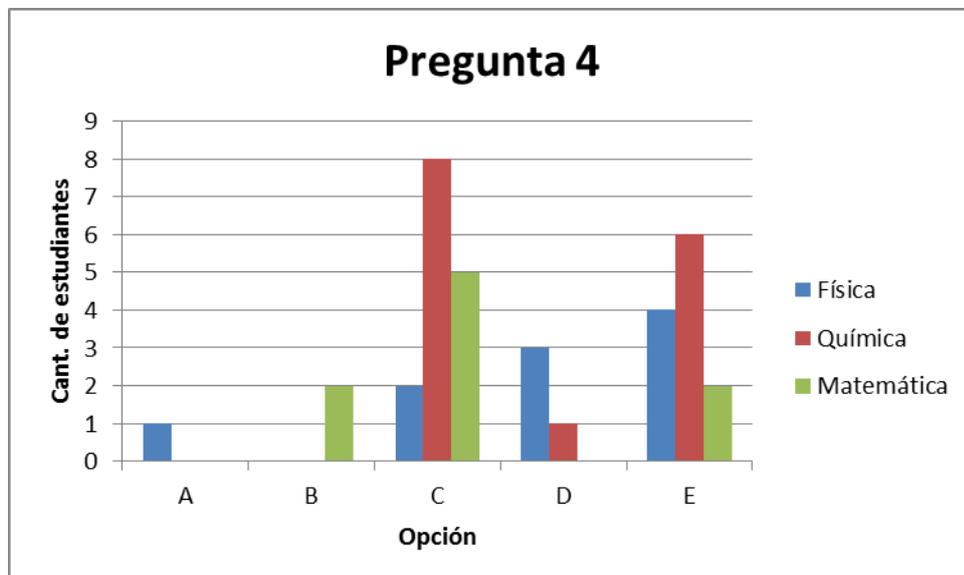
PREG 3	A	B	C	D	E
Física	1	0	2	5	2
Química	1	0	9	3	2
Matemática	1	0	2	5	1



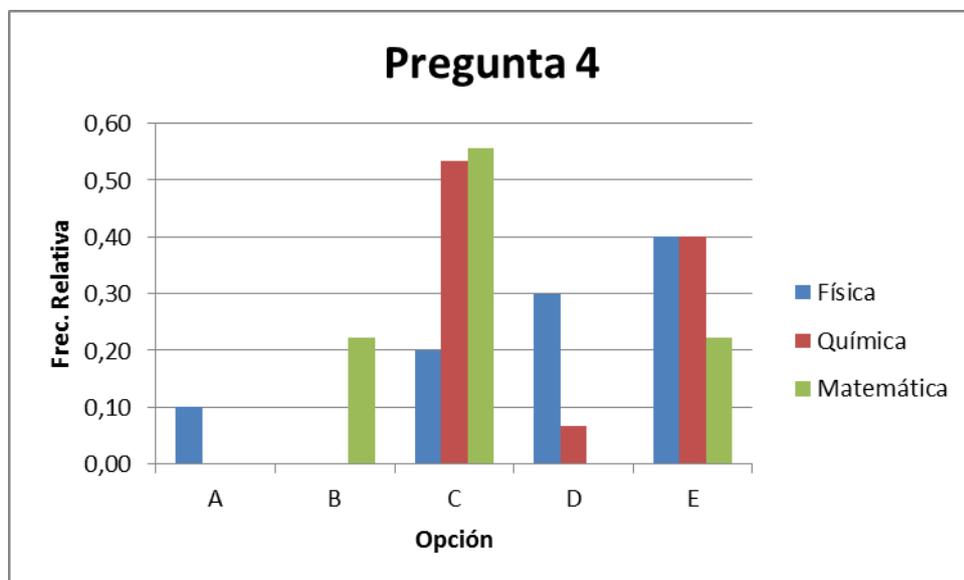
PREG 3	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,00	0,20	0,50	0,20
Química	0,07	0,00	0,60	0,20	0,13
Matemática	0,11	0,00	0,22	0,56	0,11



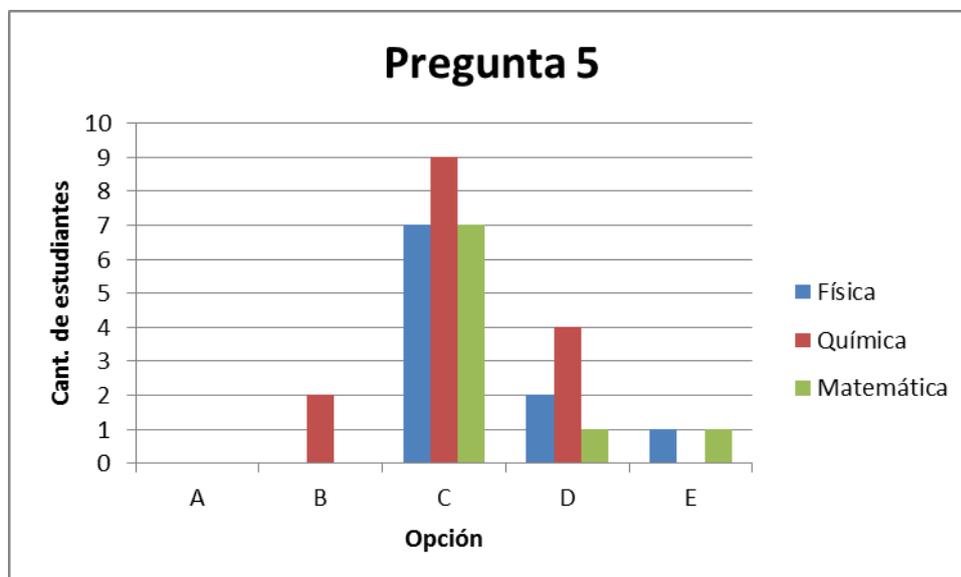
PREG 4	A	B	C	D	E
Física	1	0	2	3	4
Química	0	0	8	1	6
Matemática	0	2	5	0	2



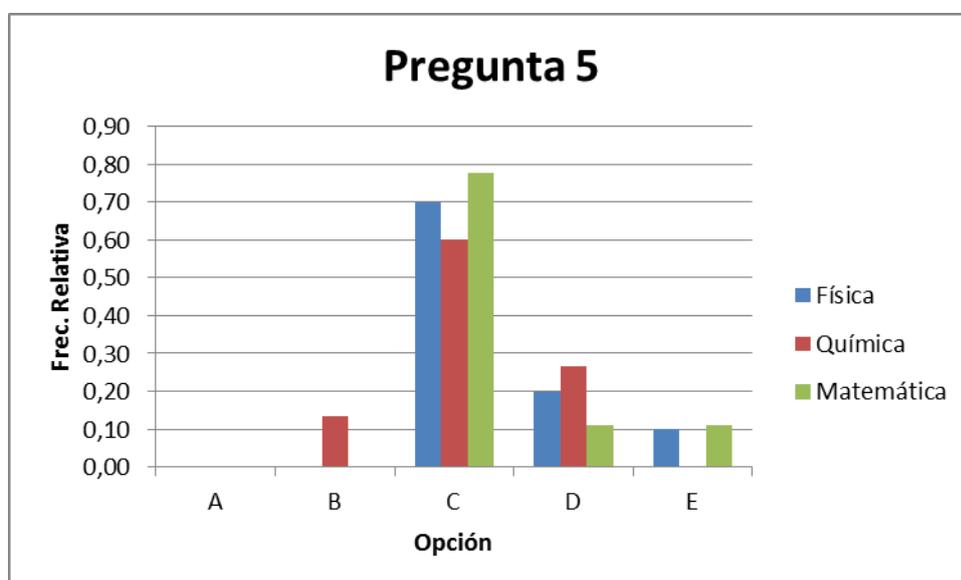
PREG 4	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,00	0,20	0,30	0,40
Química	0,00	0,00	0,53	0,07	0,40
Matemática	0,00	0,22	0,56	0,00	0,22



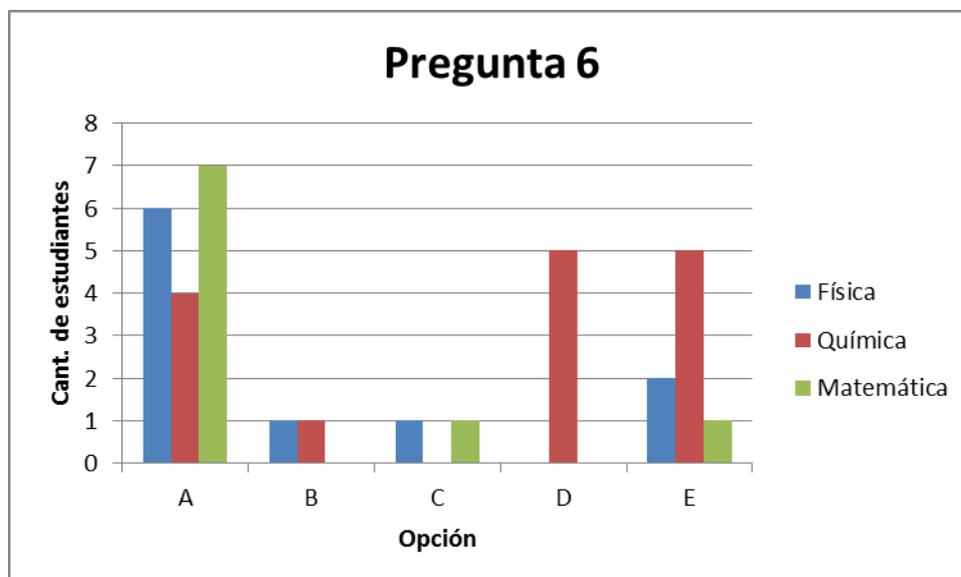
PREG 5	A	B	C	D	E
Física	0	0	7	2	1
Química	0	2	9	4	0
Matemática	0	0	7	1	1



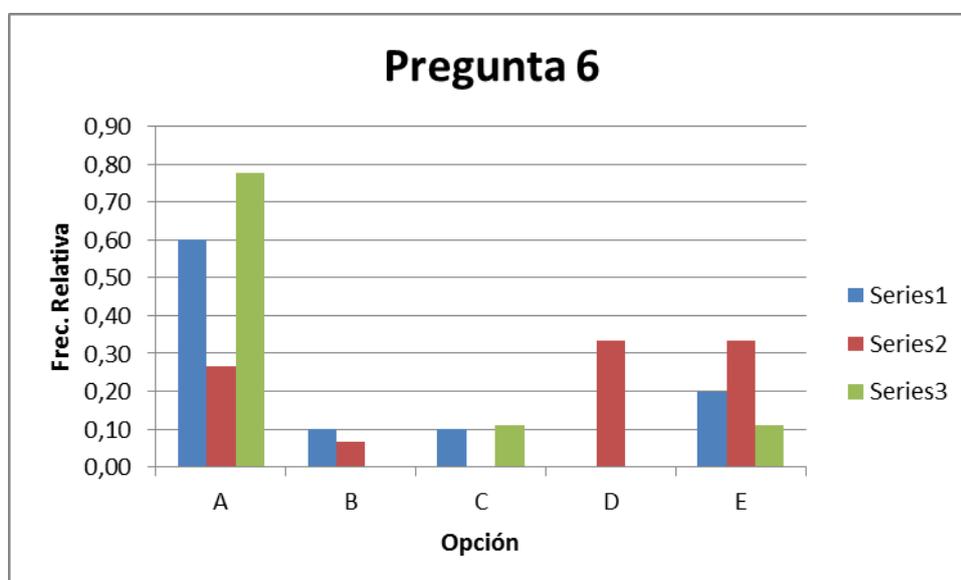
PREG 5	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,00	0,70	0,20	0,10
Química	0,00	0,13	0,60	0,27	0,00
Matemática	0,00	0,00	0,78	0,11	0,11



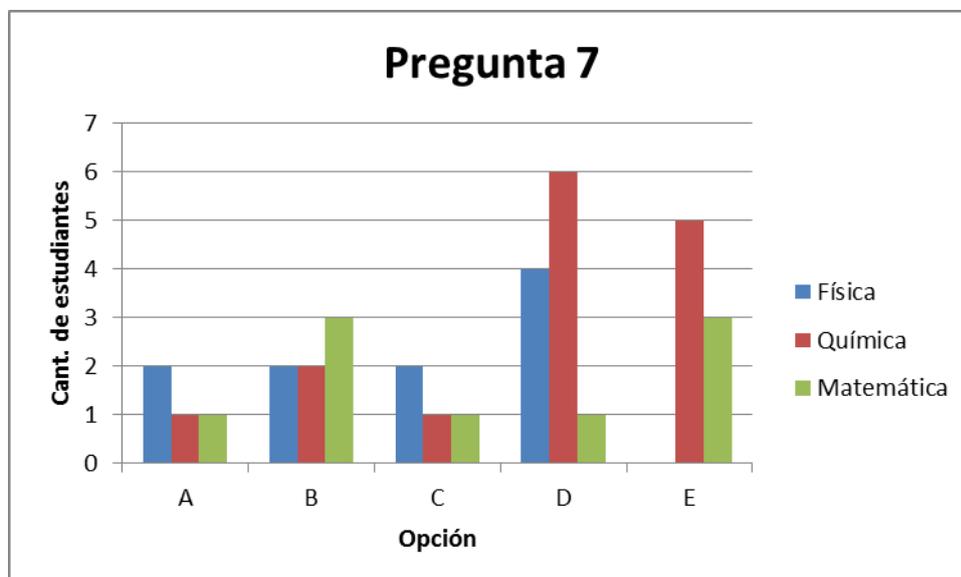
PREG 6	A	B	C	D	E
Física	6	1	1	0	2
Química	4	1	0	5	5
Matemática	7	0	1	0	1



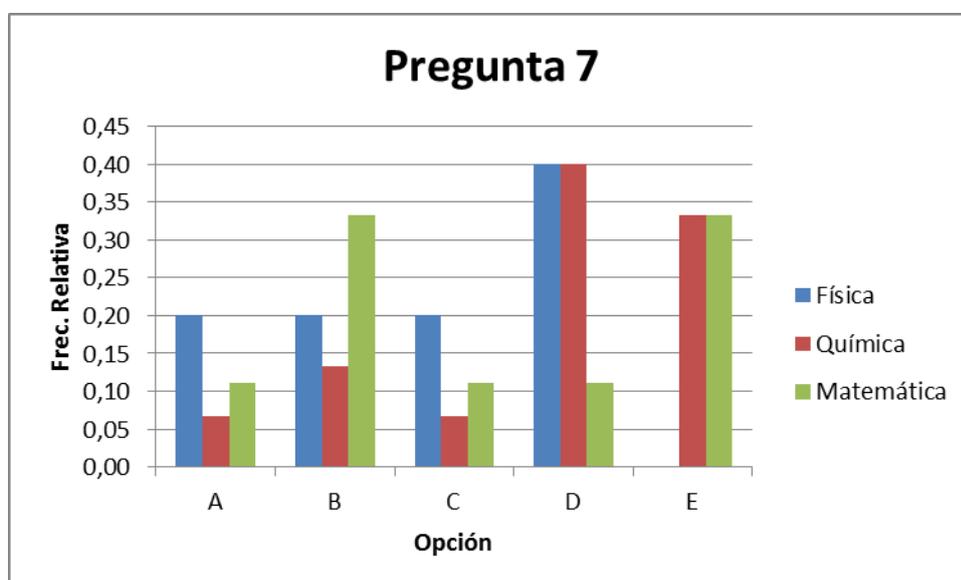
PREG 6	A	B	C	D	E
Física	0,60	0,10	0,10	0,00	0,20
Química	0,27	0,07	0,00	0,33	0,33
Matemática	0,78	0,00	0,11	0,00	0,11



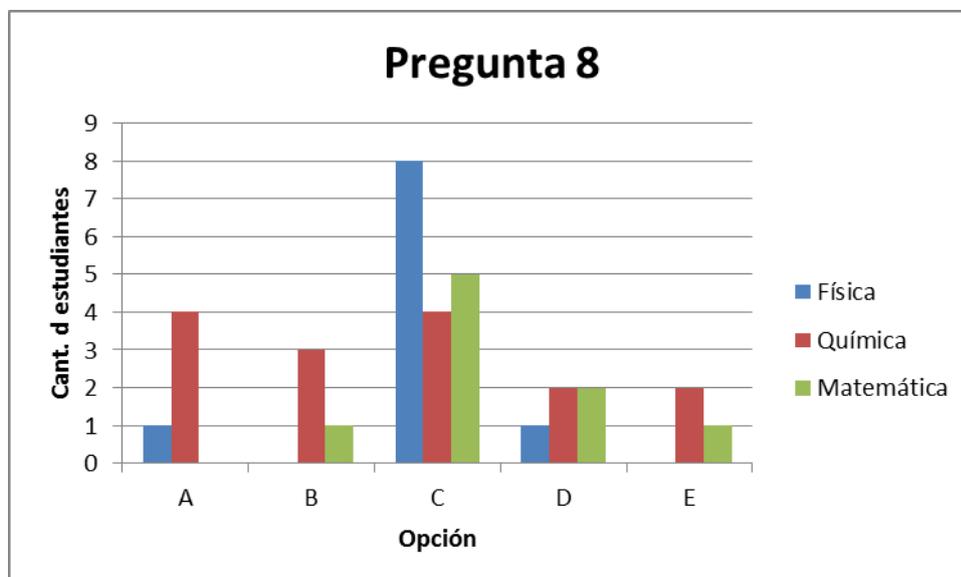
PREG 7	A	B	C	D	E
Física	2	2	2	4	0
Química	1	2	1	6	5
Matemática	1	3	1	1	3



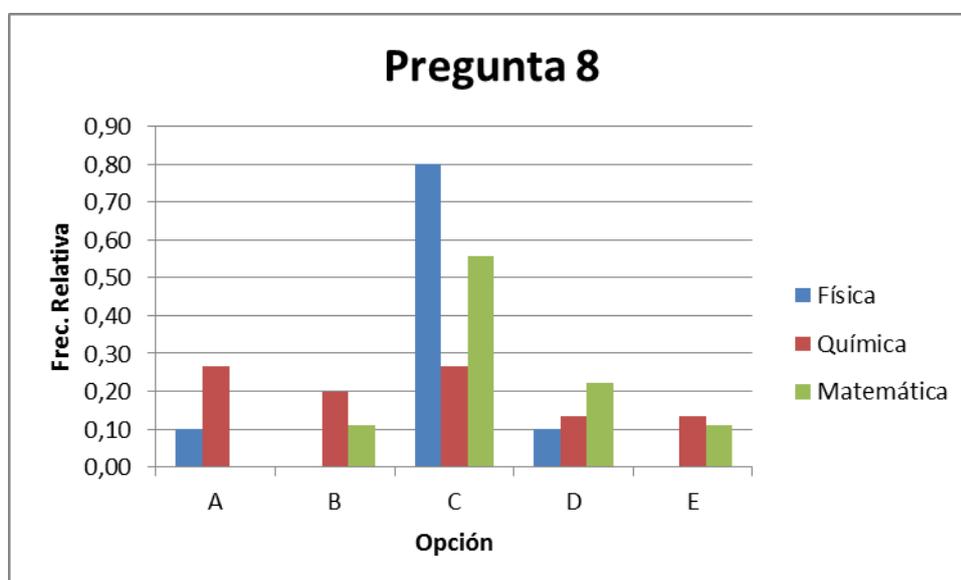
PREG 7	A	B	C	D	E
Física	0,20	0,20	0,20	0,40	0,00
Química	0,07	0,13	0,07	0,40	0,33
Matemática	0,11	0,33	0,11	0,11	0,33



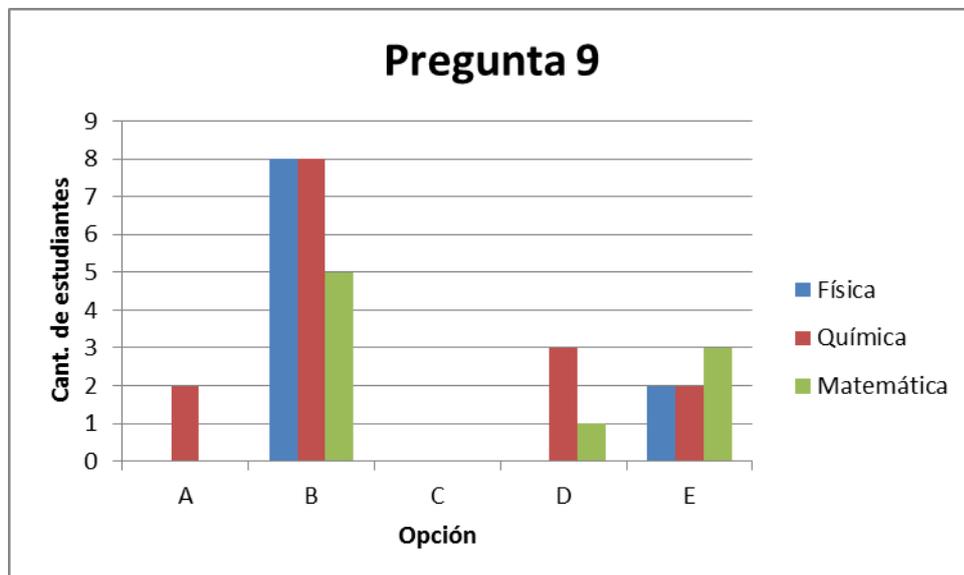
PREG 8	A	B	C	D	E
Física	1	0	8	1	0
Química	4	3	4	2	2
Matemática	0	1	5	2	1



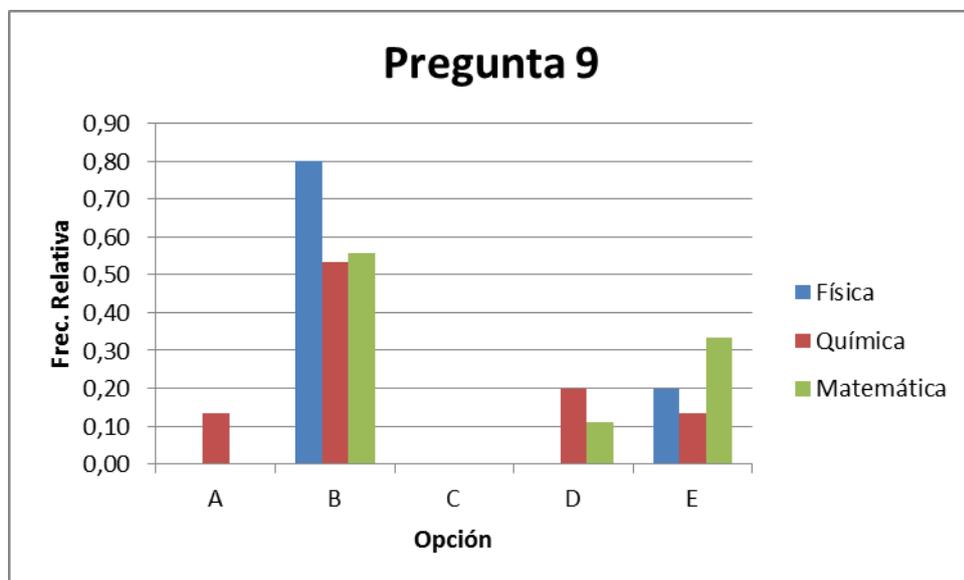
PREG 8	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,00	0,80	0,10	0,00
Química	0,27	0,20	0,27	0,13	0,13
Matemática	0,00	0,11	0,56	0,22	0,11



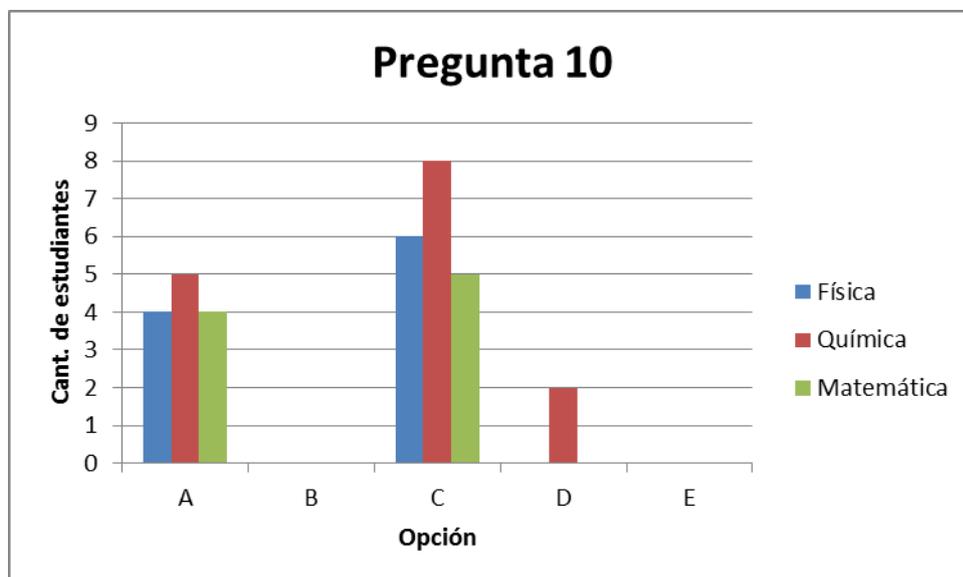
PREG 9	A	B	C	D	E
Física	0	8	0	0	2
Química	2	8	0	3	2
Matemática	0	5	0	1	3



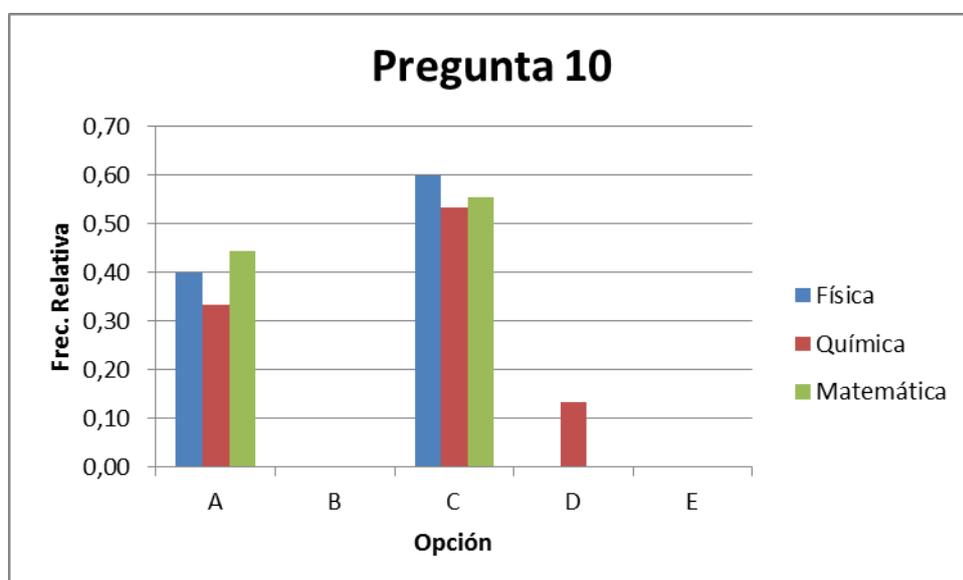
PREG 9	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,80	0,00	0,00	0,20
Química	0,13	0,53	0,00	0,20	0,13
Matemática	0,00	0,56	0,00	0,11	0,33



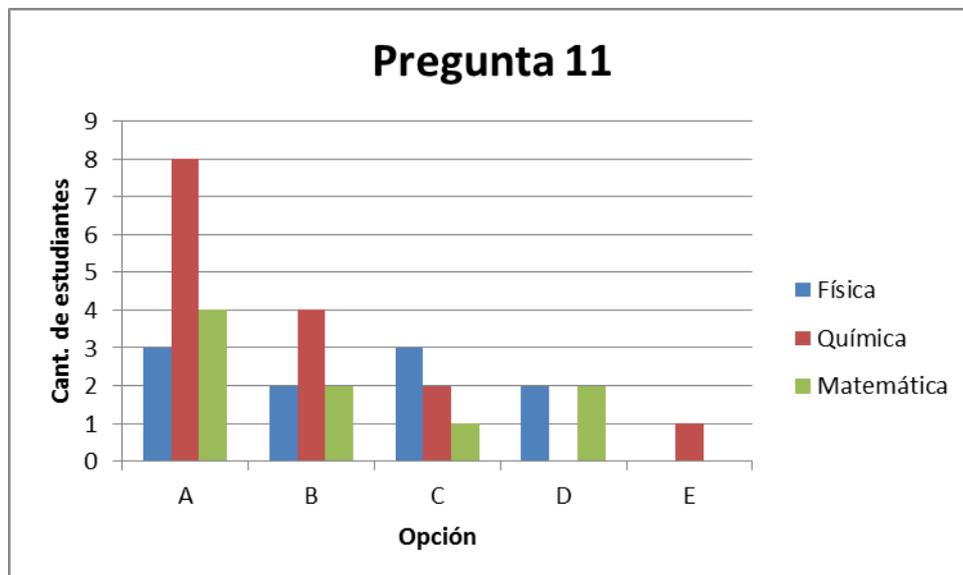
PREG 10	A	B	C	D	E
Física	4	0	6	0	0
Química	5	0	8	2	0
Matemática	4	0	5	0	0



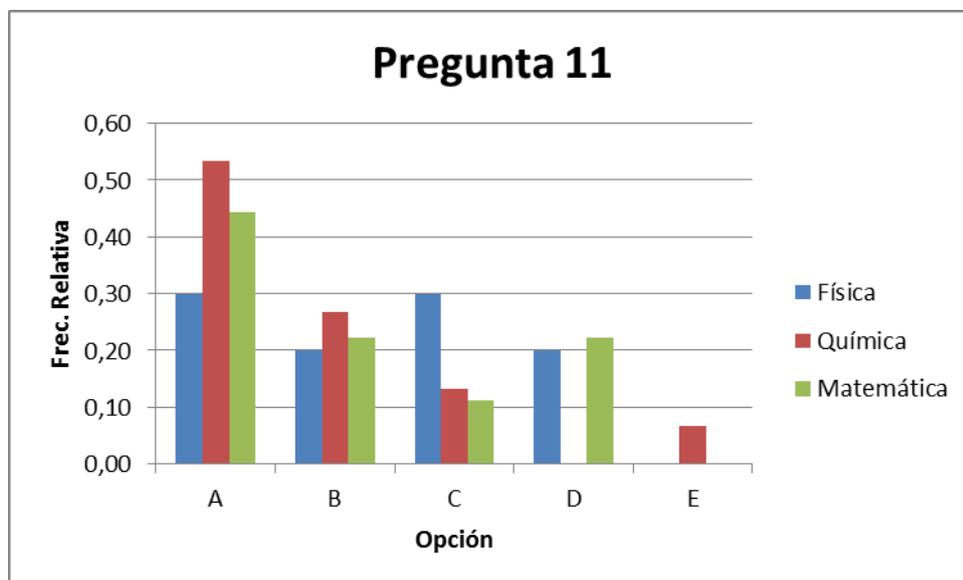
PREG 10	A	B	C	D	E
Física	0,40	0,00	0,60	0,00	0,00
Química	0,33	0,00	0,53	0,13	0,00
Matemática	0,44	0,00	0,56	0,00	0,00



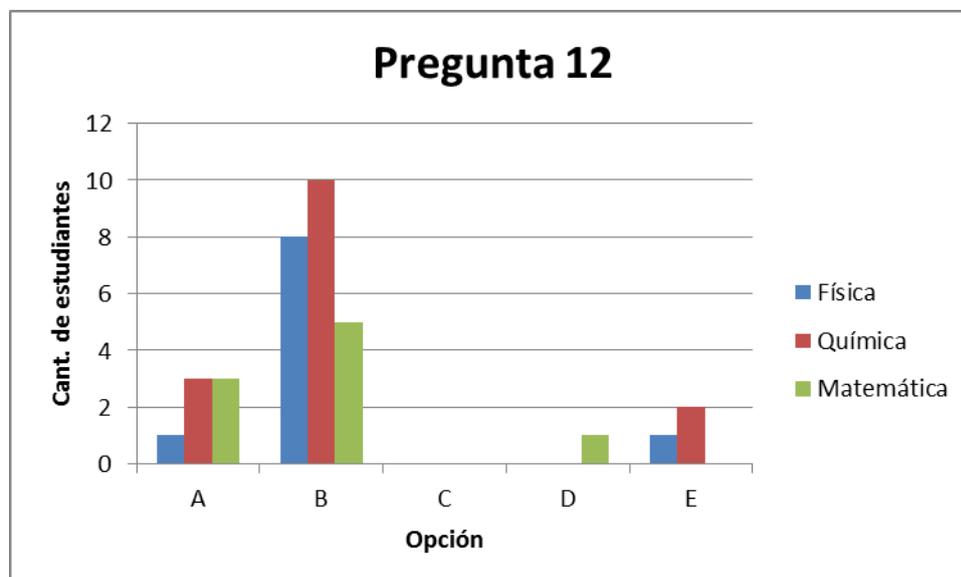
PREG 11	A	B	C	D	E
Física	3	2	3	2	0
Química	8	4	2	0	1
Matemática	4	2	1	2	0



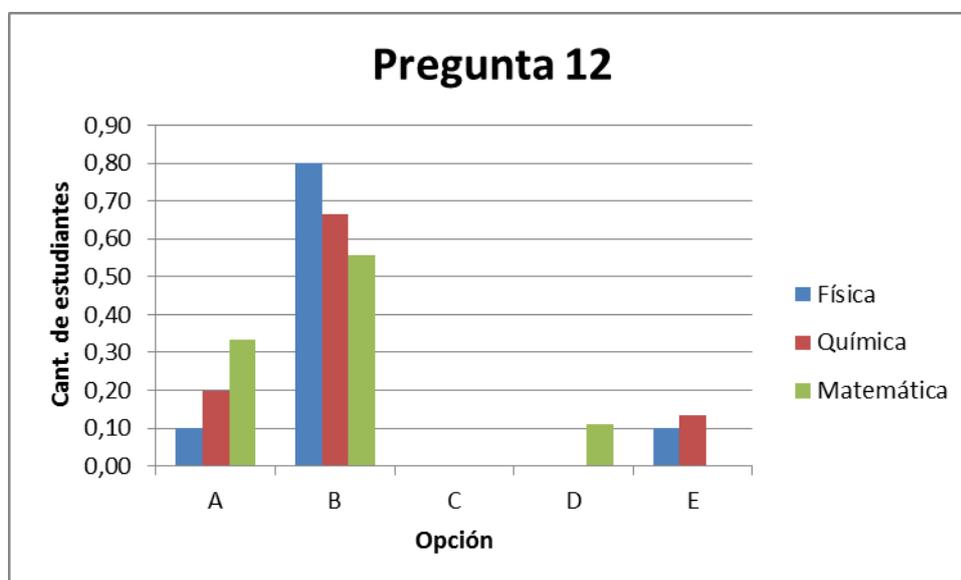
PREG 11	A	B	C	D	E
Física	0,30	0,20	0,30	0,20	0,00
Química	0,53	0,27	0,13	0,00	0,07
Matemática	0,44	0,22	0,11	0,22	0,00



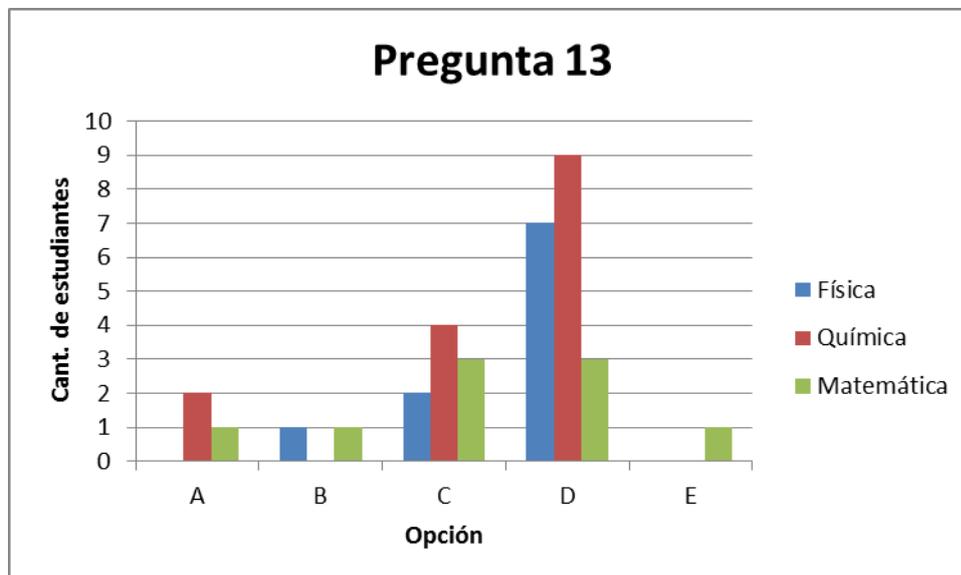
PREG 12	A	B	C	D	E
Física	1	8	0	0	1
Química	3	10	0	0	2
Matemática	3	5	0	1	0



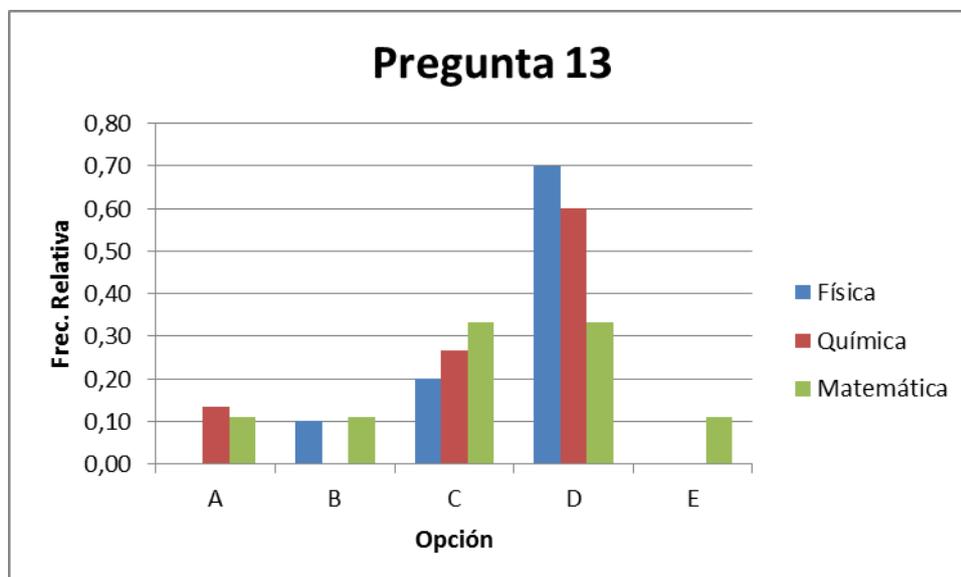
PREG 12	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,80	0,00	0,00	0,10
Química	0,20	0,67	0,00	0,00	0,13
Matemática	0,33	0,56	0,00	0,11	0,00



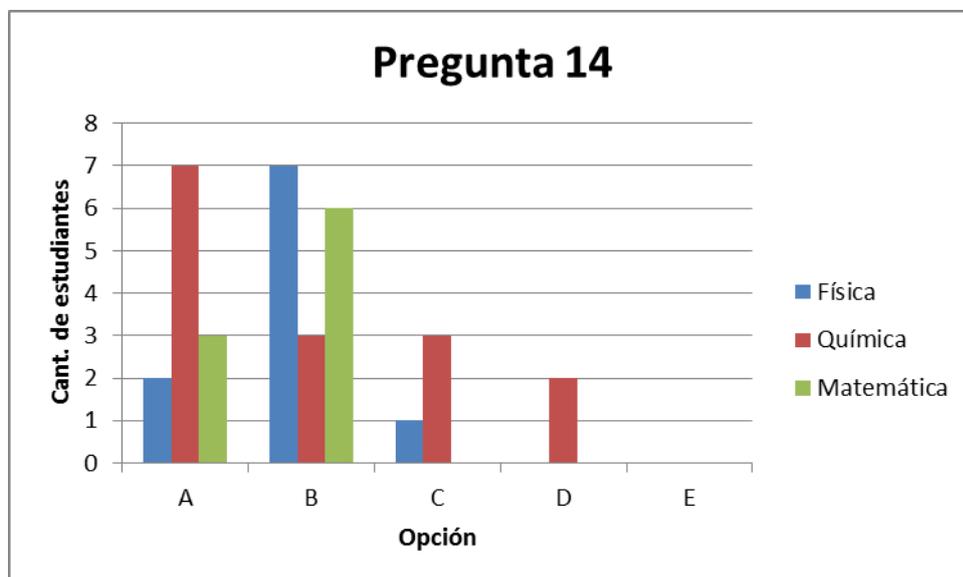
PREG 13	A	B	C	D	E
Física	0	1	2	7	0
Química	2	0	4	9	0
Matemática	1	1	3	3	1



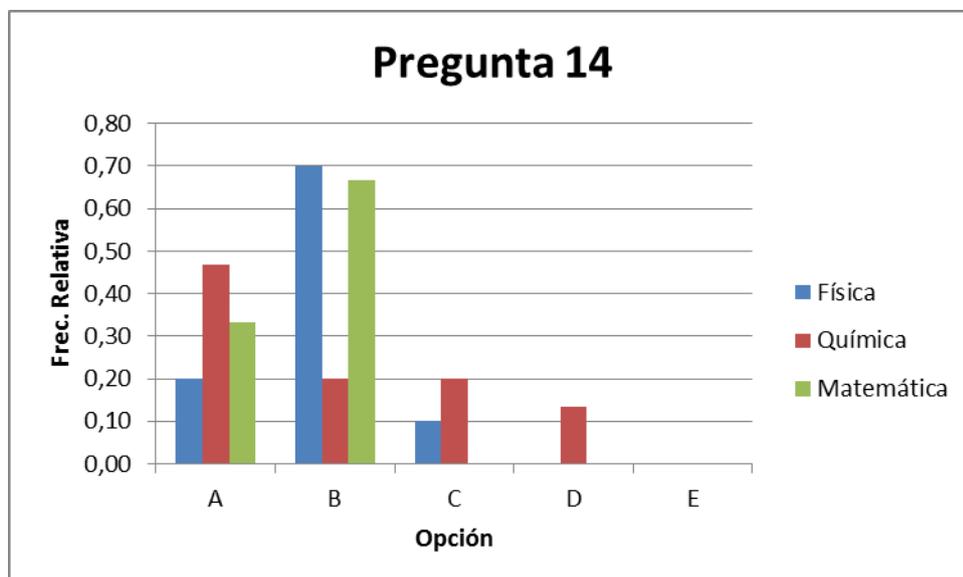
PREG 13	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,10	0,20	0,70	0,00
Química	0,13	0,00	0,27	0,60	0,00
Matemática	0,11	0,11	0,33	0,33	0,11



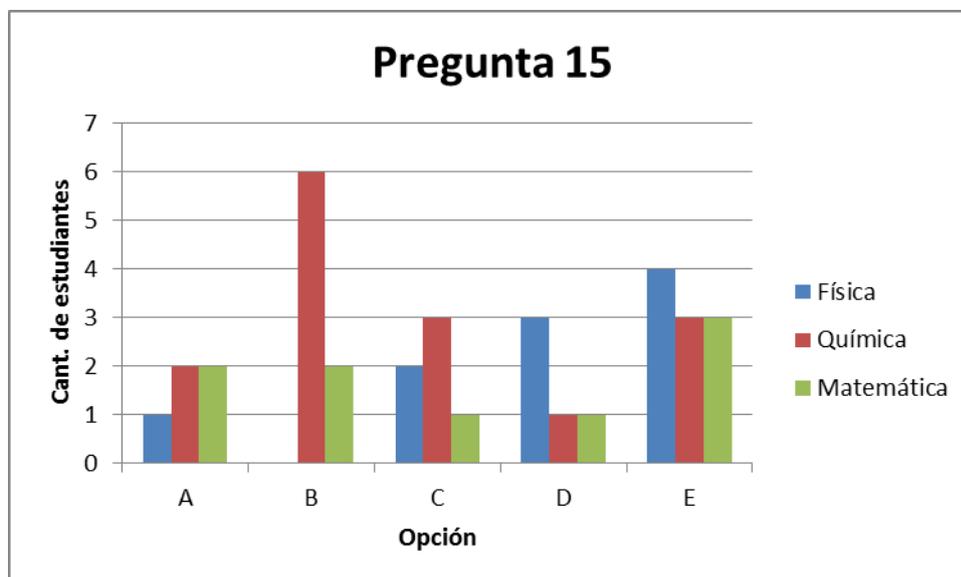
PREG 14	A	B	C	D	E
Física	2	7	1	0	0
Química	7	3	3	2	0
Matemática	3	6	0	0	0



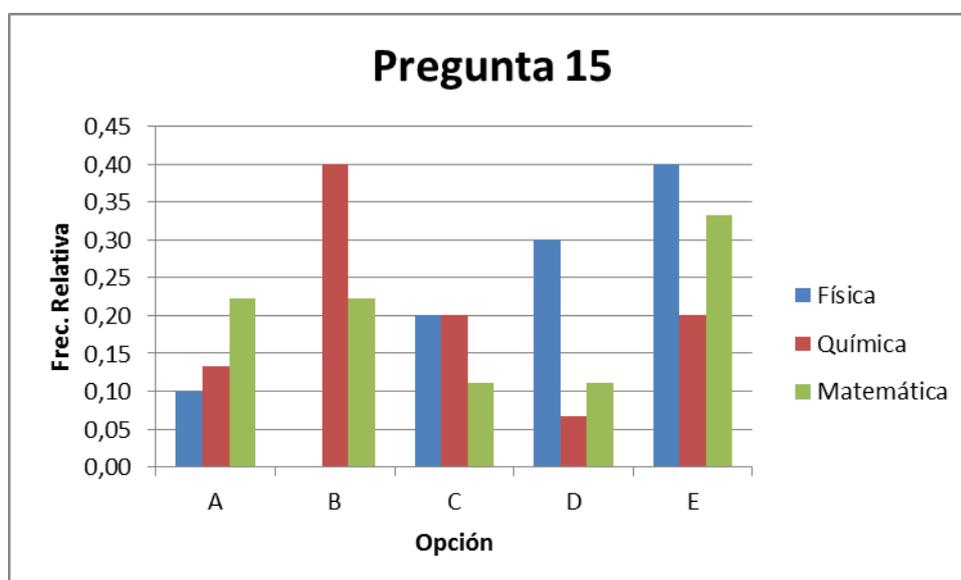
PREG 14	A	B	C	D	E
Física	0,20	0,70	0,10	0,00	0,00
Química	0,47	0,20	0,20	0,13	0,00
Matemática	0,33	0,67	0,00	0,00	0,00



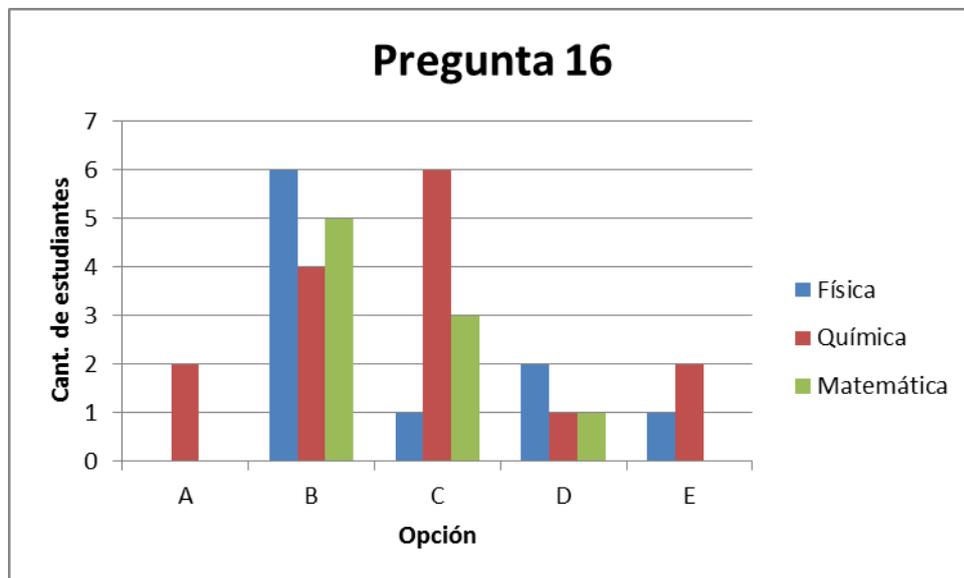
PREG 15	A	B	C	D	E
Física	1	0	2	3	4
Química	2	6	3	1	3
Matemática	2	2	1	1	3



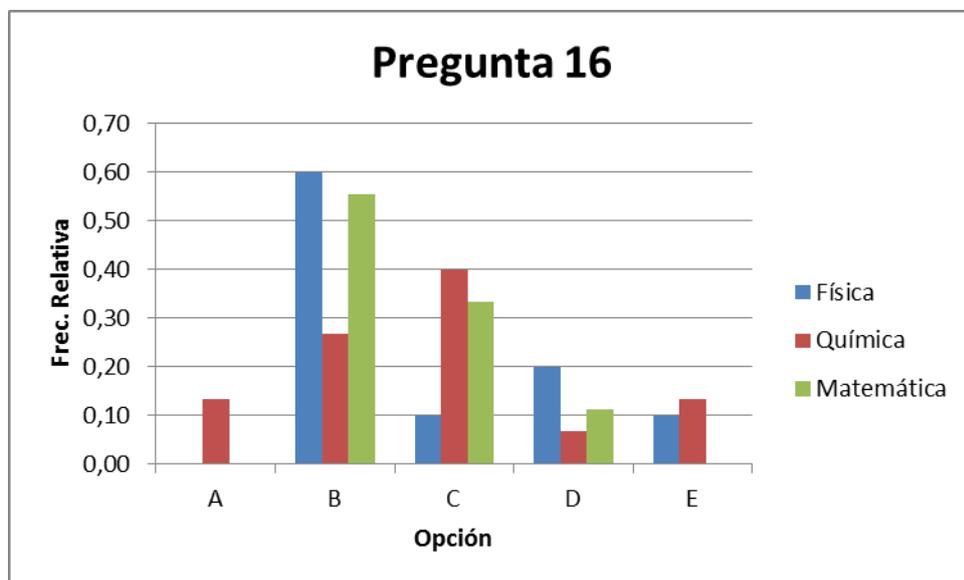
PREG 15	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,00	0,20	0,30	0,40
Química	0,13	0,40	0,20	0,07	0,20
Matemática	0,22	0,22	0,11	0,11	0,33



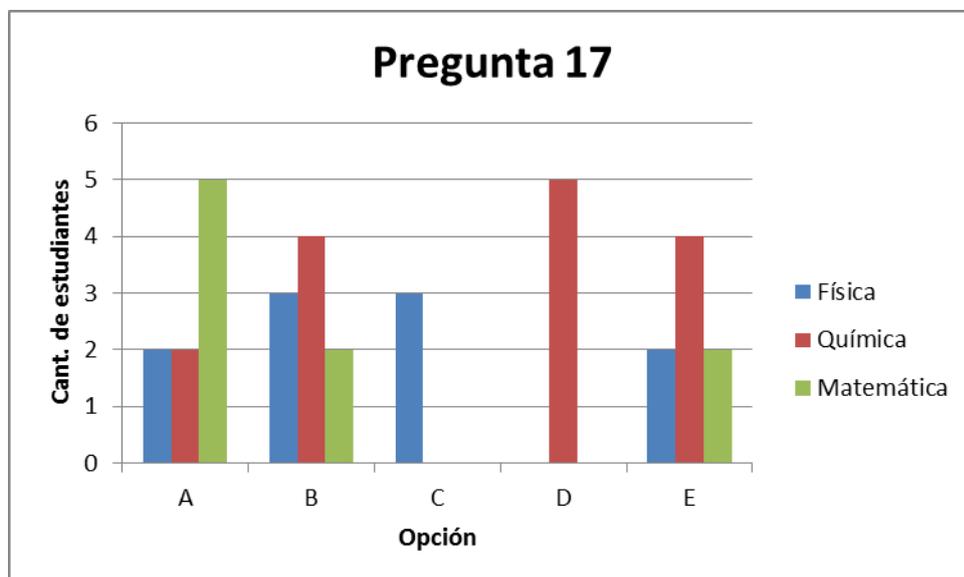
PREG 16	A	B	C	D	E
Física	0	6	1	2	1
Química	2	4	6	1	2
Matemática	0	5	3	1	0



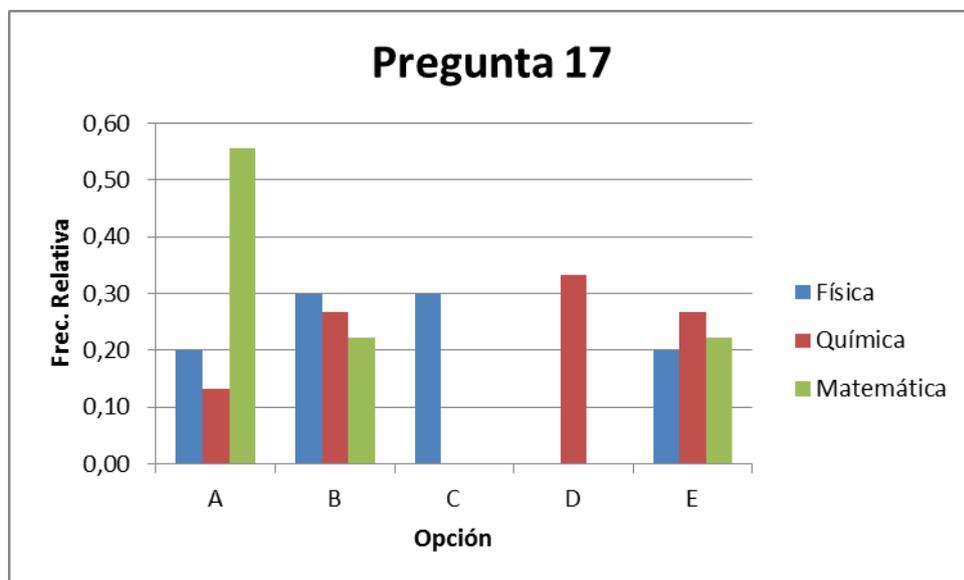
PREG 16	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,60	0,10	0,20	0,10
Química	0,13	0,27	0,40	0,07	0,13
Matemática	0,00	0,56	0,33	0,11	0,00



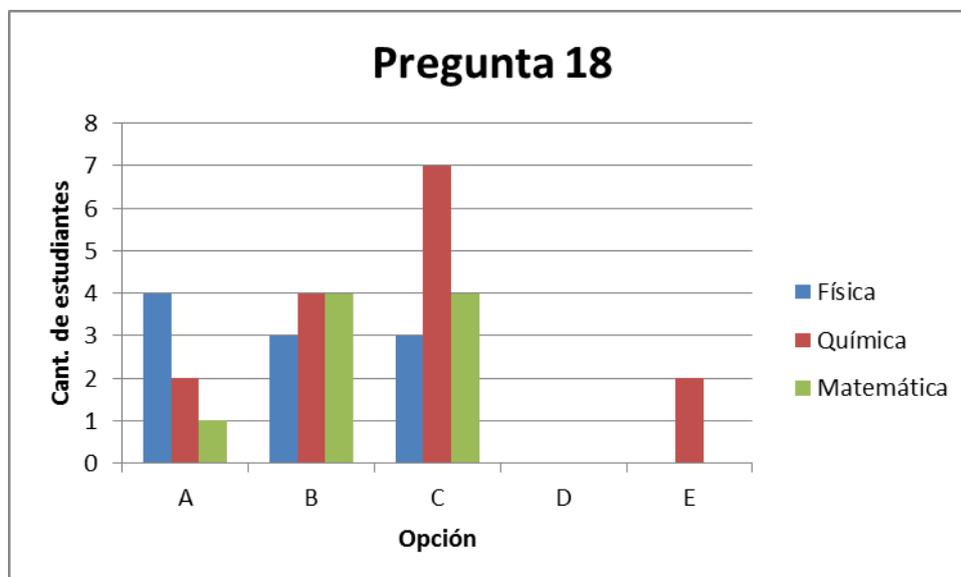
PREG 17	A	B	C	D	E
Física	2	3	3	0	2
Química	2	4	0	5	4
Matemática	5	2	0	0	2



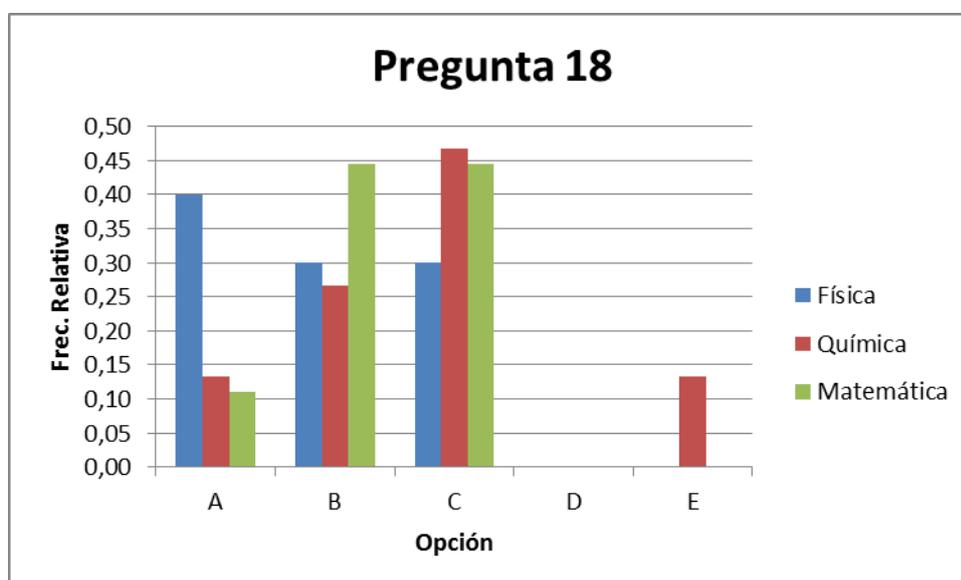
PREG 17	A	B	C	D	E
Física	0,20	0,30	0,30	0,00	0,20
Química	0,13	0,27	0,00	0,33	0,27
Matemática	0,56	0,22	0,00	0,00	0,22



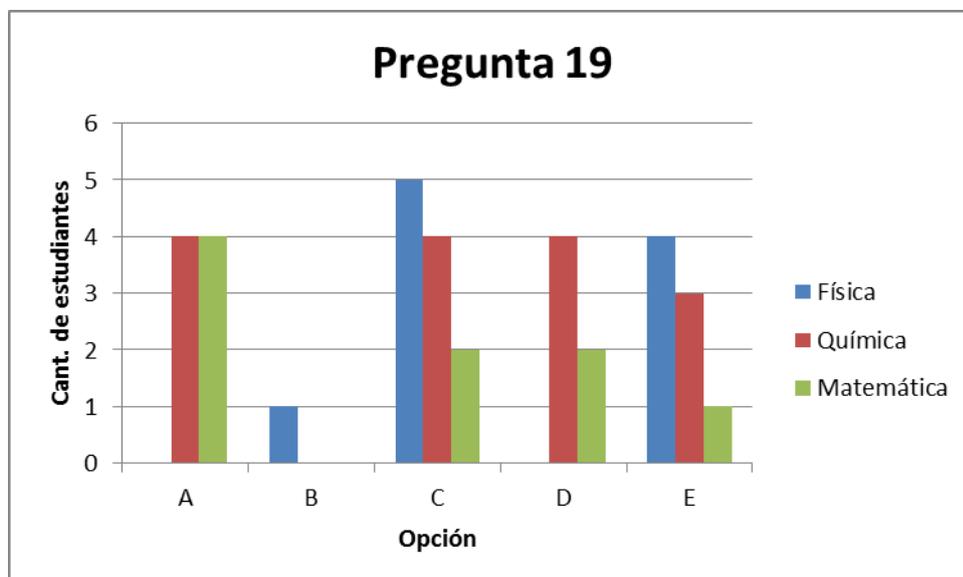
PREG 18	A	B	C	D	E
Física	4	3	3	0	0
Química	2	4	7	0	2
Matemática	1	4	4	0	0



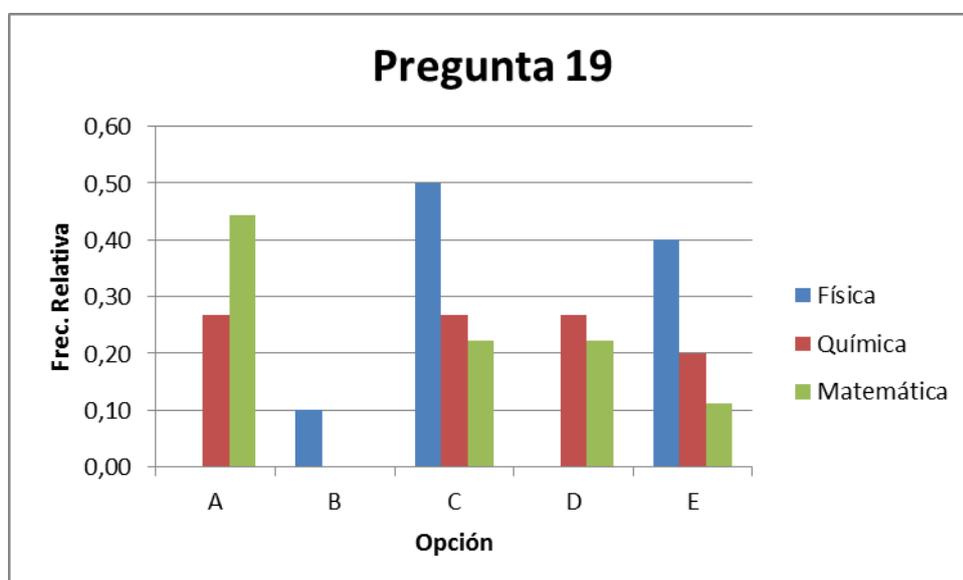
PREG 18	A	B	C	D	E
Física	0,40	0,30	0,30	0,00	0,00
Química	0,13	0,27	0,47	0,00	0,13
Matemática	0,11	0,44	0,44	0,00	0,00



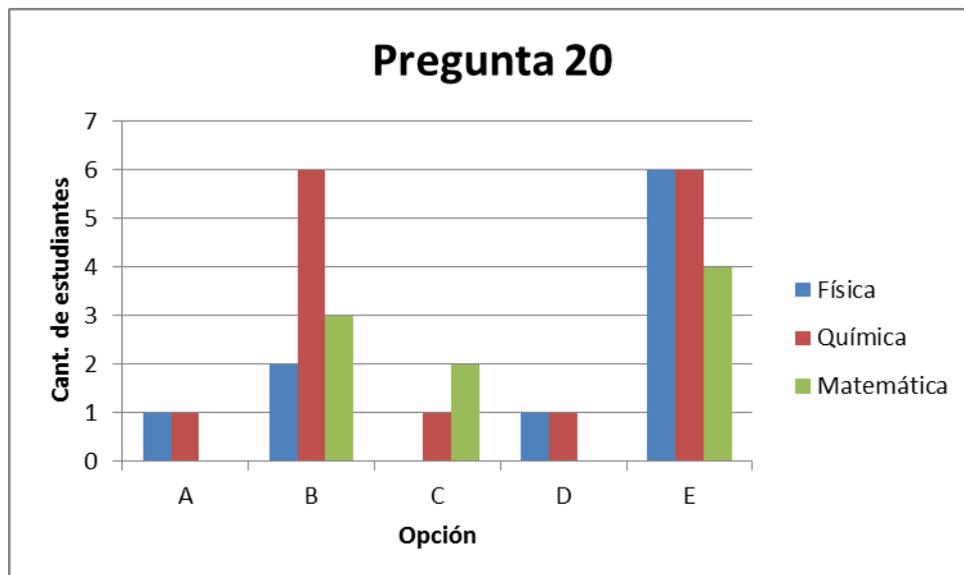
PREG 19	A	B	C	D	E
Física	0	1	5	0	4
Química	4	0	4	4	3
Matemática	4	0	2	2	1



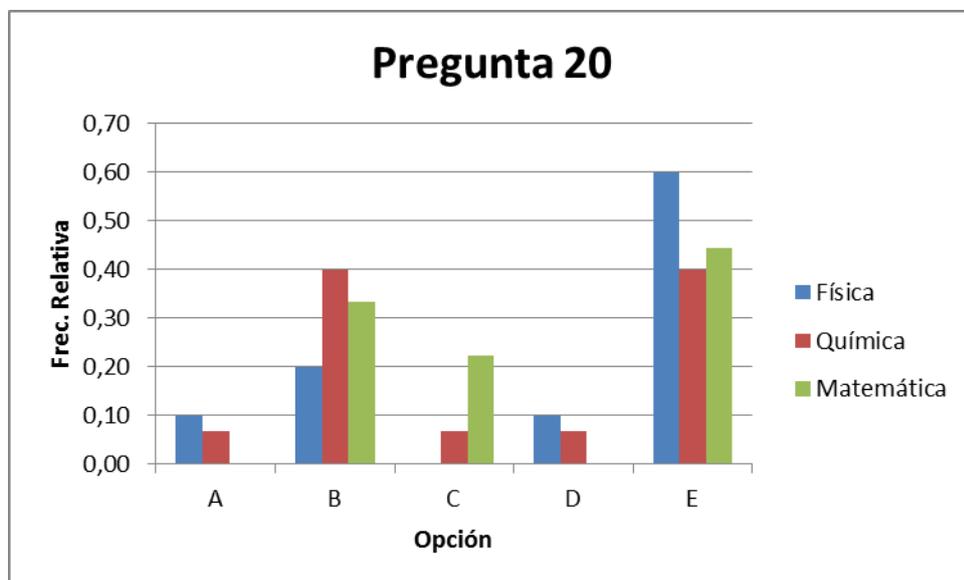
PREG 19	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,10	0,50	0,00	0,40
Química	0,27	0,00	0,27	0,27	0,20
Matemática	0,44	0,00	0,22	0,22	0,11



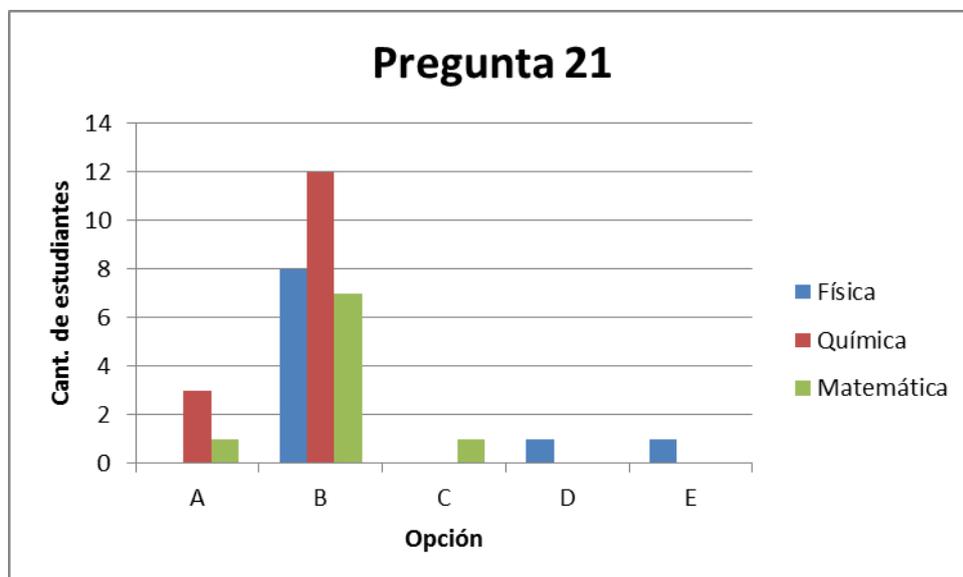
PREG 20	A	B	C	D	E
Física	1	2	0	1	6
Química	1	6	1	1	6
Matemática	0	3	2	0	4



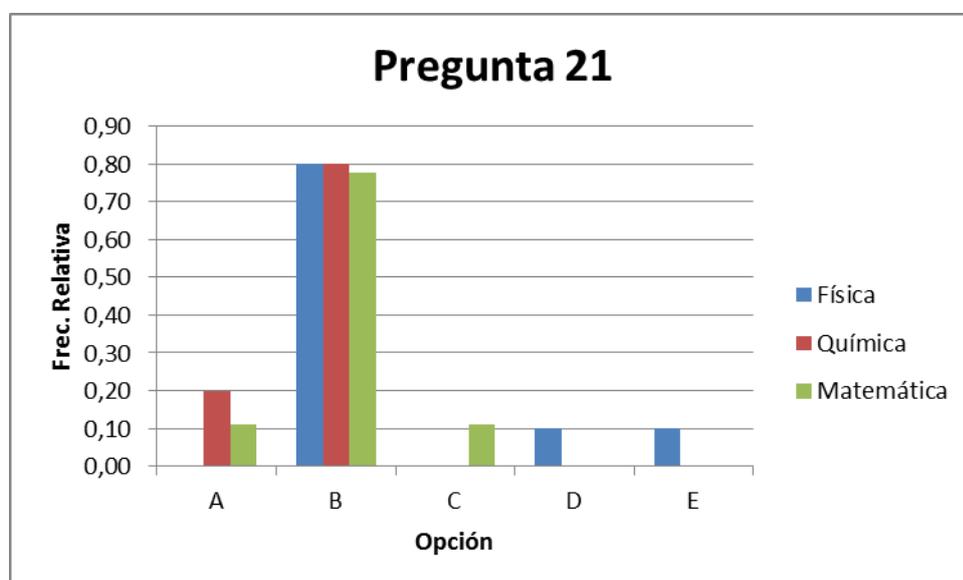
PREG 20	A	B	C	D	E
Física	0,10	0,20	0,00	0,10	0,60
Química	0,07	0,40	0,07	0,07	0,40
Matemática	0,00	0,33	0,22	0,00	0,44



PREG 21	A	B	C	D	E
Física	0	8	0	1	1
Química	3	12	0	0	0
Matemática	1	7	1	0	0



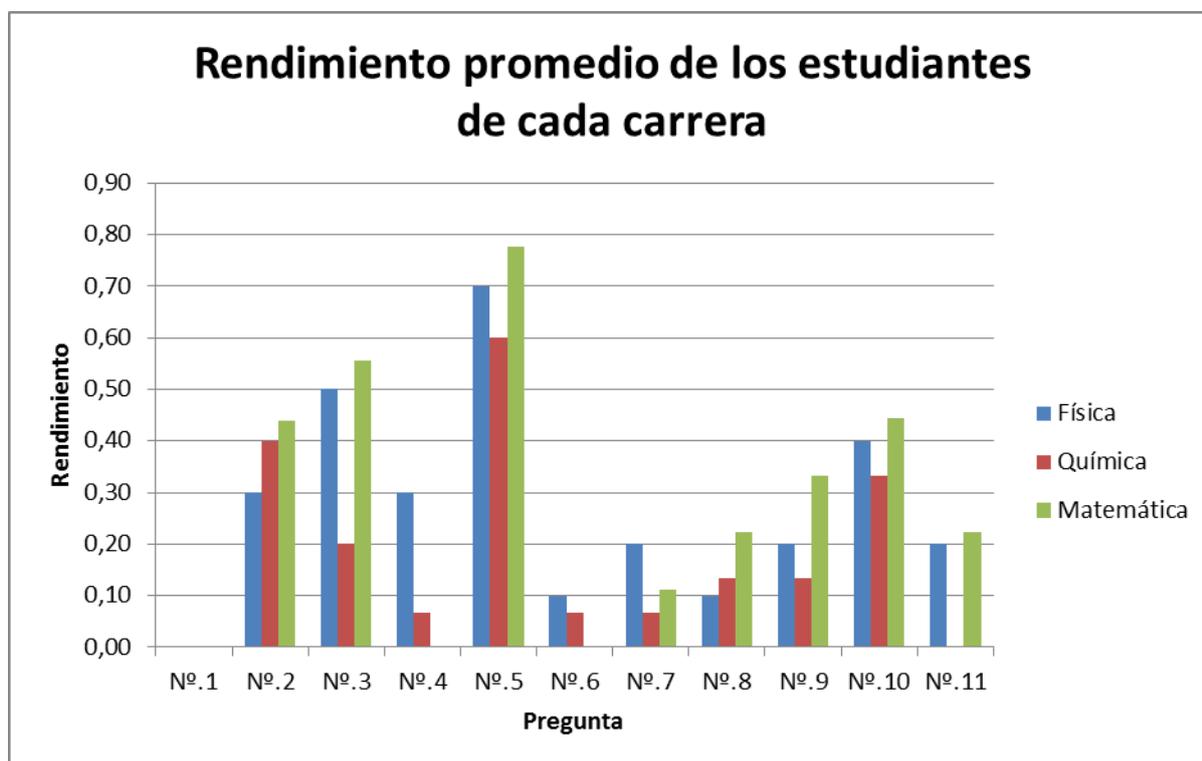
PREG 21	A	B	C	D	E
Física	0,00	0,80	0,00	0,10	0,10
Química	0,20	0,80	0,00	0,00	0,00
Matemática	0,11	0,78	0,11	0,00	0,00



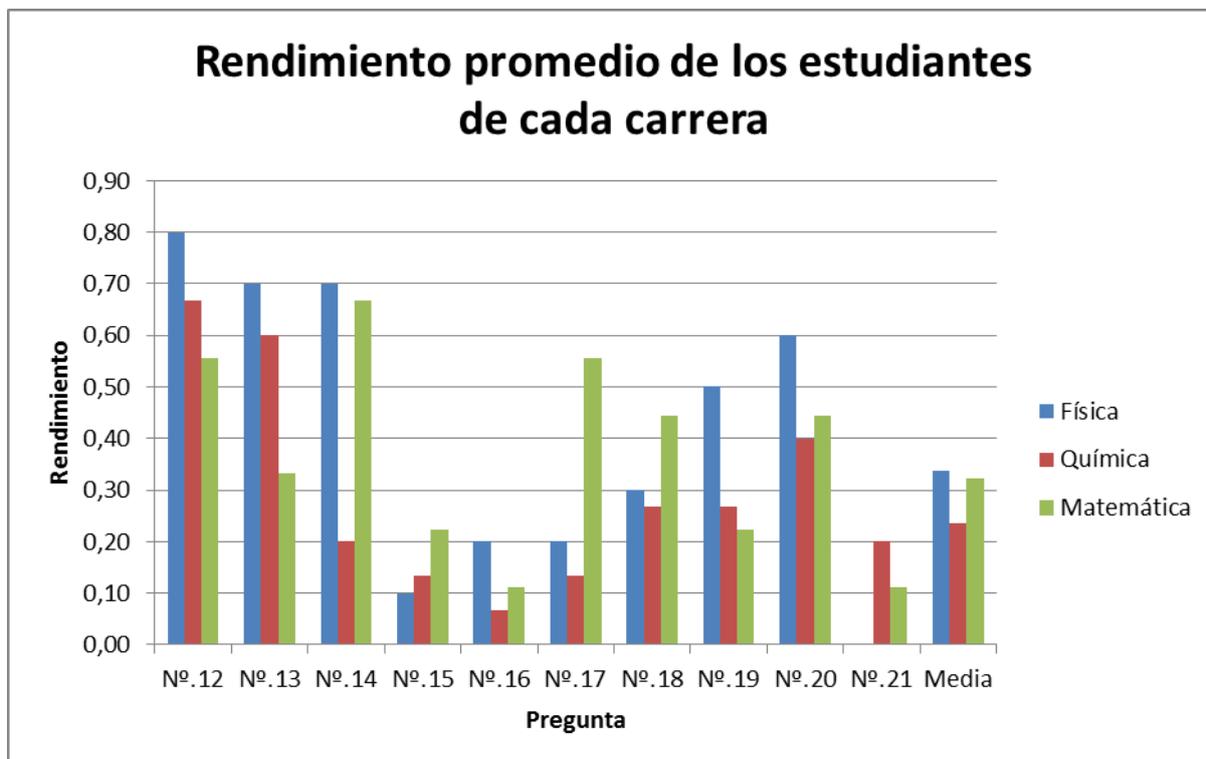
### TABLAS Y GRÁFICOS DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO DE CADA POBLACIÓN

En las tablas anteriores (correspondientes a las 21 preguntas del test) se resaltan en amarillo el número de estudiantes y la fracción de estudiantes que eligieron para responder la opción correcta. Con dichos datos se confeccionaron las dos tablas que siguen y sus respectivos gráficos.

Prof. \ Preg.	Nº.1	Nº.2	Nº.3	Nº.4	Nº.5	Nº.6	Nº.7	Nº.8	Nº.9	Nº.10	Nº.11
Física	0,00	0,30	0,50	0,30	0,70	0,10	0,20	0,10	0,20	0,40	0,20
Química	0,00	0,40	0,20	0,07	0,60	0,07	0,07	0,13	0,13	0,33	0,00
Matemática	0,00	0,44	0,56	0,00	0,78	0,00	0,11	0,22	0,33	0,44	0,22



Prof./Preg.	Nº.12	Nº.13	Nº.14	Nº.15	Nº.16	Nº.17	Nº.18	Nº.19	Nº.20	Nº.21	Media
Física	0,80	0,70	0,70	0,10	0,20	0,20	0,30	0,50	0,60	0,00	0,34
Química	0,67	0,60	0,20	0,13	0,07	0,13	0,27	0,27	0,40	0,20	0,23
Matemática	0,56	0,33	0,67	0,22	0,11	0,56	0,44	0,22	0,44	0,11	0,32



## PROCESAMIENTO DE DATOS

### PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOLECTADOS EN 2018

Las siguientes tablas muestran para cada grupo (Carrera): el porcentaje de elección de la opción correcta y el porcentaje de los distractores más elegidos para cada pregunta.

Pregunta N°1	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA B	0
OP CORR QUÍMICA B	0
OP CORR MATEMÁTICA B	0
FÍSICA DISTR D	0,60
QUÍMICA DISTR A - D	0,47 - 0,40
MATEMÁTICA DISTR D	0,56

Pregunta N°2	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA E	0,30
OP CORR QUÍMICA E	0,40
OP CORR MATEMÁTICA E	0,44
FÍSICA DISTR B	0,40
QUÍMICA DISTR B - C	0,27
MATEMÁTICA DISTR C	0,33

Pregunta N°3	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,50
OP CORR QUÍMICA D	0,20
OP CORR MATEMÁTICA D	0,56
FÍSICA DISTR C - E	0,20
QUÍMICA DISTR C	0,60
MATEMÁTICA DISTR C	0,22

Pregunta N°4	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,30
OP CORR QUÍMICA D	0,07
OP CORR MATEMÁTICA D	0
FÍSICA DISTR E	0,40
QUÍMICA DISTR C	0,53
MATEMÁTICA DISTR C	0,56

Pregunta N°5	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA C	0,70
OP CORR QUÍMICA C	0,60
OP CORR MATEMÁTICA C	0,78
FÍSICA DISTR D	0,20
QUÍMICA DISTR D	0,27
MATEMÁTICA DISTR D - E	0,11

Pregunta N°6	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA B	0,10
OP CORR QUÍMICA B	0,07
OP CORR MATEMÁTICA B	0
FÍSICA DISTR A	0,60
QUÍMICA DISTR D - E	0,33
MATEMÁTICA DISTR A	0,78

Pregunta N°7	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA A	0,20
OP CORR QUÍMICA A	0,07
OP CORR MATEMÁTICA A	0,11
FÍSICA DISTR D	0,40
QUÍMICA DISTR D	0,40
MATEMÁTICA DISTR B - E	0,33

Pregunta N°8	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,10
OP CORR QUÍMICA D	0,13
OP CORR MATEMÁTICA D	0,22
FÍSICA DISTR C	0,80
QUÍMICA DISTR A - C	0,27
MATEMÁTICA DISTR C	0,56

Pregunta N°9	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA E	0,20
OP CORR QUÍMICA E	0,13
OP CORR MATEMÁTICA E	0,33
FÍSICA DISTR B	0,80
QUÍMICA DISTR B	0,53
MATEMÁTICA DISTR B	0,56

Pregunta N°10	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA A	0,40
OP CORR QUÍMICA A	0,33
OP CORR MATEMÁTICA A	0,44
FÍSICA DISTR C	0,60
QUÍMICA DISTR C	0,53
MATEMÁTICA DISTR C	0,56

Pregunta N°11	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,20
OP CORR QUÍMICA D	0
OP CORR MATEMÁTICA D	0,22
FÍSICA DISTR A - C	0,30
QUÍMICA DISTR A	0,53
MATEMÁTICA DISTR A	0,44

Pregunta N°12	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA B	0,80
OP CORR QUÍMICA B	0,67
OP CORR MATEMÁTICA B	0,56
FÍSICA DISTR A - E	0,10
QUÍMICA DISTR A	0,20
MATEMÁTICA DISTR A	0,33

Pregunta N°13	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,70
OP CORR QUÍMICA D	0,60
OP CORR MATEMÁTICA D	0,33
FÍSICA DISTR C	0,20
QUÍMICA DISTR C	0,27
MATEMÁTICA DISTR C	0,33

Pregunta N°14	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA B	0,70
OP CORR QUÍMICA B	0,20
OP CORR MATEMÁTICA B	0,67
FÍSICA DISTR A	0,20
QUÍMICA DISTR A	0,47
MATEMÁTICA DISTR A	0,33

Pregunta N°15	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA A	0,10
OP CORR QUÍMICA A	0,13
OP CORR MATEMÁTICA A	0,22
FÍSICA DISTR E	0,40
QUÍMICA DISTR B	0,40
MATEMÁTICA DISTR E	0,33

Pregunta N°16	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA D	0,20
OP CORR QUÍMICA D	0,07
OP CORR MATEMÁTICA D	0,11
FÍSICA DISTR B	0,60
QUÍMICA DISTR C	0,40
MATEMÁTICA DISTR B	0,56

Pregunta N°17	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA A	0,20
OP CORR QUÍMICA A	0,13
OP CORR MATEMÁTICA A	0,56
FÍSICA DISTR B - C	0,30
QUÍMICA DISTR D	0,33
MATEMÁTICA DISTR B - E	0,22

Pregunta N°18	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA B	0,30
OP CORR QUÍMICA B	0,27
OP CORR MATEMÁTICA B	0,44
FÍSICA DISTR A	0,40
QUÍMICA DISTR C	0,47
MATEMÁTICA DISTR C	0,44

Pregunta N°19	Frec. Rel.
OP CORR FÍSICA C	0,50
OP CORR QUÍMICA C	0,27
OP CORR MATEMÁTICA C	0,22
FÍSICA DISTR E	0,40
QUÍMICA DISTR A - D	0,27
MATEMÁTICA DISTR A	0,44

<b>Pregunta N°20</b>	<b>Frec. Rel.</b>
OP CORR FÍSICA E	0,60
OP CORR QUÍMICA E	0,40
OP CORR MATEMÁTICA E	0,44
FÍSICA DISTR B	0,20
QUÍMICA DISTR B	0,40
MATEMÁTICA DISTR B	0,33

<b>Pregunta N°21</b>	<b>Frec. Rel.</b>
OP CORR FÍSICA A	0
OP CORR QUÍMICA A	0,20
OP CORR MATEMÁTICA A	0,11
FÍSICA DISTR B	0,80
QUÍMICA DISTR B	0,80
MATEMÁTICA DISTR B	0,78

## XI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### ANÁLISIS

Para analizar los datos obtenidos durante el año 2018 se especificaron tres categorías de análisis:

CA<sub>1</sub>: preguntas en las cuales la opción correcta y la incorrecta más elegida por parte de los estudiantes tienen porcentajes similares (diferencias menores a un 10%),

CA<sub>2</sub>: preguntas en las cuales la opción incorrecta muestra significativamente un mayor porcentaje de elección que la opción correcta (diferencias mayores a un 10%),

CA<sub>3</sub>: preguntas en las cuales la opción correcta muestra significativamente un mayor porcentaje de elección que la opción incorrecta (diferencias mayores a un 10%).

En las siguientes tablas se detallan las preguntas categorizadas para cada uno de los grupos estudiados:

**Tabla I: Categorización de preguntas**

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	FÍSICA Pregunta N°	QUÍMICA Pregunta N°	MATEMÁTICA Pregunta N°
CA <sub>1</sub>	2 - 4 - 11 - 17 - 18 - 19	19 - 20	13 - 18
CA <sub>2</sub>	1 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 15 - 16 - 21	1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 21	1 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 15 - 16 - 19 - 21
CA <sub>3</sub>	3 - 5 - 12 - 13 - 14 - 20	2 - 5 - 12 - 13	2 - 3 - 5 - 12 - 14 - 17 - 20

Teniendo en cuenta la especificación de las tres categorías de análisis, la categoría CA<sub>3</sub> representa el tipo de preguntas para las cuales los estudiantes obtuvieron el mejor resultado, en contraste las categorías de análisis CA<sub>1</sub> y CA<sub>2</sub> concentran preguntas sobre conceptos para los cuales los estudiantes eligen respuestas que no acuerdan con el conocimiento científico aceptado.

El estudio de las opciones más elegidas para responder a las preguntas de estas dos categorías se utilizó para detectar los errores más comunes y determinar algunas concepciones alternativas que, con mayor frecuencia, tienen los estudiantes de esta población.

Teniendo en cuenta que los grupos estudiados están constituidos por muy pocos individuos, en algunos casos el 10% no alcanza a representar un estudiante, sólo se consideraron como concepciones alternativas aquellas respuestas incorrectas de las preguntas categorizadas como CA<sub>2</sub>.

A continuación se muestra una tabla que detalla las preguntas con categoría CA<sub>2</sub> para cada grupo estudiado.

**Tabla II: Concepciones Alternativas**

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	FÍSICA Pregunta N°	QUÍMICA Pregunta N°	MATEMÁTICA Pregunta N°
CA <sub>2</sub>	1 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 15 - 16 - 21	1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 21	1 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 15 - 16 - 19 - 21

**Concepciones Alternativas:**

**Grupo FÍSICA:** 1, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 21.

**Grupo QUÍMICA:** 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 21.

**Grupo MATEMÁTICA:** 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 19, 21.

También se analizaron las concepciones alternativas fuertes independientes del grupo. Es decir las opciones incorrectas más elegidas para responder a las preguntas categoría CA<sub>2</sub> que aparecen en todos los grupos (resaltadas con color celeste en la tabla anterior).

**Tabla III: Concepciones Alternativas Fuertes independientes del grupo**

Categoría de Análisis	Pregunta N°	Opción Incorrecta más elegida		
		FÍSICA	QUÍMICA	MATEMÁTICA
CA <sub>2</sub>	1	D	A - D	D
	6	A	D - E	A
	7	D	D	B - E
	8	C	A - C	C
	9	B	B	B
	10	C	C	C
	15	E	B	E
	16	B	C	B
	21	B	B	B

## CONCLUSIONES

- Los resultados del test diagnóstico muestran un rendimiento post-instrucción promedio del: 0,34 (34 % de respuestas correctas) para el grupo Física, 0,23 (23% de respuestas correctas) para el grupo Química y 0,32 (32 % de respuestas correctas) para el grupo Matemática. Obteniéndose un promedio de medias, para la población, de 0,297 (29,7 % de respuestas correctas). Lo que indica un nivel de comprensión de gráficos de cinemática, y del conocimiento conceptual respectivo, muy bajo.
- De las preguntas que se han respondido correctamente, muy pocas superan el 50% de elección. Salvo casos muy aislados, todas las respuestas correctas tienen porcentajes similares a las opciones incorrectas de la misma pregunta.
- Se observa, que ningún estudiante responde correctamente la Pregunta N<sup>o</sup>.1. Atentos a esto, cuando se realiza el análisis de preconcepciones, detectamos un error de traducción de la consigna. Por tal motivo dicha pregunta no es considerada para el análisis de errores más comunes. Sin embargo, los promedios de rendimiento no fueron modificados ya que ningún estudiante detectó el error grosero al realizar el test. Lo cual indica el desconocimiento del tema.  
Es importante aclarar que las impresiones del test se hicieron directamente del original (en español). Razón por la cual no se detectó el error antes.
- Se observa, en virtud de los resultados obtenidos, que la Pregunta N<sup>o</sup>.6 es la de mayor dificultad ya que los porcentajes de respuesta correcta son los más bajos y que las Preguntas N<sup>o</sup>.5 y N<sup>o</sup>.12 son las de menor dificultad para la población ya que alcanzan los porcentajes más altos de respuesta correcta.
- Son muy pocas las preguntas con categoría CA<sub>1</sub> y CA<sub>3</sub> lo que evidencia los resultados mencionados anteriormente. Desde una visión poco rigurosa pero no desacertada, y teniendo en cuenta lo cuantitativo y cualitativo, las preguntas que muestran menor dificultad para los estudiantes y respuestas con mayor acercamiento al conocimiento científico actual son: 5 y 12, y en menor medida 13, 14 y 20 (teniendo en cuenta toda la población).
- Se identificaron como concepciones alternativas, para cada grupo en particular, las respuestas (opción incorrecta más elegida) a las siguientes preguntas:
  - Grupo FÍSICA: 1, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 21.
  - Grupo QUÍMICA: 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 21.
  - Grupo MATEMÁTICA: 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 19, 21.

- Se identificaron como concepciones alternativas fuertes independientes del grupo, para toda la población, las respuestas (opción incorrecta más elegida) a las preguntas: 1, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16 y 21.
- Del estudio detallado de la Tabla III surgen las siguientes conclusiones:
  - Para la Pregunta N<sup>o</sup>.6 los distractores más elegidos, en orden de importancia, son: A, D y E.  
Eligen (A) porque creen que la aceleración después de los 90 s puede obtenerse como el cociente de las coordenadas (v/t) en ese punto. Luego 20 m/s dividido 90 s es igual a 0,22 m/s<sup>2</sup>. Lo correcto sería calcular la pendiente de la recta tangente en la cercanía del punto, sobre todo en este caso que la gráfica en la zona es lineal. Luego  $\frac{(20-10)m/s}{(90-60)s} = \frac{(30-20)m/s}{(120-90)s} = 0,33 m/s^2$ .  
Algunos eligen (D) porque piensan que al estar sometido al campo gravitatorio el automóvil tiene esa aceleración. Sobre todo esta idea es reforzada por el dato que se incorpora de la masa del automóvil.  
Otros eligen (E) porque toman la ordenada correspondiente a los 90 s y, sin fundamento, le cambian la unidad. Esta es una práctica que se ve en los exámenes habitualmente.
  - Para la Pregunta N<sup>o</sup>.7 los distractores más elegidos, en orden de importancia, son: D, B y E.  
Eligen (D) porque toman la ordenada correspondiente a los 65 s y, como en el caso anterior (Pregunta N<sup>o</sup>.6), cambian la unidad sin fundamento.  
Eligen (B) porque creen que obtendrán la aceleración haciendo la división (t/v) y luego aproximan el resultado atendiendo a la consigna:  
 $\frac{t}{v} = \frac{65s}{30m/s} = 2,17 \frac{s^2}{m}$  aproximadamente  $2 \frac{s^2}{m}$ . Este procedimiento no responde a ninguna ecuación válida, seguramente se realizó en busca de un resultado que apareciera entre las opciones.  
Otros eligen (E) por algún motivo que desconocemos o simplemente apelando al azar.
  - Para la Pregunta N<sup>o</sup>.8 los distractores más elegidos, en orden de importancia, son: C y A.  
En este caso nos parece que eligen la opción incorrecta (C) porque confunden o interpretan que es un gráfico de velocidad respecto del tiempo, cuando en realidad es un gráfico de la posición respecto del tiempo.  
Otros eligen (A) porque es habitual que confundan el gráfico de la posición respecto del tiempo (x vs. t) con la situación real (gráfico y vs. x). El estudiante cree que el gráfico que observa es la trayectoria del objeto.

- Para la Pregunta N°.9 el distractor más elegido es el B.  
Si la aceleración es positiva y constante, la gráfica de la posición vs. el tiempo es una parábola con la concavidad hacia arriba y si la velocidad es constante el gráfico de la posición vs. el tiempo es una recta inclinada.  
Los estudiantes eligen (B) porque confunden el gráfico de la opción del test con uno de velocidad en función del tiempo. En ese caso, en los primeros 10 s sería una recta inclinada y luego una recta horizontal, como muestra el distractor (B) solo que la variable representada no es la misma.  
La dificultad se presenta porque la consigna da como dato la aceleración para los primeros 10 s y luego da como dato la velocidad para el tiempo restante. Es decir, el estudiante debe usar dos variables diferentes como dato (aceleración y velocidad, aportadas en la consigna) para encontrar el gráfico de una tercer variable (posición, representada en la opción) que describa dicha situación.
- Para la Pregunta N°.10 el distractor más elegido es el C.  
Eligen (C) porque confunden aceleración con velocidad o velocidad con aceleración. Muchas veces creen que una aceleración constante implica velocidad constante o que a una aceleración constante le corresponde un pequeño cambio en la velocidad. Aceleración constante no significa velocidad constante.  
Para un intervalo de tiempo determinado, el cambio de velocidad es el área bajo la curva del gráfico de aceleración en función del tiempo. Luego el área bajo la curva del distractor (C) no es la más pequeña.
- Para la Pregunta N°. 15 los distractores más elegidos, en orden de importancia, son: E y B.  
Muchos eligen (E) porque toda la gráfica es correcta hasta  $t = 4$  s. Sin embargo, en el último segundo la velocidad cambia linealmente pero no en la medida que lo muestra esta opción. Los estudiantes no tienen en cuenta el valor de aceleración, que en módulo es mucho menor que el de la aceleración en el intervalo de tiempo que va de 1 s a 3 s.  
Otros eligen (B) porque piensan que los gráficos deben ser iguales. Esto es, a aceleración nula corresponde velocidad nula y a aceleración constante corresponde velocidad constante. Es una creencia muy común y en otros casos, cuando no se comprende el tema, una respuesta “razonable” aunque totalmente equivocada.
- Para la Pregunta N°.16 los distractores más elegidos, en orden de importancia, son: B y C.  
Eligen (B) porque, erróneamente, realizan la división entre aceleración y tiempo  $\frac{3m/s^2}{3s} = 1m/s^3$  o también, realizan la división entre tiempo y aceleración  $\frac{3s}{3m/s^2} = 1s^3/m$ . En ambos casos no tienen en cuenta la unidad obtenida y la reemplazan por la correcta (m/s) sin ningún argumento lógico.

Algunos eligen la opción (C) porque toman el valor de ordenada que corresponde al tiempo 3 s, sin tener en cuenta que el gráfico es de aceleración vs. tiempo.

El procedimiento correcto se basa en calcular el área bajo la curva del gráfico de aceleración en función del tiempo. En el caso de este test, es muy sencillo porque la gráfica de la pregunta presenta una cuadrícula de  $1 \text{ m/s}^2$  por cada 1 s.

- Para la Pregunta N<sup>o</sup>.21 el distractor más elegido es el B.  
Si la velocidad del objeto, según el gráfico, decrece en forma lineal, significa que sobre el objeto actúa una aceleración constante en sentido contrario al de su movimiento. Cuando decimos que la aceleración actúa, estamos pensando en que la misma es provocada por una fuerza.  
Eligen (B) porque existe la creencia de que la velocidad disminuye linealmente sólo si la aceleración lo hace de la misma forma. No se tiene en cuenta que la aceleración puede estar actuando en sentido contrario. Tampoco se tiene en cuenta que la aceleración es la deriva de la velocidad respecto del tiempo.
- Los resultados obtenidos en esta investigación pueden interpretarse de varias formas por tratarse de una problemática educativa multifactorial, sin embargo, es muy probable que los estudiantes analizados hayan generado, desarrollado y afianzado estas concepciones alternativas durante la educación primaria, la educación secundaria, en la experiencia cotidiana, o incluso en la formación docente, ya que los individuos de la población estudiada han transitado por todos estos ámbitos antes de realizar el test. Esto indica que todo conocimiento o saber sobre los contenidos evaluados en el test fueron adquiridos durante el proceso de enseñanza obligatoria, en circunstancias de la vida cotidiana o en su paso por el nivel superior.
- Finalmente, estas concepciones alternativas y errores más comunes adoptados por los estudiantes deben servir como insumo para el diseño e implementación de metodologías, estrategias y recursos didácticos que tiendan a favorecer el cambio conceptual, de los estudiantes, hacia las concepciones científicas vigentes para la Física y mejorar la calidad de las prácticas docentes del nivel superior, teniendo en cuenta que es en esta última instancia de formación donde podemos reconstruir la comprensión de los gráficos de cinemática.

## **XII. TRANSFERENCIAS REALIZADAS**

Para la difusión y transferencia de este trabajo se realizaron exposiciones y actividades de diferentes formatos en:

- V Congreso Regional de Educación Técnico Profesional. ISFDyT N<sup>o</sup>.9-006. Octubre de 2019.
- II Congreso Regional de Educación y Formación Docente. ISFDyT N<sup>o</sup>.9-006.

Octubre de 2019.

- Reunión con estudiantes y profesores del Profesorado de Educación Secundaria en Física del ISFDyT N°.9-006. Noviembre de 2018.
- Taller sobre administración de Test de diagnóstico y Test post-instrucción. Profesorado de Educación Secundaria en Física. ISFDyT N°. 9-006. Agosto 2018.
- Taller sobre elaboración de Test para diagnóstico de conocimiento conceptual. Unidad Curricular Didáctica de la Física II. Profesorado de Educación Secundaria en Física. ISFDyT N°.9-006. Agosto 2019.

### XIII. REFERENCIAS

- SOKOLOFF, David R. y otros. (2009). *Aprendizaje Activo de la Física II, Mecánica*. Manual de Entrenamiento. (1ra. ed.). Compilado por Julio Benegas. San Luis: Universidad Nacional de San Luis.
- BEICHNER, Robert J. (1994). *Testing student interpretation of kinematics graphs*. Am. J. Phys., Vol. 62, N°.8, 750-762.
- REDISH, Edward F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.
- BENEGAS, Julio y ZAVALA, Genaro. (2013). *Evaluación del Aprendizaje en Física*. En J. Benegas, M. C. Pérez de Landazabal y J. Otero (Eds.). *El Aprendizaje Activo de la Física Básica Universitaria*, Capítulo 11, (pp. 179-192). Santiago de Compostela, España: Andavira Editora, S.L.
- GUIDUGLI, Silvina; FERNÁNDEZ GAUNA, Cecilia y BENEGAS, Julio. (2004). *Aprendizaje Activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la Escuela Secundaria*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 22(3), (pp. 463-472). UNSL, San Luis, Argentina.
- CASTAÑEDA SALAZAR, Jorge Abel; CARMONA RAMÍREZ, Luis Hernando y MESA, Fernando. (2018). *Determinación de la Ganancia en el Aprendizaje de la Cinemática Lineal mediante el uso de Métodos Gráficos con estudiantes de Ingeniería en la Universidad de Caldas*. Revista Scientia et Technica, Año XXII, Vol. 23, No. 01. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- RIBOTTA, Sergio L.; PESETTI, Marcela I. y PEREYRA, Sonia N. (2009). *Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) Aplicadas a la Comprensión de Gráficos en Cinemática*. Formación Universitaria, Vol. 2, N°. 5, (pp. 23-30). Centro de Información Tecnológica, La Serena, Chile.
- CORTEZ REYES, Yesenia; ZÚÑIGA MARTÍNEZ, Soraida Cristina y SUÁREZ RODRÍGUEZ, Carmen del Pilar. (2017). *Enseñanza del concepto de movimiento a velocidad constante y su representación gráfica mediante el uso de clases interactivas demostrativas con un*

*video experimento*. Latin-American Journal of Physics Education, Vol. 11, N<sup>o</sup>. 2. México D. F.

- GARCÍA SILVERIO, Mayra. (2012). *Concepciones Alternativas Recurrentes que presentan los alumnos del nivel medio superior sobre los conceptos de Velocidad y Aceleración*. (Tesis). Escuela de Graduados en Educación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México, D. F.
- DIOSA OCHOA, Yaneth. (2012). *Enseñanza-Aprendizaje de la Cinemática Lineal en su Representación Gráfica bajo un Enfoque Constructivista: Ensayo en el Grado Décimo de la Institución Educativa Pbro. Juan J. Escobar*. Informe de Práctica Docente presentado para optar al título de: Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- TEJEDA TORRES, Santa Esmeralda. (2009). *Diseño de una actividad educativa tipo tutorial para la comprensión de gráficas en cinemática*. (Tesis). Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México, D. F.
- CABALLERO BARROS, Enrique Javier; NARANJO VEINTIMILLA, Gonzalo Rafael y BRIONES GALARZA, Carlos Onofre. (2016). *Conceptualización e interpretación gráfica de la cinemática en una y dos dimensiones utilizando análisis de video*. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Guayaquil. Ecuador.

## **XIV. ANEXO**

### **INSTRUMENTO UTILIZADO PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO**

#### **Test de Comprensión de Gráficos de Cinemática**

##### **Test of Understanding Graphs in Kinematics**

Originally published in *American Journal of Physics*, August 1994

by

Robert J. Beichner

Translated to Spanish

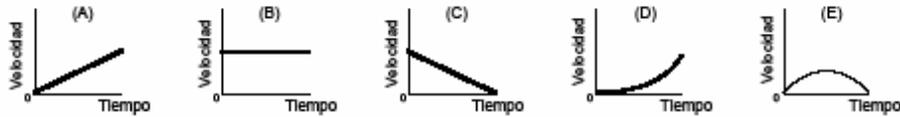
by

M. Victoria Hernández & Enrique Maciá-Barber

Instituto de Estudios Interdisciplinarios

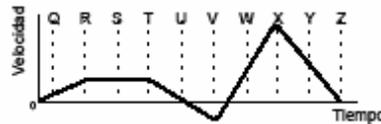
Madrid, SPAIN

1. Las figuras adjuntas muestran las gráficas de aceleración en función del tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un mayor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



2. ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

- (A). Desde R hasta T.
- (B). Desde T hasta V.
- (C). En V.
- (D). En X.
- (E). Desde X hasta Z.



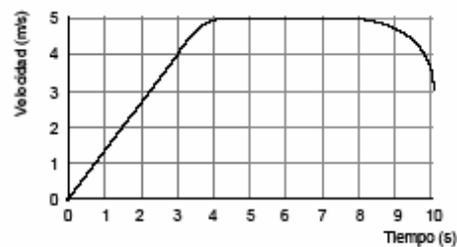
3. La figura adjunta muestra la gráfica del movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?

- (A). El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.
- (B). El objeto no se mueve.
- (C). El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
- (D). El objeto se mueve a velocidad constante.
- (E). El objeto se mueve con una aceleración que aumenta uniformemente.



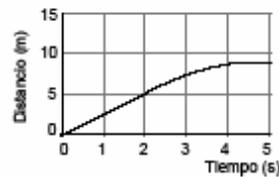
4. Un ascensor se mueve desde el sótano hasta el décimo piso de un edificio. La masa del ascensor es de 1000 Kg y se mueve tal como se muestra en la gráfica velocidad-tiempo adjunta. ¿Qué distancia recorre durante los primeros tres segundos de movimiento?

- (A). 0,75 m.
- (B). 1,33 m.
- (C). 4,0 m.
- (D). 6,0 m.
- (E). 12,0 m.



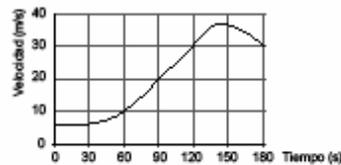
5. La velocidad en el instante  $t = 2$  es:

- (A). 0,4 m/s.
- (B). 2,0 m/s.
- (C). 2,5 m/s.
- (D). 5,0 m/s.
- (E). 10,0 m/s.



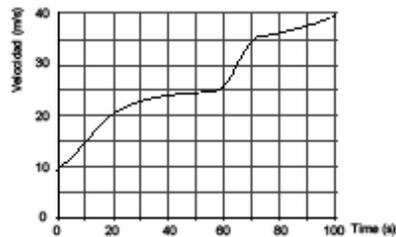
6. La gráfica adjunta muestra la velocidad en función del tiempo para un automóvil de masa  $1,5 \times 10^3$  Kg. ¿Cuál era su aceleración una vez transcurridos los primeros 90 s?

- (A). 0,22  $m/s^2$ .
- (B). 0,33  $m/s^2$ .
- (C). 1,0  $m/s^2$ .
- (D). 9,8  $m/s^2$ .
- (E). 20  $m/s^2$ .

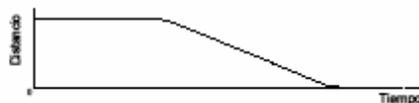


7. La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto que se mueve en línea recta. En el instante  $t = 65$  s, la aceleración instantánea del objeto vale aproximadamente:

- (A). 1  $m/s^2$ .
- (B). 2  $m/s^2$ .
- (C). 9,8  $m/s^2$ .
- (D). 30  $m/s^2$ .
- (E). 34  $m/s^2$ .

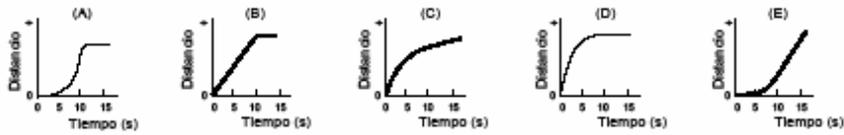


8. La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

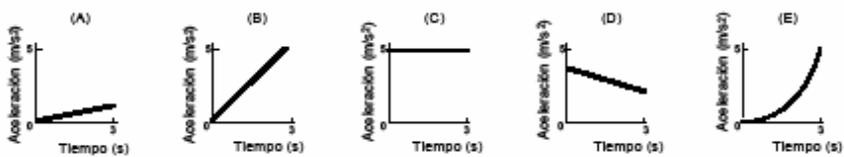


- (A). El objeto rueda sobre una superficie horizontal. Entonces cae rodando por una pendiente, y finalmente se para
- (B). El objeto no se mueve al principio. Entonces cae rodando por una pendiente y finalmente se para
- (C). El objeto se mueve a velocidad constante. Después frena hasta que se para
- (D). El objeto no se mueve al principio. Entonces se mueve hacia atrás y finalmente se para.
- (E). El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente, y después sigue moviéndose.

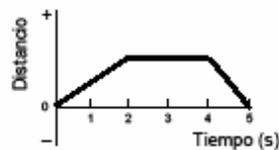
9. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las siguientes gráficas describe correctamente dicha situación?



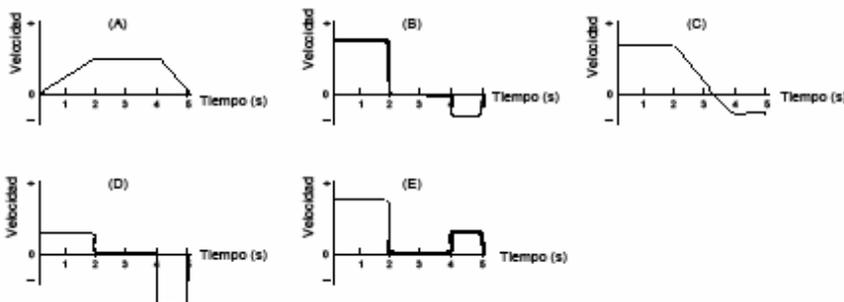
10. Cinco objetos se mueven de acuerdo con las siguientes gráficas de aceleración con respecto al tiempo. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un menor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



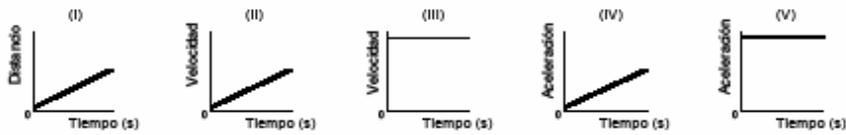
11. La gráfica adjunta muestra el desplazamiento de un objeto con respecto al tiempo durante un intervalo de 5 s.



¿Cuál de las siguientes gráficas de velocidad en función del tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?



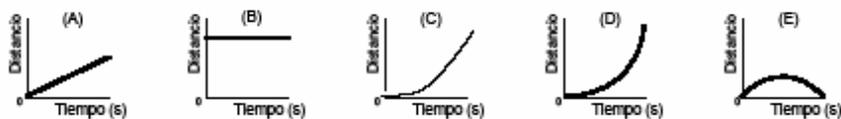
12. Considérense las siguientes gráficas:



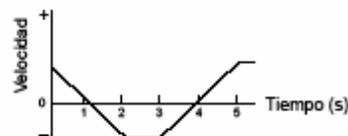
¿Cuál(es) de ellas representa(n) un movimiento a velocidad constante?

- (A). I, II, y IV.
- (B). I y III.
- (C). II y V.
- (D). Sólo la IV.
- (E). Sólo la V.

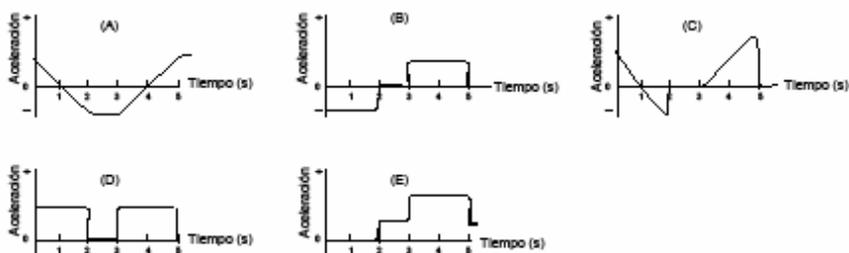
13. Las gráficas adjuntas muestran la variación de la distancia con respecto al tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Qué objeto alcanzó la mayor velocidad instantánea durante el intervalo de tiempo considerado?



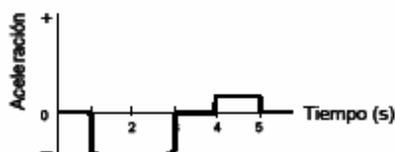
14. La siguiente gráfica muestra la velocidad en función del tiempo para un objeto durante un intervalo de 5 s.



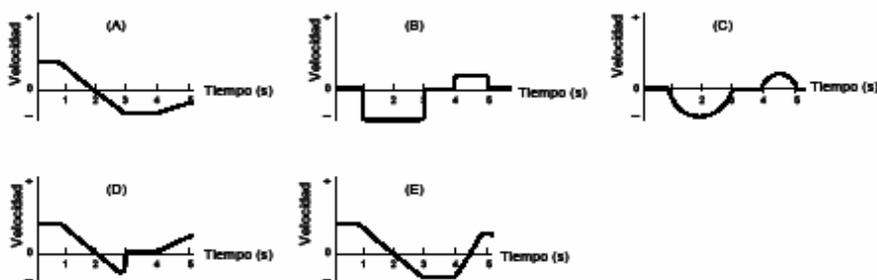
¿Cuál de las siguientes gráficas de aceleración con respecto al tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?



15. La gráfica adjunta representa la aceleración de un objeto durante un intervalo de tiempo de 5 s.



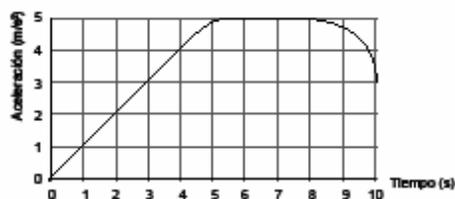
¿Cuál de las siguientes gráficas de velocidad con respecto al tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?



16. Un objeto se mueve de acuerdo con la siguiente gráfica:

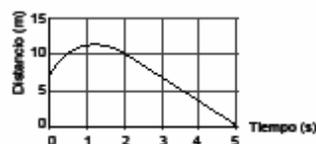
La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

- (A). 0,66 m/s.
- (B). 1,0 m/s.
- (C). 3,0 m/s.
- (D). 4,5 m/s.
- (E). 9,8 m/s.



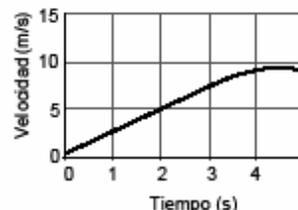
17. La velocidad en el instante  $t = 3$  vale aproximadamente:

- (A). -3,3 m/s.
- (B). -2,0 m/s.
- (C). -0,67 m/s.
- (D). 5,0 m/s.
- (E). 7,0 m/s.

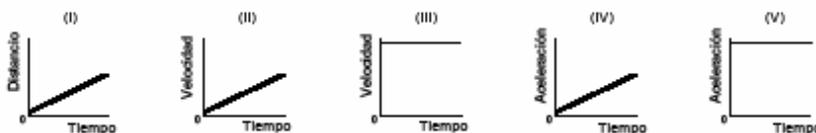


18. Para calcular la distancia recorrida durante el intervalo de tiempo comprendido entre  $t = 0$  s y  $t = 2$  s haciendo uso de la gráfica adjunta, debemos:

- (A). Leer directamente el valor de la ordenada en el eje vertical.
- (B). Hallar el área encerrada bajo la curva mediante la expresión  $(5 \times 2)/2$ .
- (C). Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 5 entre 2.
- (D). Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 15 entre 5.
- (E). No se da suficiente información para poder responder.



19. Considérense las siguientes gráficas:



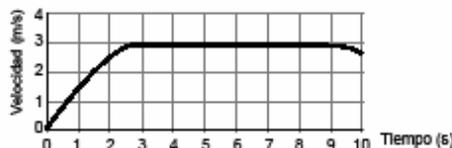
¿Cuál(es) de ellas representa(n) un movimiento con aceleración constante y distinta de cero?

- (A). I, II, y IV. (B). I y III. (C). II y V. (D). Sólo la IV. (E). Sólo la V.

20. Un objeto se mueve de acuerdo con la siguiente gráfica:

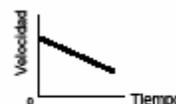
¿Qué distancia recorre durante el intervalo de tiempo comprendido entre  $t = 4$  s y  $t = 8$  s?

- (A). 0,75 m.
- (B). 3,0 m.
- (C). 4,0 m.
- (D). 8,0 m.
- (E). 12,0 m.



21. La gráfica adjunta representa el movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

- (A). El objeto se mueve con una aceleración constante.
- (B). El objeto se mueve con una aceleración que disminuye uniformemente.
- (C). El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
- (D). El objeto se mueve a velocidad constante.
- (E). El objeto no se mueve.



## XV. CERTIFICACIÓN DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL

Número y nombre del IES: 9-006 Prof. Francisco Humberto Tolosa			
Título del proyecto: Estado actual de comprensión de gráficas de cinemática en estudiantes avanzados de los Profesorados de Educación Secundaria en Matemática, Física y Química			
Horas cátedra institucionales totales destinadas al proyecto: 6			
Cargo	Nombre	DNI	Horas cátedra
Director/a	Esteban Celedonio Farina	23.725.288	6
Codirector/a	Alberto Fabián Debandi	22.525.909	0
Docentes investigadores/as	Héctor Javier Baldo	27.611.812	0
	Sergio Walter Jofré	27.047.896	0
Ayudantes	Walter Denis Rodríguez	36.666.690	0